

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

PAULO EDUARDO DALL'ACQUA

**Proposta de organização do trabalho pedagógico para o ensino de Evolução
pautada em pressupostos piagetianos**

Campo Grande, MS

2025

PAULO EDUARDO DALL'ACQUA

**Proposta de organização do trabalho pedagógico para o ensino de Evolução
pautada em pressupostos piagetianos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, área de concentração em Ensino de Ciências Naturais, Linha de Pesquisa: A Construção de Conhecimento em Ciências, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Amanda de Mattos Pereira Mano

Campo Grande, MS

2025

PAULO EDUARDO DALL'ACQUA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, área de concentração em Ensino de Ciências Naturais, Linha de Pesquisa: A Construção de Conhecimento em Ciências, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª Dr^ª Amanda de Mattos Pereira Mano (Presidente)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS)

Prof^ª Dr^ª Vera de Mattos Machado
(Membro Titular Interno)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS)

Prof^ª Dr^ª Vanessa Daiana Pedrancini (Membro Titular externo)
(Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS)

Prof^ª Dr^ª Nádia Cristina Guimarães Errobidart (Suplente interno)
(Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS)

Prof^ª Dr^ª Mirian Xavier (Suplente externo)
(Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS)

Campo-Grande, MS, 11 de fevereiro de 2025.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Maria Catarina Mendes Gonçalves e Eduardo Dall'Acqua, manifesto minha mais sincera gratidão. Apesar das adversidades, sempre foram fonte de incentivo e apoio incondicional ao longo da minha trajetória. Todo o meu reconhecimento e devoção são dedicados ao esforço constante que empreenderam em favor da minha formação pessoal e acadêmica.

À Professora Dr^a Amanda, minha orientadora, agradeço profundamente pela confiança depositada neste trabalho e pela orientação dedicada, constante e generosa. Mesmo diante dos desafios enfrentados ao longo do percurso, sua condução firme, sensível e rigorosa foi essencial para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Às professoras Dr^a Vanessa Daiana Pedrancini e Dr^a Vera de Mattos Machado, membros da banca examinadora, agradeço a valiosa contribuição teórica e crítica oferecida a esta pesquisa. Suas observações e sugestões revelaram-se fundamentais para o aprimoramento deste trabalho e para o fortalecimento da minha formação como pesquisadora.

À equipe gestora da Escola Estadual General Malan — Anne Karen Dutra Salomão Rocha, Gilvânia Jardim da Silva e Felipe Arruda Curci — agradeço o apoio pedagógico e institucional, sem o qual a realização desta pesquisa não teria sido possível.

A todos os estudantes que participaram do estudo, em especial às turmas do 3º ano de 2024 da Escola Estadual General Malan, expresse meu reconhecimento e apreço. Este trabalho é dedicado a vocês, que constituem a motivação contínua pela qual se busca repensar, aprimorar e transformar a prática pedagógica, em defesa de uma educação pública, crítica, inclusiva e de qualidade para todas e todos.

E a todos que dividiram um pouco do esforço comigo (incluindo meus filhos não humanos), sem vocês, nada seria possível. *Grandes Aventuras Buscam Inspirações.*

*Son cœur est un luth suspendu;
Sitot qu'on le touche il resonance .
– De Beranger*

RESUMO

A Evolução Biológica é um dos temas mais desafiadores no ensino de Ciências, em razão de fatores como interferências religiosas, simplificações, e a falta de formação adequada de professores. Esta pesquisa propõe uma abordagem fundamentada no Construtivismo de Piaget, privilegiando a investigação e a construção do conhecimento, em oposição à memorização e repetição mecânica. Foi desenvolvido um conjunto de estratégias pedagógicas, articulando referenciais teóricos e metodológicos com o objetivo de superar os desafios na compreensão e no ensino da Evolução Biológica. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e tem como objetivo promover um trabalho didático-pedagógico sustentado em pressupostos piagetianos para o ensino-aprendizagem da Evolução Biológica. Uma sequência didática foi desenvolvida junto a 56 estudantes, do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola estadual em Campo Grande/MS, estruturada em quatro etapas: na primeira etapa, aplicou-se um questionário diagnóstico, que revelou a existência de conhecimentos sobre Evolução, mas esses eram confusos, permeados por senso comum e influências religiosas. Na segunda, foi ministrada uma aula expositiva sobre os conceitos centrais do Darwinismo, como Seleção Natural, gradualismo e ancestralidade comum. A terceira etapa utilizou o jogo de simulação "Presa/Predador" para exemplificar dinâmicas evolutivas. Por fim, na quarta etapa, os alunos visitaram o Bioparque Pantanal, no qual puderam observar exemplos da Seleção Natural. Ao final, um questionário avaliativo indicou que a abordagem pedagógica pautada em pressupostos piagetianos, ao proporcionar uma postura investigativa, contribuiu para a aprendizagem de conceitos relacionados à Evolução Biológica. A prática descrita valoriza a autonomia intelectual dos estudantes, promovendo a construção coletiva de significados e a postura argumentativa diante do conhecimento. A mediação é essencial nesse processo, por incentivar a reflexão crítica e a responsabilidade pelo próprio aprendizado. No entanto, a efetivação de propostas fora do ambiente escolar depende de políticas públicas eficazes, ainda pouco divulgadas e apoiadas nas redes de ensino.

Palavras-chave: Evolucionismo. Ensino-aprendizagem. Construtivismo.

ABSTRACT

Biological Evolution is one of the most challenging topics in science education, due to factors such as religious interference, oversimplification, and the lack of adequate teacher training. This research proposes an approach grounded in Piagetian Constructivism, emphasizing inquiry and the construction of knowledge rather than memorization and mechanical repetition. A set of pedagogical strategies was developed, integrating theoretical and methodological frameworks with the aim of overcoming the challenges in understanding and teaching Biological Evolution. The study adopted a qualitative approach and aims to promote didactic-pedagogical practices based on Piagetian assumptions for the teaching and learning of Biological Evolution. A didactic sequence was implemented with 56 third-year high school students from a public school in Campo Grande, MS. It was structured in four stages: in the first stage, a diagnostic questionnaire was applied, revealing the presence of prior knowledge about Evolution, albeit confused and influenced by common sense and religious beliefs. In the second stage, a lecture was given on core Darwinian concepts, such as Natural Selection, gradualism, and common ancestry. The third stage involved the simulation game "Prey/Predator" to illustrate evolutionary dynamics. Finally, in the fourth stage, students visited the Pantanal Biopark, where they could observe examples of Natural Selection. At the end of the sequence, an evaluative questionnaire indicated that the pedagogical approach based on Piagetian principles, by fostering an investigative stance, contributed to the learning of concepts related to Biological Evolution. The described practice values students' intellectual autonomy, promoting collective construction of meaning and the development of argumentative reasoning in relation to knowledge. Mediation plays a key role in this process by encouraging critical reflection and a sense of responsibility for one's own learning. However, the implementation of such proposals beyond the school environment depends on effective public policies, which are still underpublicized and insufficiently supported within educational systems.

Keywords: Evolutionary theory. Teaching and learning. Constructivism. Science education.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	8
2 O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA.....	13
2.1 Evolução Biológica: aspectos gerais	13
2.2 Evolução Biológica: algumas considerações presentes na BNCC e no Referencial Curricular de Mato Grosso do Sul.....	30
2.2.1 Evolução Biológica na BNCC.....	30
2.2.1 Evolução Biológica no Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul	36
2.3 Evolução Biológica em pesquisas com sequência didática.....	38
3 Jean Piaget	49
3.1 Breves apontamentos sobre vida e obra de Jean Piaget.....	49
3.2 A Epistemologia Genética.....	51
3.3 Os estádios de desenvolvimento da criança e do adolescente.....	52
3.3.1 O período de preparação e de organização das operações concretas de classes, relações e número	55
3.4 Tipos de conhecimento.....	59
3.5 Contribuições de Piaget para a educação.....	61
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	66
a. A escola	68
b. Os estudantes	69
c. Desenho da pesquisa.....	69
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
5.1 Respostas ao questionário de pré-teste	73
5.2 Apresentação dos seminários	77
5.3 Vivência com o Jogo “Presas e predador”	81
5.4 Aula de campo.....	84
5.5 Resultados do Questionário pós-teste.....	90
5.6 Os pressupostos piagetianos na organização do trabalho pedagógico: alguns apontamentos	94
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	99
REFERÊNCIAS.....	104
Anexos	115
Apêndices.....	119

1 INTRODUÇÃO

O interesse pela temática desta pesquisa de Mestrado, o ensino de Evolução na Educação Básica, surgiu, especialmente, a partir da vivência em sala de aula como professor de Biologia, em turmas do Ensino Médio. Ao observar, empiricamente ou em textos que debatem essa temática, é notório que há um distanciamento daquilo que é ensinado em sala de aula e a aplicação/compreensão científica no cotidiano. Muitos dos alunos que acompanhei¹, ao longo dos anos de minha prática profissional, não compreendiam os processos evolutivos que nos trazem até a atualidade, ainda, ideias religiosas centradas na ideia de uma criação divina se faziam presentes no entendimento dos alunos quanto a este tema.

Ressalta-se também que para além do observado em minha prática pedagógica, a escolha pela área da Evolução Biológica se dá pelo entendimento do caráter transdisciplinar desse conteúdo. A evolução biológica é um tema considerado central e unificador dentro da Biologia, uma vez que a seu entendimento se faz necessário a compreensão de um conjunto de outros conhecimentos desta ciência.

Soma-se a minha experiência em sala de aula as explicações clássicas de Bizzo (1991), na quais apresenta que os estudantes possuem concepções derivadas de suas experiências socioculturais, especialmente no que diz respeito à evolução biológica, que persistem mesmo após anos de instrução formal, mantendo ideias que se distanciam das concepções científicas, compreendendo a evolução como um processo de aprimoramento, crescimento e aperfeiçoamento, orientado por um objetivo pré-determinado (Oliveira e Bizzo, 2018). Assim, percebe-se a importância da construção adequada de conceitos evolutivos de modo mais próximo às ideias científicas.

A compreensão da Biologia é incompleta sem o entendimento da evolução biológica, no entanto, mesmo sendo considerada pela comunidade científica um dos pilares da Biologia, não tem recebido a mesma importância no currículo escolar (Alves, 2019), e, ao não assimilar adequadamente a Evolução Biológica e não ter a compreensão ampla da complexidade das relações entre o mundo vivo e o meio ambiente, a conservação poderia ser prejudicada, uma vez que a não haveria a compreensão das

¹ Apenas neste item de Introdução, será utilizada a conjugação verbal da primeira pessoa do singular, quando retratar minhas vivências pessoais.

interrelações das espécies e história evolutiva dos organismos. Observa-se que já no começo deste século, Saito (*et al.*, 2006) constatou em uma cerca de trabalhos de educação em ciências, em eventos científicos, uma ausência de uma visão integrada dos conceitos centrais biológicos, com ênfase maior nos aspectos descritivos e taxonômicos, em detrimento dos aspectos evolutivos que levariam à compreensão de conceitos como Biodiversidade ou Ecossistema.

Vejam os que, em um contexto atual em que sofremos as consequências das mudanças climáticas, tornando imperativa a necessidade da conservação dos ecossistemas naturais, muitas questões que perpassam a evolução das espécies apresentam-se ainda mais desafiadoras.

Lembro-me que foi com esse objetivo, de atuar em favor da conservação biológica, que saí do curso de Biologia. Inicialmente, atuando em organizações de Educação Ambiental, percebi que essas problemáticas poderiam ser tratadas de maneira mais efetiva ao atingir um público maior, e isso seria possível atuando como professor na Educação Básica. Assim, após alguns anos na iniciativa privada, fui aprovado em um concurso para exercer a docência na rede estadual de Mato Grosso do Sul, e uma vez inserido nesse contexto, observei as peculiaridades são ainda mais amplas. Assim destaco, a heterogeneidade do público que trabalhamos, que reúne realidades distintas, diversas visões ideológicas, várias condutas e comportamentos frente ao ensino etc.

Estas diferentes facetas acabam por incrementar os desafios de ensino. Ademais, atrelado às novidades cotidianas, como o avanço das mídias tecnológicas, o uso quase indiscriminado de sistemas de inteligência artificial e a uma realidade que indica que a Educação, sobretudo a pública, precisa se adequar aos novos desafios, enquanto continua a enfrentar os antigos. É certo que a educação se encontra em um processo de transformação, principalmente, no que se refere à diversificação dos métodos de ensino utilizados. Isto é, métodos que aprofundam essas desigualdades necessitam ser superados, e teorias que indiquem uma saída a esse contexto precisam ser incorporadas à prática cotidiana dos professores.

No ensino de Ciências não é diferente, as abordagens centradas na transmissão do professor e na mera memorização de conceitos, não conseguem engajar os alunos quanto a motivação para aprender, tampouco, desenvolver habilidades essenciais para nossa vivência em sociedade como pensamento crítico, resolução de problemas e aplicação prática do conhecimento científico.

Destaca-se que os métodos tradicionais de ensino são caracterizados pela transmissão hierárquica de conhecimentos e pela ênfase na memorização em vez da reflexão crítica, sendo predominantemente baseados em aulas expositivas, nas quais o professor é o detentor do conhecimento e grande protagonista, enquanto aos estudantes cabe repetir fielmente os conteúdos memorizados em provas classificatórias, em um cenário no qual o aluno atua quase sempre de forma passiva, dificulta sua participação no processo de busca e consolidação do conhecimento, elemento essencial para o desenvolvimento de mentes críticas e inovadoras (Cruz *et al.*, 2019).

É necessário, portanto, avançar quanto ao modelo tradicional de educação ou até mesmo superá-lo. Já em meados do século passado, um grande nome da Epistemologia e da Educação alertava que “A principal meta da educação é criar pessoas que são capazes de fazer coisas novas, não simplesmente repetir o que outras gerações fizeram – pessoas que são criativas, inventivas e descobridoras” (Piaget, 1977, p. 45).

Nesse âmbito, é importante que se busque modelos educacionais que não apenas se preocupe com a aquisição de conhecimentos, mas também tenha um olhar sobre habilidades sociais, de ações críticas, que incentive os estudantes a reverem paradigmas que eles reproduzem por vezes de maneira automática, além de compreender e dispor de práticas que se aliem a sociedade contemporânea. Compreender que, atualmente, a informação é onipresente, que seu uso sem compreensão é de baixo valor, mas que a sabedoria partilhada e o envolvimento em resoluções de problemas práticos são formas relevantes e tornam-se fundamentais.

Nesse ínterim encaminhamos a problemática central desta pesquisa, ao buscar saídas para diversificar as aulas de Biologia do ensino médio, buscando uma efetividade de ensino que contemple ações críticas e partilhas sociais, surge o questionamento: como uma sequência didática de base em pressupostos Piagetianos contribui para a evolução conceitual sobre o conteúdo de Evolução Biológica? Quais as contribuições e limites de uma organização pedagógica que busque a participação ativa de estudantes? Ainda, como sair de uma simples transmissão de impressões baseadas em senso comum para opiniões que estejam alicerçadas no conhecimento científico?

Para tanto, esta pesquisa pauta-se na Epistemologia Genética de Jean Piaget e em sua interpretação para a construção de conhecimentos, o Construtivismo, isto é, do pensamento mais simples, chamado até mesmo de inteligência prática como vemos nos bebês, ao mais elaborado, conforme acompanhamos o raciocínio hipotético dedutivo.

A partir deste referencial teórico, buscou-se estratégias para desenvolver o trabalho em sala de aula, sempre pensando em desenvolver e estimular o protagonismo dos estudantes por meio de uma organização didático-pedagógica que conduzisse os estudantes a desenvolver argumentos fundamentados em conceitos científicos, sendo este um indicativo de aprendizagem em Evolução Biológica.

Particularmente, optamos por trabalhar com uma Sequência Didática (SD), definida por Zabala (1998) como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que tem princípios e fins conhecidos tanto pelos professores quanto pelos estudantes (Zabala, 1998). Como as SD são planejadas e analisadas previamente, também possibilitam a observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática e, também, podem ser consideradas uma ferramenta para a coleta de dados nas investigações em educação científica (Motokane, 2015).

