



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM
REDE NACIONAL

VALÉRIA FERREIRA DE AGUIAR

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS SOBRE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

TANGARÁ DA SERRA-MT

2022

VALÉRIA FERREIRA DE AGUIAR

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS SOBRE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, da Universidade do Estado de Mato Grosso, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia, na área de concentração: Ensino de Biologia.

Linha de pesquisa: Origem da vida, evolução, ecologia e Biodiversidade

Orientadora: Dra. Alessandra Regina Butnariu

TANGARÁ DA SERRA-MT

2022

Luiz Kenji Umeno Alencar CRB 1/2037

AGUIAR, Valéria Ferreira de.
A282s Sequências Didáticas Investigativas Sobre Evolução
Biológica / Valéria Ferreira de Aguiar – Tangará da Serra,
2022.
90 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)
Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) – Curso de Pós-graduação Stricto Sensu
(Mestrado Profissional) Profbio, Faculdade de Ciências
Agrárias, Biológicas, Engenharia e da Saúde, Câmpus de
Tangará da Serra, Universidade do Estado de Mato Grosso,
2022.
Orientador: Alessandra Regina Butnariu

1. Evolucionismo,. 2. Ensino de Biologia,. 3. Prática
Docente.. I. Valéria Ferreira de Aguiar. II. Sequências
Didáticas Investigativas Sobre Evolução Biológica: .

CDU 573


VALÉRIA FERREIRA DE AGUIAR

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS SOBRE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA


Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu PROFBIO - Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, da Universidade do Estado de Mato Grosso, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em: 29/04/2022.


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 ALESSANDRA REGINA BUTNARIU
Data: 31/05/2022 10:07:27-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Alessandra Regina Butnariu
(Orientadora – PROFBIO/UNEMAT)

Documento assinado digitalmente
 CAROLINA LOMANDO CAÑETE
Data: 07/06/2022 08:06:24-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Carolina Lomando Cañete
(Membro Externo – IFES/PROFBIO UNESP)

Documento assinado digitalmente
 LEILA VALDERES SOUZA GATTASS
Data: 03/06/2022 14:56:14-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Leila Valderes Souza Gattas
(Membro Interno – PROFBIO UNEMAT)

TANGARÁ DA SERRA-MT

2022

Relato do Mestrando - Turma 2018

Instituição: Universidade do Estado de Mato Grosso

Mestranda: Valéria Ferreira de Aguiar

Título do TCM: Sequências Didáticas Investigativas sobre Evolução Biológica

Data da defesa: 29/04/2022

O Programa Profissional de Mestrado em Ensino de Biologia – PROFBIO, proporcionou um grande impacto na minha vida. Antes de ingressar no mestrado, nunca havia, ao menos, ouvido falar sobre a tal abordagem investigativa.

Arrisco dizer, como ingressante da primeira turma, que muitos mestres(as) formados pelo programa também saíram sem saber ao certo do que se trata tal abordagem.

Ao reprovar na segunda avaliação de qualificação, fui desligada do programa e precisei passar pelo processo seletivo novamente e aguardar a oferta da prova em que não obtive nota suficiente, além de passar novamente pelo processo de qualificação de projeto com resultados parciais, por exemplo.

Nesse processo, tendo acesso as aulas da turma atual, mesmo que não precisasse fazer as disciplinas novamente, até alterei o conteúdo do meu produto, pois percebi que o que havia pensado anteriormente não contemplava totalmente a abordagem investigativa que o programa almeja.

Aos olhos de muitos e, a princípio, até mesmo aos meus, isso parecia uma tortura. Porém, somente ao ingressar novamente no programa, foi que aprendi do que se trata a Metodologia Investigativa e posso afirmar que me apaixonei pelo Ensino por Investigação.

Percebi que o tão sonhado construtivismo, por muitas vezes não é utilizado de fato e precisei admitir que minhas aulas eram apenas aulas tradicionais com uma abordagem mais “legal”.

Ao conhecer a Metodologia Investigativa, conheci o que de fato é um ensino construtivista e o significado do termo protagonismo estudantil, tão falado e discutido por muitos autores.

Apesar dos desafios e falhas de uma iniciante no uso dessa abordagem, hoje percebo que a educação e a sociedade só têm a ganhar com tal método. Fazer ciência não é fácil, e mediar o processo de aprendizagem dos nossos alunos na iniciação desse mundo científico, muito menos. Ressalto que a oportunidade de conhecer e adotar essa prática docente, só o PROFBIO me concedeu.

*Dedico esta dissertação aos meus pais e
esposo e em memória de minha avó Angelina*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos meus professores, que fizeram parte da minha trajetória até aqui e, principalmente, à minha professora orientadora Alessandra Regina Butnariu, por todas as orientações e por ter me acompanhado até o fim dessa pós-graduação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

“O começo de todas as ciências é o espanto de as coisas serem o que são”.

(Aristóteles)



RESUMO

A teoria da evolução, por meio da seleção natural, contribui para a compreensão da história dos seres vivos e dos mecanismos pelo quais o ambiente atua no processo evolutivo destes. Atualmente, os conteúdos de evolução são tidos como a porta para a compreensão apropriada da diversificação dos seres vivos e a sua relação com o meio ambiente. Portanto, o ensino de biologia evolutiva é um componente curricular essencial nas escolas, mas nem sempre é abordado, ou quando abordado, não é totalmente compreendido. Levando em conta esses pressupostos, é considerável a necessidade de tornar o ensino da evolução biológica um processo mais interativo e instigante, para que, de fato, as informações trabalhadas em sala sejam compreendidas de forma mais duradoura pelos estudantes. Sendo assim, o trabalho propõe sequências didáticas com abordagem investigativa, dispostas em um livro paradidático, visando o ensino da evolução biológica no ensino médio. O estudo caracteriza-se por ser de natureza qualitativa, que permite uma subjetividade para se trabalhar questões culturais, econômicas, históricas e educacionais, em que os sujeitos expressam sua opinião sobre determinado tema. Foi desenvolvido em duas etapas: A primeira com a aplicação de questionários pré e pós-intervenção e uma intervenção entre estes, para sanar as dúvidas a respeito do tema. Já a segunda etapa consistiu em um livro paradidático contendo sequências didáticas com abordagem investigativa, visando auxiliar outros professores da área. As sequências foram aplicadas aos participantes, visando o aprimoramento das mesmas, depois da aplicação. Na primeira etapa, já foi possível constatar progressos com relação aos conhecimentos explanados pelos alunos, durante a intervenção e no questionário pós-intervenção, quando comparado ao primeiro questionário aplicado. Na segunda etapa, apesar das dificuldades apresentadas para desenvolver as sequências didáticas, os participantes demonstraram interesse e comprometimento para resolver as situações problema apresentadas.

Palavras-Chave: Evolucionismo, Ensino de Biologia, Prática Docente.

ABSTRACT

The theory of evolution, through natural selection, contributes to the understanding of the history of living beings and the mechanisms by which the environment acts in their evolutionary process. Currently, the contents of evolution are seen as the door to a proper understanding of the diversification of living beings and their relationship with the environment. Therefore, the teaching of evolutionary biology is an essential curricular component in schools, but it is not always addressed, or when addressed, it is not fully understood. Taking these assumptions into account, the need to make the teaching of biological evolution a more interactive and thought-provoking process is considerable, so that in fact the information worked in the classroom is understood in a more lasting way by the students. Therefore, this work proposes didactic sequences with an investigative approach, arranged in a paradidactic book, aiming at the teaching of biological evolution in high school. The study is characterized by being of a qualitative nature, which allows subjectivity to work on cultural, economic, historical and educational issues, in which the subjects express their opinion on a given topic. It was developed in two stages: The first with the application of pre and post-intervention questionnaires and an intervention between these, to resolve doubts about the subject. The second stage consisted of a paradidactic book containing didactic sequences with an investigative approach, aiming to help other teachers in the area. The sequences were applied to the participants, aiming at their improvement, after the application. In the first stage, it was already possible to see progress in relation to the knowledge explained by the students, during the intervention and in the post-intervention questionnaire, when compared to the first questionnaire applied. In the second stage, despite the difficulties presented, to develop the didactic sequences, the participants showed interest and commitment to solve the problem situations presented.

Keywords: Evolutionism, Biology Teaching, Teaching Practice.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Levantamento de dados: Investigação dos conhecimentos prévios dos participantes	18
3.2 Apresentação de concepções equivocadas acerca da evolução biológica	19
3.3 Aplicação e desenvolvimento de atividades	19
3.4 Elaboração de sequências didáticas com abordagem investigativa	19
3.5 Registro no Livro Paradidático	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Intervenção – Primeira etapa da pesquisa	21
4.1.1 Apresentação de concepções equivocadas acerca da evolução biológica – Primeira etapa da pesquisa	21
4.1.2 Aplicação e desenvolvimento de atividades – Primeira etapa da pesquisa	22
4.3 Produção e aplicação das sequências didáticas com abordagem investigativa – Segunda etapa da pesquisa	35
4.4 – Registro no Livro Paradidático – Segunda etapa da pesquisa	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
7. PRODUTO/RECURSO DIDÁTICO ELABORADO	51
APÊNDICES	18
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS-INTERVENÇÃO	18

1 INTRODUÇÃO

Por ser um eixo central e unificador das ciências biológicas, a teoria da evolução, por meio da seleção natural, tem contribuído para a compreensão da história dos seres vivos, bem como dos mecanismos pelos quais o ambiente atua no processo evolutivo destes. A teoria da seleção natural foi descrita em 1858, através de dois artigos escritos por Alfred Wallace, mas se popularizou em 1859, no livro “Origem das Espécies” de Charles Darwin (MAYR, 2009).

É impossível falar de evolução biológica sem mencionar Charles Darwin, pois além da Teoria da Seleção Natural, o autor foi responsável por elaborar mais quatro teorias evolutivas. As cinco teorias principais postuladas por ele, que formaram a base de seu pensamento evolucionista, são a evolução propriamente dita, a descendência comum, o gradualismo, a multiplicação das espécies e a seleção natural (MAYR, 2005).

Atualmente, os conteúdos de evolução são tidos como a porta para a compreensão apropriada da diversificação dos seres vivos e a sua relação com o meio ambiente. Portanto, o ensino de biologia evolutiva é um componente curricular essencial nas escolas, mas nem sempre é abordado, ou, quando abordado, não é totalmente compreendido. Visto à luz da evolução, Dobzhansky (1973) diz que a biologia talvez seja a ciência mais satisfatória e inspiradora e, sem essa luz, ela se torna um monte de fatos dos quais alguns são interessantes ou curiosos, mas sem nenhum significado como um todo.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), a evolução biológica é considerada um dos temas norteadores para o ensino de Biologia, conforme trata o tema seis dos PCN+: origem e evolução da vida. Diante do referido tema, os estudantes devem desenvolver saberes, percebendo a singularidade dos processos evolutivos, em que fatores culturais interagem com os biológicos, analisando as intervenções humanas apoiadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico (BRASIL, 2000).

Em 2017 foi homologada a Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental (BNCC-EF) e a partir de 2018 há a discussão da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BNCC-EM), que hoje constituem um único documento. O documento tem o intuito de "garantir o conjunto de aprendizagens essenciais aos estudantes, seu desenvolvimento integral, por meio das dez competências gerais para a Educação Básica, apoiando as escolhas necessárias para a concretização dos seus projetos de vida e a continuidade dos estudos" (BRASIL, 2018, p. 7).

Na unidade temática de Ciências, a BNCC-EF aborda o conteúdo de evolução biológica na unidade temática “Vida e Evolução”, propondo o estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e necessidades, e a vida como fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta (BRASIL, 2018, p. 326). Na unidade temática

“Terra e universo”, também é mencionada a evolução biológica, aparecendo num contexto que relaciona a evolução da vida com o ambiente que a cerca.

Na BNCC-EM, as unidades temáticas “Vida e Evolução” e “Terra e Universo” se articulam em uma única chamada “Vida, Terra e Cosmos” onde é proposto que "os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em particular dos seres humanos), do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações, e a diversidade dos seres vivos e sua relação com o ambiente" (BRASIL, 2018, p. 549).

No entanto, um dos fatores presentes no ensino de biologia evolutiva é a dificuldade enfrentada nos espaços escolares, devido ao confronto com o criacionismo, que é um conceito religioso, de que o mundo e todos os seres existentes nele foram criados por Deus. Segundo Teixeira (2016): “Apesar de ser mais típica da realidade estadunidense, paulatinamente, tem se tornado mais comum no Brasil a atuação de entidades criacionistas e o crescimento das religiões cristãs pentecostais e neopentecostais, e isso tem causado conflitos entorno do ensino de biologia evolutiva, no contexto escolar”.

Em 2009, foi realizado um estudo para verificar a aceitação/rejeição da teoria da evolução por parte de alunos ingressantes no 1º ano do Ensino Médio de escolas públicas de Tangará da Serra – MT e São Caetano do Sul – SP; e caracterizar possíveis relações entre a atitude desses alunos sobre teoria evolutiva e a proximidade entre ciência e religião. Os questionários foram aplicados a 294 estudantes de Tangará da Serra – MT e 358 estudantes de São Caetano do Sul – SP. Os resultados demonstram que os estudantes aceitam os tópicos da evolução biológica, que ilustram os registros fósseis como provas da existência de espécies que viveram no passado, a ancestralidade comum e a seleção natural. Mas quanto à origem e à evolução da Terra e do ser humano, a atitude dos respondentes é de discordar desses tópicos, principalmente nos dados levantados em Tangará da Serra - MT. Os níveis de aceitação da evolução biológica parecem influenciados principalmente pela religião para os estudantes evangélicos, que apresentaram níveis mais baixos de concordância com o conteúdo dos itens em relação à teoria evolutiva (OLIVEIRA e BIZZO, 2011).

Diante de possíveis rejeições para conhecer o tema, abordar conteúdos relacionados à evolução dos organismos requer uma preparação maior dos professores, para que o ensino de biologia evolutiva seja eficaz, de forma explicativa e prática, evitando que o professor traga posicionamentos que causem distorções, ocasionando um aprendizado deficiente e a perpetuação de interpretações incorretas. Porém, apesar da elevada importância dada à temática da evolução biológica, nos documentos orientadores do ensino de Biologia no meio escolar, muitas vezes, os conteúdos com enfoques evolutivos são explanados de maneira insuficiente (ROQUE, 2003). Além disso, a abordagem desse tema e de tantos outros da biologia habitualmente é feita de forma tradicional.

Segundo Carraher (1986), o modelo tradicionalista faz do conhecimento um conjunto de informações que são transmitidas dos professores para os alunos, o que nem sempre resulta em aprendizado efetivo. Nesse sentido, os alunos são apenas ouvintes e, na maioria das vezes, os conhecimentos passados pelos professores não são assimilados por eles, são somente memorizados por um curto período de tempo.

Diante disso, é preciso considerar a importância do papel do professor, que só pode ser aprimorado através da formação. Nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013), o investimento na formação inicial e continuada é entendido como fundamental, no sentido de proporcionar subsídios e conhecimentos necessários para a prática docente. Do mesmo modo, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) aponta o professor como fundamental para o sucesso no ensino e aprendizagem do aluno, enfatizando a necessidade de um contínuo aperfeiçoamento.

Oliveira e Obara (2018) ressaltam que para alcançar a superação do ensino tradicional, exige-se uma reforma curricular na formação de professores, buscando integrar pesquisa e ensino. Tal ideia também é discutida na pesquisa de Binatto, Martins e Duarte (2015), que ressaltam a necessidade de se proporcionar aos professores, em formação inicial e continuada, informações sobre o ensino de ciências por investigação e o suporte para compreenderem esta abordagem metodológica.

O ensino de ciências por investigação pode ser considerado uma forma de se alcançar o ensino construtivista que vai de encontro com o ensino tradicional. O ensino construtivista se baseia no princípio de que o conhecimento não é algo que pode ser simplesmente dado pelo professor, de forma pronta, em vez disso, o conhecimento é construído pelos alunos através de um processo ativo e mental de desenvolvimento (CUSTÓDIO et al, 2013).

Por muitas vezes, educadores imaginam ter adotado um modelo de ensino construtivista, mas, na verdade, ainda utilizam as aulas totalmente expositivas usadas no ensino tradicional. De acordo com Krasilchik (2011), o posicionamento passivo dos alunos, mediante uma aula expositiva, representa uma grande desvantagem, por ter uma retenção pequena de informações ocasionada pelo decréscimo de atenção.

O ensino por investigação, surgiu a partir das ideias e estudos do filósofo e pedagogo Americano John Dewey, ainda no século XIX (1902-1990). Pode ser conceituado como ensino por descoberta; aprendizagem por projetos e questionamentos; resolução de problemas. As características deste tipo de ensino vão ao encontro das necessidades divulgadas por uma aprendizagem qualitativa, dando ao aluno uma visão de ciências mais próxima de sua realidade. (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Na abordagem investigativa o aluno se envolve e de fato alcança a aprendizagem de

maneira ativa, pois, primeiramente, apresenta-se uma situação problematizadora e insere-se o questionamento, a identificação e a definição do problema; em seguida, levando em consideração as relações entre a nova aprendizagem e os conhecimentos prévios trazidos, o estudante deverá elencar possibilidades/hipóteses, para solucionar a situação apresentada. Logo após, os o aluno testa suas hipóteses, registra suas observações e discute os resultados, a fim de organizar a ideia estabelecida através de todo processo (BYBEE, 2006).

Andrade e Massabni (2011) enfatizam que o uso de atividades experimentais, propostas como problemas a serem resolvidos, incentivando a pesquisa, requer atividades práticas. Desse modo, o professor pode propor problemas na forma de pequenos experimentos, a fim de permitir aos alunos realizarem um conjunto de observações, tarefas de classificações, cabendo ao docente um papel de orientador/mediador da aprendizagem.

Percebe-se então a necessidade da atuação do professor neste processo de ensino-aprendizagem da prática em sala de aula, pois, deve-se sempre buscar inovação na sua prática pedagógica, quebrando o paradigma de uma Pedagogia Tradicional com uma reflexão crítica do seu trabalho (REZENDE et al. 2016).

O ensino por investigação, além de romper barreiras estabelecidas pelo ensino tradicional, leva o estudante a criar respostas sólidas, embasadas em conhecimentos científicos, perante questionamentos importantes. Diante de uma situação problematizadora, exposta em uma aula investigativa, se reafirma a importância dos conhecimentos prévios que os estudantes possuem, pois na falta de argumento científico para explicar o fenômeno em pauta na situação-problema, o estudante recorre a argumentos não científicos, como a religião, para fornecer explicações (CONCEIÇÃO et al, 2020). Essa ideia coincide com Carvalho (2013), para a autora, com embasamento nas ideias de Piaget, quando os estudantes se deparam com problemas em que o conhecimento que possuem não oferece condições de dar resposta às questões norteadoras, ocorre um desequilíbrio cognitivo e, na busca por tentar responder o problema proposto, ocorre o reequilíbrio na aprendizagem. Desta forma, a implementação do Ensino por Investigação torna a sala de aula um ambiente investigativo, pautado na discussão, elaboração de argumentos e interação.

Uma das formas de adotar a metodologia investigativa é através do uso de sequências didáticas, com o objetivo de auxiliar o professor no planejamento e aplicação de atividades. Uma ‘sequência didática’ é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito (DOLZ, 2004). Motokane (2015) afirma que as Sequências Didáticas Investigativas são pensadas considerando os objetivos de pesquisa em ciências, como também instrumentos de planejamento do ensino, estimulando os alunos a emitirem opiniões fundamentadas no conhecimento científico.

No ensino de evolução, a carência de aulas com abordagem investigativa também é um fato. O comprometimento com a rotina de trabalho extensivo e a falta de formação inicial e continuada podem impedir que os professores consigam se organizar para aplicar essa metodologia, assim, tornando a disponibilização de sequências didáticas com abordagem investigativa um instrumento norteador e propulsor para adoção dessa prática docente. As Sequências Didáticas Investigativas apresentam os três pilares básicos dos pressupostos do ensino de ciências por investigação: a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias (SASSERON, 2013), fazendo com que o aluno de fato faça ciência.

Levando em conta todos pressupostos apresentados, é preciso considerar a necessidade de tornar o ensino da evolução biológica um processo mais interativo e instigante, para que de fato as informações trabalhadas em sala sejam compreendidas, diminuindo a divulgação de concepções equivocadas. Todos os alunos já possuem conhecimentos que os ajudam a interpretar e identificar diferentes assuntos, logo, esses alunos trazem, para a sala de aula, suas visões próprias, mesmo que, por vezes, possam ser inadequadas. Porém, o professor pode facilitar a organização dessas ideias utilizando os conhecimentos prévios, que são necessários na abordagem investigativa, para intermediar o conteúdo, resultando em melhorias na aprendizagem.

As Leis de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e o estabelecimento dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) incentivam o uso de livros paradidáticos no dia a dia escolar. O objetivo do uso deste tipo de bibliografia é basicamente tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico e interessante para o aluno, visto que os livros didáticos e as metodologias tradicionais de ensino, muitas vezes dificultam o entendimento dos conteúdos, não estimulam o pensamento crítico e não possibilitam ao aluno exercer o seu poder de questionamento e argumentação. Além disso, nos livros paradidáticos podem ser abordados e aprofundados assuntos que não são contemplados nos conteúdos programáticos tradicionais. Também podem ser considerados uma fonte valiosa de informação e conhecimento pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino médio sendo uma recomendação do Ministério da Educação (MEC). O uso de paradidáticos como bibliografia complementar pode auxiliar a superar algumas dificuldades e resistências na aprendizagem e o baixo nível de interesse dos alunos, por determinados conteúdos (OLIVEIRA et al, 2018).

Ressaltando a importância da temática da evolução biológica para a compreensão da Biologia como um todo, e tendo em vista que seu ensino ainda se mostra desafiador nas escolas, há necessidade de trabalhos que avaliem as potencialidades da abordagem investigativa no ensino de evolução, principalmente, na construção de conhecimentos dos estudantes, e que estas sejam disponibilizadas aos docentes de biologia por meio de um livro paradidático contendo sequências didáticas investigativas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Propor sequências didáticas com abordagem investigativa, dispostas em um livro paradidático, visando o ensino da evolução biológica no ensino médio.

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar os conhecimentos e concepções que os alunos do ensino médio (participantes da pesquisa), de uma instituição educacional pública, possuem sobre evolução biológica;
- Desconstruir as concepções errôneas comumente propagadas, relativas à evolução biológica, para os alunos participantes;
- Desenvolver e aplicar atividades, para melhor compreensão do conteúdo explanado, para os alunos participantes;
- Elaborar um um livro paradidático, com as sequências didáticas e textos complementares criados, para que esse material possa auxiliar outros professores de biologia.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se por ser de natureza qualitativa, que permite uma subjetividade para se trabalhar questões culturais, econômicas, históricas e educacionais, em que os sujeitos expressam sua opinião sobre determinado tema (GIL, 1999). Nessa perspectiva, a pesquisa qualitativa preocupa-se com um nível da realidade que não pode ser mensurado e quantificado, trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes (MINAYO, 2001).

As atividades da pesquisa foram planejadas e em seguida desenvolvidas, mediante a aprovação do projeto pelo comitê de ética (Certificado de Apresentação de Apreciação Ética - CAAE: 48569320.1.0000.5166), em uma turma do terceiro ano do ensino médio integrado com o curso técnico de biotecnologia, do Instituto federal de Rondônia, do município de Guajará Mirim - RO, durante o ano letivo de 2021, com 38 alunos, de maneira remota, com a utilização de vários recursos midiáticos.

A escolha da turma de terceiro ano do ensino médio se deu pelo fato de que esses estudantes já haviam estudado o conteúdo de evolução biológica no ano anterior (segundo ano do ensino médio), de acordo com a ementa do curso, sendo assim, seria possível resgatar conceitos que eles já haviam aprendido e, além disso, esclarecer dúvidas existentes.

A pesquisa foi desenvolvida durante a pandemia da COVID-19, dessa forma todas atividades desenvolvidas foram feitas de forma remota, utilizando recursos midiáticos *como Google forms, Google doc, Google meet, You tube, simuladores, etc.*

A presente pesquisa foi desenvolvida em duas etapas.

Na primeira etapa:

1 – Foi realizado o levantamento dos conhecimentos prévios dos participantes, através da aplicação de um questionário (Apêndice A) que abordava conceitos gerais da evolução biológica. O questionário continha oito questões, sendo quatro objetivas e quatro dissertativas. Sua aplicação foi realizada através da plataforma *Google Forms*, e foi disponibilizada para os participantes no período de 22 de fevereiro de 2021 à 8 de março de 2021.

2 – Ao tabular os dados do questionário aplicado, gráficos foram construídos e análises foram feitas. Através dessas análises, foi possível constatar as principais fragilidades e dúvidas com relação aos conteúdos, e, através desses dados, foi planejada uma intervenção com enfoque nos pontos apresentados na pesquisa realizada. Nesta intervenção, conteúdos relativos à evolução biológica foram apresentados e discutidos, juntamente com o esclarecimento sobre concepções equivocadas que os alunos apresentavam. Além disso, durante a intervenção, os participantes realizaram algumas atividades, como o uso de simuladores e jogos didáticos para fixação dos conhecimentos adquiridos. A intervenção foi realizada na plataforma *Google Meet*, em três encontros que aconteceram nos dias 15, 22 e 29 de março de 2021, com auxílio de outros

aplicativos, como *Paint* e um Simulador virtual (*Peth Colorado edu*, disponível no link https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/natural-selection).

3 – Ao concluir os encontros de intervenção, o questionário (Apêndice A) foi reaplicado, através da plataforma Google Forms, durante o período de 5 a 19 de abril de 2021.

4 – Os dados dos questionários pré e pós-intervenção foram comparados e analisados, juntamente com os registros feitos através de observações realizadas durante os encontros de intervenção. Esse compilado serviu de embasamento para execução da segunda etapa da pesquisa.

Na segunda etapa:

1 – Através dos dados colhidos e discutidos na primeira etapa, as cinco sequências didáticas previstas foram criadas e aplicadas para os participantes em 10 encontros pela plataforma *Google Meet*, durante os meses de outubro e novembro de 2021. No último encontro realizado, ocorreu uma conversa com os participantes, sobre as principais dificuldades, quais atividades eram consideradas como preferidas da maioria e outros pontos.

2 – Questões pontuais, que causaram dificuldades para um número significativo de participantes, foram observadas e anotadas, para que adaptações fossem feitas nas sequências didáticas, no intuito de aprimorar as mesmas.

3 – Após a aplicação, aprimoramento e discussão dos resultados obtidos até então, foram produzidos textos complementares sobre os temas das sequências didáticas investigativas.

4 – Os textos e sequências didáticas foram registrados no livro paradidático (Item 7) criado como produto final dessa pesquisa.

3.1 Levantamento de dados: Investigação dos conhecimentos prévios dos participantes

Os 38 alunos que foram autorizados, por seus responsáveis, a participarem da pesquisa, responderam o mesmo questionário (Apêndice A), antes e após as atividades de intervenção, pela plataforma *Google Forms*, na primeira etapa da pesquisa.

Os questionários investigaram conceitos básicos acerca do tema, como: O que eles entendiam a respeito da evolução biológica, se conseguiam diferenciar ou ao menos conheciam os estudos realizados por Lamarck e Darwin, se conseguiam interpretar cladogramas, através de questões sobre a origem comum, entre outros questionamentos.

A produção do questionário foi feita com base em conteúdos básicos de evolução biológica, tais como: Seleção natural, origem comum, especiação, microevolução, macroevolução e evolução humana, na perspectiva de que os participantes já tivessem tido acesso a tais conteúdos, por serem comuns em materiais didáticos do ensino médio.

Através dos resultados do questionário pré-intervenção, foi possível realizar ressalvas no material que foi preparado para ser aplicado na intervenção, ressaltando pontos que geraram mais

dúvidas nos participantes, de acordo com as respostas do questionário.

3.2 Apresentação de concepções equivocadas acerca da evolução biológica

As intervenções se deram através de encontros dialogados, pela plataforma *Google Meet*, ocorrendo em três etapas, com duração de cerca de duas horas cada. Durante a intervenção realizada, pretendeu-se, através de explanação, debates e discussões, desconstruir algumas concepções equivocadas tidas antes pelos alunos como corretas, como:

- Conceituar evolução biológica como progresso, melhora e não como modificações sofridas ao longo do tempo, através das gerações das espécies;
- Não compreender a origem comum e interpretar a evolução do homem como se fosse algo transformacional, “macaco se transformando em homem”;
- Confundir a Teoria da Seleção Natural com Teorias sobre a Origem da vida;
- Confundir evolução com ateísmo.

Entre outros equívocos bem populares, que também foram apresentados, com intuito de desconstruí-los, além das dúvidas que surgiram no decorrer dos encontros, que foram sanadas em seguida.

3.3 Aplicação e desenvolvimento de atividades

Após as discussões estabelecidas sobre as concepções equivocadas acerca da temática, os alunos participaram de atividades com jogos didáticos, que foram desenvolvidos e aplicados através da plataforma *Google Meet*, com auxílio do *Paint* e o simulador *Peth Colorado edu*, no intuito de facilitar a aprendizagem, favorecendo a fixação do conteúdo e a retomada de conceitos já aprendidos.

A atividade realizada pelo *Paint*, trouxe a abordagem das ideias de dois grandes Naturalistas: Lamarck e Darwin. Já a atividade feita pelo simulador fixou conceitos sobre adaptação, mutação, fatores ambientais, que já haviam sido apresentados e discutidos anteriormente, através de explicações sobre seleção natural.

3.4 Elaboração de sequências didáticas com abordagem investigativa

Os resultados apresentados pelos questionários de pré e pós-intervenção serviram de base para produção de sequências didáticas com abordagem investigativa, que servirão de apoio para docentes de biologia, ao ministrarem conteúdos relacionados a evolução biológica.

As sequências foram planejadas e testadas com os participantes de forma síncrona, pelo *Google Meet*, pelo fato das aulas estarem acontecendo de maneira remota, devido a pandemia de COVID 19. Mas, nada impede que outros professores com acesso ao material produzido façam a

aplicação das sequências de forma presencial.

As aplicações ocorreram em 10 encontros, que possuíram em média duas horas cada. Os encontros foram desenvolvidos em cinco semanas, sendo dois encontros por semana, durante os meses de outubro e novembro.

Os roteiros de sequência didática, dispostos no produto produzido, foram transcritos para a plataforma do *Google Forms*. Para desenvolver algumas atividades, recursos como *Google Drive*, *Paint* e *Youtube* também foram utilizados.

Após a aplicação das sequências didáticas investigativas, com base nas observações feitas, alterações consideradas necessárias foram realizadas, buscando o aprimoramento das sequências.

3.5 Registro no Livro Paradidático

Além das sequências didáticas produzidas e aplicadas, o livro também traz textos complementares, que foram elaborados para acompanhar as sequências, e poderão ser usados para discussões em sala de aula ou para instigar os docentes sobre os assuntos abordados. Os textos foram produzidos com base em referências dispostas no final de cada capítulo.

O livro foi organizado em cinco capítulos, contendo um texto e uma sequência didática por capítulo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Intervenção – Primeira etapa da pesquisa

Os encontros explanaram vários temas no contexto da biologia evolutiva, tais como: Seleção Natural, Origem Comum, Especiação, Evolução Humana, Microevolução e Macroevolução. No início da abordagem, foi discorrido sobre alguns aspectos gerais do tema, para que se tornasse possível uma discussão, como questionamentos sobre o que é evolução, a diferença entre evolução no aspecto biológico e evolução no aspecto social, a importância e a aplicação da evolução biológica, entre outros, em seguida, foi realizada a verificação de algumas concepções que os alunos possuíam, como a equiparação do termo evolução com melhora, no aspecto biológico, a ideia de que o homem “veio” ou surgiu a partir de uma transformação do “macaco”.

No decorrer dos diálogos estabelecidos, buscou-se alcançar a compreensão dos alunos sobre a evolução e os processos existentes para que ela ocorra.

Diante do cenário atual, lecionando em uma quarentena, devido a pandemia, foi preciso que olhássemos de uma maneira nova para o uso das práticas escolares. Na forma presencial, as metodologias seriam diferentes, mas felizmente, pudemos colher bons resultados de maneira remota também, utilizando a experimentação com uma nova abordagem. A experimentação possibilita ao estudante pensar sobre o mundo de forma científica, ampliando seu aprendizado sobre a natureza e estimulando habilidades, como a observação, a obtenção e a organização de dados, bem como a reflexão e a discussão.

4.1.1 Apresentação de concepções equivocadas acerca da evolução biológica – Primeira etapa da pesquisa

Apesar de poucos encontros, deixou-se bem claro que a evolução não tenta explicar a origem da vida, mas sim as mudanças que ocorreram depois dela, que evolução no aspecto biológico, não é sinônimo de melhora, e sim de mudanças ocorridas ao longo do tempo, além disso, foi explanado que a seleção natural ocorre dentro de uma população e não individualmente, e que o homem não é fruto de uma transformação do macaco, mas sim que compartilha um ancestral comum com os outros primatas, entre outros mitos que são propagados sobre a evolução e que, no decorrer dos encontros, foram esclarecidos.

Observou-se que existem muitas dúvidas sobre origem comum e pouca compreensão sobre a evolução do homem. Através da apresentação de conceitos com embasamento científico, buscou-se sanar as dúvidas com relação a esses conteúdos. Ao abordar a origem comum utilizando como exemplos outras espécies, além da humana, foi possível perceber maior assimilação e aceitação por parte dos participantes. Foi possível notar que parte da baixa compreensão sobre o assunto também se deve a negação já pré-estabelecida sobre a evolução humana.

Algo muito recorrente foi o duelo Religião x Ciência, que é bem arraigado e visível na percepção de muitos. Através da demonstração de vários nomes de figuras públicas que conseguem aceitar dados científicos e possuir uma religião sem estabelecer confrontos extremistas, algumas ideias foram sendo moldadas com relação a esse assunto.

4.1.2 Aplicação e desenvolvimento de atividades – *Primeira etapa da pesquisa*

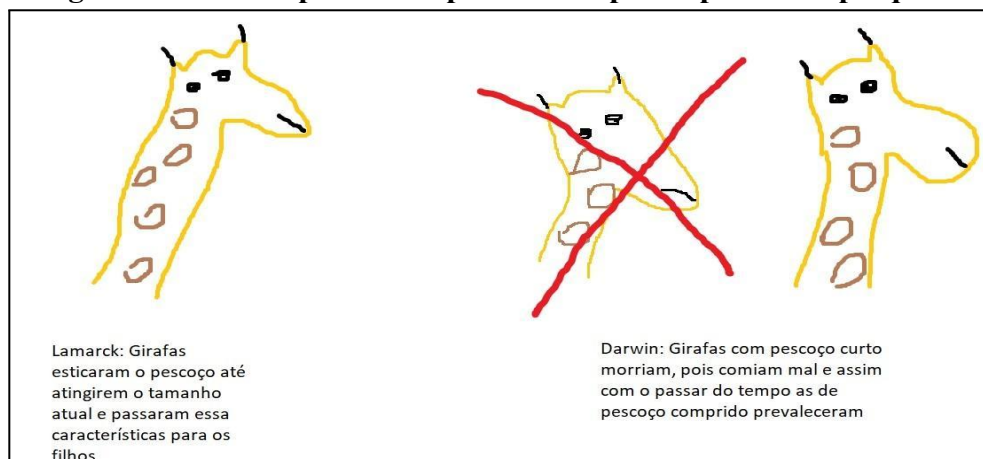
As concepções evolutivas iniciais, antecedentes às ideias de Darwin, e os seus autores, que muito contribuíram para os atuais estudos de biologia evolutiva, também foram abordados. Como os pontos principais das ideias de Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, conhecido como “o cavaleiro de Lamarck”: a lei do uso e desuso e a dos caracteres adquiridos e transmitidos, bem como as teorias e obras de outros autores, como Erasmus Darwin e Alfred Russel Wallace.

Nessa explanação, mencionou-se que, embora alguns desses autores tenham apresentado teorias que hoje não são mais aceitas, a importância deles não se torna menor, pois traçaram o caminho para chegarmos até as conclusões atuais, e a ciência é exatamente assim.

Na sequência, foi exposto sobre os estudos de Charles Darwin e suas cinco teorias acerca da evolução biológica: Teoria do ascendente comum, evolução como tal, gradualismo, multiplicação das espécies e seleção natural. Maior ênfase foi dada para teoria da seleção natural, mas no decorrer da explicação dessa, ficou visível que todas as outras estão presentes.

Para um entendimento maior dessa temática, os alunos produziram desenhos comparativos, ilustrando como ocorre a evolução de acordo com as ideias principais de Darwin e Lamarck. Alguns alunos desenharam em seus cadernos ou folhas sulfites e encaminharam as fotografias e outros desenharam pelo aplicativo Paint do Windows (Figura 1). Através das imagens, foi possível notar o nível de compreensão dos alunos sobre as ideias Lamarckistas e Darwinistas que haviam sido abordadas.

Figura 1: Desenho produzido por um dos participantes da pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Posteriormente, explicou-se o mecanismo de seleção natural e adaptação, de forma que foi possível a compreensão da grande competição que ocorre pela sobrevivência e faz com que os seres mais adaptados sobrevivam e reproduzam-se. Em seguida, através de um simulador (Figura 2), foi possível explanar como as mutações genéticas e condições ambientais, como excesso ou falta de alimento e a predação, estão envolvidas nos mecanismos de evolução. O simulador também demonstra a necessidade de reprodução e a variabilidade genética.

Através desse simulador, foi possível comparar os resultados diferentes que os alunos obtiveram. Os que não tiveram o cuidado de adicionar as condições ambientais, que sabemos que existem, tiveram sua população de coelhos dominando o mundo rapidamente, por exemplo. Isso abriu caminhos para várias discussões relevantes. Como o fato de notarem que fatores ambientais são de extrema importância para o equilíbrio do meio ambiente, além de perceberem como uma mutação genética vai se estabelecendo em uma população aos poucos, através das gerações.

Figura 2: Simulador de seleção natural utilizado



Fonte: Peth Colorado Edu - Simuladores

4.2 Levantamento de dados: Dados comparativos dos conhecimentos pré e pós-intervenção – Primeira etapa da pesquisa

A partir dos questionários, levantando os conhecimentos dos participantes antes e depois

da intervenção feita, foi possível coletar diversas informações de conteúdo, assim como dados pessoais dos alunos, como gênero (Tabela 1), idade (Tabela 2) e crença/ideologia (Tabela 3).

Tabela 1 – Gênero dos estudantes que participaram das atividades.

Sexo	Número de alunos	Porcentagem
Masculino	10	26,3%
Feminino	28	73,7%
Total	38	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Tabela 2 – Percentual de alunos por idades.

Idades	Número de alunos	Porcentagem
17	30	78,9%
18	8	21,1%%
Total	38	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Tabela 3 – Percentual de alunos por religião/ideologia

Religião/ideologia	Número de alunos	Porcentagem
Católico	20	52,6%
Protestante	16	42,2%
Ateu	1	2,6%
Agnóstico	1	2,6%
Total	38	100%

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Considerando os confrontos existentes entre criacionistas e evolucionistas, e sabendo que, ao longo da história, houve várias tentativas de exclusão do ensino de evolução nas escolas, deduz-se que pode existir influência religiosa na opinião que os participantes formaram no decorrer da aquisição de conhecimentos sobre o assunto na escola, e, por isso, a abordagem do ensino de evolução biológica requer cuidados e atenção, a fim de evitar confronto direto com os princípios religiosos que os alunos receberam.

Em 2009, foi realizado um estudo para verificar a aceitação/rejeição da teoria da evolução por parte de alunos ingressantes no 1º ano do Ensino Médio de escolas públicas de Tangará da Serra

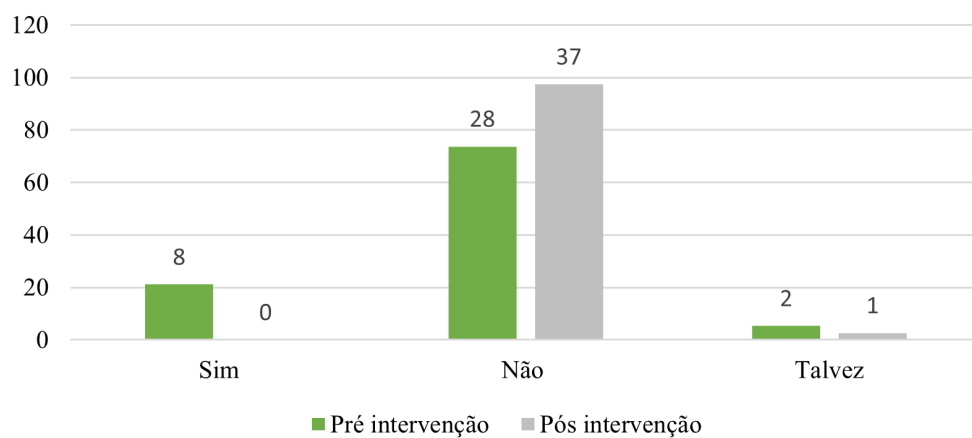
– MT e São Caetano do Sul – SP; e caracterizar possíveis relações entre a atitude desses alunos sobre teoria evolutiva e a proximidade entre ciência e religião. Os questionários foram aplicados a 294 estudantes de Tangará da Serra – MT e 358 estudantes de São Caetano do Sul – SP. Os resultados demonstram que os estudantes aceitam os tópicos da evolução biológica, que ilustram os registros fósseis como provas da existência de espécies que viveram no passado, a ancestralidade comum e a seleção natural. Mas quanto à origem e à evolução da Terra e do ser humano, a atitude dos respondentes é de discordar desses tópicos, principalmente nos dados levantados em Tangará da Serra - MT. Os níveis de aceitação da evolução biológica parecem influenciados principalmente pela religião para os estudantes evangélicos, que apresentaram níveis mais baixos de concordância com o conteúdo dos itens em relação à teoria evolutiva (OLIVEIRA e BIZZO, 2011).

Segundo Sepulveda e El-Hani (2004), o fato de a teoria da evolução explicar inúmeras observações com maior objetividade e consistência do que as ideias de criação divina, a cientificidade da primeira, em detrimento desta última, garante a prioridade do ensino de evolução nos currículos de Ciências.

Porém, no cotidiano desses alunos, eles escutam muitas concepções erradas que são propagadas sobre o assunto. A fim de averiguar a quantidade de alunos que possuíam uma interpretação errônea da evolução do homem, eles foram questionados acerca de uma concepção errada sobre a evolução do homem (Figura 3).