Metodologicamente, portanto, temos uma pesquisa qualitativa, do tipo pesquisa-ação, na qual foi desenvolvida e aplicada uma SD, pautada em pressupostos construtivistas, sobre conteúdos que perpassam a temática da Evolução Biológica, em uma turma de 3º ano do Ensino Médio, da rede pública, na cidade de Campo Grande-MS. Assim, esta pesquisa tem como objetivo principal promover um trabalho didático pedagógico pautado em pressupostos piagetianos, na disciplina de Biologia, com vistas ao ensino e aprendizagem da Seleção Natural como mecanismo da Evolução Biológica e, como objetivos específicos: a) desenvolver uma situação de aprendizagem que possibilite a assimilação de conceitos sobre a Biologia Evolutiva através de atividades de ensino por investigação; e b) verificar se os conhecimentos adquiridos foram assimilados, acomodados, organizados e equilibrado pelos estudantes.

O estudo está organizado em cinco partes, a saber: esta Introdução com aspectos motivacionais e gerais para realização do estudo; no segundo item apresenta-se um panorama de como é o ensino de evolução no Brasil, bem como os documentos norteadores desse trabalho, com ênfase na abordagem da Biologia Evolutiva em tais documentos, além de inserirmos um panorama de pesquisas que se desenvolvem nesse âmbito; no terceiro item apresenta-se, brevemente, alguns postulados da teoria piagetiana, seus aspectos gerais e como pode ser possível sua aplicação em espaços educacionais de ensino; em sequência, no quarto item, são apresentados os aspectos metodológicos da pesquisa empregada; no quinto item, Resultados e Discussões, apresenta-se o escopo da pesquisa, com suas características e eventos somados a alguns apontamentos acerca dos

pressupostos Piagetianos no trabalho pedagógico e, por fim, as considerações finais dessa pesquisa.

2 O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

2.1 Evolução Biológica: aspectos gerais

Neste subitem apresentam-se os principais eventos históricos que fundamentam as correntes de pensamento sobre a imutabilidade ou a capacidade de modificação das espécies, as quais foram predominantes nos séculos XVIII e XIX, constituindo um contexto significativo para o desenvolvimento do conflito entre essas perspectivas e que encaminham o pensamento atual sobre a Evolução Biológica.

Tratamos, portanto, de contextualizar historicamente o pensamento e as contribuições, sobretudo, de Charles Darwin, destacando sua interação com os contemporâneos, visando ilustrar que o conhecimento científico é sempre fruto de um processo colaborativo e, por vezes, coletivo, e não fruto de mentes individuais, ou seja, não é algo “descoberto” na natureza pela ação de um gênio (Cortez, 2018, p.36).

Naturalmente, esta exposição seria incompleta sem a análise dos elementos do contexto científico-filosófico precedente, particularmente a partir do século XVII. Esse retrocesso temporal é crucial para demonstrar que a Teoria em questão não surgiu de maneira abrupta ou desconectada de seu contexto histórico, evitando omissões ou distorções de aspectos fundamentais na elaboração de suas ideias. Assim, são discutidos alguns dos principais autores cujas obras foram relevantes no debate originado pela emergência das ideias sobre a transmutação das espécies (Cortez, 2018).

Acerca do evolucionismo das espécies, serão abordados Georges Louis Leclerc, o conde de Buffon (1707-1788), Erasmus Darwin (1731-1802), Jean Baptiste Lamarck (1744-1829), e Charles Darwin (1809-1882).

Cabe ressaltar, de início, que apesar de existirem trabalhos que já haviam mudado o pensamento científico para a época, no caso o início do século XVII e XVIII, como os trabalhos de Descartes, Leeuwenhoek e Linné, os diversos naturalistas se mantinham ocupados, por exemplo, na classificação das diferentes formas de vida, e mantinham-se afastados, seja por convicção religiosa ou por prudência, de se chegar à lógica da existência da Evolução Biológica. Apesar dos trabalhos de taxonomia de Carl von Linné, ao classificar os seres vivos em grupos, e grupos de grupos, dando uma aparência para essa classificação de uma árvore com grandes galhos, que se dividiam em menores, de depois em menores ainda, já dar uma noção de uma Evolução Biológica parecesse mais natural que nunca, o naturalista era fortemente antievolucionista, e agarrava-se firmemente às lendas presente no Gênesis (Viero, 2013).

Georges Louis Leclerc, o conde de Buffon

O primeiro cientista a realizar trabalhos especulando abertamente sobre a Evolução foi o naturalista francês, predecessor de Lamarck, Georges Louis Leclerc, o conde de Buffon (1707-1788), que tratava esse ramo da ciência como um processo de degeneração. Em 1753, ele introduziu a ideia da variabilidade das espécies. Buffon postulava que as espécies do norte do Velho Mundo haviam se tornado mais fracas e inferiores em comparação com suas origens, e que na América, espécies que não eram "úteis" alcançavam dimensões extraordinárias. Apesar do caráter especulativo de suas proposições, suas ideias foram fundamentadas em observações de diversos viajantes. Conforme demonstram os autores, essas ideias permitiram a Buffon introduzir uma nova hipótese: a de que as espécies evoluem, pois, segundo ele, degeneram, entram em extinção e novas espécies são geradas. Buffon sugeriu até mesmo um sistema de seleção natural, no qual as espécies menos perfeitas já teriam desaparecido ou desaparecerão (Barreto, 2014).

Originalmente o termo “evolução” foi cunhado em 1744 pelo biólogo alemão Albrecht von Haller, para descrever a teoria de que os embriões crescem de homúnculos pré-formados contidos no óvulo ou no esperma humano. Haller escolheu o termo cuidadosamente, porque a palavra latina *evolvere* significa “desenrolar”. Tudo indica que o próprio Darwin, inicialmente, não ficou satisfeito com o termo e preferia a sua expressão: “descendência com modificação” (Almeida; Falcão, 2005, p. 18)

No século XVIII, a História Natural progrediu por duas abordagens distintas. O programa linneano impulsionou o avanço através da identificação, descrição e classificação de minerais, plantas e animais. Por outro lado, o programa buffoniano promoveu o progresso ao identificar, descrever, historiar e buscar revelar a ordem natural subjacente à diversidade observada no mundo natural, com particular ênfase na que sustentava o Mundo Natural dos Seres Organizados (Ramos, 2020).

Ao longo de sua vasta obra, Buffon realizou uma comparação entre amostras fósseis e as espécies viventes, indicando semelhanças e elaborando um histórico para a biodiversidade no planeta. Através dessas análises, ele reconhecia que a Terra deveria ter um tempo de existência muito maior que o descrito pelos cálculos pautados por uma interpretação literal da Bíblia, e apresentou também uma série de evidências e argumentos em que as espécies se modificariam ao longo do tempo, mas somente sob certas condições (Cortez, 2018). O autor explica, nos escritos que se encontram nos tomos de *Histoire*

Naturelle générale et particulière, em cujos 44 volumes, alguns publicados após sua morte, trata dos conhecimentos de História Natural existentes até então, onde Buffon, além de descrever seus métodos de trabalho, interpretava os fósseis como “monumentos históricos da natureza” (Pino, 2009). O mesmo autor indica:

Segundo o biólogo alemão Ernst W. Mayr (1904-2005), o paradoxo de Buffon é que “ele não foi um evolucionista, mas foi o pai do evolucionismo. Foi a primeira pessoa a discutir um grande número de problemas evolutivos, problemas que antes de Buffon ninguém levantou (...) ele os expôs à atenção do mundo científico” (1981, p. 335). Em razão disso, Darwin só teria admitido o valor científico das ideias de Buffon sobre a evolução em 1866, referindo-se a ele como o primeiro que, nos tempos modernos, tratou a evolução com espírito científico (Pino, 2009, p. 850).

Além dos fósseis terem indicado a Buffon que a Terra possuía diferentes épocas, a disposição desses fósseis na crosta terrestre também lhe chamou a atenção. Questionava o motivo de existir fósseis em regiões do planeta onde seus descendentes não são mais encontrados atualmente, e formulou duas premissas que poderiam explicar esse fator: “o globo terrestre possui um calor interior que lhe é próprio e que é independente do calor que os raios de sol podem lhe transmitir” e “o calor que o sol envia à terra é muito pequeno em comparação ao calor do próprio globo terrestre, e esse calor enviado pelo sol não seria, por si só, suficiente para manter a natureza viva” (Buffon, 1778, pp. 5-6, *apud* Cortez, 2018). Dessa forma, o calor da Terra estaria se dissipando e as diferentes formas de vida estariam dependendo cada vez mais do calor advindo do Sol; mas este não seria suficiente para manter a vida na Terra, sendo esse o motivo que levariam as espécies, principalmente animais, a migrarem pelo planeta, explicando o fato de o “elefante”, por exemplo, habitar áreas quentes da África, mas seus “fósseis” serem encontrados na Sibéria (Cortez, 2018).

Buffon articulou uma das primeiras ideias sobre um mecanismo de transmutação das espécies viventes (especialmente referindo-se aos animais): as espécies teriam perdido seu tamanho e vigor primordial em consequência do resfriamento do planeta, sofrendo um processo de “degeneração”. Apesar de Buffon ter argumentado de forma a conciliar a transmutação com as visões religiosas, discutindo a questão do tempo de existência da Terra e deixando espaço para episódios de criação de espécies, e apesar de ele próprio ter se apresentado em sua obra como um homem fiel aos preceitos religiosos e respeitoso a Deus, ele ainda foi criticado pelos mais devotos, que acusavam sua obra de “tentar romper a ligação entre a ciência e a fé religiosa” (Cortez, 2018; Pino, 2009).

Erasmus Darwin

Outro predecessor de Lamarck, o médico inglês Erasmus Darwin (1731 – 1802), avô de Charles Darwin, foi outro importante cientista a defender a transformação das espécies. Como pessoa influente à sua época, participou de várias Sociedades Científicas. Para ele, os estudos da natureza eram um prazer que ganhava vida com as discussões que ocorriam na Sociedade Lunar, além de participar e dirigir muitas das reuniões dessa sociedade sediada em Birmingham, Erasmus era também membro da *Royal Society of London* e autor de uma vasta obra, e teve escritos sobre uma proposta evolutiva com aspectos de progressão e que não envolvia a intervenção divina (Donda, 2016). A mesma autora ainda salienta que o mesmo fez poucos experimentos, observações ou coletas, definindo-o mais como um naturalista especulativo que um experimentalista.

Escreveu diversas obras fundamentadas em seus estudos e investigações sobre o ser humano e os demais seres vivos, especialmente as plantas. Suas obras mais importantes são *The Botanic Garden, Zoonomia, Phytologia; or, The Philosophy of Agriculture and Gardening*, e *The Temple of Nature; A plan for the conduct of female education, in boarding schools, private families, and public seminaries*, que versavam desde pensamentos evolucionistas, fisiologia humana, hereditariedade, jardinagem, poemas e sobre a educação formal para meninas (Bonduki, 2013).

Erasmus Darwin era um confesso seguidor de Buffon, já tendo incorporado suas perspectivas sobre a formação e a idade da Terra em trabalhos anteriores. Ao longo de *Zoonomia*, Erasmus demonstrou novamente sua familiaridade com a obra do naturalista francês, adotando suas visões e dados em diversas passagens. No entanto, ele não se limitou ao modelo de degeneração proposto por Buffon, explorando além dos conceitos estabelecidos pelo naturalista (Cortez, 2018).

Em sua obra *Zoonomia*, Erasmus Darwin comenta as ideias de Haller e de outros filósofos (não nomeados) que postulam que os embriões contêm versões miniaturizadas de animais e humanos. Erasmus não adere a essa teoria, considerando-a uma solução que gera uma nova dificuldade. O livro de seu avô é mencionado por Charles Darwin em sua autobiografia como uma de suas primeiras influências (Mesquita, 2017).

Erasmus discordou de Buffon sobre a possibilidade de linhagens de seres vivos terem origens completamente independentes ao longo da história da Terra. De acordo com Erasmus, todas as espécies animais derivaram de um único "filamento" de vida ancestral, modificando-se ao longo das gerações devido a pequenas alterações no fluido que envolvia os embriões. Outra diferença significativa entre Buffon e Erasmus Darwin

é a argumentação teleológica deste último. Para Erasmus Darwin, qualquer mudança natural resulta em algum tipo de melhoria para a espécie, e citava como exemplo as “transmutações do girino, que adquire pernas e pulmões quando quer, e perde sua cauda quando essa já não lhe é mais útil”. Para E. Darwin, a vontade do animal assume o papel de causa final na formação de seus órgãos (Cortez, 2018).

Segundo Michael Ruse, Erasmus Darwin carecia de argumentos e fatos sólidos para sustentar suas afirmações. Suas ideias seriam, portanto, fruto de uma especulação baseada na lógica do progresso, um tema pelo qual ele era apaixonado. Conforme Ruse, "para Erasmus Darwin, o progresso do mundo sociocultural se traduziria como evolução no mundo orgânico" (Ruse, 2016, p. 15). Esse ponto de vista é corroborado pela análise sistemática realizada por Pedrita Donda, que examina o caráter especulativo da obra de Erasmus (Donda, 2015).

Zoonomia foi um material amplamente vendido, e foi imediatamente traduzido para o alemão, francês e italiano, e após sua divulgação, a obra com princípios de transmutação das espécies não foi bem recebida. Ideias sobre a modificação de espécies eram frequentemente associadas ao pensamento francês, e aqueles que as defendiam na Grã-Bretanha eram geralmente vistos como entusiastas da Revolução Francesa. Inicialmente, isso não representava um problema; no entanto, com o surgimento do império napoleônico e suas guerras de expansão territorial, tudo que se relacionava à França passou a ser visto com desconfiança, e, como consequência, o sobrenome Darwin adquiriu mais um motivo para ser "associado ao ateísmo subversivo" (Cortez, 2018).

Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck

O que poderia ter levado um homem de quase 55 anos a abandonar sua visão de mundo anterior, substituindo-a por outra tão revolucionária que ninguém antes dele a havia sustentado? Segundo Almeida e Falcão (2005), isto que indaga Ernst Mayr com admiração, no capítulo dedicado à teoria de Lamarck, em sua obra sobre a História da Biologia. Lamarck desenvolveu seu programa de pesquisa em uma das épocas mais revolucionárias da história da humanidade, tanto em termos políticos quanto intelectuais: foi a época da Revolução Francesa e do movimento de independência das colônias inglesas na América do Norte (com desdobramentos no Bolívarismo sul-americano e até mesmo no nacionalismo republicano da Inconfidência Mineira no Brasil), bem como do Iluminismo (com o Enciclopedismo), sendo esse contexto de intensificação do criticismo muito provavelmente contribuiu para a ousadia de suas conjecturas. Durante esse período,

houve um movimento significativo de compilação e divulgação do conhecimento científico acumulado, no qual esse saber foi chamado a descer da "torre de marfim" dos salões aristocráticos e a comprometer-se com as necessidades físicas e intelectuais da nascente cidadania burguesa (Almeida e Falcão, 2005).

Embora muitos cientistas tivessem sérias dúvidas de que a Evolução Biológica de fato acontecera, ninguém sugerira, anteriormente, um mecanismo que a explicasse. Foi somente após o ano de 1800 que foi publicada uma teoria abrangente o suficiente e detalhada acerca da transformação das espécies. Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck (1744 – 1829) apresentou, em diversas obras, uma teoria coerente sobre a transformação das espécies, elaborada a partir de um estudo de história natural (Donda, 2015).

Lamarck, assim como seu pai e irmãos, seguiu carreira militar, onde participou ativamente da Guerra dos Sete Anos e continuou seu serviço por mais cinco anos, até 1768, destacado em vários fortes na região do Mediterrâneo. Devido a problemas de saúde, afastou-se do serviço militar e passou um ano trabalhando em um banco em Paris. Em seguida, dedicou-se ao estudo da medicina durante quatro anos, embora não tenha obtido graduação. Foi nesse período, de 1768 a 1772, entre os seus 24 e 28 anos de idade, que Lamarck iniciou sua formação científica em história natural, participando do curso de botânica ministrado no Jardim do Rei por Louis Guillaume Le Monnier (1717-1799) e conduzindo de maneira autônoma e diletante estudos em botânica, meteorologia e química (Cortez, 2018). Nessa época, o Jardim do Rei era dirigido por um famoso naturalista que tinha a proteção da corte, o Conde de Buffon, e dez anos depois Lamarck se tornou correspondente da mesma instituição, tornando-se também responsável pela instrução de um dos filhos de Buffon. Eles viajaram por países como Hungria, Holanda, Alemanha e a própria França, tendo a oportunidade de conhecer museus e universidades (Gontijo, 2020).