Figura 3 – Comparativo sobre os conhecimentos prévios e os adquiridos sobre a evolução do homem

“Com base nos seu conhecimentos prévios sobre biologia evolutiva, você acha que a frase corriqueiramente usada "o macaco melhorou e transformou-se em um homem" seja verdadeira?”



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Nos resultados do 1º questionário, verificou-se que 21% dos alunos afirmam acreditar que

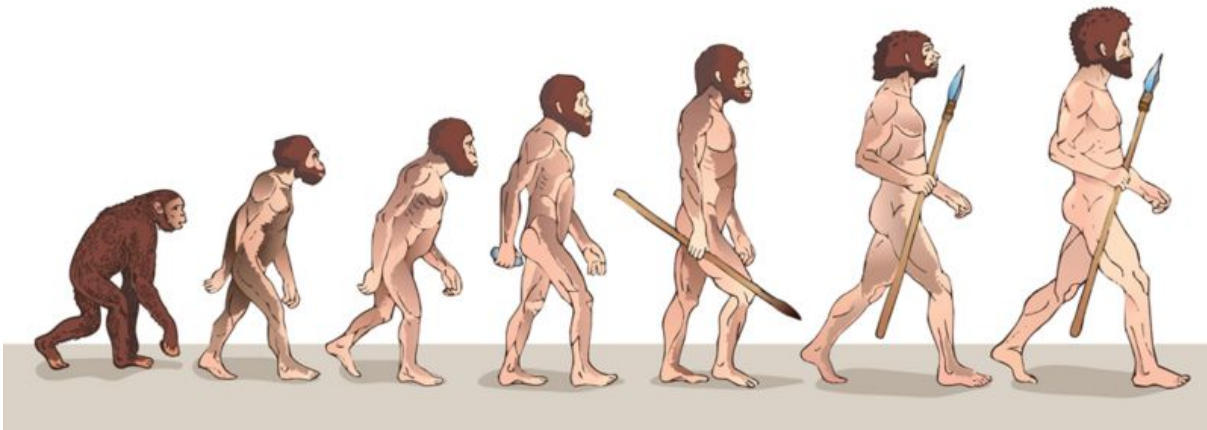
o homem é resultado de um melhoramento do macaco, 5,2% assinalaram que talvez fosse verdade e 73,8% afirmaram que não consideram essa afirmação verdadeira. Através desse dado, constatou-se que 21% dos alunos defendia essa concepção errônea sobre a origem do homem, isso pode estar relacionado a informações erradas que são propagadas ou a erros de interpretação sobre o assunto. Apesar da maioria não achar que essa afirmação fosse verdadeira, a ideia de que o “homem veio do macaco” ainda se encontra impregnada nas ideias de muitas pessoas.

A imagem conhecida como “marcha para o progresso” (Figura 4) exposta nos livros didáticos geram interpretações de que os macacos foram se levantando aos poucos e perdendo os pelos até se tornarem bípedes.

Esta associação faz com que muitos dos alunos compreendam a evolução humana de maneira errada, não compreendendo a origem comum existente entre os seres vivos. Até mesmo o nome dado a imagem (marcha do progresso ou marcha para o progresso) é errado, pois na evolução humana não há progressos ou regressos, trata-se de modificações que ocorrem ao longo do tempo.

Após a intervenção realizada constatou-se que 97,4% dos alunos afirmaram que o homem não resulta do melhoramento do macaco e 2,6% assinalaram que talvez fosse sim resultado de um melhoramento (Figura 3), evidenciando um aprendizado significativo, decorrente da atividade de intervenção.

Figura 4. “Marcha para o progresso” – Demonstração errada da evolução humana.



Fonte: BBC (2019)

De acordo com Mayr (2008), alguns autores no fim do século XVIII chamaram a atenção para a semelhança existente entre o homem e o macaco. A primeira pessoa a postular que os seres humanos descendem dos primatas foi Lamarck em 1809. Logo, a teoria da origem comum de Darwin, que concluiu que os seres humanos descendiam de ancestrais comuns aos dos macacos, foi

seguida por Huxley, Haeckel e outros.

Segundo Harari (2015), gostando ou não, pertencemos a uma grande família particularmente chamada de grandes primatas. Os chimpanzés, gorilas e os orangotangos são nossos parentes vivos mais próximos. Os chimpanzés são os mais próximos, e há seis milhões de anos, é como se uma mesma fêmea primata tivesse duas filhas, uma delas se tornou a ancestral de todos os chimpanzés e a outra é nossa avó.

Essa informação pode ser assustadora, a princípio, considerando os preceitos que são trazidos pelos nossos estudantes com relação a evolução humana. Uma alternativa para introduzir o tema é proporcionar a compreensão de que os humanos também fazem parte do reino animal, além de demonstrar que a origem comum é identificada em outras espécies vivas.

Por muitos anos, os seres humanos consideraram-se superiores aos outros organismos, se colocando no topo de toda a natureza sem levar em conta a complexidade dos outros grupos de seres vivos. A *scala naturae* organizava as espécies de forma linear começando das espécies inferiores até as espécies superiores, classificando os organismos de acordo com o grau de similaridade, conhecida como *hierarquia lineana* (MAYR, 2009).

Atualmente, já é sabido que a espécie humana não é superior as outras, assim como nenhuma outra é, todos fazem parte do grupo de seres vivos, cada qual com sua especificidade e adaptação ao meio que vive. Mas, alguns conceitos sociais ainda tratam os seres humanos como superior, talvez esse seja um dos motivos que torna a evolução humana tão difícil de ser aceita, quando comparada a evolução de outras espécies.

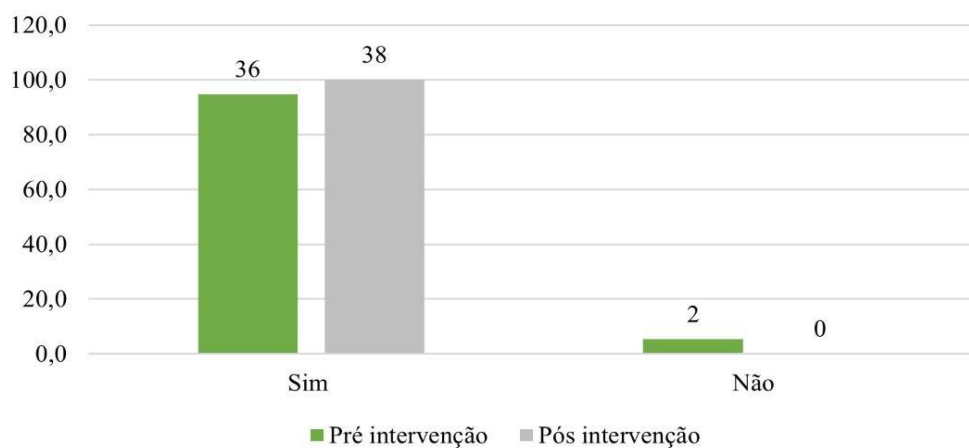
A descendência comum com os demais primatas sempre foi motivo de polêmicas, pois, segundo Mayr (2009), as evidências fósseis, moleculares e anatômicas, são evidências incontestáveis que comprovam a origem primata do homem, especificamente, seu parentesco com os chimpanzés e outros antropoides.

Em 2016, Oliveira et al publicaram uma pesquisa que comparava as concepções de estudantes italianos e brasileiros com relação a evolução. Na referida pesquisa, de maneira geral, os estudantes brasileiros apresentaram percentuais mais baixos, com relação aos estudantes italianos, ao considerar as afirmações verdadeiras, e foram menos assertivos principalmente nos itens referentes à idade da Terra, descendência do homem, idade do homem na Terra e ancestralidade comum. Por último, sobre a coexistência dos humanos e dinossauros, houve maior índice nas alternativas “não saberia dizer” (40,3%) e “falso” (37,4%). Os estudantes parecem mais incertos diante das afirmações acerca da evolução humana: 41,1% considera que os homens e os primatas possuem ancestrais comuns e apenas 29,3% concorda que o homem habita a Terra há 100.000 anos; e, acerca da ancestralidade comum, 51,3% não souberam responder, 18,7% consideraram a afirmação falsa e 29,8%, verdadeira.

Os estudantes foram indagados, antes e após a intervenção realizada, se aceitavam as modificações dos seres vivos ao longo do tempo (Figura 5). Consta-se que 100% dos alunos, após a intervenção, aceitam a teoria de que os seres vivos modificam-se ao longo do tempo. Este resultado se destaca, pois mesmo que seja de caráter amplo, fica clara a visão que os alunos possuem sobre as modificações dos seres vivos ao longo do tempo, fortalecendo a teoria da evolução. Todavia, confronta com as ideias sobre evolução do homem, pois constata-se que os participantes aceitam bem o fato de que os seres se modificam ao longo do tempo, mas não inclui a própria espécie nesse grupo.

Figura 5– Comparativo sobre a modificação dos seres vivos ao longo do tempo.

“Você acha que os seres vivos se modificam ao longo do tempo?”



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

“[...] um sistema em evolução é simplesmente aquele que descende de uma entidade, de uma geração para a outra, ao longo do tempo, e no qual as características das entidades diferem através das gerações. Assim a evolução num sentido amplo significa descendência com modificação, e geralmente com diversificação” (FUTUYMA, 2009).

A aceitação da evolução biológica como um fato pode ter várias influências e, uma delas, seria o fator cultural, que está ligado ao fator econômico. Oliveira (2015), ao comparar as concepções de estudantes brasileiros e italianos, acerca da evolução biológica, constatou que os dados dos dois países apontam que quanto maior o acesso cultural, e isto implica maior capital econômico, maiores as chances de os estudantes considerarem a evolução biológica como um conceito verdadeiro ou válido. O aumento de percentuais na opção “verdadeiro” acontece principalmente a partir do índice de 11 a 50 livros em casa. Quanto à coexistência dos humanos e dinossauros, conforme aumenta o acesso a livros em casa, maior a tendência entre os jovens de considerar a afirmação falsa.

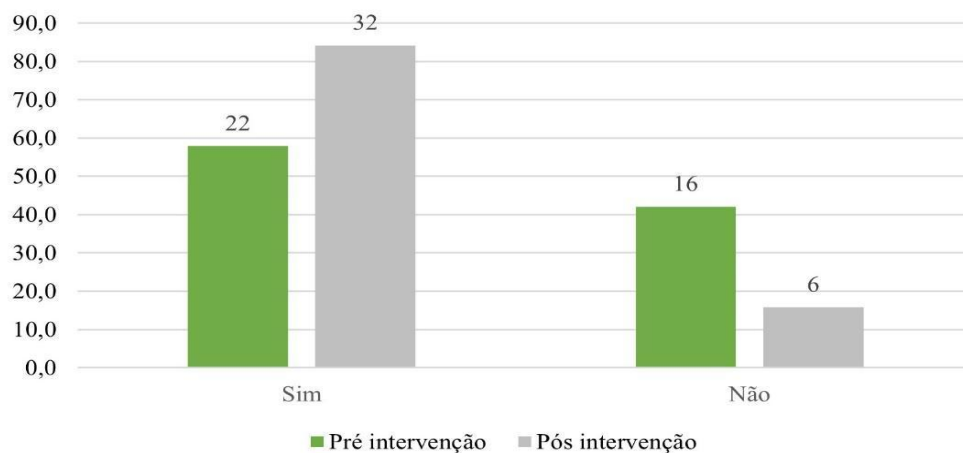
Além disso, é preciso considerar que apesar de termos obtidos dados de que a maioria dos participantes aceitam a evolução biológica, no decorrer dos encontros realizados, foi possível constatar que a compreensão de como a evolução de fato ocorre ainda possui vários equívocos. Até mesmo professores de biologia, apresentam concepções equivocadas ao conceituarem evolução biológica (LICATTI, 2005). No referido trabalho, através da análise das colocações dos professores nas entrevistas, pudemos observar os seguintes núcleos de sentido presentes em seus discursos: 1. transformação/mudança; 2. progresso/melhoria/aperfeiçoamento; 3. diretividade; 4. finalismo/propósito; 5. aumento de complexidade; 6. inovação/modernização; 7. ocorre em nível individual.

Em relação ao percentual de alunos que foram questionados se possuíam algum conhecimento sobre a ancestralidade comum antes e após a intervenção, no 1º questionário, 57,9% dos alunos apontaram que conhecem o termo “ancestral comum”, 42,1% assinalaram que não conhecem (Figura 6). Após a intervenção, verificou-se que 84,2% dos alunos afirmaram conhecer o conceito de ancestralidade comum e 15,8% afirmaram que não conhecem (Figura 6). Percebe-se que houve um aumento significativo de alunos que passaram a entender o termo.

A teoria de ancestralidade comum, proposta por Darwin, é bem conhecida por explicar de forma persuasiva diversos fenômenos biológicos, os quais contrastam bastante com a ideia de criação divina. De acordo com Darwin (2004), compreende-se facilmente que naturalistas que analisam as afinidades dos seres vivos, suas distribuições geográficas, relações embriológicas e outros, concluem que as espécies não foram criadas independentemente umas das outras, da forma que ocorre com as variedades, mas sim descendam de outras espécies.

Figura 6– Comparativo sobre o conhecimento do termo ancestral comum.

“Você conhece o termo ancestral comum?”



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Segundo Mayr (2008), a teoria da origem comum relata que cada grupo de organismos havia derivado de um ancestral comum, e que ela forneceu explicações para anatomistas comparados, como Cuvier e Owen, de que esses organismos se organizavam em grupos bem definidos.

Os estudantes foram indagados, antes e após a intervenção realizada, se tinham conhecimento do termo especiação. Verifica-se que no 1º questionário, 15,8% dos alunos afirmaram conhecer o termo especiação e 84,2% dos alunos revelaram não conhecer esse termo (Figura 7). Após a intervenção, 78,9% afirmaram que ouviram falar do termo e apenas 21,1% revelaram que não conhecem esse termo, havendo um aumento de 63,1% de alunos que disseram entender o termo especiação (Figura 7).

Figura 7 – Comparativo sobre o conhecimento do termo especiação.



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Sabemos que novas espécies surgem frequentemente e o processo que leva ao surgimento de uma nova espécie se chama especiação. Para explicar como ela ocorre, adotou-se a teoria da especiação geográfica ou alopátrica. Segundo Mayr (2009), uma nova espécie pode surgir quando em uma população ocorre um isolamento de sua população de origem. São vários os fatores ecológicos que fazem com que a especiação ocorra, podendo eles levar um longo ou curto prazo. Uma espécie que ocupa uma região, se esta for dividida por barreiras geográficas e ecológicas, quase não existirá fluxo gênico nessas populações que se separaram, logo a especiação será rápida e frequente. Desta forma também existem alguns grupos de organismos, sob as mesmas condições, em que a especiação é inexistente ou muito lenta.

Para compreender melhor as concepções evolucionistas dos sujeitos participantes da pesquisa, foi solicitado aos alunos que relatassem um pouco de seus conhecimentos, suas ideias, respondendo algumas questões abertas do questionário. Para melhor entendimento de seus relatos,

as respostas foram categorizadas em três blocos de análise (um para cada questão dissertativa), divididas em duas partes (pré e pós-intervenção), de acordo com a relevância das respostas.

Bloco I: Relatos/respostas agrupados antes da intervenção, para a pergunta: Para você, o que é evolução biológica?:

“A evolução biológica é quando os animais melhoram” (Aluno 1).

“É a evolução dos seres vivos, e também na agricultura, na sociedade, na medicina e na biologia” (Aluno 2).

“É tipo a evolução dos homens das cavernas até o homem atual” (Aluno 3).

“Um estudo de fenótipos e genótipos com o passar dos anos” (Aluno 4).

“É a busca da melhor versão” (Aluno 5).

Neste primeiro momento, observou-se as concepções que a maioria dos estudantes possuía sobre o tema evolução biológica, mas apresentando-as de forma desorganizada, sem um segmento de enfoque evolutivo. Notou-se que eles definiram a evolução biológica, englobando conceitos designados para o termo evolução no aspecto social, ou até mesmo usando dizeres populares da atualidade.

Bloco II: Relatos/respostas agrupados após a intervenção, para pergunta: Para você, o que é evolução biológica?:

“É o processo que uma população se adapta ao ambiente e faz surgir uma característica nova e essa nova característica é transmitida aos seus descendentes” (Aluno 6).

“Evolução é as mudanças que nós e outros animais tivemos ao longo do tempo” (Aluno 7).

“A evolução do ser humano até chegar no que é hoje, homo sapiens” (Aluno 8).

“Evolução de uma espécie com o passar do tempo, que se modifica por meio de determinado ambiente no qual viveu” (Aluno 9).

Ao responderem a mesma questão, após a intervenção, é notório como os alunos melhor se expressaram sobre o assunto. Percebe-se também a maior facilidade em associar o processo evolutivo com a escala de tempo que o leva a ocorrer.

É importante ressaltar nas respostas, em alguns conceitos apresentados pelos alunos, a ideia de população, fator predominante para que a evolução biológica ocorra. A evolução biológica

é uma mudança ocorrente nas populações de organismos, ou em grupos ao longo das gerações (FUTUYMA, 2009).

Bloco III: Relatos/respostas agrupados antes da intervenção para pergunta: O que você entende por seleção natural?:

“Não sei responder” (Aluno 10).

“Quando acontece na natureza, de um jeito natural” (Aluno 11).

“Uma espécie não teve modificação em laboratório” (Aluno 12).

“Uma teoria de biologia” (Aluno 13).

Ao serem questionados sobre o que entendiam sobre seleção natural, neste primeiro momento, percebe-se que a maior parte dos alunos não soube falar sobre a teoria, apesar de alguns recordarem que se tratava de uma teoria que viram na disciplina de biologia.

Bloco IV: Relatos/respostas agrupados após a intervenção, para pergunta: O que você entende por seleção natural?:

“Quando os seres mais adaptados sobrevivem e os menos adaptados são excluídos pelo meio” (Aluno 14).

“É quando a natureza seleciona os organismos mais adaptados a viver em determinado local, a fim de se reproduzir mais e passar esta adaptação aos seus descendentes” (Aluno 15).

“É quando um ser vivo tem a capacidade de se sair melhor do que outro” (Aluno 16).

“É a seleção feita pelo ambiente, onde aquele que está mais apto a conviver nas condições ali apresentada é quem vai sobreviver” (Aluno 15).

No segundo questionário, nota-se a eficácia da intervenção, pois grande parte dos estudantes demonstraram o que entenderam, conseguindo descrever a essência da teoria da seleção natural.

Entende-se que vários fatores levam a evolução dos seres vivos, e o principal deles é a luta pela sobrevivência. De acordo com Fernandes (2011), Darwin não foi o primeiro a propor a teoria da evolução, mas foi ele quem criou um mecanismo plausível para explicar como a evolução ocorre, a seleção natural.

Segundo Mayr (2005), a seleção natural foi o mais novo e importante conceito introduzido por Darwin. Os indivíduos menos adaptados são os primeiros a serem eliminados no decorrer das

gerações, e, conseqüentemente, os mais bem adaptados têm uma chance maior de sobreviver e reproduzir.

Seleção natural ou sobrevivência do mais forte, segundo Darwin (2004), é a preservação das variações favoráveis e a eliminação das variações não favoráveis. As condições em que a seleção natural ocorre, como a multiplicação, competição e variação hereditária são determinantes para a ocorrência da própria vida (JABLONKA e LAMB, 2010).

Bizzo (1991), ao analisar dezenove propostas curriculares ou documentos que orientavam os professores de Biologia desse período, constatou que a grande maioria delas (16 – 84%) trazia recomendações explícitas para o ensino de evolução, com ênfase para os conteúdos relacionados às teorias de Lamarck (herança dos caracteres adquiridos) e de Darwin (seleção natural).

Ao analisar os livros didáticos de biologia da última década, fica perceptível, que nos capítulos que tratam de evolução, muitas vezes são mencionadas as duas teorias evolutivas, a de Jean Batist Lamarck e a de Charles Darwin (CARMO; BIZZO; MARTINS, 2009, p.209).

Em 2018, em um estudo realizado com estudantes sobre concepções relativas a seleção natural, Silva constatou, após uma intervenção realizada, que ao questionar sobre quem seriam os autores da teoria da Seleção Natural, 70% falaram que Darwin e Wallace, 17% Marx e Thomas Malthus, 13% Lamarck e Conde de Buffon.

Esses dados podem ser resultado do enfoque que é dado para a teoria da seleção natural, todavia é nítido que existe uma restrição no ensino de biologia evolutiva, focando apenas aos estudos de Lamarck e Darwin, quando consideramos como essa área é ampla.

Bloco V Relatos/respostas agrupados antes da intervenção para a pergunta: Como você explica a semelhança entre algumas espécies, como cavalos e zebras, tigres e onças, lhamas e camelos, entre outros exemplos?

“Parentesco” (Aluno 16).

“Digamos parentes” (Aluno 17).

“Pois assim foi da vontade de Deus” (Aluno 18).

“Genética” (Aluno 19).

Os relatos obtidos demonstram a carência que os estudantes apresentavam em associar as semelhanças apresentadas, pelos grupos de animais citados, as de seus ancestrais em comum. A influência do criacionismo também foi um fator predominante durante este questionamento.

Bloco VI: Relatos/respostas agrupados após a intervenção para a pergunta: Como você explica a semelhança entre algumas espécies, como cavalos e zebras, tigres e onças, lhamas e

camelos, entre outros exemplos?

“Eles vieram de um mesmo ancestral” (Aluno 20).

“Acredito que todos tinham um ancestral comum tipo homem e macaco” (Aluno 21).