Lamarck não acreditava, no início de sua formação, que as espécies poderiam se modificar ao longo do tempo. Antes de 1800, o mesmo tinha princípios fixistas (assim como a maioria dos cientistas da época) e era reconhecido pelos seus trabalhos com botânica, e só após a virada do século que Lamarck mudou seu ponto de vista a ser designado para trabalhar com os chamados “animais inferiores, insetos e vermes” e ao organizar a coleção malacológica do Museu de História Natural de Paris, tanto dos animais viventes quanto dos fósseis da referida coleção. As evidências encontradas por

ele durante essa tarefa, somadas às outras que ele já havia obtido, formaram o arcabouço para que ele admitisse a modificação das espécies ao longo do tempo (Santos, 2022).

Lamarck foi responsável por um aumento considerável do acervo do museu e possuía uma coleção particular maior ainda. Foi durante os anos de 1800 e 1802 que Lamarck realizou a maior expansão de suas ideias sobre a progressão dos animais. Sua grande obra, *Philosophie zoologique*, publicada em 1809, se apresentaria mais com um caráter de compilação e organização dessas ideias, podendo ser descrita como uma “revisão ampliada” das *Recherches sur l’organisation des corps vivants* (Cortez, 2018). Sua grande produção intelectual, entre os materiais mais proeminentes, contava com as obras *Histoire Naturelle des animaux sans vertèbres* (História natural dos animais sem vértebras), de 1815, e *Système analytique des connaissances positives de l’homme* (Sistema analítico das relações positivas do homem), de 1820, apresentam as generalizações elaboradas por Lamarck como resultado de suas observações. Similar à física, essas generalizações adquiriram status de leis, fundamentando a teoria lamarckista. Tradicionalmente, as leis do uso e desuso das partes e a herança dos caracteres adquiridos são frequentemente abordadas no ensino básico e em cursos de formação de professores (Santos, 2022).

Para Lamarck, o aumento de complexidade seria uma tendência inexorável aos seres vivos, mais do que uma simples observação na classificação. Tal tendência seria tanto responsável pelo crescimento de um indivíduo até sua forma madura (ontogênese) quanto seria transposta de uma geração para outra e de uma espécie para outra (filogênese) (Cortez, 2018, p. 68).

No entanto, para uma compreensão abrangente da teoria evolucionista de Lamarck, e da adaptação dos seres vivos ao meio ambiente, é crucial considerar as quatro leis da transformação como um conjunto coeso.

Segundo Cortez (2018), para Lamarck, as evidências obedeciam a um padrão discernível, o qual culminou na formulação de quatro leis, cuja elaboração variou ligeiramente entre suas obras publicadas, mas que encapsulam as seguintes ideias: 1) tendência natural para o aumento da complexidade; 2) o meio influencia a modificação dos animais, favorecendo o surgimento de novos órgãos de acordo com as necessidades que impõem a esse animal; 3) O desenvolvimento do órgão – ou seu desaparecimento é proporcional à frequência de sua utilização; 4) as características adquiridas ou alteradas em uma geração seriam transmitidas à próxima geração. Apesar de fundamentada em

evidências e princípios, essa formulação atraiu considerável crítica, com destaque para as objeções de Georges Cuvier.

Usualmente, essas quatro leis são resumidas em duas. Lamarck baseava-se na premissa de que os seres vivos têm um *impulso interior* capaz de permitir sua adaptação ao meio, desde que pressionados por alguma *necessidade* imposta pelo ambiente; isto faria com que os mesmos adotariam novos hábitos de vida, utilizando algumas partes do corpo com mais intensidade do que outras: as partes mais utilizadas se desenvolveriam, enquanto as menos usadas se atrofiariam ou chegariam mesmo a desaparecer, hipótese conhecida como *lei do uso e desuso*.

As mudanças ocorridas nos organismos, em decorrência de imposições ambientais, seriam transmitidas pela reprodução aos descendentes, segundo a *lei da transmissão das características adquiridas*. De acordo com o naturalista, traços estruturais adquiridos ou perdidos pelos progenitores eram transmitidos aos descendentes por meio da geração de novos indivíduos. Embora admitisse exceções, ele não elaborou explicações mais detalhadas sobre a herança de caracteres adquiridos, pois essa visão era amplamente aceita desde as obras de Hipócrates de Cós (460-370 a.C.). Por outro lado, naturalistas posteriores a Lamarck, como Herbert Spencer e até mesmo Charles Darwin, aprofundaram-se mais nesse assunto (Gontijo, 2020).

Apesar de descreditada por muitos de seus contemporâneos naturalistas, a teoria de Lamarck conseguiu êxito ao propor uma perspectiva que, embora não fosse nova, apresentava argumentos, leis e generalizações que explicavam a diversidade e adaptação das espécies existentes; no final do século XVIII e início do século XIX, as ciências naturais avançavam em um ritmo sem precedentes, com novos campos ganhando robustez, como a anatomia comparada, a embriologia, a citologia, a geologia (cada vez mais envolvida com a questão dos fósseis) e a geografia dos seres vivos (atualmente Biogeografia), fomentando a necessidade de uma nova ciência; Lamarck foi o grande responsável por questionar a natureza da vida, abrindo portas para uma nova geração de naturalistas, e foi em um passeio casual pelas praias da Escócia que Robert Edmond Grant (1793-1892), enquanto coletava a delicada fauna marinha com seu jovem aluno Charles Darwin, recomendou que ele aprendesse francês a fim de ler as obras de Jean Baptiste Lamarck, sendo então que, aos dezesseis anos, Darwin teve seu primeiro contato com uma visão evolucionista sistematizada da natureza (Gontijo, 2020).

Chales Darwin

Apesar de toda a produção apresentada até então, a mentalidade da comunidade culta europeia do século XIX, mesmo após as sugestões de degeneração de Buffon e de progressão dos animais de Lamarck, estava muito mais inclinada ao fixismo nos anos iniciais desse século (Cortez, 2018). É nesse contexto que se desenvolvem os trabalhos de Charles Darwin (1809-1882), e é sem dúvida o nome mais lembrado na Biologia.

Como já citado, Darwin não esteve, em momento algum, sozinho em seus empreendimentos científicos e nem trabalhou de maneira descontextualizada, como se fosse o único a pensar sobre a possibilidade de modificação das espécies.

Teve uma vida acadêmica conturbada, sendo inicialmente educado por suas irmãs mais velhas, depois foi enviado para estudar medicina na Universidade de Edimburgo, em 1827, onde não se conectou com o curso por julgar as aulas maçantes, mas principalmente após presenciar cirurgias de amputações onde os pacientes não recebiam anestésias, fato que o fez desistir da carreira médica (Santos, 2022, p. 54). Foi nesse período que Darwin teve boas experiências como a amizade com Robert Grant, e participou de coletas de animais marinhos.

Foi enviado pelo pai para realizar uma formação como clérigo em Cambridge. Nessa época, Darwin conheceu John Stevens Henslow (1795 – 1861), que se tornou seu amigo e despertou seu interesse pela história natural. Após a conclusão do curso de Cambridge, em 1831, Darwin recebeu um convite para se juntar à tripulação do navio cartográfico de reconhecimento H.M.S. Beagle, sob comando de Robert Fitzroy (1805 – 1865), para exercer a função de naturalista. A viagem objetivava mapear a costa da Patagônia, Terra do Fogo, Chile e Peru, além de visitar ilhas do Pacífico (Santos, 2022)

No período em que passou na companhia do capitão Robert FitzRoy (1805-1865), Darwin teve a oportunidade de conhecer o Brasil, Uruguai, Argentina, Chile, Peru, Equador (Ilhas Galápagos), Taiti, Nova Zelândia, Austrália e parte da África. O livro “The Voyage of the Beagle”, publicado em 1839, continha os registros, diários e análises realizadas por Charles ao longo da viagem, sendo a obra que sedimentou sua reputação como naturalista de prestígio. Nele, é possível perceber que Darwin, devido a influência de seus mentores e a experiência na história natural, cultivava a hipótese de que a Terra era muito mais antiga do que supunham os naturalistas ligados à Igreja (Gontijo, 2020).

A viagem, inicialmente planejada para ser mais curta, acabou se estendendo por cinco anos, e foi o evento mais importante da vida intelectual de Darwin e da história das Ciências Biológicas. Ele voltou ciente da importância das evidências encontradas no

decorrer da viagem e quase convencido de que as espécies não eram as mesmas desde seu surgimento, mas se modificavam ao longo do tempo (Santos, 2022).

Para compreender melhor tudo o que observou e coletou, Darwin trocou inúmeras correspondências e visitou museus, buscando outros naturalistas que pudessem auxiliá-lo, estreitando laços com estudiosos e entusiastas de seu trabalho. As primeiras análises surpreenderam-no, como a do ornitólogo John Gould, que esclareceu que algumas das aves coletadas em Galápagos, anteriormente consideradas por Darwin como pertencentes a uma diversidade absoluta, eram, na verdade, espécies distintas de um mesmo grupo, diferenciando-se principalmente pelas características de seus bicos. Adicionalmente, o caso das tartarugas do arquipélago, que Darwin inicialmente acreditava terem sido introduzidas por marinheiros, foi elucidado pelo zoólogo Thomas Bell (1792-1880), confirmando que essas tartarugas eram nativas das ilhas e constituíam espécies distintas (Carmo, 2019).

O mesmo autor relata que essas descobertas levaram Darwin a refletir sobre a importância do isolamento geográfico na formação de novas espécies. Esse movimento coletivo de análise permitiu a Darwin formular algumas conjecturas, impulsionando-o a escrever relatórios técnicos sobre o período da expedição. As constatações realizadas a partir da comparação dos diferentes seres vivos observados "in loco" e dos fósseis coletados convenceram-no de que as espécies não tinham uma criação independente. No entanto, o naturalista ainda não compreendia plenamente os mecanismos que operavam nesse processo de diferenciação (Carmo, 2019).

Logo após sua chegada, Darwin partiu para a casa da família, em Shrewsbury, deixando seu auxiliar, Syms Covington, encarregado de encaixotar as coletas ainda a bordo do Beagle e despachá-las para os cuidados de Henslow – o mesmo destino inicial de todas as coletas da viagem. Após se certificar que os materiais coletados estivessem em segurança com seu antigo professor, Darwin selecionou especialistas capazes de descrevê-los. Em dúvida a respeito de quem seriam esses especialistas, Charles recorreu ao próprio Henslow, em busca de conselhos; este lhe indicou vários especialistas, a maioria sediados em Londres. Zeloso por suas coletas, Charles preferiu não se afastar muito delas após essa redistribuição, e foi viver na capital inglesa. (Cortez, 2018). Além de estar inserido em um círculo de amizades intelectuais, outra vantagem de residir em Londres foi a facilidade de distribuir os espécimes coletados durante a viagem a diferentes pesquisadores, conforme suas especialidades. Destacam-se, para esses estudos, os papéis de Richard Owen (1804-1892), que trabalhou com o material fóssil, e John Gould (1804-

1881), que se dedicou ao estudo das aves. Mamíferos e aves foram levadas para a sede da Sociedade Zoológica, onde John Gould manifestou interesse pelo grupo de aves coletados nas Ilhas Galápagos.

Refletindo sobre a diversidade de espécies observadas ao longo de sua viagem, Charles Darwin questionou-se sobre a distinção entre uma variedade dentro de uma espécie e o que constitui, de fato, uma espécie. Esse questionamento foi motivado pela análise de John Gould sobre suas aves das Galápagos. Com as ideias de seu avô Erasmus e de Lamarck em mente – Darwin aprendera a usar a classificação proposta por Lamarck com o professor Grant e ainda a utilizava –, ele concebeu que a natureza operaria de maneira mais coerente se fosse regida por leis imutáveis. Transpondo a luta de classes malthusiana para uma competição na natureza, Darwin preencheu cinco cadernos com suas reflexões (Cortez, 2018). Durante a sistematização desse material, Darwin realizou diversos experimentos, com os mais variados grupos de seres vivos, para embasar suas reflexões, e esse processo durou cerca de duas décadas, adiando a publicação dos materiais que vinham sendo desenvolvidos.

Lyell e Hooker foram os mais assíduos correspondentes científicos de Darwin e os primeiros a quem ele revelou, em 1844, o esboço sobre a transmutação das espécies, cujo desenvolvimento culminou na publicação de 1859. Esse intervalo de tempo entre o esboço e a publicação de suas teorias em *A Origem das Espécies* está no cerne do debate historiográfico, que gira em torno da hipótese de que Darwin tenha intencionalmente atrasado a publicação de *A Origem das Espécies* (Valverde, 2022, p. 14). Assim, Darwin deu início a revisão de suas notas sobre a variação das espécies ainda em 1854 e pretendia concluí-lo até 1860. Um jovem naturalista, contudo, fez com que Darwin se apressasse em publicar, Alfred Russel Wallace (1823-1913).

Ao logo desse desenvolvimento, as correspondências entre as sociedades científicas continuavam a acontecer. E foi em uma dessas correspondências, ao ler *On the Law Which Has Regulated the Introduction of New Species*, de Alfred Russel Wallace (1823 – 1913), Darwin considerou que as ideias ali apresentadas eram muito próximas às suas próprias e enfatizou a necessidade de publicação. Edward Blyth (1810 – 1873), zoólogo e amigo de Darwin, também tomou conhecimento das ideias sobre transmutação que estavam sendo desenvolvidas e teve a mesma reação ao ler o trabalho de Wallace. No entanto, Darwin julgou que o artigo de Wallace tratava apenas do relacionamento entre espécies fósseis e viventes, um tema já em pauta na literatura científica, e que não afetava diretamente seu próprio trabalho (Cortez, 2018). Isso demonstrou a necessidade de

publicação, ou a perda do protagonismo do trabalho desenvolvido ao longo de todo esse tempo.

Ao longo dos vinte anos subsequentes à viagem do Beagle, Darwin organizou os dados coletados durante a expedição, analisou trabalhos de colegas e desenvolveu uma teoria própria para explicar os processos que determinam a origem, diversidade e adaptação das espécies existentes na Terra. Em 24 de novembro de 1859, publicou-se o livro que abalou as estruturas éticas, morais e científicas da sociedade ocidental. *Da Origem das Espécies por Meio da Seleção Natural, ou a Preservação de Raças Favorecidas na Luta pela Vida* teve seus 1.250 exemplares esgotados no mesmo dia (Gontijo, 2020).

Em sua obra, Darwin não trouxe uma única teoria da evolução, mas cinco pressupostos teóricos que sustentam suas ideias evolucionistas, São eles: 1) as espécies são mutáveis (teoria básica da evolução); 2) todos os organismos descendem de um ancestral comum (evolução ramificada); 3) a evolução é gradual (não existem saltos ou descontinuidades); 4) as espécies tendem a se multiplicar (a origem da diversidade); e 5) os indivíduos de uma espécie estão sujeitos à seleção natural. Evidentemente, todos esses elementos compõem o arcabouço teórico elaborado por Charles para explicar a origem, a diversidade e a adaptação das espécies, mas para efeito de objetividade neste trabalho, nos detivemos na relação entre adaptação biológica e seleção natural (Gontijo, 2020)

Darwin reconheceu tanto a contribuição de diversos autores para seu trabalho quanto o valor de outros estudos sobre a evolução. Em *A Origem das Espécies*, há cerca de 600 referências a aproximadamente 300 autores. Em janeiro de 1860, ele publicou a segunda edição e conduziu mais quatro edições até 1876. A partir da terceira edição, publicada em março de 1861, a inclusão de uma nota histórica tornou mais evidente a referência a essas contribuições, destacando a evolução das opiniões sobre o conceito de origem das espécies. Em cada edição, Darwin procurou desenvolver suas ideias, dialogar com os críticos e incorporar trabalhos que corroborassem sua teoria. Paralelamente, a partir da década de 1860, a rede de correspondentes de Darwin se expandiu, incluindo mais cientistas fora da Inglaterra, o que levou ao seu reconhecimento internacional. Darwin dedicou-se a um trabalho intenso que envolvia enfrentar críticas e se empenhar em projetos que, pela clara ilustração do poder explicativo e vigor metodológico da teoria, levassem seus oponentes a uma melhor compreensão (Valverde, 2022). As discussões que Darwin estabeleceu com seus críticos denotam um esforço não apenas para a

comprovação de suas teorias, mas também para a divulgação e aceitação das mesmas pela sociedade.

De acordo com Gontijo (2022), “infelizmente, em decorrência das tradições e concepções há muito tempo consolidadas, o conceito de seleção natural encontrou resistência desde sua apresentação, em 1859, até a década de 1930, quando foi aceita como único fator direcionador da evolução”. Charles Darwin foi o primeiro (e até o presente momento, o único) a propor e demonstrar um mecanismo natural que gera e mantém a adaptação. Portanto, qualquer estudo sobre a teoria darwinista da evolução das espécies, mesmo que por puro prazer, requer uma clara compreensão da seleção natural e da adaptação, conceitos interdependentes e fundamentais à estruturação da própria teoria.

A teoria da seleção natural

A legitimidade da evolução por seleção natural tem sido um tema que suscita controvérsias persistentes e apaixonadas, gerando reações que variam desde o ardente apoio até a completa rejeição (Bueno, 2008). Publicada em 1859, a renomada obra de Charles Darwin, "A Origem das Espécies", inaugurou uma revolução nas ciências naturais e instigou uma profunda revisão nas concepções filosóficas e religiosas da época. Para compreendermos por que o darwinismo transcende seu papel de mera referência na biologia, é necessário não apenas entender a estrutura do pensamento pré-darwiniano, sobre a qual versa a primeira parte desse texto, mas também assimilar alguns dos princípios fundamentais de sua teoria.

De acordo com Mayr (2005, cap. 11) expõe a teoria de Darwin por meio de três inferências derivadas de cinco fatos:

Fato 1: Todas as espécies possuem um elevado potencial reprodutivo, de modo que, se todos os indivíduos nascidos se reproduzissem, o tamanho das populações aumentaria de forma exponencial.

Fato 2: O tamanho das populações tende a permanecer relativamente estável ao longo do tempo.

Fato 3: Os recursos disponíveis para essas populações são limitados e mantêm-se relativamente constantes.

Inferência 1: Dado que é gerado um número de indivíduos superior ao que os recursos disponíveis podem sustentar e que o tamanho das populações se mantém estável,

deve ocorrer uma luta pela sobrevivência, com apenas uma fração da prole conseguindo sobreviver.

Fato 4: Há uma considerável variabilidade entre os indivíduos de uma população, não havendo dois indivíduos exatamente iguais.

Fato 5: Uma grande parte dessa variação entre os indivíduos é hereditária.

Inferência 2: A sobrevivência não é aleatória, mas depende em parte das características hereditárias dos indivíduos que sobrevivem.

Inferência 3: Ao longo das gerações, esse processo de seleção natural resultará em uma mudança gradual e contínua das populações, levando à evolução e à formação de novas espécies.

Apesar de Darwin não conseguir indicar em seus trabalhos quais eram as bases da hereditariedade, e qual a sua ligação com os processos evolutivos, e ainda recorrendo a ideias comuns da época, como alguns pressupostos presentes no trabalho de Lamarck acerca da transmissão das características hereditárias, Darwin rompe completamente com o essencialismo, ideia que dominava as discussões sobre a origem da biodiversidade na comunidade científica da época. Sua proposta é um mecanismo material e temporal, uma cadeia de eventos sucessivos e sem uma finalidade, e que pode, efetivamente, produzir modificações nas espécies e pode ser acompanhado com regularidade e sustentado por evidências (Cortez, 2018; Bueno, 2008).

A explicação das adaptações por meio da seleção natural contrasta marcadamente com a explicação ortogenética, que postula um plano divino ou sobrenatural pré-determinado. Essa transformação conceitual foi viabilizada pela distinção entre o pensamento populacional e o pensamento tipológico. No contexto tipológico, os organismos de uma espécie são vistos como cópias imperfeitas de um arquétipo ideal, criado por um ente superior. Embora possam ocorrer variações, estas são vistas como desvios do ideal e não conduzem ao surgimento de novas espécies (Tonidanel, 2013).

Por outro lado, o pensamento populacional considera cada espécie como um conjunto de populações de indivíduos com variações genéticas significativas. Essas populações evoluem de geração em geração em resposta às características emergentes. Ao longo do tempo, uma espécie pode alterar sua aparência, comportamento ou constituição genética, podendo até originar novas espécies se a diferenciação entre a espécie ancestral e seus descendentes se tornar suficientemente acentuada. A diversidade é uma característica intrínseca das populações, e o pensamento populacional é fundamental para a biologia contemporânea (Pinto, 2012)

Darwin adaptou o princípio malthusiano de competição, ampliando-o para incluir não apenas a competição entre espécies, mas também a competição entre organismos individuais dentro de uma mesma espécie. Sua mais revolucionária contribuição à biologia foi, possivelmente, a substituição da concepção fixista do mundo vivo — que postulava que os organismos foram criados por Deus e permaneciam imutáveis — pela ênfase na variação evolutiva (Felizardo, 2006).

Esta definição pode, evidentemente, incluir também a seleção sexual, na medida em que certas características anatômicas (como a cauda do pavão) e comportamentais (como o canto dos pássaros) aumentam a aptidão dos organismos, sendo selecionadas com base nas preferências de acasalamento das fêmeas e, ocasionalmente, dos machos. A discussão sobre a seleção sexual é complexa, e Darwin já havia abordado essa questão em "A Origem das Espécies", afirmando que as diferenças entre machos e fêmeas, relacionadas principalmente à cor e à ornamentação, resultam quase exclusivamente da seleção sexual. Isso ocorre porque alguns machos, devido à sua força, suas armas ou meios de defesa, bem como seus atrativos e habilidades diferenciadas, se destacam em relação a outros. Como resultado, certas características são transmitidas aos machos das gerações subsequentes, simplesmente porque proporcionam vantagens sob um ângulo puramente sexual (Pinto, 2012).

Segundo Bueno (2008), a “teoria de Darwin é geral e propicia um sistema preditivo para explicar mudanças em todos os níveis de organização biológica”. Ainda de acordo com a autora, para que a evolução ocorra por meio da seleção natural, é essencial a presença de variação fenotípica, aptidão diferencial e hereditariedade da aptidão nos seres vivos. Embora Darwin tenha apresentado suas posições com uma análise centrada em indivíduos, isso não impede que sua teoria seja aplicada a todos os níveis de organização biológica. Os princípios fundamentais da teoria permitem sua ampliação para abranger diferentes níveis de complexidade biológica.

A cada nova edição de "A Origem das Espécies", totalizando seis edições, Darwin aprimorava seus argumentos em resposta às críticas, proporcionando um legado de base empírica sólida. Essa base inclui: (1) a mudança das formas orgânicas por meio da "descendência com modificação"; (2) a origem comum das espécies; (3) a variação populacional; e (4) o gradualismo. A importância de sua obra reside também na defesa de um mecanismo evolutivo amplamente reconhecido até hoje pela comunidade científica: a seleção natural (Mayr, 2005).

Após o falecimento de Darwin em 1882, a biologia testemunhou o surgimento de diversas correntes, com o darwinismo entrando em declínio. A redescoberta das leis de Mendel, em 1900, polarizou o debate em dois campos distintos: os mendelianos e os naturalistas. Enquanto os naturalistas se concentravam na diversidade biológica, os geneticistas mendelianos buscavam explicar a transformação das espécies com ênfase nos genes e suas características associadas (Bueno, 2008). A associação dessas duas correntes deu origem ao Neodarwinismo. Essa nova fase experimentada pelas teorias de Darwin e que se distancia de qualquer ideia de herança de caracteres adquiridos, proposta por Lamarck, foi nomeada “neodarwinismo”. Sendo assim, considera-se que o termo “neodarwinismo é a designação para o darwinismo revisado por Weismann (com a exclusão de toda herança de características adquiridas)” (Leão, 2023).

Os estudos de Gregor Mendel sobre hereditariedade elucidaram diversas questões que haviam permanecido desde "A Origem das Espécies" de Darwin, mas também deram origem a novas controvérsias. Alguns dos primeiros estudiosos desse novo campo da hereditariedade contestaram a seleção natural, defendendo que novas espécies surgiam através de grandes mutações genéticas, um processo denominado "saltacionismo". No entanto, com o passar do tempo, uma nova geração de pesquisadores, ao realizar estudos com moscas-das-frutas (*Drosophilas*), constatou que as transformações genéticas eram pequenas e graduais, alinhando-se com a mudança gradual entre populações. Consequentemente, o saltacionismo foi desconsiderado. Com o avanço dos estudos, as lacunas na teoria da seleção natural começaram a ser preenchidas. As descobertas subsequentes demonstraram que as características eram transmitidas aos descendentes por meio de alterações no DNA, que se incorporavam gradualmente no genótipo de uma população (Leão, 2023). Ainda nesse contexto, nos esclarece Pinto (2012) que

A fusão do mendelismo e do darwinismo permitiu a estruturação desse modo de compreensão das características dos organismos. Com essa síntese, boa parte dos biólogos evolucionistas e outros estudiosos da teoria da evolução passaram a entender a seleção natural como a causa primária da mudança evolutiva das populações de organismos. Essa explicação dos traços dos organismos se daria por meio de histórias que apontam as adaptações decorrentes da ação da seleção natural, inferidas a partir do valor adaptativo desses traços em certos ambientes, isto é, em termos da sobrevivência e do sucesso reprodutivo de cada organismo. Sendo assim, a evolução pode ser definida, então, como um processo de aquisição de características anatômicas, fisiológicas ou comportamentais que faz com que um organismo ou um grupo aumente a aptidão (fitness) em um determinado ambiente como resultado da seleção natural ao longo de várias gerações (Pinto, 2012).

As discussões acerca dos modelos evolutivos continuam fortes na comunidade científica. A controvérsia incide particularmente no papel que ocupa verdadeiramente a Seleção Natural na Evolução (Roma, 2011). Segundo a teoria sintética, também conhecida como neodarwinismo, tanto o gradualismo quanto o adaptacionismo não podem ser atribuídos a outro mecanismo que não a seleção natural. O pressuposto central dessa teoria é o reconhecimento da seleção natural como o único e exclusivo mecanismo responsável pela evolução, e “é o principal fator evolutivo que atua sobre a variabilidade genética das populações; a ação da seleção natural consiste em selecionar genótipos mais bem adaptados a uma determinada condição ecológica, eliminando aqueles desvantajosos para essa mesma condição” (Felizardo, 2006). O autor salienta que, como qualquer campo do conhecimento científico, a ideia de a Seleção Natural ser o principal mecanismo pelo qual a Evolução biológica ocorre também é foco de debates, que entendem que a Teoria Sintética seria apenas mais um dos direcionamentos possíveis para explicar a origem da biodiversidade.

Desde a década de 1970, surgiram críticas aos cientistas adaptacionistas, que tentavam relacionar cada característica dos seres vivos à seleção natural. Atualmente, entende-se que nem todas as características são necessariamente resultados da seleção natural, considerando-se também o papel do acaso na ocorrência de eventos genéticos, denominado "deriva genética". Além disso, discute-se que a seleção natural não produz organismos "perfeitos", que sua ação se dá sobre o organismo como um todo e não sobre partes isoladas, e que uma característica funcional pode não ser uma adaptação (Pinto, 2012).

Evidentemente, os desafios teóricos e metodológicos enfrentados pelos adaptacionistas são vastos, uma vez que diversas premissas que adotam necessitam ser clarificadas para que seus objetivos sejam alcançados. Apesar dos avanços teóricos na biologia evolutiva baseados em descobertas recentes, muitos problemas inerentes a essa perspectiva permanecem não resolvidos, e, para complicar ainda mais, novos problemas surgiram.

Dessa forma, temos duas abordagens ou explicações que se ligam as causas da Evolução e da diversificação das causas orgânicas, que são a vertente *Adaptacionista*, que tem a seleção natural como causa principal da evolução; e a vertente *Não-adaptacionista*, que tem os fatores não adaptativos (como as restrições filogenéticas, a construção de nichos, à deriva, entre outros) como as causas principais da Evolução. Assim, o adaptacionismo, em sua acepção mais geral, tem a seleção natural darwiniana como o

único processo – ou, ao menos, o principal – capaz de explicar, coerentemente, tanto a existência e a função dos diferentes traços presentes nos organismos, [...]. Segundo os defensores dessa ideia, um organismo é dividido em características unitárias e, para cada uma delas separadamente, é possível construir uma história evolutiva com base no seu valor adaptativo atual (Pinto, 2012).

Pinto (2012) faz, em seu trabalho, uma longa e completa análise, com uma proposta de desenvolver uma análise metodológica sobre o programa adaptacionista, onde o mesmo discorre sobre seus tipos, direcionamentos, críticas e ajustamentos. E nos indica o melhor caminho para resolução desse conflito: quando se afirmar que algo é o principal em relação a outras coisas, isso não implica na exclusão das outras coisas, e conclui que a Seleção Natural possui um importante papel na ocorrência das transições em individualidade, e que a importância que o programa adaptacionista dá à Seleção Natural parece ser justificado, uma vez que possui a concepção de que a seleção natural é o principal processo, capaz de explicar – ao lado de outros mecanismos evolutivos e, com base em conhecimentos bem estabelecidos – o que possivelmente aconteceu para que um dado organismo, sempre com referência a um grau ótimo e com suas características correntes, tenha respondido bem às pressões ambientais”.

Apesar de a seleção natural não explicar todos os fenômenos observados na natureza, sua importância no campo científico permanece inquestionável. Atualmente, reconhece-se que a seleção natural ocupa um lugar de destaque na compreensão do processo evolutivo, com contribuições devidamente analisadas e atribuídas com precisão às diferentes características consideradas.

2.2 Evolução Biológica: algumas considerações presentes na BNCC e no Referencial Curricular de Mato Grosso do Sul

2.2.1 Evolução Biológica na BNCC

Segundo Franco e Munford (2018), a Base Nacional Comum Curricular - BNCC é um documento norteador do que se deve ensinar na educação básica como um currículo nacional sendo também definida como “[...] um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica” (Brasil, 2017, p. 7).

Em sua primeira versão, esse documento já apresentou seus princípios norteadores que, busca renovar e aprimorar a Educação Básica no país para atender aos desafios de proporcionar uma formação pessoal, profissional e cidadã, para que se norteie o ensino, o aprendizado, a formação docente e o material didático, sinalizando nos percursos do desenvolvimento dos estudantes, podendo:

debater e desenvolver ideias sobre a constituição e evolução da vida, da Terra e do Universo, sobre a transformação nas formas de interação entre humanos e com o meio natural, nas diferentes organizações sociais e políticas, passadas e atuais, assim como problematizar o sentido da vida humana e elaborar hipóteses sobre o futuro da natureza e da sociedade. (Brasil, 2015, p. 13).

Na primeira versão, Piccinini e Andrade (2018) comentam sobre a construção do currículo das Ciências da Natureza. O currículo foi organizado em quatro Áreas do Conhecimento (AC) com seus respectivos componentes curriculares e Objetivos Gerais (OG) para o ensino. A partir desses objetivos gerais, foram definidas as Unidades de Conhecimento (UC) e, para cada UC, foram listados os Objetivos de Aprendizagem (OA).

Já quando especifica a área das Ciências da Natureza (CNT), o material indica, que dentre as várias aplicações e usos da ciência na história humana, justifica que discutir a evolução das espécies, por si só, já configura uma necessidade da existência desse ramo de conhecimento, bem como a apresentação e aplicação das suas particularidades de funcionamento, como a formulação de hipóteses, experimentação e investigação como critérios de verificação (Brasil, 2017, p. 149). Sabendo que as CNT se apresentam como componente único no Ensino Fundamental, e no Ensino Médio é distribuído nos componentes de Química, Física e Biologia, e que estes deverão garantir a alfabetização e letramentos científicos, bem como a compreensão de como ocorreu a sua constituição histórica e a que ela se destina, bem como a leitura do mundo físico e social, o desenvolvimento do pensamento crítico e tomadas de decisões mais conscientes e consistentes. Esses componentes, sob a perspectiva dos métodos empregados para a aprendizagem, devem buscar diferentes estratégias para o uso de variados instrumentos didáticos, que tenham como objetivo promover o encantamento, o desafio e a motivação de estudantes para o questionamento, além de acolher diferentes saberes, manifestações culturais e visões de mundo.

Historicamente, a disciplina de Ciências/Biologia foi incorporada ao currículo escolar brasileiro ao longo do século XIX. Sua principal função era integrar conhecimentos sobre a natureza astronômica, biológica, física e química da realidade

(Mato Grosso do Sul, 2006). No século XXI, a disciplina de Ciências, ao fazer parte da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017) e dos currículos estaduais (Mato Grosso do Sul, 2021) como Ciências da Natureza, tem a importante responsabilidade de apresentar aos estudantes o desenvolvimento teórico construído ao longo da história e a relevância do tema Evolução no cenário científico mundial e nas instituições de ensino. Da mesma maneira, o documento anterior à BNCC, os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997, p. 23), já relatava a importância da Evolução como uma Teoria unificadora das Ciências Naturais.