“Pode ter vindo de um ancestral comum e suas diferenças seriam pela sua adaptação aos ambientes diferentes” (Aluno 22).

“Vontade de Deus” (Aluno 23).

Na segunda aplicação do questionário, referente à questão da ancestralidade comum dos animais citados, percebe-se uma adequação maior nos conceitos trazidos pelos estudantes, pois já conseguem visualizar as ligações existentes entre esses grupos e os fatores pelos quais se diferenciaram. Não deixando de aparecer também a influência do criacionismo.

É perceptível um progresso na aquisição de conhecimentos desses alunos que já se depararam com o tema em outras séries, porém, na maioria das vezes apenas de maneira tradicional, sem a introdução de novas abordagens. E, além disso, com a evolução biológica sendo tratada apenas como mais um conteúdo de biologia.

Vieira e Araújo (2021) demonstram que a biologia sem evolução perde a sua dimensão histórica. Os autores explicam que o entendimento das causas históricas da vida que confere à evolução, possui um importante papel para o conhecimento biológico, estendendo-se a todas as disciplinas, como zoologia, botânica, ecologia, genética, etc, além disso, a evolução biológica promove a unificação da biologia, principalmente através do movimento chamado de síntese moderna da evolução.

Em 2015, Bizzo e Oliveira, realizaram um estudo com 2.404 estudantes de 78 escolas brasileiras, nesse estudo, os jovens demonstraram que não possuem convicção sobre a origem do homem e a ancestralidade comum entre os organismos (29,8% - verdadeiro), particularmente, a ancestralidade do homem (41,1% - verdadeiro). Os jovens concluíram o Ensino Fundamental desconhecendo alguns preceitos sobre a idade e história da vida na Terra, principalmente no que se refere ao humano. O que parece mais preocupante é a falta de clareza sobre o parentesco entre as espécies, pois não reconhecem o conceito de ancestralidade em comum

Uma das formas de se promover e potencializar a alfabetização científica, entre os estudantes, é considerar o uso de recursos didáticos e a utilização de práticas docentes que utilizem os delineamentos teóricos e metodológicos da argumentação científica e do ensino por investigação (GÓMEZ-MARTÍNEZ et al. 2015).

Atualmente, os currículos em ensino de ciências apontam que o ensino difundido em sala de aula deve proporcionar ao educando o desenvolvimento de competências e habilidades que o

prepare para que, diante de uma situação real, tenha a capacidade de tomar uma decisão, identificar ou enfrentar um problema e julgar um impasse, exercendo sua cidadania de forma consciente e responsável (BRASIL, 2000).

Nessa perspectiva, acredita-se que a metodologia do ensino por investigação seja uma estratégia didática capaz de colaborar para aprendizagem dos alunos da rede básica, preparando-os para uma participação democrática na sociedade.

4.3 Produção e aplicação das sequências didáticas com abordagem investigativa – Segunda etapa da pesquisa

As sequências didáticas investigativas (SDI) foram produzidas com base nos resultados da primeira etapa da pesquisa. As principais dificuldades dos participantes foram mensuradas em suas respostas nos questionários, além das observações feitas durante os encontros de intervenção. Assim os temas relacionados abaixo foram definidos, para realizar a produção das sequências didáticas, que foram aplicadas nessa mesma ordem:

- Abordagem geral e histórica da evolução biológica (SDI 1);
- Darwinismo e Lamarckismo (SDI 2);
- Origem comum, Seleção natural e Especiação (SDI 3);
- Microevolução e Macroevolução (SDI 4);
- Evolução humana (SDI 5).

O ensino por investigação, surgiu a partir das ideias e estudos do filósofo e pedagogo Americano John Dewey, ainda no século XIX (1902-1990). Pode ser conceituado como ensino por descoberta; aprendizagem por projetos e questionamentos; resolução de problemas. As características deste tipo de ensino vão ao encontro das necessidades divulgadas por uma aprendizagem qualitativa, dando ao aluno uma visão de ciências mais próxima de sua realidade. (ZÓMPERO e LABURÚ, 2011).

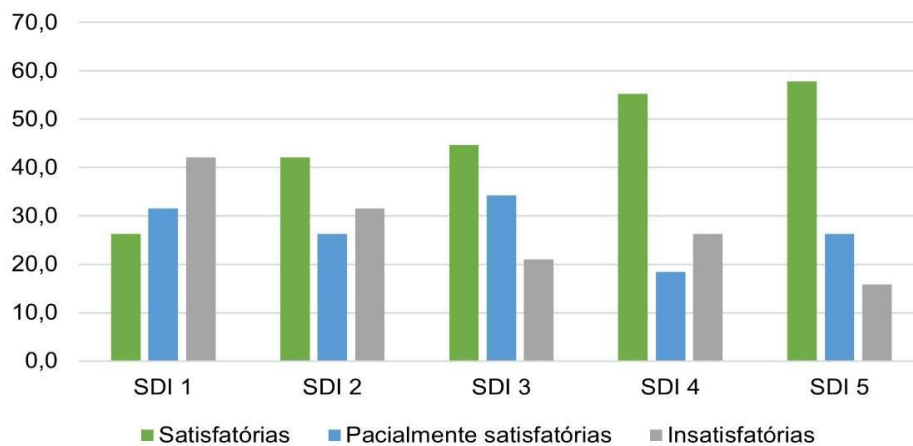
As sequências propostas foram elaboradas de forma investigativa, com questões norteadoras e roteiros de pesquisa, para que o aluno construísse seus conhecimentos acerca da evolução biológica.

Depois de criadas, as sequências foram aplicadas aos participantes. Após a aplicação de todas as sequências, as hipóteses que foram levantadas pelos participantes inicialmente foram analisadas e classificadas em: Satisfatórias, Parcialmente Satisfatórias e Insatisfatórias (Figura 8). É notório que a capacidade de levantar hipóteses esperadas aumentou conforme as sequências didáticas foram sendo aplicadas.

Foi considerado como Satisfatórias, as respostas que atenderam de forma completa os resultados esperados; Como Parcialmente Satisfatórias, as respostas que atenderam de forma parcial

aos resultados esperados; E como Insatisfatórias, as respostas que não atingiram os resultados esperados.

Figura 8 – Comparativo de hipóteses levantadas inicialmente por sequência didática



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na sequência didática 1 - Abordagem geral e histórica da evolução biológica (SDI 1), foi utilizada a seguinte questão norteadora:

“Lamarck e Darwin foram naturalistas que dedicaram parte de suas vidas para explicar as mudanças que os seres vivos sofriam ao longo do tempo. Antes de estudos como esses, acreditava-se que os seres eram imutáveis. Mas, apenas esses dois grandes estudiosos mudaram os rumos da biologia com seus estudos de evolução? O que você acha? Você conhece outros autores? Se sim, quais?”

Para tal questão, esperava-se que os participantes mencionassem outros autores importantes para Biologia Evolutiva, como Wallace, que chegou a resultados semelhantes aos de Darwin, de maneira simultânea, e é trazido em muitos livros didáticos.

Na sequência didática 2 - Darwinismo e Lamarckismo (SDI 2) foi utilizada a seguinte questão norteadora:

Assim como Copérnico, que causou um enorme reboliço, por colocar a Terra no seu devido local, orbitando o sol, junto com os outros planetas do sistema solar, com Charles Darwin, não foi diferente. Mesmo que já tenha passado 160 anos da publicação do livro Origem das espécies, a teoria de Darwin ainda não é aceita por muitas pessoas, pois o autor colocou os humanos no seu exato lugar, como mais um animal, junto com todas as outras espécies. Mas, antes

da publicação do seu livro, em 1859, Jean Baptiste Lamarck também postulou ideias sobre evolução, em 1809. O Lamarckismo não conseguiu descrever o processo evolutivo como de fato ele acontece, mas trouxe grandes contribuições para o evolucionismo e tinha alguns pontos em comum com as ideias de Darwin. Quais seriam as semelhanças existentes entre as ideias desses dois autores? Em quais pontos Lamarck falhou?

Para essa questão, esperava-se que os estudantes mencionassem o fator ambiente, que é um fator essencial para evolução ocorrer, e aparece nas teorias dos dois autores.

Na sequência didática 3 - Origem comum, Seleção natural e Especiação (SDI 3) foi utilizada a seguinte questão norteadora:

Não adianta falar mal dos parentes no facebook, pois diante dos aspectos evolutivos, somos todos aparentados! E não falo apenas sobre nós, humanos! Somos uma família muito maior: todos os seres vivos do nosso planeta podem chegar a um ancestral comum, quando comparados entre si. Do mesmo jeito que os ancestrais comuns mais recentes que existem entre eu e meu irmão, são nossos pais, e entre eu e meus primos, são nossos avós; você também pode traçar o ancestral comum mais recente entre humanos e jacarés, ou qualquer outra espécie. Mas, não podemos voltar no tempo e ver como as espécies evoluíram, sendo assim, como você acha que é possível relacionar espécies atuais com espécies extintas? Que fatores precisam ser levados em conta para chegar ao ancestral comum de um grupo de seres vivos?

Para essa questão esperava-se que os alunos apresentassem conceitos básicos de filogenia ou ao menos mencionassem a importância do registro fóssil para tais estudos.

Na sequência didática 4 - Microevolução e Macroevolução (SDI 4) foi utilizada a seguinte questão norteadora:

A microevolução ocorre em uma população específica, ou seja, dentro de uma única espécie. A macroevolução ocorre em grupos acima de espécie, como no surgimento de novas linhagens. Diante dessas informações, qual mecanismo (já estudado) é atribuído a macroevolução?

Para essa questão, esperava-se que os participantes mencionassem a especiação, como grande propulsora da diversificação e conseqüentemente da análise evolutiva em larga escala.

Na sequência didática 5 - Evolução humana (SDI 5) foi utilizada a seguinte questão norteadora:

Todos já devem ter ouvido a frase: “A ciência diz que os seres humanos vieram do macaco”. Essa frase já foi e ainda é motivo de muita discussão, mas o grande problema é que ela está completamente errada. Eu e meu primo somos parentes, nossos ancestrais comuns mais próximos são nossos avós, compartilhamos esse ancestral comum, ou seja, os meus avós, são avós dele também. Não viemos de nenhum macaco, mas podemos dizer que somos parentes, assim como vocês já aprenderam que possuímos parentesco com todos os outros seres vivos. Humanos e

macacos compartilham um ancestral comum. Essa frase sim é correta, e é isso que a seleção natural prova e mostra, não apenas para nossa espécie, mas para todas outras. Para compreender como nossa espécie evoluiu, como todas as outras, repare na diversidade humana, com diferentes fenótipos e tons de pele, investigue e responda: A que mecanismo essa diversidade está relacionada? Explique.

Para essa questão, esperava-se que os estudantes mencionassem a variabilidade genética proporcionada pela reprodução sexuada, bem como as mutações genéticas ocorridas e estabelecidas nas populações, deixando com o passar das gerações o registro da origem comum.

O ensino por investigação não é fácil, a autonomia que o aluno precisa não surgirá rapidamente. Essa abordagem estimula o questionamento, o planejamento, a compilação de evidências, as explicações com base nas evidências e a comunicação. Atividades investigativas, envolvem, inicialmente, situações problemas. Qualquer que seja o tipo de problema escolhido, este deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidades aos alunos de levantarem e testarem suas hipóteses, passar da ação manipulativa à intelectual, estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor (CARVALHO, 2013).

Utilizar atividades investigativas, como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos, é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações (AZEVEDO, 2004).

No decorrer do desenvolvimento das sequências, algumas dúvidas surgiram, e estas foram sanadas com argumentos, sempre encaminhando os alunos para que pesquisassem de outra forma, para que refletissem de outra maneira, até alcançarem os resultados esperados.

Para o professor exercer o papel de mediador do processo pedagógico, nas atividades investigativas, ele deve ter as seguintes características: ser capaz de tornar o aluno o centro do processo ensino-aprendizagem; considerar as experiências vividas pelos alunos e estimular sua participação, levando-os a aprender a pensar, decidir, falar, a agir e a fazer; respeitar a faixa etária dos alunos, sabendo selecionar conteúdos científicos, considerando o nível cognitivo dos mesmos; ser criativo; ser responsável e companheiro dos alunos; ser subjetivo com individualidade, respeitando as mesmas condições nos alunos; tomar cuidado com a comunicação e a sua expressão; dominar muito bem sua área de conhecimento, sempre se aperfeiçoando e avaliando criticamente os conteúdos de sua disciplina e sua metodologia; estar disponível e aberto para o diálogo; ter atitudes junto com os alunos, para caminharem rumo à aprendizagem (MASSETO, 2000).

Na sequência didática 3 sobre Origem comum, Seleção natural e Especiação, o roteiro dispunha da seguinte situação problema:

Nos cladogramas, quando um ramo se divide em dois novos ramos significa que um determinado grupo ancestral deu origem a dois novos grupos. Esses dois novos grupos, podem ser espécies novas e o nome do processo de surgimento de espécies novas é especiação. O processo de especiação pode ocorrer devido a um isolamento geográfico, que separe uma mesma espécie em ambientes distintos, conseqüentemente causando um isolamento reprodutivo, isolando as características distintas em dois grupos, com o passar do tempo, as características selecionadas podem ter gerado tantas diferenças entre estas duas populações, que elas se tornam espécies totalmente diferentes, e, se por acaso se reencontrassem, não poderiam acasalar e gerar descendentes. Descreva uma situação hipoteticamente possível de uma espécie que sofreu isolamento geográfico, mas não sofreu isolamento reprodutivo. Justifique como isso seria possível.

Tal questão gerou dúvidas semelhantes em vários dos participantes, algumas dessas dúvidas estão relacionadas abaixo:

Bloco VII: Relatos sobre dúvidas iniciais na resolução da situação – problema da Sequência Didática 3:

“Não tem como sofrer isolamento geográfico e não sofrer isolamento reprodutivo”. (Aluno 24)

“Impossível professora, só se eles reproduzissem por wi fi”. (Aluno 25)

“Vale se eles tivessem acasalado antes de acontecer o isolamento geográfico?” (Aluno 26)

Depois de ouvir tais questionamentos e até acompanhar algumas dessas respostas pelo próprio *Google Forms*, foi realizada uma intervenção mediadora com a turma, fazendo com que eles pensassem em outras alternativas. Na intervenção foi sugerido que eles pensassem na nossa espécie, que está isolada geograficamente de outros indivíduos que também são da mesma espécie. Sugerindo que eles pensassem, nos humanos que vivem em continentes diferentes. Apesar de “isolados” geograficamente, humanos do continente americano podem gerar descendentes férteis com humanos do continente asiático, por exemplo. Ou seja, não existe isolamento reprodutivo nesse

caso. E assim, foi aguçada a curiosidade dos alunos para buscar o porquê, desses questionamentos.

Após a mediação realizada, as repostas para referida situação problema mudaram.

Bloco VIII: Relatos após mediação realizada para resolução da situação – problema da Sequência Didática:

“Ahhh, tenho que pensar nas situações que as espécies não ficam tão diferentes a ponto de não conseguir reproduzir mais”. (Aluno 27)

“Acho que posso usar o exemplo de patos, que mesmo que surja um rio separando uma população de patos, eles nadam, andam e voam, então ainda podem ter encontros casuais. Posso usar a palavra casual pra bicho? (Aluno 28)

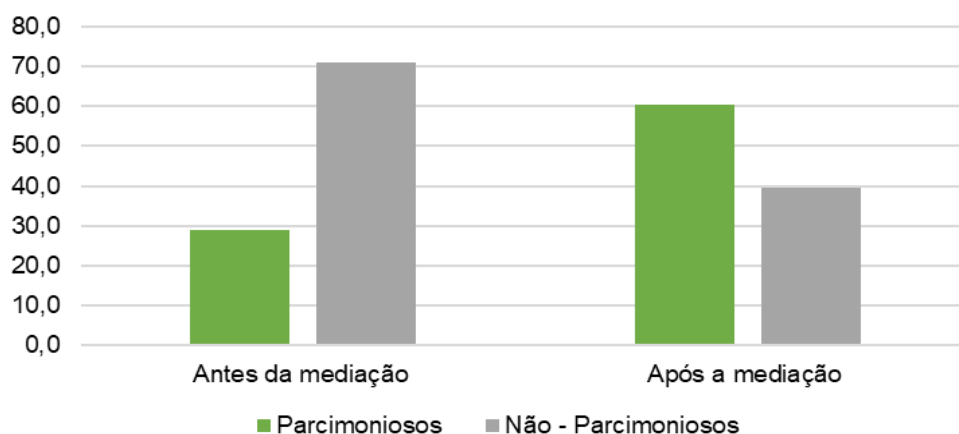
“Então não é obrigatório acontecer o isolamento geográfico e reprodutivo, ao mesmo tempo, achei que fosse”. (Aluno 29)

Quando o professor é o mediador do conhecimento, em que segue uma linha de pensamento, utilizando a metodologia investigativa, que valoriza o conhecimento que o aluno traz do seu cotidiano, instigando, pesquisando e proporcionando experimentos práticos, as aulas se tornam motivadoras e interessantes (CAÑAL, 2006).

A experimentação investigativa pode ter grande poder de desenvolver nos alunos a capacidade cognitiva, e, se conduzida de maneira a favorecer o pensamento lógico, o processo ensino-aprendizagem poderá alcançar resultados satisfatórios quanto ao desenvolvimento dessas habilidades (SUART e MARCONDES, 2008).

Ainda na sequência didática 3, os alunos foram orientados para criarem cladogramas com espécies fictícias, que na verdade são personagens de uma animação. Ao finalizarem a construção, os cladogramas foram analisados e classificados em parcimoniosos e não parcimoniosos (Figura 9).

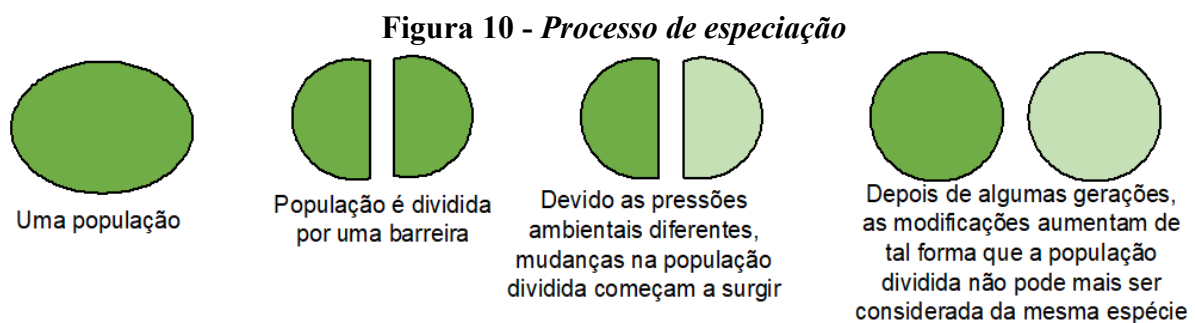
Figura 9 – Desempenho dos alunos na construção de cladogramas na sequência didática 3



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

No encontro, os seguintes argumentos foram levantados de forma geral para todos participantes, e os mesmos foram convidados a analisar seus cladogramas, sendo que a maioria deles conseguiu realizar mudanças para tornar seu cladograma mais parcimonioso que o cladograma que havia sido construído anteriormente. Essa atividade foi a que careceu de mais tempo, mas com ela foi possível obter resultados excelentes. Na sequência didática 4, os alunos foram instruídos a realizar a atividade abaixo, através do roteiro que foi disponibilizado:

Observe o esquema abaixo:



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Analisando o esquema, claramente vemos que se trata de um processo de especiação que foi iniciado devido a um isolamento geográfico que pode gerar isolamento reprodutivo e assim, fazer com que a variabilidade genética modifique tanto, através das gerações, até surgir uma nova espécie.

Porém, a especiação pode dar início ao seu processo de outras maneiras, através de outros mecanismos. Analise os dois esquemas abaixo, realize pesquisas, caso necessário e identifique que mecanismos são esses:

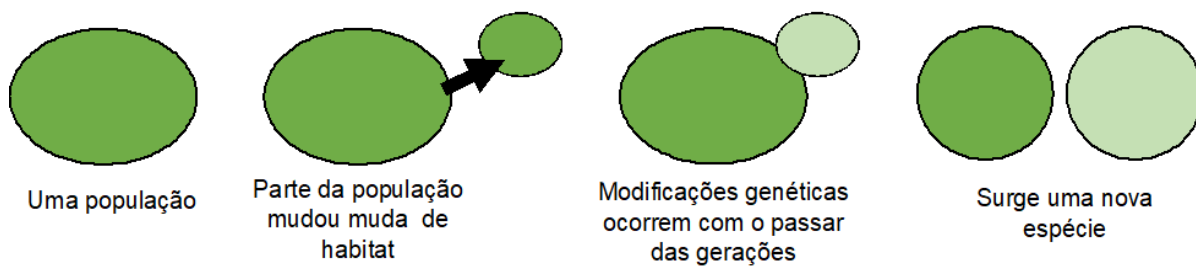
Figura 11 - Mudança genética dentro da população



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Mecanismo que gerou a especiação: _____

Figura 12 - Mudança de habitat



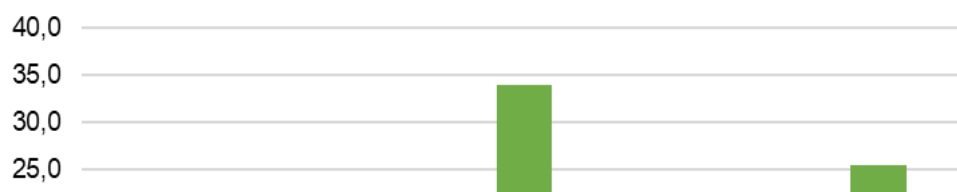
Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Mecanismo que gerou a especiação: _____

Os esquemas apresentam eventos de mutação e fluxo gênico, e essas respostas eram as esperadas como resultados, a maioria dos alunos acertou, depois de uma mediação feita. Porém, de forma inicial, muitos confundiram o primeiro esquema que representa um evento de mutação, com deriva genética. Diante do exposto, essa situação problema é uma das que sofreram pequenos ajustes para que confusões desse tipo sejam minimizadas, quando outro professor utilizar o material.