Observa-se que a BNCC (Brasil, 2017) explana ainda a necessidade de que crianças e jovens possam articular o saber científico com vistas a formação integral, onde se espera que os mesmos possam aprender mais sobre si mesmo, sobre a história biológica de sua espécie e a manutenção da vida. A BNCC enquanto currículo das CNT, se organiza em quatro grandes eixos. No eixo Conhecimento conceitual das Ciências da Natureza envolve um trabalho em torno de conceitos, porém sem a formalização desses conceitos no Ensino Fundamental, tarefa essa que será cumprida no Ensino Médio; Contextualização história, social e cultural das Ciências da Natureza se busca reconhecer múltiplas possibilidades de explicação e interpretação de fenômenos da natureza e seus desdobramentos, desafiando a noção de ciência como verdade absoluta, baseada somente em fatos comprovados. Paralelamente a isso, há uma atenção especial às relações entre ciência, tecnologia e sociedade, estabelecendo contrastes e realizando considerações dessas relações considerando a diversidade de culturas presente em nossa sociedade; Processos e práticas de investigação das Ciências da Natureza deve refletir a diversidade existente entre os diferentes campos das CNT, apropriando-se de explicações, conceitos, teorias, e relacionar quais desses são passíveis de investigação, imbuindo-se de diferentes tipos de dados para construir explicações, estabelecer contrapontos, construir e utilizar modelos, podendo discutir e comunicar suas explicações.

No quarto eixo, Linguagem das Ciências da Natureza deve-se considerar a aquisição de conhecimento científico envolve múltiplas linguagens para a interpretação e construção de dados, salientando a necessidade do contato com textos de diferentes gêneros, tanto na leitura quanto na produção desses textos, bem como suas representações, com esse conhecimento sendo construído somente a partir do desenvolvimento integrado dos saberes das CNT e sua articulação com outras áreas (Brasil, 2017, p. 157)

O texto, ao indicar a preparação criteriosa dos objetivos de aprendizagem em cada etapa de ensino, propõe a organização a partir de Unidades de Conhecimento (UC), a fim de se desenvolver um aprendizado significativo e progressivo. Evolução Biológica aparece contemplada na UC 5 – Vida: constituição e reprodução, contemplando as diferentes formas de vida, seus processos vitais e destacando sua relação com processos evolutivos. Aborda também os padrões de adaptação, evolução e reprodução quanto às estruturas, órgãos e funções, características e relações de parentesco dos diferentes grupos dos seres vivos, relacionando-as com a história da vida na Terra. Essa UC aparece pela primeira vez no 3º ano do ensino fundamental (apresentando diferenças macroscópicas entre os seres, modo como realizam suas funções biológicas, suas fases de desenvolvimento, seu papel no ambiente e propondo a utilização de quadros e tabelas para comparação entre diferentes animais quanto a características específicas como alimentação, locomoção, reprodução e hábitat), reaparecendo no 5ºano/EF (estimulando o entendimento da obtenção de energia dos seres para sobrevivência e desenvolvimento, seus diferentes modos de reprodução, possibilidades de manipulação genética, investigação de hábitos e tabulando esses hábitos por meio de imagens), 6º ano/EF (compreensão da célula como unidade da vida, o processo de fotossíntese, principais processos metabólicos e as principais característica dos seres vivos, compreender a importância da microscopia, identificação de estruturas anatômicas, representar e associar ideias e fatos através de textos científicos) 9º ano/EF (reconhecendo os componentes e funcionamento do aparelho genital humano, como é a regulação hormonal, transmissão de sinapses e a relação entre processos fisiológicos, compreensão das mudanças ocorridas na puberdade, a influência da alimentação, e a elaboração de comunicações sobre mudanças que acontecem na adolescência por meio de cartazes ou folhetos) (Brasil, 2017, p. 183).

Já no Ensino Médio, os conhecimentos devem ampliar, consolidar e aprofundar a formação realizada no Ensino Fundamental. O texto discute que a Biologia se estabelece como ciência unificada no século XX, tratando, entre outros temas, da evolução dos seres vivos, e não faz menção direta à Evolução Biológica em nenhum de seus objetivos. Esse tema aparece indicado como uma ferramenta para o entendimento satisfatório, indicando-a como um dos principais campos das Ciências Biológicas, e afirma que a noção de Evolução e o pressuposto de que todas as formas de vida descendem de um ancestral comum permite que o fenômeno da vida tenha unicidade e que a Biologia seja uma disciplina integrada. Esse componente curricular necessita ampliar, de acordo com o

documento, os eixos continuam os mesmos, e são propostas sete Unidades de Conhecimento (UCB) para a organização dos objetivos de aprendizagem.

A UC1B – Biologia: a vida como fenômeno único e seu estudo faz uma menção indireta ao estudo da evolução, onde pretende-se “são centrais as seguintes noções: os sistemas vivos são capazes de mudar ao longo do tempo, os sistemas vivos são conjuntos complexos de partes interagentes, que se inter-relacionam de modo que mudanças ocorridas em um nível de organização afetam os demais níveis” (Brasil, 2017, p. 189).

Na UC2B – Biodiversidade: organização, distribuição e abundância se discute a diversidade da vida, instigando o ensino através de questionamentos sobre como os organismos encontram-se distribuídos no tempo-espço, como essa biodiversidade se mantém e é gerada, como mensurá-la, como organizá-la, como os organismos interagem com os ambientes bióticos e abióticos, e termina afirmando que as propriedades ecológicas das espécies são resultado da evolução.

Já a UC6B – Evolução: padrões e processos de diversificação da vida tratam especificamente do Evolucionismo, buscando a compreensão das explicações para a origem e diversidade das formas orgânicas, do surgimento de novas espécies e sua diversificação, indicando a centralidade dos conceitos de ancestralidade comum, da noção de extensão de tempo geológico e da compreensão de mecanismos evolutivos como a seleção natural.

A Evolução Biológica, como descrito nas UCs citadas, aparecem em todas as etapas do ensino médio. No 1º ano/EM, é trabalhada as três UCs que se relacionam com Evolução; no 2º ano/EM, é trabalhada apenas a UC1B; já no 3º ano/EM, aparece somente a unidade UC6B (Brasil, 2017, p. 194-203).

Na segunda versão foram mantidos as quatro AC ou Eixos Formativos (EF), os OG, os OAs passam a ser chamados Objetivos de Aprendizagem e Desenvolvimento (OAD) e as seis UCs diminuíram para cinco (Piccinini; Andrade, 2018).

Já a terceira versão é apresentada por meio de Unidades Temáticas (UT), a saber: Matéria e Energia, Vida e Evolução, Terra e Universo, ao invés das cinco da versão anterior. Os OAs foram substituídos por Objetos do Conhecimento (OC). A quarta versão exhibe poucas mudanças em relação à terceira. As UTs e os OCs permanecem inalterados. O documento traz, já na apresentação das Ciências da Natureza, o compromisso com o desenvolvimento do Letramento Científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências (Brasil, 2017). Nas Competências

Específicas de Ciências da Natureza para o Ensino Fundamental, não há nenhuma referência à Evolução Biológica, e essa só acontece na descrição da UT “Vida e Evolução”, em que se propõe o estudo dos “elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta.” (Brasil, 2017, p. 326).

No 1º ano/EF, a UT tem como Objetos do Conhecimentos (OC) relativos ao corpo humano e ao respeito à diversidade, por meio de três habilidades; no 2º ano/EF, a UT está envolvida com o estudo dos seres vivos no ambiente e plantas, por meio de três habilidades; no 3º ano/EF, a UT desenvolve, por meio de três habilidades, a compreensão das características e desenvolvimento dos animais; no 4º ano/EF, os estudos são sobre cadeias alimentares simples e microrganismos, com cinco habilidades; no 5º ano/EF, os conhecimentos se relacionam com os processos de nutrição do organismo, hábitos alimentares e interação entre os sistemas digestório, respiratório e circulatório; desenvolvidas por quatro habilidades; no 6º ano/EF, a UT trabalha a célula como unidade da vida, a interação entre os sistemas locomotor e nervoso e sobre lentes corretivas, por meio de seis habilidades; no 7º ano/EF, a Unidade se relaciona com a diversidade de ecossistemas, fenômenos naturais e impactos ambientais, e programas indicadores de saúde pública, com cinco habilidades; no 8º ano/EF, a UT é sobre os mecanismos reprodutivos e sexualidade, desenvolvidas em cinco habilidades; por último, no 9º ano/EF a unidade se propõe a trabalhar os conceitos relativos à hereditariedade, as ideias evolucionistas e à preservação da biodiversidade, com seis habilidades (Brasil, 2017, p. 332-351).

Já no Ensino Médio, como no texto anterior, essa versão oportuniza o aprofundamento e ampliação dos conhecimentos explorados no Ensino Fundamental. Nessa etapa de ensino, em específico nas CNT, são enfatizados os Conhecimentos Conceituais, que podem ser sistematizados em Leis, Teorias e Modelos. Quanto à organização, As Uts “Vida e Evolução” e “Terra e Universo” são unidas em uma UT denominada Vida, Terra e Cosmos, e o estudo não se limita à “Evolução da Vida, mas também “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, 2017, p. 549). No Ensino Médio, as aprendizagens são organizadas por Áreas do conhecimento, que tem por finalidade integrar dois ou mais componentes do currículo; para cada área, são definidas Competências Específicas, articuladas com as respectivas do Ensino

Fundamental, e relacionadas a essas, são descritas quais são as Habilidades a serem desenvolvidas.

Nas Competências Específicas, o segundo item é o relacionado à Evolução, onde os estudantes deverão “Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.”, e se desenvolve em nove habilidades. Esses são as proposições que necessitam ser organizados em cada ano do Ensino Médio, uma vez que o documento permite e sugere uma flexibilização, a saber:

Essa estrutura adota a flexibilidade como princípio de organização curricular, o que permite a construção de currículos e propostas pedagógicas que atendam mais adequadamente às especificidades locais e à multiplicidade de interesses dos estudantes, estimulando o exercício do protagonismo juvenil e fortalecendo o desenvolvimento de seus projetos de vida (Brasil, 2017, p. 468).

A BNCC enfatiza a importância do estudo da evolução biológica, além de salientar a necessidade de distinguir termos que fazem parte do cotidiano dos estudantes.

A Biologia, como toda ciência, tem seus códigos e formas de comunicação. Dessa forma, é preciso garantir aos estudantes o aprendizado da “linguagem” da Biologia em seus processos de produção e divulgação de conhecimentos. Interpretar gráficos filogenéticos e produzir inferências sobre as relações de parentesco entre espécies neles indicadas, nos contextos da compreensão de eventos evolutivos, distinguir o significado de termos que circulam no cotidiano como evolução, adaptação, ambiente e saúde são alguns exemplos desse processo de apropriação da linguagem, que faz parte do aprendizado da Biologia escolar. O conhecimento biológico está presente, portanto, em várias dimensões da vida do/a estudante, seja dentro ou fora da escola, e necessita de um espaço/tempo escolar, para que seja abordado de forma que faça sentido para eles/as. (BRASIL, 2017, p. 151).

Dessa maneira, a BNCC apenas orienta sobre os conteúdos e as competências e habilidades a serem desenvolvidos pelos estudantes, deixando a cargo dos demais entes da federação a elaboração de seus currículos, considerando as especificidades regionais. A forma que isso foi desenvolvido no Mato Grosso do Sul e como foi construída sua organização pedagógica serão o tema do nosso próximo item.

2.2.1 Evolução Biológica no Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul

No estado de Mato Grosso do Sul foi elaborado o a o Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul. Esse documento “[...] surge como parte do processo de

implementação dessa etapa da educação básica, decorrente da Lei n. 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, que altera a Lei 9.394/1996 – Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LBD).” (Mato Grosso do Sul, 2022)

Nessas orientações, da BNCC, o componente curricular de Biologia, juntamente com os outros componentes das Ciências da Natureza, no Mato Grosso do Sul:

[...] tem a intencionalidade pedagógica de promover o desenvolvimento de competências e habilidades e despertar nos educandos novas descobertas. Essas descobertas devem ser baseadas em ações que os direcionem à pesquisa e investigação científica, como formas de oportunizar o conhecimento, de maneira autônoma e protagonista, tanto na participação individual como na coletiva, que promova o desenvolvimento das competências cognitivas e socioemocionais necessárias aos desafios contemporâneos do século XXI. (Mato Grosso do Sul, 2019, p. 95).

Quanto às habilidades presentes no currículo de referência do MS, elas são as mesmas presentes no documento nacional, se diferenciando apenas pelo prefixo “MS.” antes da sigla adotada nacionalmente.

No que se refere ao ensino de Evolução Biológica, apenas uma habilidade faz menção direta a esse campo de estudo, mas a mesma está presente apenas no ensino fundamental: a habilidade MS.EF09CI11.s.11, que busca:

Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo. Objeto de conhecimento: Hereditariedade; ideias evolucionistas; preservação da biodiversidade (Mato Grosso do Sul, 2019, p. 636).

Já no Ensino Médio, é “proposto a bimestralização das habilidades, um mecanismo estratégico de pensamento em rede” (Mato Grosso do Sul, 2024, p. 113). Dessa forma, são trabalhadas duas ou três habilidades por bimestre, e apenas duas apresentam alguma relação com o estudo da Evolução Biológica, mesmo que de maneira superficial, ampla e indireta, a saber:

MS.EM13CNT201: Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

MS.EM13CNT208: Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana. (Mato Grosso do Sul, 2024, p.114 - 118).

Ambas as habilidades, de acordo com as orientações, precisam ser trabalhadas no 1º (MS.EM13CNT201) e 2º bimestre (MS.EM13CNT208) do 1º ano do Ensino Médio. No 1º bimestre, tem como Objeto do Conhecimento “Impactos das teorias científicas em relação às interpretações do processo evolutivo”, e no 2º bimestre, o OC é “Interpretação e análise das teorias de evolução humana e explicações de possíveis trajetórias da humanidade e suas diferenças biológicas”; e a “Investigação da ocupação e distribuição geológica dos processos de extinção e adaptações das populações” (Mato Grosso do Sul, 2024, p.114 - 118).

2.3 Evolução Biológica em pesquisas com sequência didática

Esta seção foi construída a partir de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL), portanto, buscou-se analisar a literatura que trata sobre Sequências Didáticas (SD) utilizadas para o ensino de evolução (Dall’Aqua; Mano, 2024). Para tal, foi empreendida uma busca na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Tal escolha deu-se pela BDTD ser considerada uma das maiores bibliotecas virtuais de publicações científicas, contando com quase um milhão de documentos disponíveis.

Para a busca dessa literatura foi necessária a elaboração dos descritores e resultados numéricos sobre o material bibliográfico encontrado. A pesquisa foi realizada nos últimos dias do mês de março de 2024 e ferramenta escolhida foi a “Busca por assunto”.

De início, pensou-se em apenas buscar por trabalhos desenvolvidos com a interface entre ensino e evolução, sem recorte temporal. Todavia, essa pesquisa, no portal BDTD, resultou em 4.223 resultados. Diante da inviabilidade de se realizar uma busca minuciosa dentro da amostra obtida, recorreu-se a elementos de restrição, ação típica de pesquisas de literatura do tipo sistemática. Desta forma, determinou-se como mecanismos de restrição os descritores que foram: ensino AND evolução biológica AND sequência didática e se definiu o recorte temporal entre os anos de 2019 a 2023. Assim, foi feita a leitura dos trabalhos buscando por informações que os vinculassem ao objetivo da presente investigação. Durante essa leitura, foram detectadas pesquisas duplicadas, embargadas e que não atendiam a temática proposta. Dessas, foram selecionados como documentos relevantes o conglomerado total de 18 (dezoito) publicações, as quais estão sintetizadas no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 – Resultados da RSL

Ano	Autor	Título do trabalho
2019	SILVA, Lourizelma dos Santos	Uma sequência didática para o ensino de evolução humana no ensino médio
2019	BURGER, Leandro Francisco	Educação sexual como exercício de cidadania para o respeito à diversidade de gênero e sexualidade: sequência didática com enfoque em evolução
2019	ALVES, Ildicely de Oliveira	Uma sequência didática sobre o ensino da evolução biológica a partir de uma perspectiva histórica
2019	COSTA, Carla Patrícia Fonseca	Ensino de genética e evolução para entendimento da diversidade
2019	CESAR, Felipe Modesto	O uso de história em quadrinhos como recurso didático no ensino de evolução
2020	CASTRO, Regina de	Sequência didática para o ensino de sistemática filogenética aos alunos da 3ª série do ensino médio
2020	MACENA, Marcílio Gomes	Ensino e aprendizagem de evolução biológica: Uma análise da evolução conceitual em sala de aula
2020	SCHEIFELE, Alexandre	Formação inicial de professores de biologia a partir de um enfoque evolucionista: um estudo na prática de ensino
2022	RODRIGUES, Flávia	O uso da biografia de Darwin para a construção de conceitos de evolução Biológica: uma proposta de sequência didática
2022	SOUZA, Mileni Norberto de	Elaboração de sequência investigativa aplicada ao ensino de evolução
2022	PAULA, Júlio César de	O uso de memes instrutivos para o ensino de evolução humana
2022	BASÍLIO, Vânia Aparecida Pereira	Evolução dos seres vivos: metodologias ativas e a construção do conhecimento científico
2022	GAVRON, Paulo Fernando	Subsídios teóricos e práticos sobre a temática evolução para futuros professores de ciências
2022	DIAS, Thiago Leandro da Silva	Ensino de evolução humana, questões sociocientíficas e educação antirracista: investigando princípios e protótipos educacionais
2022	SANTOS, Diana Borges dos	O papel dos estudos geológicos nas teorias sobre a transmutação das espécies no século XIX: uma contribuição histórica para o ensino de evolução

2022	RETCHESKI, Thalita Verginia Batista dos Santos	Jogo didático baseado em conceitos genéticos e evolutivos como facilitador da desconstrução do conceito de raças humanas
2023	CRUZ, Sebastião Lopes	Origem da vida e as tecnologias digitais de informação e comunicação - TDIC: uma proposta de sequência didática investigativa

Fonte: dados da pesquisa (2024).