Como já era esperado, a sequência didática 5, que tratou de evolução humana, proporcionou vários questionamentos acerca das doutrinas religiosas que cada um dos participantes possuía. Os conhecimentos relativos a vida religiosa dos participantes foram respeitados e a sequência foi desenvolvida com bastante êxito, considerando que foi a última sequência aplicada, sendo assim, os alunos já estavam adaptados com a abordagem investigativa. Ao concluir a aplicação da sequência 5, os alunos responderam uma pergunta, através da plataforma *Google Forms*, sobre qual das cinco sequências didáticas eles mais gostaram de participar (Figura 13).

Figura 13 – Opinião dos participantes com relação as sequências didáticas que mais gostaram de participar



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A sequência didática 3 foi a preferida pelos participantes (Figura 13), isso pode ser um alerta nos momentos de produção de material investigativo para aplicação na sala de aula. A referida sequência foi a sequência que os participantes mais demoraram para concluir, porém talvez tenha sido a sequência com uma atividade mais prática, que no caso foi a construção de cladogramas.

Ao realizar a sequência número 3, alguns alunos compararam a atividade de construção de cladogramas com a brincadeira de montar quebra cabeça. O fato de terem usado personagens de uma animação também gerou vários comentários entusiasmados.

Outro fato curioso ao desenvolver essa sequência, está relacionado aos resultados obtidos com a construção dos cladogramas. Os alunos perceberam que havia várias formas de construir, e muitas dessas eram consideradas parcimoniosas, na concepção deles, corretas. Assim, comentários como “Existem vários jeitos de acertar”, surgiram.

Segundo Zuliani (2001), é importante que o aluno entenda como uma teoria é construída e como podem ser modificadas, para que, assim, tenham a percepção do que é Ciência. Sob este ponto de vista, com a prática investigativa, os alunos aprenderão que perguntas e problemas têm mais de uma solução ou resposta correta, e que estas soluções podem ser provisórias e necessitar de alterações, que serão obtidas a partir de novas investigações.

Para Munford e Lima (2007), o ensino por investigação “representaria um modo de trazer para a escola aspectos inerentes à prática dos cientistas”. Segundo eles, o ensino por investigação sugere alternativas às aulas de ciências, diferentes daquela em que o professor expõe explicações no quadro e o estudante só ouve, participando pouco em termos de ação em sala. E isso ficou perceptível no desenvolvimento das sequências didáticas, no levantamento das hipóteses iniciais. Alguns participantes, questionaram sobre o erro, dizendo “E se eu errar?”, e, para surpresa de todos, um dos integrantes do grupo respondeu “Não tem problema, estamos fazendo como os cientistas, testando pra ver se acertamos”.

Porém, a sequência didática 1, foi a os alunos menos gostaram, apesar dessa sequência também possuir um método prático para o levantamento de hipóteses. Mas, é preciso considerar, que por ser a primeira sequência, as dificuldades foram maiores, e, talvez, esse fato tenha feito com que a maioria dos alunos não tivesse gostado tanto dela.

A aplicação das sequências contribuiu para conhecer na prática, como a abordagem investigativa é desafiadora para alunos e professores. Além disso, o tempo necessário para realização desse tipo de atividade é maior do que o tempo usado com abordagens mais tradicionais. Também é preciso ressaltar que a aplicação foi essencial para se fazer alguns ajustes nas sequências elaboradas.

4.4 – Registro no Livro Paradidático – Segunda etapa da pesquisa

Após a aplicação das sequências e análise dos resultados obtidos com a aplicação, foram produzidos textos complementares para introduzirem as sequências. Os textos possuem como intuito, instigar a curiosidade dos docentes, para que assim possam buscar mais informações sobre o assunto em questão, antes de levá-lo para sala de aula. Para produção dos textos, foi utilizada uma linguagem de fácil compreensão, e alguns exemplos comparativos com questões populares conhecidas.

Dessa forma, o livro foi dividido em cinco capítulos, abordando diferentes temáticas sobre evolução biológica e recebendo os seguintes títulos:

- Capítulo 1. História, para que te quero?

Sequência Didática Investigativa: Abordagem geral e histórica da evolução biológica;

- Capítulo 2. Darwin Lamarckista? É o que ?

Sequência Didática Investigativa: Darwinismo e Lamarckismo;

- Capítulo 3. Já dizia Neymar: “Somos todos macacos”! Ops... Cancela esse título.

“Somos todos parentes”!

Sequência Didática Investigativa: Origem comum, Seleção natural e Especiação;

- Capítulo 4. Evolução em Larga e Pequena Escala. O que é isso?

Sequência Didática Investigativa: Microevolução e Macroevolução;

- Capítulo 5. E nós humanos? Ainda estamos evoluindo? (Não considere as redes sociais para responder isso)

Sequência Didática Investigativa: Evolução humana.

Esses cinco tópicos correspondem aos cinco capítulos do livro que contém as cinco sequências didáticas e cinco textos complementares, sendo um texto e uma sequência para cada capítulo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem investigativa tem como objetivo transformar o aluno em sujeito ativo do seu processo de aprendizagem, ou seja, fazer com que o aluno seja o protagonista na construção do seu próprio conhecimento pautado pela busca de descobertas genuínas.

Realizar a aplicação dessa abordagem, com a temática de biologia evolutiva é uma ação conjunta que busca solucionar dois problemas na educação. O primeiro, ordenado em inovar com uma abordagem que ensina o aluno a “fazer ciência” de fato e o segundo, ao impor um conteúdo que gera dúvidas, polêmicas e muitas vezes é até negligenciado, apesar da sua importância crucial para a Biologia.

O levantamento inicial, realizado sobre os conhecimentos prévios dos alunos a respeito da temática evolução biológica, demonstrou a necessidade de inovação de metodologias acerca da abordagem dessa temática. Com a intervenção realizada e aplicação do questionário prognóstico, já foi possível notar progressos relativos às concepções dos alunos sobre o tema.

Com a criação e aplicação das sequências didáticas com abordagem investigativa, ficaram perceptíveis as possibilidades que surgiram para alcançar as competências e habilidades presentes nos PCN's de Ciências e, conseqüentemente, a contribuição para a quebra do paradigma de aulas tradicionais, em que os alunos são totalmente passivos no processo de aprendizagem.

O desempenho e motivação dos alunos foram nítidos ao levantarem hipóteses, arriscando respostas para as questões norteadoras propostas em cada sequência e, em seguida, o empenho permaneceu para que conseguissem validar as hipóteses levantadas.

Entretanto, é preciso considerar que a abordagem do ensino por investigação é um grande desafio, desde a produção do material, até sua aplicação. Trata-se de uma ação complexa, pois exige que o docente revise sua prática, organize e planeje suas aulas com antecedência e desenvolva a habilidade de não dar respostas prontas para as dúvidas que surgem, entre outros fatores.

Por fim, a expectativa com relação a essa pesquisa é permitir aos nossos estudantes, no ensino de Biologia, a possibilidade de que possam ser sujeitos críticos, pensantes, autônomos e protagonistas da construção de novos conhecimentos. Além disso, espera-se que esse trabalho seja divulgado e usado por outros docentes, para que juntos, possamos ser promotores de melhorias na educação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. **O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências.** Revista Ciência & Educação, v. 17, n. 4. Bauru:2011, p. 835-854.

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 19-33.

BINATTO, Priscila Franco; MARTINS, Carmen Maria de Caro; DUARTE, Ana Cristina Santos. **Possibilidades e limites para o desenvolvimento de atividades investigativas no Ensino de Ciências.** Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, v. 5, n. 1, p. 62-76, 2015.

BIZZO N. M. V. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo.** 1991. 312+155f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais+: Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica.** Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base.** Brasília, 2018.

BYBEE, R et al. **The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness.** Colorado Springs, CO: BSCS. 2006, p. 38.

CAÑAL, P. L.; POSUELOS, F. J. ; TRAVÉ, G. **Como enseñar investigando? Análisis de las percepciones de tres equipos docentes con diferentes grados de desarrollo profesional.** Revista Iberoamericana de Educación. Madrid, v. 39, n. 5, 2006, p. 67.

CARMO, V. A.; BIZZO, N.; MARTINS, L. A. P. **Alfred Russel Wallace e o princípio de seleção natural.** Filosofia e História da Biologia. v.4, p.209-233, 2009.

CARRAHER, T. N. **Ensino de ciências e desenvolvimento cognitivo.** São Paulo: FEUSP, 1986, p.

123.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 02-10.

CONCEIÇÃO, Alexandre Rodrigues da; OLIVEIRA, Rosemeire da Silva Dantas; FIREMAN, Elton Casado. **Ensino por Investigação: Uma estratégia didática para auxiliar a prática de professores dos anos iniciais no ensino fundamental.** RBECM, Passo Fundo, v. 3, n. 1, p. 76-98, 2020.

CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. P. ; CLEMENT, L. ; RICHETTI, G. P.; FERREIRA, G. K. . **Práticas pedagógicas construtivistas critérios de análise e caracterização.** Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, v. 33, p. 11-35, 2013.

DARWIN, C. **A origem das espécies.** 4. ed. São Paulo: Martin Claret Ltda, 2004, p. 176, 187.

DOBZHANSKY, T. **Nothing in biology makes sense except in the light of evolution.** The American Biology Teacher, v. 35, n. 3, p. 125-129. 1973.

DOLZ, J. **Sequências Didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento.** In: (Ed.). Gêneros orais e escritos na escola. Coleção as faces da linguística aplicada. Campinas, SP: Mercado das Letras, 2004. p.95-128.

FERNANDES, F. A. S. **O poema imperfeito: crônicas de biologia, conservação da natureza e seus heróis.** 3. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2011, p. 5.

FUTUYMA, D. G. **Biologia evolutiva.** 3 ed. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2009, p.245 - 283.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999, p.87.

GÓMEZ-MARTÍNEZ, Y; et al. **Catalizar la alfabetización científica: una vía desde la articulación entre enseñanza por investigación y argumentación científica.** Revista de Enseñanza de La Física, v. 27, n. 2, 2015. p. 19-27.

HARARI, Y. N. **Sapiens: Uma breve história da humanidade .** Porto Alegre: L&PM Editores S.

A., 2015, p. 10.

JABLONKA, E.; LAMB, M. J. **Evolução em quatro dimensões: DNA, comportamento e a história da vida.** São Paulo: Companhia das Letras, 2010, p. 51.

LICATTI, Fábio **O ensino de evolução biológica no nível médio: investigando concepções de professores de biologia.** Bauru : [s.n.], 2005.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** 4. ed. São Paulo: Edusp, 2011, p. 108.

MASSETO, M. T. **Novas Pedagogias e Mediação Pedagógica.** Campinas-SP: Papirus, 2000, p. 87.

MAYR, E. **Biologia, Ciência Única. A Ciência do Mundo Vivo.** São Paulo: Companhia das Letras 2005, p. 41, 46.

MAYR, E. **Isto é biologia: a ciência do mundo vivo.** São Paulo: Companhia das Letras, 2008, p. 244, 260.

MAYR, E. **O que é evolução.** Rio de Janeiro: Rocco, 2009, p. 30, 132, 170.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001, p. 60-62.

MOTOKANE, M. T. **Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia.** Ensaio: pesquisa em educação em ciências, v. 17, n. especial, p. 155-137, 2015.

MUNFORD, D. & LIMA, M. E. C. **Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?** Ensaio: Pesquisa em educação em ciências. v.09, n.01, Belo Horizonte, MG, 2007, p.89-111.

OLIVEIRA, Graciela da Silva; BIZZO, Nelio. **Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 11 n. 1, p. 8 – 15, 2011

OLIVEIRA, Graciela da Silva; BIZZO, Nelio. **Evolução biológica e os estudantes brasileiros:**

conhecimento e aceitação. Investigações em Ensino de Ciências – V20(2), pp. 161-185, 2015

OLIVEIRA, Graciela da Silva; et al. **Evolução biológica e os estudantes: um estudo comparativo Brasil e Itália.** Ciênc. Educ., Bauru, v. 22, n. 3, p. 689-705, 2016

OLIVEIRA, André Luis de; OBARA, Ana Tiyomi. **O ensino de Ciências por Investigação: vivências e práticas reflexivas de professores em Formação Inicial e continuada.** IENCI - Investigações em Ensino de Ciências, v. 23, n. 2, p. 65-87, 2018.

OLIVEIRA, A. D. B. R. et al. **O uso de livros paradidáticos em escolas públicas de ensino médio no município de Marechal Deodoro – AL.** VII ENALIC - Educação e resistência, p. 1 – 13, 2018.

REZENDE, L. P. et al. **Aulas práticas como metodologia de ensino aprendizagem em ciências do 6º ao 9º ano do ensino fundamental.** Revista de Educação, Ciências e Matemática, V 6, n 2, São Paulo: 2016, p. 26.

ROQUE, I. R. **Biologia das populações: sobre girafas, mariposas, corporativismo científico e anacronismos didáticos.** 3. ed. São Paulo: Ciência Hoje, 2003, p. 5.

SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor.** São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 41-62.

SANTOS, J. C. F. **Aprendizagem significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor.** 5. ed. Porto Alegre: Mediação, 2013, p. 12.

SEPULVEDA, C; EL-HANI, C. N. **Quando visões de mundo se encontram: Religião e ciência na trajetória de formação de alunos Protestantes de uma licenciatura em ciências biológicas.** Investigações em Ensino de Ciências.v.9, n.2, 2004, p. 173-175.

SILVA, Maria Gorete da. **Seleção natural: uma visão de estudantes do ensino médio de uma escola da rede estadual de Pernambuco.** Vitória de Santo Antão, 2018., p.55-60.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. **Atividades experimentais investigativas: habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio.** Anais ENEQ, v.5, n.3, 2008, p. 145-157.

TEIXEIRA, P. **Evolução X Criacionismo na Escola: Quais os objetivos do ensino de Biologia?** Conferência - Didática e Prática de Ensino na relação com a Sociedade. EdUECE - Livro 3. Fortaleza – CE: 2014, p. 8.

VIEIRA, G. C.. ARAÚJO, L.A. L. **Ensino de Biologia: uma perspectiva evolutiva/ Volume I: Interdisciplinaridade & Evolução.** – Porto Alegre: Instituto de Biociências da UFRGS, 2021, p. 9.

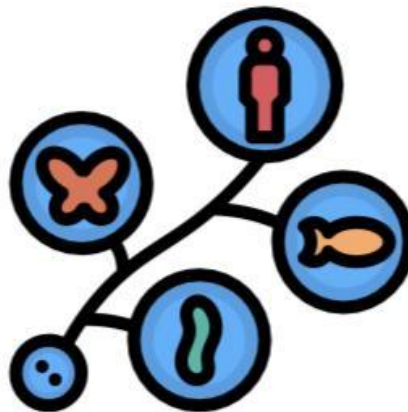
VIVIANI, D. COSTA, A. **Práticas de Ensino de Ciências Biológicas.** Centro Universitário Leonardo da Vinci – Indaial, Grupo UNIASSELVI, 2010, p. 50-51.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens.** Ensaio, v.13, n.3, p.67-80, 2011.

ZULIANI, S. R. Q. A. & ÂNGELO, A. C. D. **A utilização de metodologias alternativas: O método Investigativo e a aprendizagem de Química.** In Nardi R. (org.) Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente. São Paulo: Escrituras Editora, 2001, p. 45.

7. PRODUTO/RECURSO DIDÁTICO ELABORADO

O uso de sequências didáticas com abordagem investigativa no ensino de evolução biológica



**Valéria Ferreira de Aguiar
Alessandra Regina Butnariu**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos meus professores, que fizeram parte da minha trajetória até aqui e, principalmente, à minha professora orientadora Alessandra Regina Butnariu, por todas as orientações e por ter me acompanhado até o fim dessa pós-graduação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

Em memória da minha avó Angelina

APRESENTAÇÃO

Este livro paradidático é fruto do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO. Foi criado com o intuito de auxiliar docentes que atuam como professores de Biologia, no ensino de Evolução. Essa temática, que geralmente rende polêmicas na sala de aula, e as vezes é até negligenciada, possui uma importância crucial para todas as áreas da Biologia.

Buscando facilitar o seu ensino de uma forma inovadora, o livro traz a metodologia investigativa como abordagem. Sendo assim, dispõe de cinco capítulos com textos base, que podem ser usados como apoio aos docentes, mas possuem linguagem simples, podendo ser adotados na sala de aula também; seguidos de sequências didáticas, que podem ser aplicadas de forma independente, com abordagem investigativa, aplicáveis de forma presencial e remota.

SUMÁRIO

Capítulo 1 – História, para que te quero?.....	5
Capítulo 2 – Darwin Lamarckista? É o que?.....	11
Capítulo 3 – Já dizia Neymar: “Somos todos macacos”! Ops... cancela esse título. “Somos todos parentes”!	14
Capítulo 4 – Evolução em larga e pequena escala: O que é isso?	21
Capítulo 5 – E nós humanos? Ainda estamos evoluindo? (Não considere as redes sociais para responder isso)	26

CAPITULO 1

História, pra que te quero?

Às vezes é preciso pagar um preço alto demais, por viver em uma sociedade que não conhece a própria história. Muitos oprimidos desprivilegiados, descendentes de pessoas que sofreram injustiças sociais no passado, hoje, defendem com afinco os opressores atuais, que ainda praticam as mesmas injustiças.

Na ciência, não é diferente! É preciso conhecer a abordagem histórica dos que estudamos, para conhecer melhor a temática, além de refletir sobre como esse conhecimento foi construído.

Na biologia evolutiva, logo pensamos em Darwin! O que é bem lógico, seu trabalho foi incrível e até hoje irrefutável. Porém, não devemos deixar de mencionar Wallace, que chegou às mesmas conclusões, mas com uma produção científica diferente.

Através da trajetória desses dois, podemos ainda refletir sobre o impacto social na educação, visto que Darwin e Wallace possuíam status sociais opostos. Darwin era de família abastada, com mais tempo para se dedicar às suas pesquisas, e Wallace, que nunca frequentou uma Universidade, era um verdadeiro autodidata, mas que não possuía tanto tempo e recursos como Darwin. Wallace é um verdadeiro exemplo de como uma pessoa comum, sem privilégios e riquezas, pode fazer ciência por meio de muita dedicação.

Ambos devem ser reconhecidos, ressaltando pontos importantes que tornam o trabalho de Darwin mais importante para biologia evolutiva, como a riqueza de detalhes descrita em um livro, em comparação ao artigo de Wallace, que parecia um resumo do livro de Darwin, uma coincidência realmente chocante! Porém, o próprio Wallace sempre declarou que Darwin ressaltou aspectos em seus textos, que ele nunca havia pensado. Podemos dizer que o trabalho de Darwin estava melhor discutido e, se ele não existisse, talvez o artigo de Wallace não convencesse a comunidade científica na época.

Além de Darwin e Wallace, é importante mencionar que outros autores citaram a seleção natural em trabalhos, de outras áreas da ciência, e esse conceito passou despercebido. Matthew e Wells já haviam citado o mecanismo da seleção natural, porém, não focaram nisso, talvez nem tenham percebido.

Darwin não se tornou o pai da evolução por perceber que a seleção natural acontece, pois isso, talvez estivesse muito óbvio, a grande sacada de Darwin foi aplicar esse mecanismo e demonstrar que a seleção natural explica tudo, qualquer fator biológico.

Por fim, não devemos abandonar Lamarck, afinal, há quem diga que até Darwin já foi Lamarckista (Será?!?!). O próprio avô de Darwin, Erasmus, compartilhou ideias semelhantes às

ideias de Lamarck. Logo, devemos olhar para o trabalho de Lamarck como o propulsor, para que Darwin e outros naturalistas da época tivessem pensado em evolução, e assim, hoje, conhecermos como de fato a evolução acontece.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - ABORDAGEM GERAL E HISTÓRICA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

Tempo estimado para execução: 2 aulas

Primeira etapa – Levantamento de conhecimentos prévios, diálogo inicial, instigação de interesse pela temática: Realize uma abordagem inicial com a turma, questionando sobre conceitos básicos de evolução, como: “O que é evolução?”; “Já ouviram falar em teoria da evolução?”; “Ao falar de evolução, vocês lembram de alguma pessoa/algum nome específico?”. Ouça as respostas e dê prosseguimento ao diálogo, argumentando o que for cabível. Tente não dar respostas prontas. O intuito é que eles cheguem às suas conclusões de maneira autônoma.

Conforme as respostas forem surgindo, prossiga com as indagações, por exemplo: se alguém citar Darwin, questione se a turma conhece alguma teoria dele; se surgirem respostas, peça para que tentem explicar tal teoria; se explicarem, questione se acreditam que sua teoria foi aceita na época ou não, e assim por diante.