A grande maioria dos trabalhos foram dissertações (n = 14), seguido de 4 teses. Foi analisado também se os trabalhos obtidos utilizavam algum tipo de referencial teórico para conduzir a escolha de suas atividades. Os teóricos citados foram: Ausubel, e Vygotsky. Passemos a descrição destes trabalhos, a seguir.

Santos Silva (2019) buscou aplicar uma sequência didática (SD), fundamentada com base na aprendizagem significativa de David Ausubel, para o ensino de evolução humana para uma turma de 1º ano do ensino médio, de 29 estudantes, de uma escola estadual de Várzea Grande, em Mato Grosso. Para tal, a estrutura da SD contou com 12 aulas de 50 minutos, sendo estruturada em pré-análise, exploração de material e tratamento dos resultados, inferência e interpretação, sendo utilizada a análise de conteúdo de Bardin. Para acompanhar a construção das concepções dos estudantes, a autora lançou mão de questionários pré e pós atividades, objetivando observar os aspectos conceituais construídos e o impacto das aulas na construção do conhecimento científico. Verificou-se que os estudantes tinham a ideia inicial de que os seres humanos evoluíram diretamente dos macacos atuais, dúvidas sobre por que os macacos atuais não se transformam em seres humanos, questionamentos sobre quem criou os macacos e como surgiram as primeiras formas de vida, bem como desconhecimento sobre a existência de outras espécies de hominíneos e das evidências dos fósseis no processo evolutivo e uma resistência inicial de alguns alunos em aceitar a ideia da evolução humana, demonstrando uma rejeição ao tema. Os resultados demonstraram que houve uma ampliação de uma visão da evolução humana por um viés científico quando em comparação à um viés fundamentalista, indicando uma compreensão da evolução humana como um processo ramificado, não linear, e a ideia de ancestralidade comum entre homens e macacos atuais, reconhecimento da evolução como um fenômeno complexo que envolve adaptação, seleção natural e mudanças ao longo do tempo, a utilização de termos científicos adequados para descrever a origem e evolução humana, demonstrando vocabulário

condizente com a linguagem científica, além da aceitação da existência de outras espécies de homínios além do *Homo sapiens*, baseada em evidências como fósseis, incorporação de conceitos como ancestral comum, evolução ramificada e coexistência de espécies na compreensão da evolução humana, reconhecimento da importância da ciência e da evidência científica na explicação da origem do homem, em contraposição a concepções fundamentalistas. Segundo a autora, após intervenção, houve progresso nas ideias dos estudantes, reconhecendo a importância da Ciência na explicação da origem humana, destacando a Evolução e rejeitando a ideia de que os seres humanos descendem diretamente dos macacos.

Burger (2019) teve como objetivo construir uma sequência didática interdisciplinar direcionada para o ensino médio com o tema “educação sexual”, considerando os aspectos biológicos, as bases evolutivas e sociais das características físicas e comportamentais, além de tornar os professores mais capacitados para trabalhar com o tema, e sensibilizando estudantes, professores e demais comunidade escolar para o reconhecimento e o respeito à diversidade de gênero e sexualidade. A sequência didática foi organizada em 14 aulas, dividida em 6 capítulos, e foi concebida como um produto educacional, que versa sobre as bases evolutivas de características humanas, como a seleção natural e sexual, sexualidade, Teoria da Mente Seletiva, sexo biológico e identidade de gênero.

No trabalho de Alves (2019), a proposta foi elaborar uma sequência didática sob uma perspectiva histórica, utilizando os tempos geológicos, para aproximar os estudantes da compreensão da trajetória dos organismos vivos ao longo do tempo na Terra. A SD seguiu como princípio norteador dessa intervenção didática, a Teoria da Aprendizagem Socioconstrutivista de Vygotsky, e foi realizada em uma instituição de ensino estadual, localizada no Município de Várzea Grande – Mato Grosso, em um bairro periférico e ribeirinho, com 10 estudantes do 3º ano do Ensino Médio. E para tal, a SD contou com 15 aulas de 55 minutos, com questionários para a avaliação de conhecimentos prévios, jogos interativos, visita ao Museu de História Natural Casa Dom Aquino e exibição de documentários. Os estudantes possuíam uma percepção do mundo vivo como uma unidade inconsistente, a ideia de que a diversidade da vida é resultado de um processo aleatório e ao acaso, a concepção de que o ser humano é um ser "perfeito" e que está sempre em constante aperfeiçoamento, e a existência de uma descontinuidade e fragmentação dos temas de Genética e Evolução no currículo escolar, o que dificulta a compreensão da inter-relação entre esses temas. Após a aplicação da SD, os estudantes

demonstraram uma compreensão da evolução biológica como um processo contínuo e não direcionado para um objetivo específico, o reconhecimento da história da vida na Terra e dos tempos geológicos como fundamentais para compreender a evolução das espécies, a utilização correta de termos científicos relacionados à e uma análise crítica das próprias concepções equivocadas sobre a evolução e reorganização do conhecimento a partir dessa reflexão. Os resultados obtidos indicaram que atividades práticas interativas melhoraram a qualidade do aprendizado dos alunos, tornando as informações mais significativas e incentivando-os na realização de tarefas, trabalhos e interações coletivas.

Costa (2019) teve como objetivo desenvolver e aplicar uma sequência didática (SD) sobre evolução e os mecanismos geradores da diversidade dos seres vivos com o intuito de estimular o desenvolvimento do pensamento crítico. Ela foi aplicada para estudantes de 3º ano de ensino médio, em uma escola estadual localizada no município de Belo Horizonte/MG, e contou com 7 aulas de 50 minutos. Para a análise dos resultados, foi utilizado a análise de conteúdo de Bardin. A autora utilizou questionários pré e pós a SD, aulas expositivas e dialogadas, e estudo de caso. A autora concluiu que a SD atingiu os objetivos previstos na turma em que foi aplicada, e os estudantes conseguiram desenvolver as atividades e entender os conceitos fundamentais, para compreensão da diversidade dos seres vivos.

Cesar (2019) teve como objetivo confeccionar e aplicar uma história em quadrinhos sobre evolução como produto educacional que possibilite tornar a abordagem desse tema mais efetiva. A SD foi aplicada em uma turma do 3º ano do ensino médio de uma escola estadual de Barra do Piraí, no Rio de Janeiro. Inicialmente, o tema de EB foi trabalhado de forma expositiva, e após esse momento o assunto foi trabalhado novamente por meio de histórias em quadrinhos confeccionadas pelos próprios estudantes, a partir da orientação do professor. Os resultados foram analisados e anotados em um diário de campo, e permitiu concluir que apesar de alguns estudantes na criação, leitura e interpretação dos quadrinhos, o trabalho se mostrou muito válido, resultando em protagonismo dos alunos, tornando-os agentes ativos do conhecimento.

Castro (2020) elaborou e aplicou uma sequência didática com o tema Sistemática filogenética com 77 estudantes de três turmas de ensino médio em uma escola pública de Hortolândia/SP, objetivando contribuir com o trabalho de professores produzindo um produto pedagógico que permita a identificação de caracteres em táxons, a elaboração de matriz de caracteres e a construção de árvores filogenéticas. A atividade foi desenvolvida ao longo de 6 semanas, com duas aulas semanais, e contou com a construção de

cladogramas e aplicação de questionários pré e pós-teste, que foram estudados por meio da análise de conteúdo de Bardin. A autora relata que os resultados positivos foram obtidos com a proposta de atividade prática e proporcionou interação aluno e professor, incentivou trabalho em grupo e ampliou as concepções dos alunos sobre evolução e classificação.

Macena (2020) buscou investigar de que maneira as práticas efetivadas quanto às estratégias de ensino preocupadas em promover mudanças conceituais, fundamentam e influenciam o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Evolução Biológica, por meio do Modelo de Mudança Conceitual associado ao Construtivismo Pessoal. Para tal, foi realizado um processo de intervenção subsidiado pelo ensino por investigação através de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), distribuída em 7 aulas na Escola de Referência em Ensino Médio Alfredo de Carvalho, da rede estadual. A atividade foi desenvolvida com 20 estudantes do 3º ano do ensino médio e contou com a aplicação de questões-problema, do levantamento de hipóteses e da sistematização do conhecimento por meio de leituras, discussões e debates orientados. O autor, após a análise dos resultados, indica que houve a evolução conceitual por meio da ocorrência da acomodação do modelo explicativo científico na rede conceitual dos estudantes, com a troca conceitual, e concluiu relatando que a opção por uma Sequência de Ensino Investigativa pode se constituir como uma estratégia de instrução apropriada para a construção do conhecimento e a promoção da evolução conceitual.

Scheifele (2020) propôs investigar os desafios e possibilidades do uso da evolução biológica como enfoque dos conteúdos no ensino de biologia para o Ensino Médio, por meio da elaboração, aplicação e avaliação de sequências didáticas, elaboradas em um grupo focal com treze professores em formação inicial. Dentro dessa possibilidade, o autor empreendeu uma investigação qualitativa com instrumentos de constituição de dados variados, como questionário, videogravação de encontros do Grupo Focal, planejamento e reflexão sobre sequências didáticas e entrevistas. Esses dados geraram o corpus do trabalho, e foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), baseada no ciclo da "tempestade de luz". O movimento de análise dos conjuntos de dados resultou na identificação de unidades de sentido, que foram agrupadas em categorias em três níveis: inicial, intermediário e final. Três metatextos foram criados com base nisso, abordando os significados da evolução biológica e seu ensino, a formação de formas de pensamento sobre o ensino de biologia com enfoque evolutivo, e as possibilidades desse tipo de ensino. Os professores em formação inicial reconheceram que o enfoque evolutivo

amplia a compreensão e desperta o interesse dos alunos, mas ressaltaram que sua prática requer estudo e planejamento cuidadoso. Conclui-se que é viável ensinar os conteúdos biológicos com um enfoque evolutivo para melhorar a aprendizagem e motivar os alunos.

Rodrigues (2022) construiu uma sequência didática, aplicada em 7 aulas de 50 minutos, utilizando-se da biografia de Charles Darwin como meio de aprendizado de conceitos da Evolução Biológica (EB) para alunos do ensino médio. O público foi constituído de 55 estudantes do 3º ano do ensino médio, da Fundação do Ensino de Contagem (FUNEC) localizada na cidade de Contagem/MG. Tendo como objetivo a elaboração da SD com caráter investigativo utilizando os meios já citados. Os métodos educacionais incluíram metodologias ativas, tais como sala de aula invertida a análise de textos, colaboração em grupos, debates sobre artigos científicos, redação de ensaios e artigos de jornal, utilização de vídeos do YouTube e recursos online, apresentações de seminários e a síntese do aprendizado em sala de aula através da produção de textos argumentativos pelos alunos. Para a avaliação da efetividade da SD, o estudo contou com a aplicação de questionários semiestruturados, pré-teste e pós-teste, também contando com a análise de conteúdo de Bardin. Como resultado, a autora destaca que o uso das metodologias ativas proposta, pode-se desconstruir alguns conceitos equivocados, e contribuiu no processo de desenvolvimento e o exercício da capacidade argumentativa e indica que é possível que a SD proposta contribua para diminuir os conflitos existentes entre ciência e religião, possa aumentar a segurança dos docentes para abordar o assunto, e possibilita maiores chances de consolidação dos conceitos-chave em relação à Evolução Biológica.

Souza (2022), observando a carência de materiais didáticos para o ensino de Evolução Biológica (EB), propõe uma sequência didática de caráter investigativo, com vista a contribuir para o ensino de evolução no Ensino Médio, disponibilizando um material crítico e contextualizado que abrange as teorias evolutivas e os mecanismos da evolução biológica. A autora, ao analisar as atividades propostas, organizadas em três diferentes ciclos investigativos, indica que foi possível notar que as mesmas proporcionam uma aprendizagem crítica e estimulam o protagonismo estudantil

Paula (2022) utilizou a produção de memes para o ensino de evolução humana. Para isso, foi elaborada uma sequência de ensino investigativa, que se apoiava em situações-problema, orientação, problematização, construção da proposta, elaboração das hipóteses e conclusão para possibilitar a criação de memes instrutivos e melhorar o engajamento e a participação dos estudantes. Foi desenvolvida em uma escola estadual

de Senador Cortes/MG, com 11 alunos do 1º ano do ensino médio, durante 8 etapas de 50 minutos. Por meio de questionamentos, os estudantes, organizados em grupos, elaboravam hipóteses por meio de pesquisas, apresentavam seus resultados e, a partir das discussões e orientação, foram desafiados a construir memes de caráter instrutivo, a partir de critérios definidos. Esses memes foram apresentados e refinados para a publicação em uma rede social. Por fim, foi aplicado um questionário de satisfação estruturado na escala Likert. Essas atividades, como discute o autor, geraram engajamento dos estudantes, estreitamento entre o ensino e os sujeitos, além de uma nítida receptividade por meio deles.

Basílio (2022) relaciona os eventos derivados da pandemia de COVID-19 (como o salto desse vírus de morcegos para humanos e a intensa publicação no meio científico de artigos e sua posterior divulgação para o público leigo por meio de vídeos/reportagens e similares que tentavam explicar a evolução desses seres), e a dificuldade dos estudantes na compreensão de determinados conceitos, a pesquisadora apresenta uma Sequência Didática para o ensino do conteúdo evolução dos seres, no Ensino Médio. A pesquisa objetivou avaliar não apenas o papel que esta SD desempenha no aprendizado sobre a evolução dos seres vivos fundamentada nas metodologias investigativas, mas também sua eficácia para auxiliar os alunos a compreenderem aqueles conceitos. Para a coleta de dados, a pesquisadora utilizou a técnica de observação participante e a aplicação de questionários semiestruturados pré e pós – SD, constatando que os dados obtidos contribuíram para os estudantes compreenderem como o conhecimento científico se constrói. Detectou-se, também, um significativo avanço na compreensão dos alunos sobre os conceitos relativos à evolução dos seres vivos.

Gavron (2022) propôs-se a elaboração e aplicação de uma sequência didática instrumentalizadora, no formato on-line, com estudantes do 6º e 7º ano, com aulas dinâmicas, atrativas e significativas, a fim de aprofundar as reflexões sobre a teoria evolutiva, num contexto concreto, recorrendo aos tempos geológicos e à história da vida na Terra como contributos para o surgimento da humanidade. Teve como princípio norteador a Teoria da Aprendizagem Socioconstrutivista de Vygotsky, o público alvo da pesquisa foram acadêmicos do curso de Ciências Biológicas, onde se construiu atividades de aprofundamento teórico de conteúdos de 6º e 7º anos. Como as atividades foram impactadas pela pandemia de COVID-19, utilizou-se de questionários online, e as respostas foram analisadas por meio da Análise de Conteúdo de Bardin. Os resultados obtidos pela pesquisa que o produto educacional proposto, foi avaliado positivamente em

relação à sua pertinência e aplicabilidade, demonstrando ser um material de apoio construído no qual os conteúdos apresentaram metodologias sequenciais tal como uma história, sendo mais facilitador do que algo construído apenas com recheio aleatório e atividades randômicas, e indicam que a proposta não visa preencher todas as lacunas existentes no ensino, apenas apresenta instrumentos metodológicos que podem auxiliar o professor em seu trabalho.

Dias (2022) objetivou investigar princípios de design de uma Sequência Didática sobre origem e evolução humana concebida com o propósito de educar para relações étnico-raciais antirracistas por meio do uso de questões sociocientíficas, no contexto do ensino médio de biologia, a partir da Pesquisa em Design Educacional como quadro teórico e metodológico e com base nos pressupostos da educação antirracista, na abordagem histórica do pensamento evolutivo no ensino de ciência. Como a pesquisa foi atravessada pela pandemia de covid-19, o autor investigou dois protótipos da SD nos contextos de ensino remoto/híbrido e presencial, em três turmas de terceiro ano de uma escola estadual de educação profissional de Riachão do Jacuípe, Bahia, em 5 momentos de 100 minutos cada, e não foram todos os momentos aplicados em sala de aula. A pesquisa contou com a apresentação de formas de enfrentamento de racismo, exibição de documentários, estudo dos principais grupos de homínídeos, os mecanismos evolutivos e a ocupação das Américas, e um jogo, disponibilizado como Atividade Curricular Complementar. O autor indica que a pesquisa pode contribuir para o alicerce de inovações educacionais que consigam articular objetivos para educação das relações étnico-raciais com conteúdos específicos de evolução humana, modalidades e estratégias pedagógicas próprias de uma educação científica contextualizada, problematizadora e antirracista.

Em sua tese, Santos (2022) propõe oferecer uma contribuição histórica para o ensino-aprendizagem de evolução, por meio da maneira com a qual a geologia aparece nas propostas de transmutação das espécies. Por meio de estudos de debates importantes dessa época, e a partir dessas leituras foi elaborada uma Sequência Didática, em 8 aulas consecutivas de 50 minutos, que tinham como instrumentos questionários, projeções de slides e jogos de tabuleiro. A autora explica que a SD procurou atender as expectativas dos Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular, e que o trabalho desenvolvido possa contribuir para uma melhor compreensão das propostas evolutivas de Lamarck e Darwin, do papel dos aspectos geológicos e paleontológicos, das concepções evolutivas atuais e para o ensino-aprendizagem de evolução.

A partir da questão racial, Retcheski (2022) ressalta-se a importância da criação de materiais que trabalhem em sala de aula conceitos referentes à construção histórica do conceito de “raças” humanas, dando enfoque não somente à construção social do termo, mas também para o que os estudos genéticos e evolutivos nos mostram. Seu trabalho, objetivando desconstruir o conceito de raça na espécie humana, apresenta uma maneira de abordar esse tema, por meio de uma Sequência Didática, elaborada privilegiando o ensino por investigação e gamificação, que é finalizada com um jogo de tabuleiro com o emprego de conceitos de Genética e Evolução que, de maneira lúdica, explica aos educandos as diferentes variações existentes na pele humana e as correlações evolutivas. A SD não foi trabalhada com os estudantes por conta da pandemia de Covid-19, mas a mesma pode ser utilizada com estudantes do ensino médio, nas aulas de Biologia, em vários momentos diferentes. Segundo a autora, ações como essa podem representar, portanto, uma contribuição para desconceituar a ideia de raças e dismantelar preconceitos e atitudes racistas.

Cruz (2019) propõe uma sequência didática investigativa no ensino de Biologia sobre o tema “Origem da Vida”, com o objetivo de aplicar, analisar e aprimorar uma SD investigativa com a utilização das TDIC, abordando teorias de origem das espécies e evolução biológica, assim como as dificuldades e polêmicas enfrentadas pelos professores e estudantes ao interpelarem esse conteúdo. A pesquisa foi realizada durante 9 aulas, com 35 alunos do 3º Ano do Ensino Médio. Para alcançar o objetivo proposto, o autor utilizou ferramentas como desafios, questionários e jogos online. O autor conclui que os resultados alcançados quanto ao desempenho dos discentes na avaliação e no jogo educacional virtual, demonstram bom entendimento em relação aos conteúdos ministrados.

Por fim, Farias (2023), em sua pesquisa, objetivou investigar e validar uma sequência didática (SD), no âmbito do ensino de evolução biológica, baseada na trajetória intelectual da francesa Clémence Royer, com a intenção de promover uma formação crítica às dinâmicas de opressão a ser implementada em uma turma do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, em uma turma com um total de vinte e oito estudantes. Foi organizada em nove encontros, durando de 90 a 120 minutos, e se utilizavam de discussões em grupo, análises de textos e exposições da referida intelectual. No geral, a autora considerou que toda a turma conseguiu se apropriar de forma satisfatória dos objetivos de aprendizagem, e relata que o estudo apontou alguns caminhos como o potencial da abordagem de

casos/personagens históricos que propiciem discussões sociopolíticas importantes no âmbito da formação em biologia.

Em linhas gerais, observa-se que mesmo ancorados em referenciais teóricos distintos, a organização das atividades que compuseram as SD teve em comum a busca pelo protagonismo dos estudantes, isto é, que eles, a partir da condução do professor, sejam ativos no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos que envolvem Evolução Biológica. Ainda, nota-se que a temática não pode ser tratada de forma pontual, mas em um conjunto de aulas, conforme as SD apresentadas, em acréscimo, notou-se a importância de tais conhecimentos serem abordados de forma contextualizada, isto é, em meio a assuntos conhecidos e de interesse dos estudantes, tal como questões étnico-raciais, pandemia de covid-19, memes e, também, por meio da tecnologia digital.

Todavia, destaca-se a ausência de referenciais teóricos embasando as SD, uma vez que dentre os 18 trabalhos apresentados, dentre os apenas 03 ancoraram-se em algum referencial teórico para justificar a condução pedagógica das aulas.

Ainda, o significativo número de publicações nos últimos anos indica que os desafios encontrados no ensino dessa área da Biologia permanecem, mas existem muitas alternativas que pretendem solucionar essa problemática e, partir arcabouço construído neste trabalho possibilita-se uma visão panorâmica das pesquisas na interface do tema com o ensino de Evolução Biológica por meio de Sequências Didáticas.

3 Jean Piaget

3.1 Breves apontamentos sobre vida e obra de Jean Piaget

Jean Piaget, foi pesquisador e professor da Faculdade de Ciências de Genebra, na Suíça. Nascido na cidade suíça de Neuchâtel, em 1896, faleceu aos 84 anos, em 1980. Dedicando sua vida aos estudos sobre o desenvolvimento humano, mais especificamente, na busca em compreender como passamos de uma inteligência, ainda bebês, para uma inteligência complexa na vida adulta.

Jean Piaget graduou-se em Ciências Naturais (biologia e filosofia) pela Universidade de Neuchâtel, manifestando desde a infância um notável interesse pela História Natural. Sua incursão no mundo da ciência começou aos 11 anos, quando publicou seu primeiro artigo sobre um pardal albino, marcando assim o início de sua trajetória como cientista. Aos 22 anos, obteve seu doutorado em biologia e, em seguida, mudou-se para Zurique, buscando uma introdução à psicologia experimental, por meio das aulas ministradas por Paul Eugen Bleuler, renomado psiquiatra suíço e conhecido por suas contribuições para o entendimento da esquizofrenia (Gomes; Bellini, 2009).

Em 1919, Piaget transferiu-se para Paris, onde realizou um curso de Filosofia das Ciências sob a orientação de Leon Brunschvicg. Segundo Ferreiro (2001, p. 107-108):

A visão crítica e racionalista da história da ciência e da oposição desse autor tanto às correntes irracionais quanto ao empirismo positivista impressionaram Piaget, que reterá também aquelas características que Brunschvicg aponta como específicas da inteligência: a capacidade indefinida de progresso e a preocupação perpétua pela verificação. (Ferreiro, 2001, p. 107-108).

Insatisfeito em apenas contemplar sem experimentar, Piaget aceita o convite para colaborar no laboratório de Alfred Binet, famoso pela criação e aplicação do teste de Q.I. Sua contribuição consiste em auxiliar nas pesquisas sobre o desenvolvimento intelectual infantil, empregando testes de inteligência padronizados concebidos pelo renomado investigador francês. "Embora sua tarefa consistisse em classificar simplesmente as respostas em certas ou erradas, Piaget descobre de imediato que era muito mais interessante tentar descobrir as razões dos fracassos" (Ferreiro, 2001, p. 108).

A fim de confirmar sua tese, ele inicia um diálogo clínico com essas crianças, deixando de lado as normativas dos testes, sua finalidade era quais eram os processos de raciocínio que levavam ao erro, e quais condiziam à resposta correta. Assim sendo,

descobre que raciocínios relativamente simples, exibiam dificuldades, até então não elucidadas, até a faixa etária dos 10-11 anos (Gomes; Bellini, 2009). Ferreiro (2001, p. 108) esclarece que:

Dessas primeiras experiências, surge uma metodologia e uma problemática nova: deixar de considerar as respostas erradas como um déficit, uma carência, e considerá-las em sua própria originalidade; tentar descobrir uma lógica dos erros; questionar os processos subjacentes às respostas, em vez de se contentar em catalogá-las. E, para consegui-lo, inventar uma metodologia adequada, que reúna as vantagens do controle experimental rigoroso com a flexibilidade dos interrogatórios utilizados na clínica psiquiátrica.

No contexto desses estudos, Piaget envia três artigos com seus primeiros resultados para a revista *Archives de Psychologie*, e é convidado pelo suíço Edouard Claparèd, um neurologista e psicólogo do desenvolvimento infantil, para assumir um cargo no Jean-Jacques Rousseau da Universidade de Genebra. Em 1923, aos 27 anos, Jean Piaget publicou seu inaugural livro, intitulado "A Linguagem e o Pensamento na Criança". Nessa obra, ele abordou a questão primordial sobre a utilidade da linguagem, evidenciando que o avanço da inteligência infantil ocorre por meio da transformação de suas características, e não meramente pela correção de erros. Ao longo de seus 84 anos de vida, Piaget produziu um impressionante legado literário, totalizando mais de 60 livros e cerca de 1500 artigos, traduzidos para diversas línguas ao longo do mundo.

Piaget explorou áreas diversas, partindo da biologia e abrangendo estudos em filosofia, epistemologia, lógica, matemática, física, psicologia, entre outras disciplinas científicas. Este amplo espectro de conhecimento foi essencial para sua abordagem interdisciplinar na compreensão do desenvolvimento cognitivo e da construção do conhecimento (Caetano, 2010).

Segundo Almeida e Falcão (2008), as formulações desenvolvidas por Jean Piaget foram significativamente influenciadas por filósofos proeminentes, destacando-se a influência de Henri Bergson, cuja visão filosófica enfatizava o "*élan vital*" como um impulso emanado da vida, catalisador de transformações e mudanças, ou seja, desenvolvimento. Outra figura crucial foi Brentano, defensor de uma "psicologia do ato", aderente à metodologia observacional e fundamental para os fundamentos do método clínico. No campo da Biologia, é pertinente mencionar a contribuição de Lamarck, cujo destaque reside na ênfase do papel do ambiente na evolução. Além disso, a influência de Darwin é evidente, especialmente em relação às noções associadas à ideia de adaptação. Piaget formulou a Epistemologia Genética, que articula a origem e desenvolvimento do

conhecimento humano com a biologia. Suas formulações teóricas foram desenvolvidas ao longo de décadas de trabalho empírico e reflexão, influenciadas por filósofos como Bérson, Brentano, e por biólogos como Lamarck e Darwin (Almeida; Falcão, 2008).

3.2 A Epistemologia Genética

Primeiramente, é crucial esclarecer a origem do nome da teoria desenvolvida por Jean Piaget. Desde sua juventude, Piaget demonstrou um interesse substancial em questões epistemológicas. Epistemologia é frequentemente utilizada para descrever o que conhecemos como teoria do conhecimento. A pesquisa de Piaget teve como objetivo fundamental, sob uma perspectiva biológica, entender como um indivíduo transita de um nível de conhecimento menor anterior para um nível de maior conhecimento. A questão que permeou toda a vida de pesquisa de Piaget e que o consagrou como um teórico e autor mundialmente reconhecido, conforme já apresentado, foi a da construção do conhecimento pelo sujeito.

Para Piaget, a construção do conhecimento se inicia a partir da ação para a compreensão “ou da prática, compreendida como esquemas procedurais, à teorização progressiva, enquanto ação no plano das ideias. O sujeito pode agir, realizando coordenação de ações mentais, quando é confrontado com situações particulares, seguidamente em forma de tentativas e erros.” (Kebach, 2016, p. 82).

Assim, o indivíduo consegue êxito apenas na ação, mesmo não conseguindo expressar o que fez por meio da fala ou escrita, pois ainda não possui a tomada de consciência sobre seu êxito. Desse modo, esta ação ocorre a partir dos seus esquemas afetivos e cognitivos, visando uma estrutura mental progressiva (Piaget, 1983).

O conhecimento não está nos objetos, e tampouco no sujeito, mas ocorre e surge a partir da interação de ambos, afetando tanto um quanto o outro. Após a interação, nem o sujeito e o objeto são os mesmos: da mesma forma que o sujeito busca entender os mecanismos de um objeto, o qual tematizou, a partir dos seus interesses, como fonte de descoberta, permitindo que suas estruturas mentais progridam, mesmo de maneira inconsciente. Desse modo, pode-se entender que há uma afetação recíproca entre sujeito e objeto, assim, ambos não voltam a ser os mesmos. Para Piaget, as perturbações do meio provocam respostas no sujeito, que precisa se adaptar (Piaget, 1983).

A teoria de Piaget procura elucidar como ocorre a formação do conhecimento através dos estádios de desenvolvimento. Esses estádios podem avançar ou retardar,

dependendo das demandas do ambiente em que o indivíduo está imerso, das experiências proporcionadas a ele e do contexto social em que se encontra.

Se faz importante salientar a utilização do termo *estádio* nesse material. Piaget utiliza o termo *Stade*, que pode ser encontrado traduzido para o português como *estágio*, *estádio* e *período*. Opta-se por utilizar o termo *estádio* no presente trabalho pois admite-se que se apresenta mais adequado como discute Mano (2017):

[...] é relevante esclarecer que o epistemólogo suíço se vale da palavra *stade* (estádio) para explicar seu modelo de evolução do pensamento. [...] Assim, entendemos que estágio é o momento ou o lugar no qual existem acontecimentos que integram/caracterizam uma evolução. (Mano, 2017, p. 29)

3.3 Os estádios de desenvolvimento da criança e do adolescente

Piaget, ao tratar desse assunto, inicia salientando que os estádios de operações intelectuais são um caso privilegiado e diferenciado de outros domínios de desenvolvimento, como a percepção da criança ou a evolução da linguagem. A observação desses domínios são continuidades muito diferentes da estabelecida no terreno das operações lógico-matemáticas, e muito maior. No ponto de vista das operações intelectuais, vê-se uma continuidade do ponto de vista orgânico, que pode ser detalhada de forma convencional, mas que não apresenta limites naturais muito nítidos.

Ao se debruçar sobre o domínio das operações intelectuais, observa-se um duplo fenômeno, onde de um lado estruturas se formam, onde podemos assistir e seguir passo a passo os primeiros lineamentos, e do outro lado, assistimos seu acabamento, ou seja, a constituição das etapas de equilíbrio. Nesses meandros, diferentes estruturas podem se suceder ou se integrar segundo combinações múltiplas. A isso Piaget dá o nome de estádios, sem fazer generalizações e definindo esses cortes segundo algumas características, tais como:

- Havendo estádios, é necessário inicialmente a *ordem de sucessão das aquisições seja constante*. Não a cronologia, mas a ordem de sucessão. A cronologia é uma característica importante dentro de uma população, mas essa cronologia é extremamente variável, dependendo da experiência anterior dos indivíduos, e não somente da sua maturação, e é dependente principalmente do meio social, que pode acelerar ou retardar o aparecimento de um estágio, ou até mesmo evitar a sua manifestação. Em contrapartida, nos estádios, “a ordem de sucessão das condutas deve ser considerada como constante,

quer dizer que uma característica não aparecerá antes de outra num certo número de indivíduos, e, depois de outra, num outro grupo de indivíduos” (Piaget, 1983, p. 235).