Segunda etapa – Questão norteadora, levantamento de hipóteses: Se os alunos chegarem aos nomes Darwin e Lamarck, será ótimo! Se não, aborde um pouco sobre esses dois naturalistas, e, em seguida, lance a questão problema abaixo:

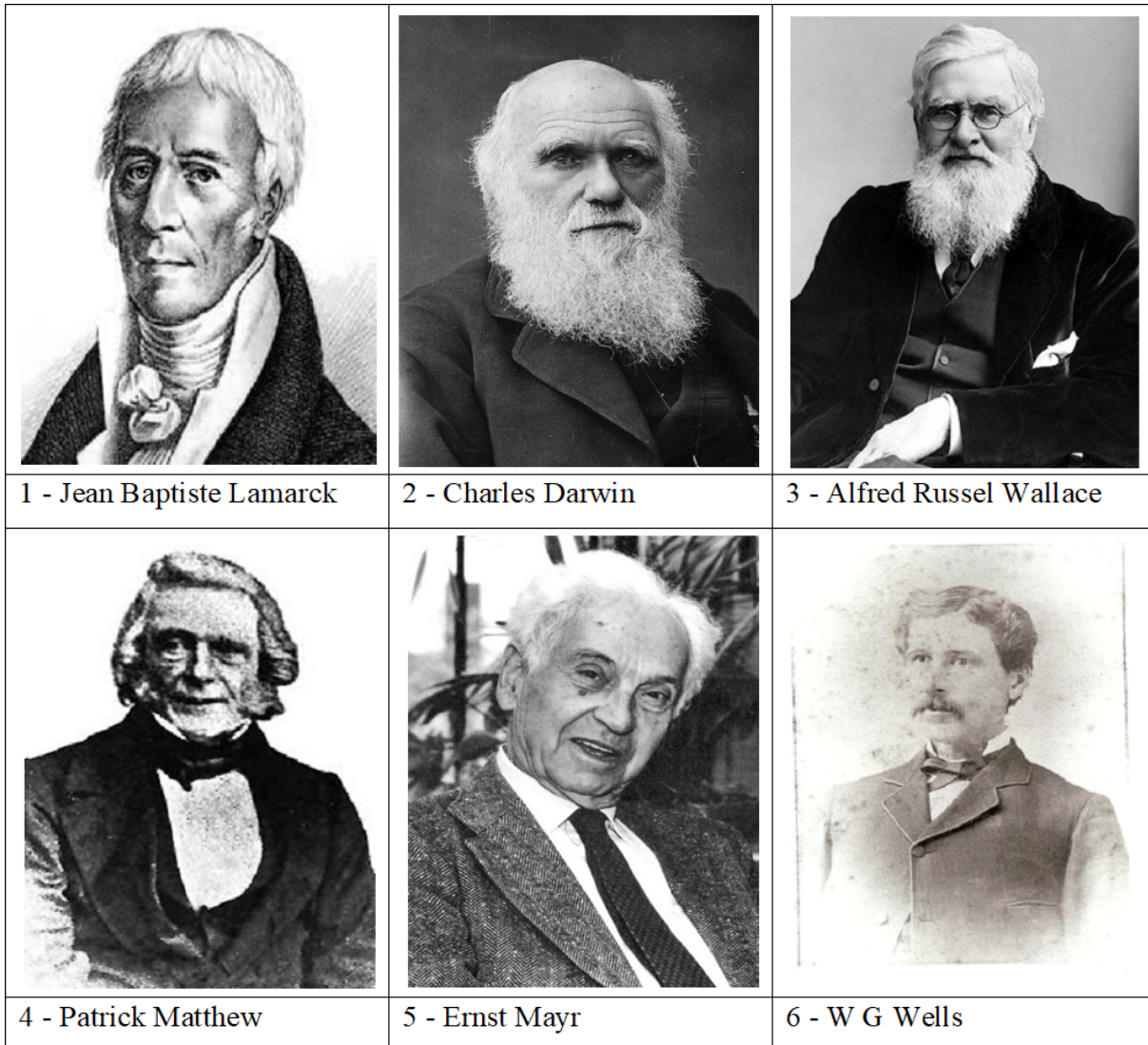
Lamarck e Darwin foram naturalistas que dedicaram parte de suas vidas para explicar as mudanças que os seres vivos sofriam ao longo do tempo. Antes de estudos como esses, acreditava-se que os seres eram imutáveis. Mas, apenas esses dois grandes estudiosos mudaram os rumos da biologia com seus estudos de evolução? O que você acha? Você conhece outros autores? Se sim, quais?

Dê tempo para que os alunos respondam esta questão norteadora, as respostas equivalerão às hipóteses levantadas. No decorrer do desenvolvimento da sequência, através das próximas atividades propostas, os alunos definirão se as suas respostas podem ser validadas ou refutadas.

Terceira etapa – Apresentação de novos autores de biologia evolutiva, formulação de deduções sobre seus respectivos estudos: Divida os alunos em grupos, e, para cada grupo, entregue algumas cartas com fotografias e nomes de autores importantes para evolução biológica (Figura 1).

Alerte aos alunos para que não apaguem a resposta da questão norteadora, caso a considerem errada. Explique que, através dessa aula, estamos construindo conhecimento e tudo que eles sabiam até então também é válido e importante.

Figura 1: Pensadores evolucionistas



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Para que os alunos se familiarizem com as cartas, peça que selecionem os autores que eles conhecem, depois pergunte se eles lembram sobre o que eles escreveram sobre evolução, entre outras perguntas que considerarem oportunas. Depois dessa intervenção, peça para os alunos colocarem as cartas por ordem crescente de publicação sobre biologia evolutiva, de acordo com o que eles acham.

Em seguida, serão entregues cartas com um breve resumo da teoria evolutiva de cada um dos autores, então eles deverão associá-las a eles. Nessa etapa, os alunos, por associação, levantarão hipóteses sobre a forma que cada um desses autores contribuiu para biologia evolutiva.

Figura 2: Pensamentos evolucionistas

<p>Em 1809, publicou sobre a lei do uso e desuso e da transmissão dos caracteres adquiridos. Para esse autor se um animal usava muito uma parte do corpo, essa parte desenvolvia, e se não usava, atrofiava. E essas mudanças que ocorriam em seu corpo, eram passadas para seus filhos.</p>	<p>Em 1859, publicou um livro chamado Origem das espécies, que explicava como as espécies sofriam modificações, através da teoria da seleção natural. Além dessa teoria, possuía outras quatro, como a teoria da origem comum, que explica nossa relação de parentesco com todos outros seres vivos.</p>	<p>Escreveu sobre seleção natural em um artigo, de maneira simultânea com o autor do livro origem das espécies. Não é tão lembrado quanto o autor do livro citado, mas chegou praticamente as mesmas conclusões, porém com menos detalhes.</p>
<p>Em 1831, postulou sobre os mecanismos da seleção natural, porém suas ideias passaram despercebidas, pois sua publicação encontrava-se de maneira dispersa em uma obra cujo assunto era diferente.</p>	<p>Foi um dos responsáveis pela chamada Moderna Síntese Evolucionista, movimento acadêmico que juntou a teoria darwinista da seleção natural com a genética e a ecologia, dando origem à teoria da evolução de hoje, conhecida também como Neodarwinismo.</p>	<p>Em 1813, através de constatações feitas sobre a pigmentação da pele de humanos, conseguiu descrever como a seleção natural ocorria.</p>

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Quarta etapa – Validação ou refutação das hipóteses levantadas: Faça registros das associações realizadas por cada grupo na etapa anterior, peça que os alunos também o façam (por fotografia é uma forma rápida e que pode ser usada tanto de maneira remota como presencial). Em seguida, entregue o roteiro abaixo, para que eles pesquisem e concluam se suas hipóteses estavam corretas ou não, pesquisando em sites disponibilizados pelo mediador.

1 – Lamarck falhou em alguns quesitos das suas ideias evolutivas, porém, possivelmente ele é o pai do conceito evolução, de acordo com citações do seu livro Filosofia Zoológica, de 1809.

Mas, antes de Lamarck postular seus conhecimentos sobre evolução, o avô de Charles Darwin, Erasmus Darwin, já havia se antecipado sobre o tema, em 1794. Inclusive, Charles Darwin menciona, em Origem das espécies, que seu avô também se equivocou sobre os mesmos pontos que Lamarck. Qual foi a grande sacada que Charles Darwin teve, que tornou sua teoria diferente das ideias de Lamarck e de seu avô?

2 – Atualmente, com os conhecimentos que temos sobre genética, a evolução pode ser compreendida mais facilmente. Darwin, mesmo sem acesso às informações que possuímos hoje, conseguiu chegar a conclusões geniais. Mas, ele não foi o único, Alfred Wallace, de maneira concomitante chegou às mesmas conclusões sobre a seleção natural. Mas, em quais aspectos diferiam esses dois grandes naturalistas em suas trajetórias? Através de suas pesquisas, busque destacar quais pontos teriam tornado Charles Darwin mais reconhecido que Wallace atualmente.

3 – Além de Darwin e Wallace, mais um estudioso chegou às mesmas conclusões sobre seleção natural, Patrick Matthew, que ainda em 1831, postulou sobre os mecanismos da seleção natural, porém suas ideias passaram despercebidas, pois sua publicação encontrava-se de maneira dispersa em uma obra cujo assunto era diferente. Podemos ainda considerar que Wells, em 1813, através de constatações feitas sobre a pigmentação da pele de humanos, conseguiu descrever como a seleção natural ocorria. Apesar de outros estudiosos terem convergido com as ideias de Charles Darwin, não podemos tirar seu mérito, pois ele, além de descrever como o mecanismo ocorria, conseguiu elucidar que esse mecanismo explica qualquer aspecto biológico. Deste modo, pense em duas situações relacionadas à biologia que podem ser explicadas através da seleção natural e descreva-as:

4 – A evolução trata da modificação ocorrida nas espécies, modificações estas que ao longo das gerações podem dar origem a espécies novas. A diversidade de espécies é encantadora, porém não são apenas as espécies que são diversas. O conceito de espécie também. Estima-se que há atualmente 26 conceitos de espécie, mas o conceito mais aceito é o do neodarwinista Ernst Mayr, que diz: “Espécies são agrupamentos de populações naturais intercruzantes, reprodutivamente isoladas de outros grupos semelhantes.” Apesar de ser o conceito mais aceito, ainda podemos observar algumas inconsistências. Você consegue percebê-las? Investigue e identifique. Aproveite suas pesquisas para conhecer um pouco mais da obra de Mayr.

Quinta etapa – Conclusão: Quando os alunos concluírem a quarta etapa, explique mais sobre os autores mencionados e cite mais alguns, se achar necessário. Tente fazer isso de maneira descontraída, induzindo a participação dos mesmos.

Em seguida, peça para que eles reorganizem suas cartas e respondam o que mudou na reorganização das mesmas. Aproveitando esse momento, faça um levantamento dos alunos que

mudariam a resposta da questão norteadora, se já possuísem os conhecimentos que foram obtidos nas aulas dedicadas para essa sequência.

Através desse diálogo, converse com os alunos sobre o que eles aprenderam. Para uma melhor sistematização das informações, você pode construir um mapa conceitual ou uma linha do tempo junto com os alunos.

REFERÊNCIAS:

CARMO, V. A. & MARTINS, L. A. P. **Charles Darwin, Alfred Russel Wallace e a seleção natural: um estudo comparativo. Filosofia e história da Biologia.** São Paulo: MackPesquisa. 1:335-350. 2006.

DARWIN, C. **A origem das espécies.** 4. ed. São Paulo: Martin Claret Ltda, 2004, p. 176, 187.

WALLACE, A. R. **Darwinism: an exposition of theory of natural selection with some of its applications.** London: Macmillan. 2. ed. 1890. 494 p. ISBN 0231130104.

CAPITULO 2

Darwin lamarckista? É o que?

Há controvérsias!

Antes de tudo, nos tempos em que não existia WhatsApp, se corresponder por cartas era o auge! Acho chique, inclusive! E Darwin adorava a prática de escrever cartas também!

Darwin começou a considerar seriamente a hipótese da evolução em 1938. Há quem diga que foi influenciado por Lamarck, mas seguiu uma abordagem bem distinta. Em uma carta escrita em janeiro de 1844 a Joseph Dalton Hooker ele declara:

“Estou quase convencido (contrariamente à opinião da qual parti) de que as espécies não são (é como confessar um assassinato) imutáveis. O céu protegeu-me do absurdo de Lamarck de uma ‘tendência à progressão’ [...]. Mas as conclusões a que estou chegando não são muito diferentes das suas, embora os processos de mudança sejam inteiramente distintos. Penso ter encontrado (isso é uma suposição) o modo simples pelo qual as espécies tornam-se adaptadas a vários fins”.

Apesar da expressão “O céu protegeu-me do absurdo de Lamarck...” (Por essas e outras que amo tanto Darwin, não era só o pai da evolução, era também o pai do deboche! Risos), nos tempos em que a crença em seres imutáveis era predominante, Lamarck foi no mínimo audacioso.

Além disso, estudos mais recentes sobre epigenética, consideram que a Lei dos caracteres adquiridos de Lamarck não estava tão errada assim.

Ainda que os estudos de Lamarck apresentassem equívocos pontuais, como o ponto de vista linear da evolução, é necessário considerar alguns pontos em comum com a seleção natural, ambos consideravam o meio ambiente em seus mecanismos de evolução. E, de fato, o meio ambiente é um fator crucial.

Acredita-se que Darwin concordava em alguns aspectos com Lamarck, quando se trata da Lei dos Caracteres Adquiridos e até mesmo da Lei do Uso e Desuso. O que os torna distintos, quanto a isso, é a forma como descreveram tal processo, Darwin discutiu suas ideias de maneira mais plausível e convincente, depois de muitos experimentos e praticamente 20 anos de estudos.

Ao contrário do que a maioria pensa e aborda, a teoria evolutiva de Lamarck era bastante sofisticada, abarcando muito mais que a herança de caracteres adquiridos. Além disso, Lamarck não inventou a ideia de que os caracteres adquiridos podem ser herdados — quase todos os biólogos

acreditavam nisso no início do século XIX, e muitos ainda acreditavam no seu final. Sem dúvida era parte do pensamento de Darwin, e sua teoria da seleção natural não levou ao abandono dessa ideia. Ao contrário, levou a debates acirrados (e mesmo a alguns experimentos) sobre se caracteres adquiridos podiam ou não ser herdados. Enquanto uma teoria satisfatória da hereditariedade não foi proposta, e não foi fornecida uma explicação para a origem da variabilidade, a herança de caracteres adquiridos manteve seu posto no pensamento evolutivo (JABLONKA e LAMB, 2010).

Na ciência, as honras não vão para quem menciona algo relevante pela primeira vez, mas quem convence através do método mais eficaz e experimentos validados. Porém, ainda levando em consideração a importância da abordagem histórica, negligenciar a relevância do trabalho de Lamarck seria praticamente um crime.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - DARWINISMO E LAMARCKISMO

Primeira etapa - Levantamento de conhecimentos prévios, diálogo inicial, instigação de interesse pela temática: Para aguçar a curiosidade e o instinto investigativo dos alunos, perguntas como: “O urso polar é branco porque vive na neve? Ou vive na neve porque é branco?” e/ou “O grilo é verde porque vive na grama? Ou vive na grama porque é verde?” serão lançadas para os alunos, que terão alguns minutos para pensarem e darem suas respostas justificadas.

A ideia é que eles entendam como o meio ambiente está relacionado com a evolução dos seres vivos e comecem a pensar que essa é uma importante diferença entre as ideias de Darwin e Lamarck.

Segunda etapa – Questão norteadora, levantamento de hipóteses: Através das respostas, os alunos serão levados a pensar como a evolução funciona de fato. Inspirados nesse pensamento, lance a questão norteadora:

Assim como Copérnico, que causou um enorme reboiço, por colocar a Terra no seu devido local, orbitando o sol, junto com os outros planetas do sistema solar, com Charles Darwin, não foi diferente. Mesmo que já tenha passado 160 anos da publicação do livro Origem das espécies, a teoria de Darwin, ainda não é aceita por muitas pessoas, pois, o autor colocou os humanos no seu exato lugar, como mais um animal, junto com todas as outras espécies. Mas, antes da publicação do seu livro, em 1859, Jean Baptiste Lamarck também postulou ideias sobre evolução, em 1809. O Lamarckismo não conseguiu descrever o processo evolutivo como de fato ele acontece, mas trouxe grandes contribuições para o evolucionismo e tinha alguns pontos em comum com as ideias de Darwin. Quais seriam as semelhanças existentes entre as ideias desses dois autores? Em quais pontos Lamarck falhou?

Terceira etapa – Validação ou Refutação das hipóteses levantadas: Após os alunos levantarem suas hipóteses referentes a questão norteadora, explique sobre o Lamarckismo e Darwinismo de uma forma mais abrangente e detalhista, depois da explanação, entregue um roteiro, com os questionamentos abaixo, para que os mesmos aprimorem suas ideias, pesquisando em sites disponibilizados pelo mediador.

1 – A cascavel é uma serpente que possui na extremidade posterior um anel oco de queratina, toda vez que ela faz sua troca de pele, cresce um novo anel e o antigo fica na ponta da sua cauda, de modo que o seu guizo aumenta de tamanho conforme ela envelhece. O som característico do guizo ou chocalho é produzido pelo rápido e constante choque entre as camadas de queratina, quando a serpente agita a cauda. Analisando os aspectos evolutivos, a cascavel mais apta seria aquela que faz menos barulho, mais silenciosa, sendo selecionada positivamente, ou

seja, sobrevivendo. As mais “barulhentas”, são menos aptas, pois são mais facilmente localizadas e mortas. (*Quer que eu desenhe – Carlos Ruas – Seleção Natural*)

a) Explique porque dentro de uma mesma espécie encontramos essas variações e como isso interfere na evolução biológica das espécies.

b) Reescreva o exemplo descrito, usando como princípio as leis do Uso e Desuso e Transmissão de caracteres adquiridos de Lamarck.

2 – Darwin se deu conta de que a seleção ocorria de maneira natural nos seres vivos, pela sobrevivência; mas os seres humanos já praticavam a seleção artificial há muito tempo. Para fins produtivos, as pessoas sempre optaram por espigas de milho mais cheias e suculentas, flores maiores e perfumadas, animais com maior porte, entre outras características consideradas vantajosas para fins comerciais e lucrativos. As características consideradas vantajosas eram selecionadas para se perpetuarem na espécie, favorecendo seus produtores por mais tempo.

a) Crie duas situações, uma de seleção artificial para obter coelhos de pêlos brancos e outra que, por seleção natural, os coelhos tivessem a mesma característica selecionada.

b) Como a seleção artificial seria, se ocorresse baseada nos preceitos de Lamarck? Use exemplos.

3 – Em um ambiente predominante verde, temos insetos verdes e marrons. Os insetos marrons morrem mais rapidamente, pois são visualizados com mais rapidez pelos seus predadores. Os insetos verdes vivem por mais tempo e chegam até sua fase reprodutiva, passando suas características para seus descendentes, inclusive as características relativas a cor do seu corpo. Depois de algumas gerações, teremos o número de insetos verdes predominando nesse ambiente, com relação ao número de insetos marrons.

Para que a seleção natural ocorra, são necessários alguns fatores: variabilidade entre os indivíduos, reprodução diferenciada e hereditariedade. Identifique esses fatores no exemplo utilizado acima.

Quarta etapa - Conclusão: Para concluir, discuta com os alunos as respostas que os mesmos deram para as perguntas feitas acima, peça para que confrontem a resposta da questão norteadora com as respostas do roteiro e questione se suas respostas podem ser validadas ou se deveriam ser refutadas

REFERÊNCIAS:

Correspondência vol. 2, Cartas de J. D. Hooker, 12 de dezembro de 1843 – 11 de janeiro de 1844. Disponível em

<https://web.archive.org/web/20080307235150/http://www.darwinproject.ac.uk/darwinletters/calendar/entry-729.html#back-mark-729.f6>, acesso realizado em 12 de dezembro de 2021.

DARWIN, C. **A origem das espécies.** 4. ed. São Paulo: Martin Claret Ltda, 2004, p. 176, 187.

JABLONKA, E. & LAMB, M.J. **Evolução em Quatro Dimensões: DNA, comportamento e a história da vida.** São Paulo: Cia das Letras. 2010.

CAPITULO 3

Já dizia Neymar: “Somos todos macacos!”

Ops... cancela esse título

“Somos todos parentes!”

Em 2014, o jogador brasileiro Daniel Alves, foi alvo de racismo em um campeonato Espanhol, enquanto jogava pelo Barcelona, o jogador baiano comeu uma banana que foi atirada pela torcida do time oponente. Em defesa do amigo, o jogador Neymar criou uma hashtag com os dizeres “Somos todos macacos”, que viralizou rapidamente.

O racismo, além de uma atitude hostil e preconceituosa, é um conceito que não possui bases biológicas, pois não existem raças humanas. As particularidades do DNA de diferentes etnias são insignificantes comparadas às semelhanças. Correto mesmo é Gabriel o pensador, que nos diz em uma de suas canções: Racismo é burrice!

A hashtag popularizada pelo jogador Neymar, não é tão aceita assim, no dia a dia na escola. Nós humanos, pertencemos ao Reino Animal, Filo Chordata, somos mamíferos e integrantes da Ordem Primata, juntinho com macacos, símios e lêmures. Não podemos negar as semelhanças que possuímos com a ordem, assim como não negamos semelhanças entre zebras e cavalos, cachorros e lobos, entre outros exemplos.

Mas, quando tratamos de seres humanos, o ego inflado de muitos fica ferido. Você já ouviu alguém falar mal de Nicolau Copérnico, por ele ter mostrado que era a Terra que girava em torno do Sol e não o contrário? Provavelmente não. Em contrapartida Darwin ainda recebe títulos indevidos por ter mostrado como as espécies evoluem, como novas espécies surgem e como todas as espécies estão interligadas, por descenderem de ancestrais que são compartilhados entre si. E os dois estavam corretos. Mas apenas Darwin trata os humanos como qualquer outra espécie, pois, é isso que realmente somos.

Atualmente, a ideia de que homem e macacos compartilham o mesmo ancestral comum já não é aceita por muitos, imaginem a recepção dos membros do clero em 1858, quando Darwin apresentou seu livro, o “bafafá” que não deu de gente brava com a ideia de ser “primo” de macaco.

Partindo do pressuposto, de que chamamos os integrantes da ordem primata, popularmente de macacos, não deveríamos nos ofender (com exceção do cunho racista). Comumente, no senso comum, raras são as pessoas que classificam os “macacos”, pode se tratar de um bugio, macaco prego, babuíno, sagui ou um chimpanzé (que é um símio, assim como nós, humanos), que todos recebem o nome de macaco. Como compartilhamos vários táxons com esses animais, não deveríamos nos estressar tanto com a comparação.

Nossa espécie, *Homo sapiens* L., pertence à família Hominidae, que, atualmente, inclui chimpanzés, gorilas e orangotangos (“macacos”), que antes formavam a família Pongidae. O fato banal de compartilharmos a mesma família costumava ser um dos segredos mais bem guardados da história. Durante muito tempo, o *H. sapiens* preferiu conceber a si mesmo como separado dos animais, um órfão destituído de família, carente de primos ou irmãos e, o que é mais importante, sem pai nem mãe. Mas isso simplesmente não é verdade. Gostemos ou não, somos membros de uma família numerosa e particularmente ruidosa chamada grandes primatas. Nossos parentes vivos mais próximos incluem os chimpanzés, os gorilas e os orangotangos, sendo o primeiro o mais aparentado como o homem. Há apenas 6 milhões de anos, uma mesma fêmea primata teve duas filhas. Uma delas se tornou a ancestral de todos os chimpanzés; a outra é nossa avó (HARARI, 2015).

Mas, se essa ferida ainda estiver muito aberta, que tal partimos de ancestrais mais antigos e mostrar que possuímos parentesco com todas as outras espécies existentes? A composição do nosso DNA é a mesma composição do DNA de um pé de jabuticaba, e essa informação pode ser chocante na sala de aula ou pode ter sido até para você que leu essa informação agora.

Somos mais parecidos com as plantas e outros animais do que imaginamos. Aceitar esse parentesco, pode facilitar para que algumas pessoas aceitem a ideia de que somos ainda parentes mais próximos dos outros primatas e mais próximos ainda dos outros homínídeos.

Todas as criaturas vivas que existem, existiram e existirão muito provavelmente são aparentadas e descendem de um único ancestral comum, uma célula primordial com uns 3,7 bilhões de anos ou mais (PIRULA e LOPES, 2019).

Para demonstrar a origem comum das espécies e suas ramificações, o uso de cladogramas é essencial, mas abordar o seu uso de cara, pode ser assustador, as discussões sobre esse tema são válidas, para não dizer necessárias.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - ORIGEM COMUM, SELEÇÃO NATURAL E ESPECIAÇÃO

Primeira etapa - Levantamento de conhecimentos prévios, diálogo inicial, instigação de interesse pela temática: Exponha fotos de famílias antigas, ou, se possível, solicite aos alunos com antecedência, para que eles tragam fotos antigas da sua própria família, diga para que eles peçam para avós, bisavós, entre outros familiares de gerações passadas, fotos que contenham familiares. Em seguida, converse com os seus alunos se, através dessas fotos de antepassados, eles seriam capazes de reconhecer alguém ou notar semelhanças com os seus familiares atuais.

Questione a turma nesse sentido: “Você conhece seus pais? Avós? Bisavós? E depois disso? Qual ancestral direto mais antigo que você conhece? Tente iniciar uma discussão, mostrando o porquê, inicialmente soa estranho, dizer que somos aparentados com outra espécie. Já que até mesmo dentro da nossa espécie, em nossa família, os nossos ancestrais mais antigos também não parecem tão familiares assim.

Segunda etapa – Questão norteadora, levantamento de hipóteses: Diante do diálogo realizado, introduza argumentos que os levem a quebrar paradigmas sobre sermos primatas, assim como chimpanzés, gorilas, outros símios e macacos, lêmures, etc. Depois dessa introdução, introduza a questão norteadora:

Não adianta falar mal dos parentes no facebook, pois diante dos aspectos evolutivos, somos todos aparentados! E não falo apenas sobre nós, humanos! Somos uma família muito maior: todos os seres vivos do nosso planeta podem chegar a um ancestral comum, quando comparados entre si. Do mesmo jeito que os ancestrais comuns mais recentes que existem entre eu e meu irmão, são nossos pais, e entre eu e meus primos, são nossos avós; você também pode traçar o ancestral comum mais recente entre humanos e jacarés, ou qualquer outra espécie. Mas, não podemos voltar no tempo e ver como as espécies evoluíram, sendo assim, como você acha que é possível relacionar espécies atuais com espécies extintas? Que fatores precisam ser levados em conta para chegar ao ancestral comum de um grupo de seres vivos?

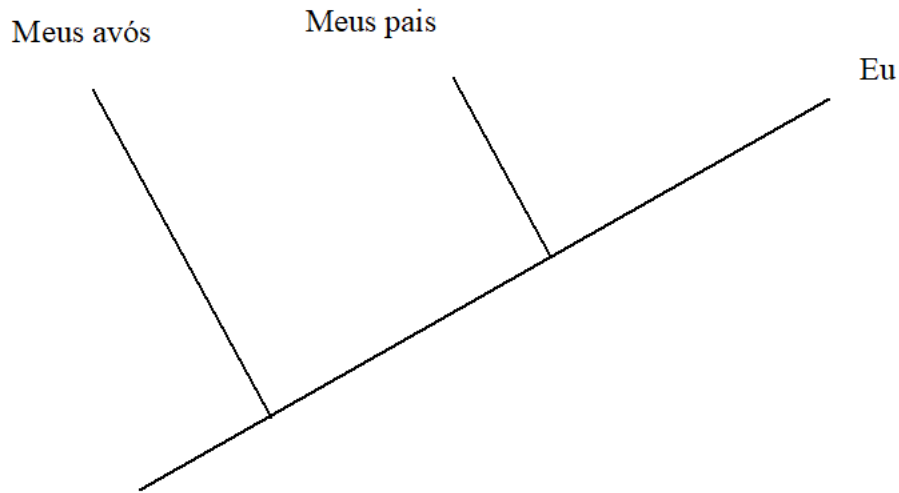
Terceira etapa – Compreensão e construção de cladogramas:

Nessa etapa, divida a turma em grupos, para que eles construam cladogramas. O objetivo dessa atividade é que os alunos aprendam sobre a importância desse instrumento para biologia e, desta forma, compreendam a origem comum, para que, posteriormente, entendam como o processo de seleção natural pode dar origem a novas espécies.

Como a temática sempre causa um pouco de confusão, faça uma breve explanação sobre árvores filogenéticas, cladogramas, relembre conceitos da classificação dos seres vivos e, com essa explanação, relembre a importância da classificação e da história evolutiva dos seres vivos.

Para facilitar a compreensão, entregue a imagem (Figura 1).

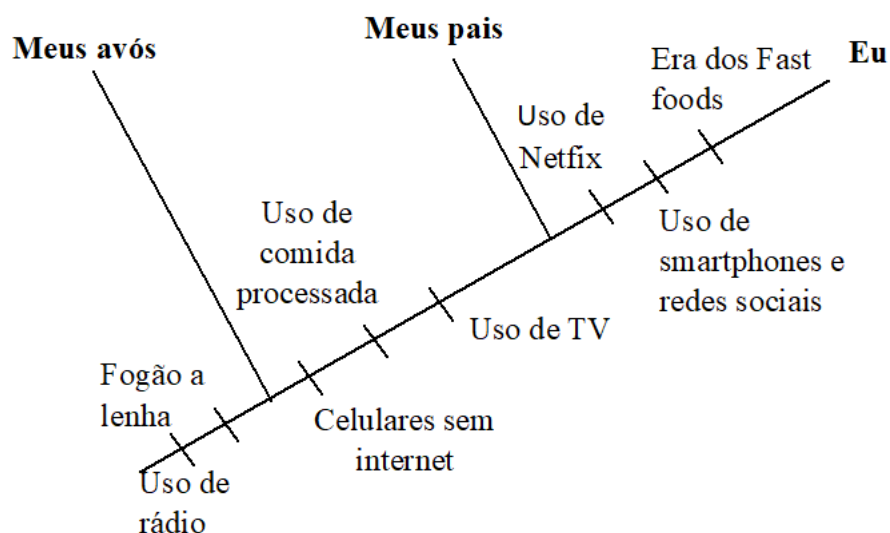
Figura 1: Analogia explicativa de cladogramas - Atividade



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Instrua os alunos a colocarem características comuns nos hábitos de vida dos seus antepassados e, em seguida, características comuns nos seus próprios hábitos de vida, assim como o exemplo (Figura 2).

Figura 2: Analogia explicativa de cladogramas - Exemplo



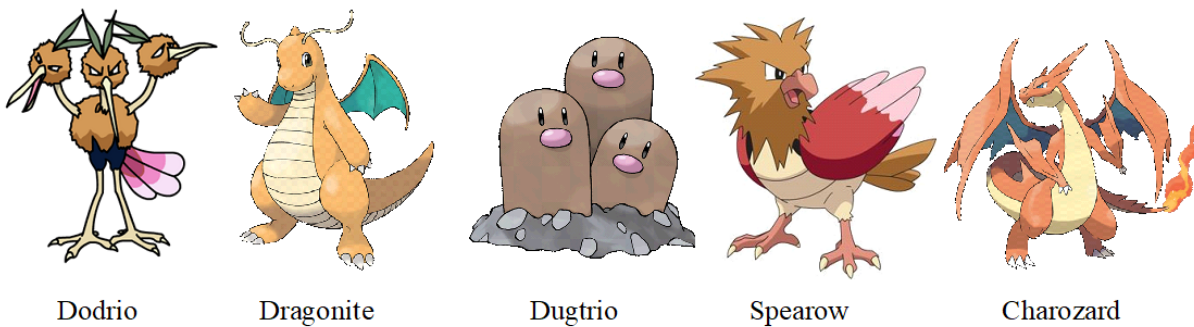
Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Essa ideia é para demonstrar como funciona um cladograma e em quais locais ficam descritos os grupos taxonômicos, bem como as características comuns daqueles grupos. No

cladograma real, deixe claro que no local que estão descritos avós, pais e eu, você deve descrever as espécies por exemplo, que é um grupo taxonômico, e o local em que estão descritos os hábitos de cada geração é destinado para os caracteres daquela espécie/grupo. Mostre alguns exemplos de cladogramas, para que compreendam melhor a ideia.

Em seguida, trabalhe com eles a construção de um cladograma com espécies fictícias, de uma conhecida animação (Figura 3). Para tanto, distribua as imagens abaixo:

Figura 3: Espécies Fictícias – Animação Pokémon



Fonte: Baseado no artigo Pokémons invadem a prova de cladística: uma experiência com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio (SAITO e URSI, 2014)

Questione os alunos se eles conhecem os personagens acima, provavelmente conhecerão. Os personagens são de uma animação chamada Pokémon, que já foi muito além de desenho animado, possuindo filmes, jogos e outros produtos bem comuns no dia a dia de crianças e adolescentes.

No enredo da animação, os pokémons também evoluem, mas de maneira individual. Essa particularidade também pode ser usada como discussão, mostrando o que há de diferente entre a evolução da animação e a evolução biológica.

Logo após as imagens, organize um quadro, como o abaixo, para que os alunos preencham, conforme observem os caracteres das espécies fictícias, o quadro abaixo já está preenchido, mas esse será um trabalho dos alunos.

a) *As espécies fictícias compartilham um ancestral comum. Efetue observações em seus caracteres no quadro abaixo:*

Tabela 1 – Quadro de características das espécies fictícias

Características	Espécies				
	s	Dodrio	Dragonite	Dugtrio	Spearow

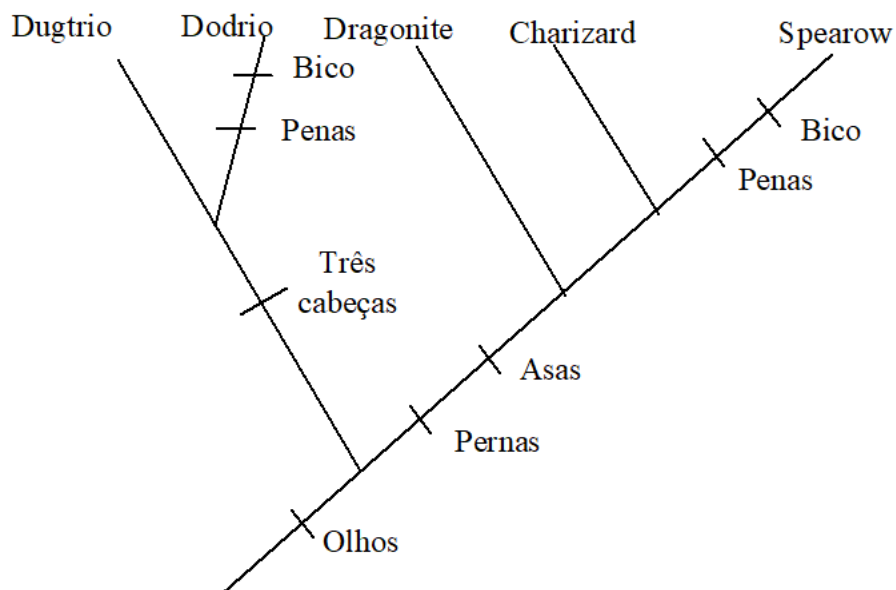
Três cabeças	1	0	1	0	0
Penas	1	0	0	1	0
Braços	0	1	0	0	1
Bico	1	0	0	1	0
Asas	0	1	0	1	1
Olhos	1	1	1	1	1
Pernas	1	1	0	1	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Marque 1 para as espécies que possuem um determinado caráter e 0 para as que não possuem. Se achar necessário, atribua novos caracteres, mas não adicione caracteres opostos, por exemplo: Se já usou “presença de asa”, não use “ausência de asas”, até porque grupos taxonômicamente válidos, denominados de táxons, são formados pela presença de caracteres e nunca pela ausência deles.

O próximo passo é construir o cladograma. Discuta com os alunos como isso pode ser feito e, durante as discussões, demonstre que é interessante iniciar o cladograma pelos caracteres compartilhados com todas as espécies fictícias, porque representam os caracteres herdados do ancestral comum, e continue a construir o cladograma, percorrendo os caracteres que agrupam duas ou três espécies, até caracteres exclusivos de cada um. Como no exemplo abaixo (Figura 4):

Figura 4 – Cladograma de espécies fictícias - Exemplo



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Quarta etapa – Compreensão do conceito de especiação: Use a construção do cladograma para proporcionar o entendimento do conceito especiação e, em seguida, distribua o roteiro abaixo, que deve ser feito através de pesquisas na internet, em sites e artigos pré-selecionados pelo mediador.

1 - Nos cladogramas, quando um ramo se divide em dois novos ramos significa que um determinado grupo ancestral deu origem a dois novos grupos. Esses dois novos grupos, podem ser espécies novas e o nome do processo de surgimento de espécies novas é especiação. O processo de especiação pode ocorrer devido a um isolamento geográfico, que separe uma mesma espécie em ambientes distintos, posteriormente causando um isolamento reprodutivo, isolando as características distintas em dois grupos, com o passar do tempo, as características selecionadas podem ter gerado tantas diferenças entre estas duas populações, que elas se tornam espécies totalmente diferentes, e, se por acaso se reencontrassem, não poderiam acasalar e gerar descendentes. Descreva uma situação hipoteticamente possível de uma espécie que sofreu isolamento geográfico, mas não sofreu isolamento reprodutivo. Justifique como isso seria possível.

2 - Darwin sempre é lembrado por suas observações sobre os diferentes bicos dos tentilhões do arquipélago de Galápagos. Essas aves tinham modificações nos bicos, de acordo com a ilha em que habitavam. Darwin chegou à conclusão de que os bicos eram adaptados para o tipo de alimento que cada ilha fornecia. Explique o mecanismo de especiação, utilizando os Tentilhões de Galápagos como exemplo.

Quinta etapa - Conclusão: Conclua fazendo uma síntese com a turma do que foi aprendido e confrontando com as hipóteses iniciais levantadas. Peça para que os discentes relacionem a Origem comum, a seleção natural e a especiação, na sequência, verifique se os mesmos conseguem perceber como esses três temas de biologia evolutiva estão totalmente interligados.

REFERÊNCIAS:

HARARI, Y. N. **Sapiens: Uma breve história da humanidade** . Porto Alegre: L&PM Editores S. A., 2015.

PIRULA e LOPES, Reinaldo José. **Darwin sem frescura : como a ciência evolutiva ajuda a explicar algumas polêmicas da atualidade** – Rio de Janeiro : HarperCollins, 2019.

SAITO, Luis Carlos. URSI, Suzana. **Pókemons invadem a prova de cladística: uma experiência com estudantes do terceiro ano do ensino médio**. Revista da SBEnBio – Número 7, 2014.

CAPITULO 4

Evolução em larga e pequena escala: o que é isso?

A evolução acontece e ponto! Mas ao estudá-la, classificações e outros métodos de análise são criados para facilitar nossas vidas. E assim, conceituamos o processo evolutivo em microevolução e macroevolução.

Em ambas, ocorrem os mecanismos de fluxo gênico, mutação, deriva genética e seleção natural. O que muda é a percepção. Ao analisarmos eventos evolutivos em uma população, tratamos de microevolução e ao analisarmos em larga escala, considerando maiores transformações evolutivas, que podem ser reveladas pelo registro fóssil, tratamos de macroevolução.

A entrada e saída de indivíduos em uma população é chamada de fluxo gênico, a popular migração. Mutação é uma alteração que pode ocorrer no DNA de uma espécie, se essa mudança for passada para os descendentes de quem a sofreu, isso pode mudar características importantes de uma espécie.

Eventos aleatórios podem ocorrer dentro de uma população e dizimar parte de seus indivíduos, mudando assim a frequência gênica destes. As queimadas, por exemplo, acontecem de forma recorrente em nosso país, como um dos seus efeitos negativos, podemos citar a morte de diversos animais, dependendo do número de indivíduos de uma espécie que forem atingidos, a frequência gênica de uma população pode ser totalmente alterada. Ou seja, quando algumas formas de variação genética ficam mais comuns na população de uma espécie, com o passar do tempo, pelo que poderíamos chamar de pura sorte? Isso recebe o nome de deriva genética (PIRULA e LOPES, 2019)

Diante de todas as mudanças que podem ocorrer na frequência gênica de uma população, acarretando características diferentes para os seus indivíduos pertencentes, é preciso lembrar que algumas dessas características podem contribuir ou não para sobrevivência do indivíduo que a possui. Os favorecidos, diante das condições do meio, vivem mais e deixam mais descendentes, os que não são favorecidos com as características que possuem, para o meio que vivem, são eliminados, e muitos podem morrer, sem ao menos se reproduzir. Para este processo damos o nome de seleção natural.

A seleção natural estará presente em qualquer um dos outros mecanismos. Independentemente do que causa alterações nas características de uma população, é a seleção natural que conclui o processo e faz a evolução acontecer.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - MICROEVOLUÇÃO E MACROEVOLUÇÃO

Primeira etapa – levantamento de conhecimentos prévios, introdução de novos termos importantes: Inicie um diálogo com a definição dos conceitos presentes no tema da aula, não será muito difícil fazer com que os alunos percebam que micro está relacionado a "pequeno, menor" e macro ao oposto, "maior, grande", junto com os alunos chegue a definição de que microevolução trata da evolução em pequena escala, de uma população específica e macroevolução trata da evolução em grande escala. Depois de definidos esses conceitos iniciais, escreva no quadro os termos dispostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Quadro de conceitos de microevolução e macroevolução

MIGRAÇÃO - SELEÇÃO NATURAL - DERIVA GENÉTICA - MUTAÇÃO - EXTINÇÃO - SURGIMENTO DE LINHAGENS - ESTABILIDADE - MUDANÇA - ESPECIAÇÃO

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Dialogue e busque respostas para a definição de cada um dos termos, anote palavras que achar convenientes e importantes para prosseguir sua explicação.

Peça para que os alunos façam o quadro 2, para dispor os termos escritos no quadro 1.

Quadro 2 – Distinção de conceitos relacionados a microevolução e macroevolução

MICROEVOLUÇÃO	MACROEVOLUÇÃO

Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Nesse quadro eles devem escrever os termos que acreditam estarem relacionados a Microevolução e a Macroevolução. A resolução dessa atividade deve ser guardada para que comparem com as conclusões obtidas no final das aulas usadas para realização dessa sequência.

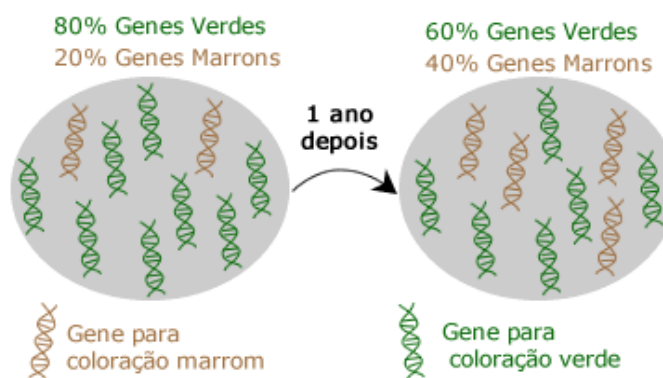
Segunda etapa – questão norteadora: Depois dessa intervenção inicial, lance a questão norteadora, que também deve ter suas respostas mantidas, para comparação ao final da aula:

A *microevolução* ocorre em uma população específica, ou seja, dentro de uma única espécie. A *macroevolução* ocorre em grupos acima de espécie, como no surgimento de novas linhagens. Diante dessas informações, qual mecanismo (já estudado) é atribuído a macroevolução?

Terceira etapa - Validação ou refutação das hipóteses levantadas: Para validar ou refutar as hipóteses levantadas, entregue o roteiro abaixo, para que os alunos resolvam:

1 – Observe a imagem da figura 1:

Figura 1: Mudança da frequência gênica em uma população

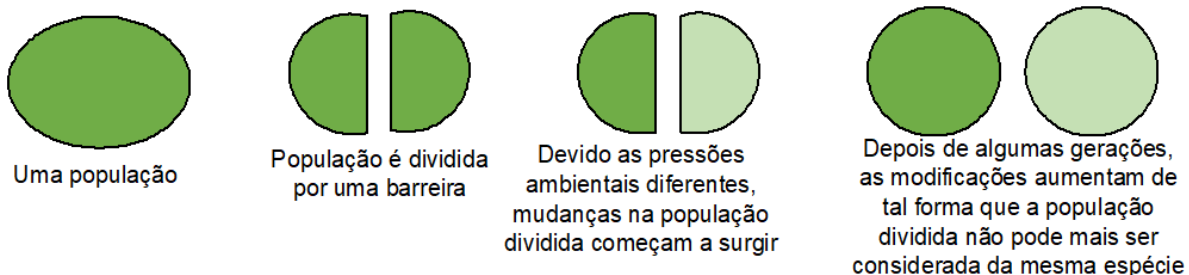


Fonte: USP – Entendendo a evolução

Nela, vemos uma mudança genética dentro de uma população. Suponhamos que essa população seja de percevejos verdes e marrons, e analisando o material genético dessa população, a princípio vemos que a característica de coloração verde era predominante em 80% e, um ano depois, esse número cai para 60%. Qual o nome desse fenômeno? Explique como ele pode ocorrer.

2 – Observe o esquema na figura 2:

Figura 2: Processo de especiação

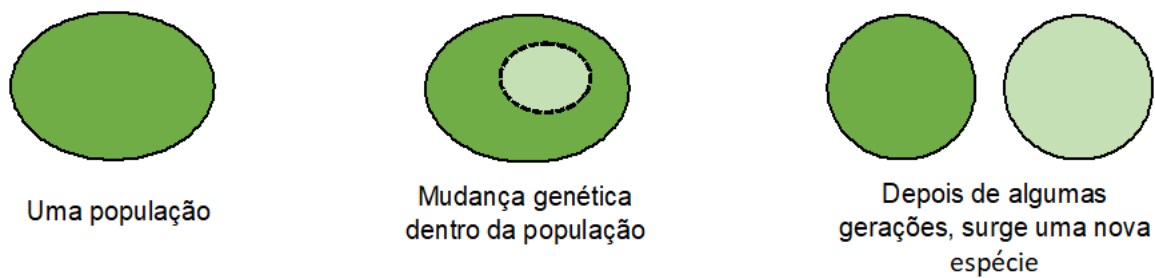


Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Analisando-o, claramente vemos que se trata de um processo de especiação que foi iniciado devido a um isolamento geográfico, que pode gerar isolamento reprodutivo e, assim, fazer com que a

variabilidade genética modifique tanto, através das gerações, até surgir uma nova espécie. Porém, a especiação, pode dar início ao seu processo de outras maneiras, através de outros mecanismos. Analise os dois esquemas apresentados nas figuras 3 e 4, realize pesquisas e identifique que mecanismos são esses.

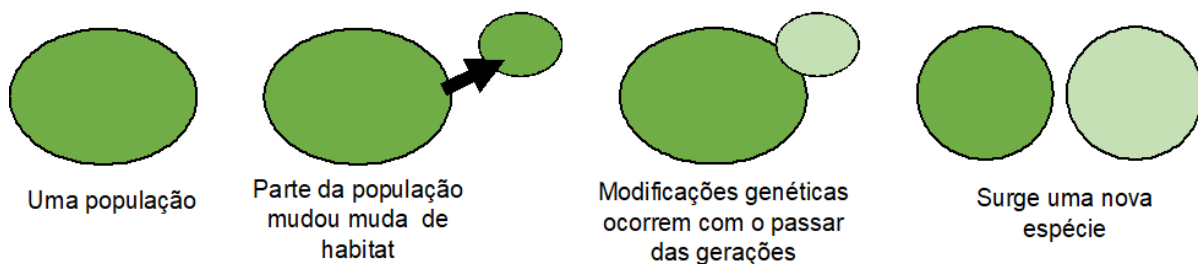
Figura 3: Mudança genética dentro da população



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Mecanismo que gerou a especiação: _____

Figura 4: Mudança de habitat



Fonte: Elaborado pela autora, 2021

Mecanismo que gerou a especiação: _____

3 – Ao analisar processos de especiação, de forma geral, podemos atribuir esse mecanismo a macroevolução, pois precisa de uma larga escala de tempo, que seria o tempo para as gerações passarem por modificação genética e darem origem a uma nova espécie. Em contrapartida, não devemos desconsiderar, que alguns indivíduos podem sofrer modificações em uma escala de tempo mais curta, sendo considerados como pertencentes ao processo de microevolução. Muitas cepas de bactérias adquirem resistência contra os antibióticos. Um exemplo disso é a *Neisseria gonorrhoeae*, a bactéria que causa gonorréia. Na década de 60, a penicilina e a ampicilina podiam tratar diversos casos de gonorréia. Hoje, 98% das bactérias de gonorréia no sudeste da Ásia são

resistentes a penicilina. Mostrando que essa bactéria infecciosa é muito mais difícil de controlar hoje, do que há mais ou menos 60 anos atrás. Podemos citar como exemplo também a rápida evolução do vírus HIV, ou até mesmo do COVID 19 (SARSCOV2). Através de pesquisas e um pouco de raciocínio, interligando essa temática atual com o que já aprendemos até aqui, explique o surgimento de tantas variantes de COVID 19 em menos de 2 anos de pandemia.

4 – Basicamente os mesmos fatores que ocorrem na microevolução, ocorrem na macroevolução, mas é preciso acrescentar a larga escala de tempo a essa última. Quando falamos de larga escala de tempo, não falamos da casa de centenas de anos, e sim, de milhões e bilhões de anos. A macroevolução reconta a história da vida na Terra, baseada, em estudos de geologia, paleontologia, evolução, entre outros. Na macroevolução temos alguns padrões, e um deles é a extinção, que é extremamente importante na história da vida. Pode ser frequente ou rara dentro de uma linhagem ou em massa, se tornando simultânea em várias linhagens. Toda linhagem tem uma chance de ser extinta e estima-se que mais de 99% das espécies que já viveram na Terra foram extintas.

a) Como uma espécie extinta é descoberta? E como isso é usado como evidência evolutiva?

b) Que outros padrões são comuns na macroevolução? Investigue sobre.

Quarta etapa – Conclusão: Compare as respostas da questão norteadora, compare os quadros preenchidos para validação ou refutação das hipóteses levantadas. Se achar necessário, explique rapidamente sobre os dois mecanismos (macroevolução e microevolução), para evitar possíveis confusões sobre o assunto. Ao concluir, e falar sobre extinção e fósseis, não deixe de enfatizar que nem todos os seres que existiram no nosso planeta podem ter sido fossilizados, e muitos fósseis ainda podem não ter sido encontrados, levando os alunos a compreenderem sobre elos perdidos da evolução, introduzindo assim esse conceito importante que será mencionado na próxima sequência didática.

REFERÊNCIA:

PIRULA e LOPES, Reinaldo José. **Darwin sem frescura : como a ciência evolutiva ajuda a explicar algumas polêmicas da atualidade** – Rio de Janeiro : HarperCollins, 2019.

CAPITULO 5

E nós humanos? Ainda estamos evoluindo? (não considere as redes sociais para responder isso)

Em tempos de *coachs* e *influencers* abastados emanando “gratiliz” nas redes sociais, é difícil unir as palavras “humanos” e “evolução” em uma mesma frase. Mas, espera aí! Vamos aproveitar o sarcasmo para lembrar que evolução biológica é diferente de qualquer progresso social (inclusive, saudades).

A evolução biológica trata das modificações ocorridas em uma população ao longo do tempo, não é nem melhora e nem piora. Quando damos ênfase para isso, afirmamos com menos receio, que sim, ainda estamos evoluindo! Biologicamente, não se esqueça disso!

As mulheres estão tendo filhos mais tarde, mas, durante quase toda a história da humanidade, as fêmeas da espécie humana tiveram o primeiro filho entre os 13 e os 17 anos de idade. Sendo assim, historicamente, o intervalo médio entre duas gerações humanas é coisa de quinze anos. Dessa forma, trinta gerações humanas são o equivalente a 450 anos, que é muito tempo para nossas vidas, mas pouco tempo em escala evolutiva. Estima-se que pode ocorrer 130 mutações por geração, se elas ocorrem em células somáticas, não as passamos adiante, podendo ser eliminadas ou, na pior das hipóteses, formarem um tumor. Se ocorrerem durante a formação dos gametas, em trinta gerações, temos 3.900 mutações no DNA (PIRULA e LOPES, 2019). Ou seja, estamos mudando!

Todavia, é preciso salientar, que já faz um bocado de tempo que a nossa espécie não sofre a pressão evolutiva que outras espécies sofrem. Afinal, não estamos livres no meio selvagem, construindo nossos próprios abrigos, competindo por comida e parceiros de acasalamento. Isso nos permite afirmar, que evoluindo estamos, mas essa evolução possivelmente não será tão drástica assim. Ou será?

Durante 4 bilhões de anos, a seleção natural vem fazendo ajustes e correções nesses corpos, de modo que espécies novas foram surgindo desde amebas, répteis, mamíferos e *sapiens*. Contudo, não há motivo para pensar que *sapiens* seja o último estágio (HARARI, 2016).

Por mais que todas as dúvidas sobre origem comum tenham sido sanadas em uma turma de estudantes, quando você se deparar com o conteúdo de evolução humana, você ainda vai ouvir: “Se o homem veio do macaco, por que ainda existe macaco?”. É meus amigos, educadores, não é fácil.

Conceitos sobre origem comum deverão ser retomados e sempre enfatize que Darwin nunca disse ou escreveu a frase acima. Na verdade, sua teoria da origem comum apenas afirma que os humanos atuais e toda macacada que existe hoje, compartilham um ancestral comum. Assim

como eu e meus primos temos como ancestrais mais próximos, nossos avós.

A frase equivocada sobre evolução humana, traz de forma subentendida a ideia de que os macacos gostariam de ter traçado a mesma linha evolutiva que os humanos. “Pois, já que o homem veio do macaco, por que cargas d’água ainda existem macacos? Afinal homens são melhores que macacos!” Doce engano.

As reflexões que essa frase pode acarretar são totalmente equivocadas também. Dependendo do evolucionista que escuta, nem sobrevive. Pois: 1- A evolução não é melhora. 2- A espécie humana não é a melhor. 3- Não existem espécies melhores ou piores. 4- Cada espécie possui suas habilidades adaptadas para onde vivem. 5- A evolução não é direcionada.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA - EVOLUÇÃO HUMANA

Primeira etapa – diálogo sobre possíveis motivos que levam algumas pessoas a rejeitarem a evolução humana – Inicie a aula com o vídeo Dance monkeys, dance, disponível na plataforma do youtube, disponível no link <https://www.youtube.com/watch?v=ZY2z12ORYJI>, o vídeo de maneira descontraída e, para muitos, chocante, traz várias discussões sobre falhas humanas, ego, e ao final de cada uma dessas discussões o locutor sempre volta a uma mesma frase, que nos coloca em nosso devido lugar, no reino animal, na ordem primata.

Logo após a exibição do vídeo, ouça o que os alunos tem a dizer, respeite os comentários e mantenha ordem para qualquer adversidade que possa surgir, o tema é delicado para muitos, mas o intuito é que percebam que também somos animais e, assim como todos os outros seres vivos, também somos resultado da evolução biológica.

Como já mencionado na sequência didática do capítulo 1, relate outros pesquisadores que através de seus estudos descobriram fatos que foram contra tudo que era pensado até então pela sociedade, mas nenhum sofreu tanta rejeição como Charles Darwin. Através desses argumentos, faça com que os alunos reflitam que toda essa rejeição é fruto de ego inflado e ignorância.

Um dos principais fatores que causa essa rejeição pela evolução humana muitas vezes é a religião, traga notícias que mostrem que alguns religiosos, possuem sua fé, seguem suas doutrinas e mesmo assim conhecem e aceitam a teoria da evolução, um exemplo bem popular é o Papa Francisco, que já falou sobre isso e ainda acrescentou o Big Bang na lista de teorias que ele aceita e que não abalam sua fé. Esta abordagem inicial é importante, para evitar possíveis rejeições para o desenvolvimento das atividades desta sequência didática.

Segunda etapa – questão norteadora: Logo após a introdução, lance a questão norteadora: *Todos já devem ter ouvido a frase: “A ciência diz que os seres humanos vieram do macaco”. Essa frase já foi e ainda é motivo de muita discussão, mas o grande problema é que ela está completamente errada. Eu e meu primo somos parentes, nossos ancestrais comuns mais próximos são nossos avós, compartilhamos esse ancestral comum, ou seja, os meus avós, são avós dele também. Não viemos de nenhum macaco, mas podemos dizer que somos parentes, assim como vocês já aprenderam que possuímos parentesco com todos os outros seres vivos. Humanos e macacos compartilham um ancestral comum. Essa frase sim é correta, e é isso que a seleção natural prova e mostra, não apenas para nossa espécie, mas para todas outras. Para compreender como nossa espécie evoluiu, como todas as outras, repare na diversidade humana, com diferentes fenótipos e tons de pele, investigue e responda: A que mecanismo essa diversidade está relacionada? Explique.*

Terceira etapa – Validando ou refutando a hipótese levantada: Em seguida entregue o roteiro abaixo, para que os alunos aprofundem suas investigações sobre o assunto:

*1 - Darwin, em seu livro “A descendência do homem”, publicado em 1871, já havia declarado que o berço da humanidade é a África, o que não foi visto com bons olhos pela sociedade europeia, branca. O que deu origem a uma fraude conhecida como Homem de Piltdown, em que foi utilizado um crânio de **Homo sapiens**, com uma mandíbula de macaco para simular o fóssil de um ancestral humano e tentar provar que o berço da humanidade seria a Europa, ao invés da África, em nome do racismo. A fraude só foi desmascarada com os testes de carbono – 14, mostrando que aquele fóssil era recente e que pertencia a duas espécies distintas. Através da fraude, ao menos afirmamos que as semelhanças entre humanos e outros primatas são reais, principalmente entre humanos e chimpanzés. Investigue e descreva as semelhanças morfológicas e moleculares existentes entre essas duas espécies.*

2) Os símios (chimpanzés, gorilas, orangotangos, bonobos, juntos com os humanos, fazem parte da família Hominidae. Investigue e descreva como e quando, dentro da mesma família, ocorreram as divergências para dar origem a um grupo bípede, que posteriormente daria origem a nossa espécie atual, sabendo que os outros integrantes dessa família possuem a forma de locomoção quadrúpede.

3) Quando os primeiros humanos descobriram como fazer fogo, a vida se tornou muito mais fácil em vários aspectos. Eles se reuniam em torno das fogueiras para se aquecerem, conseguir luz e proteção. Usavam o fogo para cozinhar, o que lhes deu mais calorias do que comer alimentos crus difíceis de mastigar e digerir. Podiam socializar noite adentro, o que possivelmente deu origem ao hábito de contar histórias e outras tradições culturais. Mas também houve desvantagens. Algumas vezes, a fumaça queimava seus olhos e seus pulmões. A comida era provavelmente um pouco carbonizada, o que pode ter aumentado o risco de terem desenvolvido alguns cânceres. Com todos reunidos em um só lugar, as doenças também podem ter sido transmitidas com mais facilidade (BBC News – 2021).

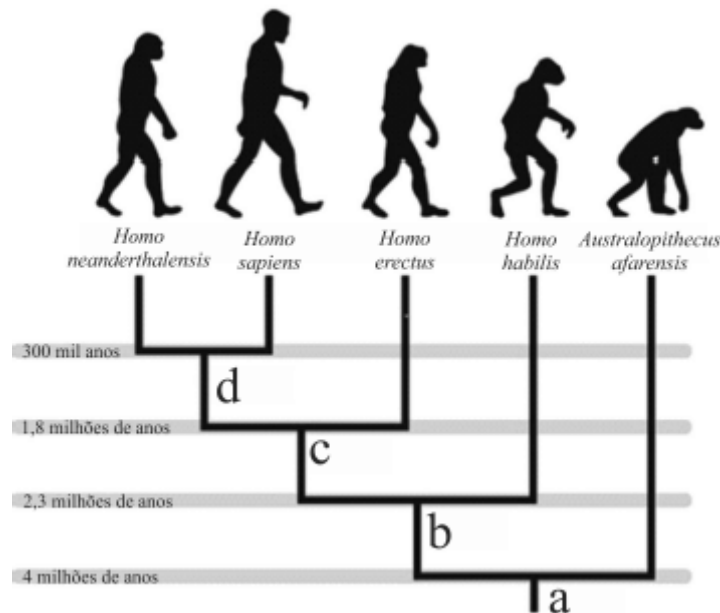
a) Outros animais não possuem o privilégio de preparar seus próprios alimentos, assim como nós humanos. Graças ao fogo e outras descobertas e práticas, a preparação dos alimentos atribuiu vantagens para evolução humana. Qual espécie de homínido descobriu o fogo? Investigue e descreva qual a relação existente entre a preparação dos alimentos para consumo e o desenvolvimento do cérebro humano.

b) No enunciado acima, vemos que alguns costumes atuais foram criados pelos nossos ancestrais e

perpetuam até hoje. A espiritualidade humana também não é algo recente. Ancestrais humanos já possuíam o costume de enterrar pessoas próximas e realizar rituais espirituais há milhares de anos. Qual espécie de homínido pode ter dado origem a esses costumes? Disserte sobre.

4 – Observe a imagem na figura 1 e responda os questionamentos a seguir:

Figura 1: Cladograma – Evolução humana



Fonte: BBC, 2021

a) Cada uma das letras (a, b, c, d) demonstra o surgimento de uma linhagem nova nesse cladograma. O surgimento de uma nova linhagem, sempre possuirá o surgimento de espécies novas. O mecanismo que dá origem a novas espécies se chama _____.

b) Para o surgimento das linhagens novas ocorrerem, o processo de seleção natural estava acontecendo, cada espécie nova com suas pressões ambientais específicas. Além disso, podemos observar a escala de tempo necessária para essas modificações terem ocorrido. Analisando o cladograma, podemos considerar que ele demonstra uma macroevolução ou uma microevolução? Justifique.

Quarta etapa – Conclusão: Compare as respostas da questão norteadora, com as conclusões finais que os alunos descreveram ao final da execução da sequência.

REFERÊNCIAS

A verdadeira razão pela qual os seres humanos dominaram a Terra, disponível em BBC News: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-56590537>, acesso em 11 de setembro de 2021.

HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus – Uma breve história do amanhã**. Companhia das Letras: São Paulo, 2016.

HARARI, Y. N. **Sapiens: Uma breve história da humanidade**. Porto Alegre: L&PM Editores S. A., 2015, p. 10.

PIRULA e LOPES, Reinaldo José. **Darwin sem frescura : como a ciência evolutiva ajuda a explicar algumas polêmicas da atualidade** – Rio de Janeiro : HarperCollins, 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS-INTERVENÇÃO

SEXO:_____ IDADE:_____.

DATA DA APLICAÇÃO:_____/_____/2021

Possui alguma religião? () sim () não Se sim, qual? _____

1- Com base nos seu conhecimentos prévios sobre biologia evolutiva, você acha que a frase corriqueiramente usada "o macaco melhorou e transformou-se em um homem" seja verdadeira?

()Sim ()Não

2- Você acha que os seres vivos se modificam ao longo do tempo?

()Sim ()Não

3- Você conhece o termo "ancestral comum"?

()Sim ()Não

Se sim, defina o termo de maneira sucinta:

4- Você já ouviu falar no termo "espeiação"? ()Sim ()Não

Se sim, defina o termo de maneira sucinta:

5- Para você, o que é evolução biológica?

6- O que você entende por “seleção natural”?

7- Baseado em seus conhecimentos, como surge uma nova espécie?

8- Como você explica a semelhança entre algumas espécies, como cavalos e zebras, tigres e onças, lhamas e camelos, entre outros exemplos?