- O *Caráter integrativo*, ou seja, uma estrutura que é construída em uma idade se integra às estruturas da idade seguinte. Como exemplo, o objeto permanente que se constrói no estágio sensório-motor será um meio integrante das noções de conservação ulterior, assim significando também para as operações chamadas de concretas, que continuarão uma parte integrante das operações formais, sendo uma nova estrutura, mas que repousa sobre as primeiras a título de conteúdos; (Piaget, 1983)

- Um estágio não será caracterizado pela justaposição de propriedades estranhas uma sobre as outras, mas por uma *estrutura de conjunto* e essa noção toma um sentido precioso no campo da inteligência, e mais preciso que em outra parte. Uma estrutura será um agrupamento com as características lógicas encontradas na classificação ou seriação. Estruturas que podem ser caracterizadas por suas leis de totalidade que, uma vez alcançada, pode-se determinar todas as operações que ela recobre. Ou seja, se uma criança atinge um determinado tal ou qual estrutura, ela será capaz de realizar uma multiplicidade de operações distintas, que pode não apresentar nenhum vínculo visível entre elas numa primeira análise. Essa é a vantagem das estruturas: quando elas são complexas, permitem que sejam reduzidas a uma unidade superior uma série de esquemas operatórios sem elos aparentes entre si, é então a estrutura de conjunto como tal que é a característica do estágio; (Piaget, 1983)

- Um estágio ao mesmo tempo possui um nível de *preparação*, de um lado, e de *acabamento*, por outro;

- Como a preparação de aquisições ulteriores pode se relacionar com mais de um estágio (com conexões diversas entre certas preparações mais curtas ou mais longas), e, em sequência, existem diversos graus de estabilidade nos acabamentos, se faz necessário a distinção, em toda a sucessão de estágios, entre os *processos de formação* ou de gênese, e as *formas de equilíbrio finais* (no sentido relativo): essas últimas são relativas às estruturas de conjunto do tópico anterior, enquanto os processos formadores são aspectos de diferenciações sucessivas de tais estruturas (diferenciação da estrutura anterior e preparação para a seguinte); (Piaget, 1983)

Há ainda a noção de *decalagem*, que tem por característica fazer obstáculos à generalização dos estágios, introduzindo considerações de prudência e limitação. As decalagens indicam a repetição ou a reprodução do mesmo processo formador em

diferentes idades. Piaget apresenta suas duas formas: *decalagens horizontais* e *decalagens verticais*. (Piaget, 1983)

Decalagens horizontais se caracteriza quando a mesma operação se aplica a diferentes conteúdos. Como exemplo temos, no domínio das operações concretas, uma criança de 7-8 anos poderá organizar quantidades de matéria; ela saberá classificar, contar, medir, e assim por diante, e ela conseguirá atingir noções de conservação relativa a esses mesmos conteúdos, exceto ao domínio do peso, onde após cerca de dois anos ela saberá generalizar aplicando esse novo conteúdo. Analisando, a operação nos dois casos é a mesma, mas aplicada em domínios diferentes. Essa seria uma característica de decalagem horizontal no interior de um mesmo período. (Piaget, 1983)

Decalagens verticais, pelo oposto, são a reconstrução de uma estrutura por meio de outras operações. Um bebê atinge, por volta do fim do período sensório-motor, um *grupo de deslocamentos*, sabendo se orientar em seu espaço com desvios e retornos. Mas esse “grupo” é unicamente prático e absolutamente representativo. Quando, mais tarde, esse indivíduo (o bebê) precisar representar esses mesmos deslocamentos, ou seja, imaginá-los e em operação, será encontrada etapas análogas de formação, mas dessa vez em outro plano, o da representação. Como se trata de outras operações, se denominará decalagem vertical.

Assim, Piaget divide o desenvolvimento intelectual em três grandes períodos: sensório-motor, pré-operatório e operatório (concreto e formal). (Piaget, 1983)

Esse primeiro período se refere do nascimento até o aparecimento da linguagem, aproximadamente nos dois primeiros anos de existência. Esse período é subdividido em seis estágios. De acordo com Piaget (1983):

1. Exercícios reflexos: 0 a 1 mês;
2. Primeiros hábitos: início dos condicionamentos estáveis e reações circulares “primárias” (relativas ao próprio corpo, como chupar o polegar). De 1 a 4 meses e meio;
3. Coordenação da visão e da apreensão e começo das reações circulares “secundárias” (ou seja, relativo aos corpos manipulados). Início da coordenação de espaços qualitativos até então heterogêneos, mas sem busca dos objetos desaparecidos, começo da diferenciação entre fins e meios, mas sem fins preliminares, quanto a aquisição de uma conduta nova. De 4 meses e meio até aproximadamente 8-9 meses;
4. Coordenação de esquemas secundários com a utilização de meios conhecidos para um novo objetivo, como vários meios possíveis para um mesmo objetivo e vários objetivos possíveis para um mesmo meio. Início da pesquisa de objeto desaparecido, mas

sem coordenação dos deslocamentos (e localizações) sucessivos. De 8-9 meses a 11-12 meses aproximadamente;

5. Diferenciação dos esquemas de ação por reação circular “terciária” (variação das condições de exploração e tateamento dirigidos) e descoberta de meios novos. Como exemplo, condutas de suporte (tirar um pano para trazer para si o objeto sob o pano, reação negativa se o objeto está ao lado ou longe do suporte), do barbante ou do bastão (por tateio). Busca do objeto desaparecido com localização em função de deslocamentos sucessivos perceptíveis e começo de organização de “grupo prático dos deslocamentos” (desvios e retornos em ações). De 11-12 a 18 meses aproximadamente;

6. Começo da interiorização dos esquemas e solução de alguns problemas com parada da ação e compreensão brusca. Exemplo: conduta do bastão quando não foi adquirida por tato no estágio 5. Generalização do grupo prático dos deslocamentos com incorporação, no sistema, de alguns deslocamentos não perceptíveis. De 18 a 24 meses aproximadamente.

Esses estágios, para Piaget, apresentam-se como um caráter muito importante quando comparado aos estágios do pensamento ulterior, no sentido de que eles são uma prefiguração deles. Assim, observa-se uma organização dos movimentos e deslocamentos que inicialmente se restringem ao próprio corpo, se descentalizam pouco a pouco e expande-se para o espaço em que a criança está como um elemento entre outros, analisando, no plano prático, o mesmo plano de descentralização progressiva que pode ser encontrado em seguida no nível representativo, nas operações mentais e não simplesmente em ações.

3.3.1 O período de preparação e de organização das operações concretas de classes, relações e número

Piaget denomina como operação concreta àquelas relativas a objetos manipuláveis (efetivas ou imaginárias), por oposição às operações que se dirigem sobre hipóteses ou enunciados simplesmente verbais (lógica das proposições). Esse período se estende de pôr volta dos 2 anos de idade até os 11-12 anos. É subdividido em subperíodo *A* de preparação funcional das operações, mas de estrutura pré-operatória, e num subperíodo *B* de estruturação propriamente operatória (Piaget, 1983, p. 239). Esse subperíodo se subdivide em três estádios:

1. De 2 a 3½ anos ou quatro anos: aparecimento da função simbólica e começo da interiorização dos esquemas de ação em representações. Esse estágio é o que menos

se tem informações sobre os processos de pensamento, pela dificuldade de uma criança nessa idade manter uma conversa seguida: tendo isso como fator negativo, temos como positivo o aparecimento da função simbólica sob diferentes formas, como a linguagem, jogo simbólico (ou de imaginação) em oposto aos jogos de exercício somente representados até então; imitação diferenciada e provavelmente o surgimento da imagem mental idealizada como imitação interiorizada; plano de representação nascente, dificuldades de aplicação ao espaço não próximo e ao tempo não presente dos esquemas de objeto, de espaço, de tempo e de casualidades já usados na ação efetiva.

2. De 4 a 5 anos: organizações representativas fundadas seja sobre configurações estáticas, seja sobre uma assimilação à ação própria: esse nível é caracterizado pelas primeiras estruturas representativas acerca das interrogações sobre objetos a serem manipulados e a dualidade dos estados e das transformações. Os primeiros são pensados como configurações (o papel das configurações perceptivas, das coleções figurais e da não-conservação dos conjuntos, das quantidades) e o segundo são assimiladas as ações.

3. De 5½ a 7-8 anos: regulações representativas articuladas: fase existente entre a não-conservação e a conservação. Início da relação entre os estados e as transformações, graças a regulações representativas permitindo pensá-las sob formas semi-reversíveis (como por exemplo articulações crescentes das classificações e das relações de ordem).

O subperíodo das operações concretas

Etapa que ocorre de 7-8 anos até os 11-12 anos, que tem por características incorporar uma série de estruturas em vias de acabamento. E essas estruturas, para Piaget, se assemelham no plano lógico ao que ele denomina como agrupamentos, pois ainda não são “grupos” e tampouco “redes”, por ausência de limites inferiores e superiores entre eles. São exemplos as classificações, as seriações, as correspondências termo a termo, as correspondências simples ou seriais, as operações multiplicativas ou matrizes, entre outras. Ele ainda acrescenta nessa mesma configuração, no plano aritmético, os grupos aditivos e multiplicativos, os números inteiros e fracionários.

Piaget subdivide esse período em dois estádios: o primeiro das operações simples e o outro do acabamento de certos sistemas de conjunto no domínio do espaço e do tempo, em particular. Nesse sentido, é o período em que a criança atinge, por volta dos 9-10 anos somente, os sistemas de coordenadas e referências. É o nível que marca os sistemas mais amplos sobre o plano concreto.

O período das operações formais

Este último período, ocorrente entre os 11-12 anos e marcado por uma etapa de equilíbrio e dos 13 ou 14 anos por um período de intensas transformações, que ocorre relativamente rápida e que aparece de formas diversas, e caracterizada por operações bem distintas. Piaget caracteriza essa fase com o aparecimento das operações combinatórias. Até esse momento, havia apenas encaixes simples dos conjuntos, e das operações elementares, mas o que aparece nesse momento é denominado por matemáticos de “conjuntos de partes”, que são o ponto de partida dessas combinatórias. A operação começa por volta dos 11-12 anos e produz a estrutura de “rede”. Nesse mesmo nível aparece as proporções, a capacidade de raciocinar e se representar seguindo dois sistemas de referência ao mesmo tempo, estruturas de equilíbrio mecânico, entre outras. Para exemplificar essa fase, Piaget utiliza a análise do movimento relativo de um caracol sob uma prancheta, que se desloca no sentido inverso do caracol e o cálculo da resultante desses movimentos, de um em relação ao outro e com relação a um sistema de referência exterior. Nesse caso, observa-se quatro operações coordenadas: uma operação direta (I), seu inverso (N), mas também a operação direta e o inverso do outro sistema que são a recíproca do primeiro (R) e a negação dessa recíproca ou correlativa ($NR = C$). Esse grupo de quatro transformações INRC aparece em uma série de diferentes domínios, como problemas lógico-matemáticos e de proporções, independente de conhecimentos escolares.

Aparece ainda, nesse último nível, a lógica das proposições, a capacidade de raciocinar sobre enunciados, sobre hipóteses, e não mais sobre objetos postos em mesas ou representados. Assim, essa lógica de proposições, a rede combinatória e o grupo das quatro transformações (INRC), ou seja, os dois aspectos complementares de uma nova estrutura de conjunto, engloba a totalidade dos mecanismos operatórios que constituem esse nível.

Piaget ainda salienta que esses três grandes períodos, com seus estádios particulares, fazem parte de processos de equilibração sucessivos, que vão ao encontro de um equilíbrio. Se esse equilíbrio é atingido em um ponto, a estrutura será integrada em um novo sistema em formação, até um novo equilíbrio sempre mais estável e de campo mais extenso (Piaget, 1983).

Equilíbrio, segundo Piaget, “significa que o desenvolvimento intelectual se caracteriza por uma reversibilidade crescente, e essa reversibilidade é o ponto mais aparente do ato da inteligência, que é capaz de desvios e retornos (Piaget, 1983). Essa

reversibilidade é amplificada regularmente durante os estádios descritos anteriormente. Ela se apresenta de duas maneiras, uma chamada inversão ou negação, que se apresenta na lógica das classes, aritmética etc., e outra, chamada reciprocidade, que aparece nas relações de relação. Por todo o nível das operações concretas, a inversão por uma via e a reciprocidade por outra, seguem lado a lado, paralelamente, mas sem junção em um sistema único. Com o grupo das transformações INRC, tem-se a inversão, a recíproca, a negação da recíproca e a transformação idêntica, ou seja, síntese em um único sistema dessas duas formas de reversibilidades até então paralelas, mas sem conexão entre elas (Piaget, 1983).

Uma vez descritas as etapas desse desenvolvimento, pode-se questionar sobre quais os fatores que o influenciam e Piaget (1964) responde:

Para mim, existem 4 fatores principais: em primeiro lugar, maturação, uma vez que esse desenvolvimento é uma continuação da embriogênese; segundo o papel da experiência adquirida no meio físico sobre as estruturas da inteligência; terceiro, transmissão social num sentido amplo (transmissão linguística, educação, etc.); e quarto, um fator que frequentemente é negligenciado, mas que, para mim, parece fundamental e mesmo o principal fator. Eu denomino esse fator de equilíbrio ou, se vocês preferem, auto-regulação (Piaget, 1964, p. 178).

Observa-se que a maturação é uma condição necessária, sendo uma continuação do meio de formação do indivíduo, que não explica todo o desenvolvimento, servindo como o artífice de possibilidade de novas condutas que precisam ser atualizadas, que de forma automática leva à outras condições, a qual a mais imediata é a experiência (Ferracioli, 1999).

Em se tratando da experiência, Piaget diferencia em dois tipos distintos: a experiência física, que se define a partir dos conteúdos assimilados, consistindo na ação sobre os objetos para entender suas propriedades, partindo dos próprios objetos, e a experiência lógico-matemática, que se revela em como se constrói a própria estrutura, que também se relaciona com o objeto para a extração de suas propriedades, mas não dos próprios objetos, e sim a partir das ações dos indivíduos sobre esse objeto. Assim sendo, a experiência física não se é apenas um registro de dados, mas uma estruturação ativa e assimiladora de quadros internos.

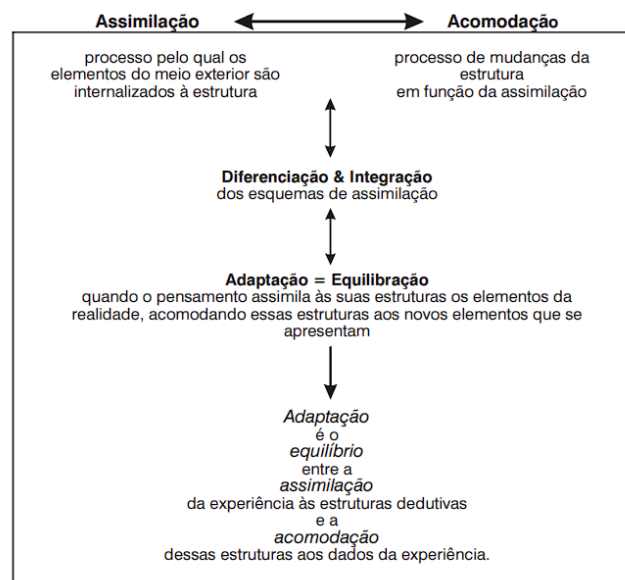
A transmissão social, seja por meio da linguagem, interações educacionais ou sociais, desempenha um fator necessário, uma vez que permite à criança receber uma abundância de informações. Contudo, essa transmissão não é plenamente eficaz, pois a

criança só internalizará as informações que estejam alinhadas com as estruturas cognitivas correspondentes ao seu nível de pensamento (Ferracioli, 1999).

O quarto elemento, denominado *equilíbrio* e reconhecido por Piaget como essencial, representa a conclusão que destaca a natureza não apriorística do desenvolvimento das estruturas mentais do indivíduo. A progressão sempre se orienta em direção a um estado de equilíbrio, embora não haja um plano predefinido, "como a marcha para o equilíbrio da entropia em termodinâmica" (Piaget, Inhelder, 1978, p. 134).

Assim, o desenvolvimento acontece por meio de uma constante busca de equilíbrio, o que se compara na adaptação dos esquemas existentes ao mundo exterior. A adaptação, compreendida como processo, se dá por meio do equilíbrio entre dois mecanismos inseparáveis: a *assimilação* e a *acomodação*. A *assimilação* seria ao processo em que elementos do meio externo são internalizados às estruturas, enquanto a *acomodação* se relaciona ao processo de mudança da estrutura, quando há diferenciação e integração dos esquemas de assimilação.

Figura 1 - Resumo esquemático do processo de desenvolvimento intelectual



Fonte: Ferracioli (1999, p. 10).

3.4 Tipos de conhecimento

Considerando que, segundo Piaget, a função da escola não consiste em estabelecer padrões rígidos de aprendizado, mas sim em cultivar a noção de que as crianças têm a capacidade de promover mudanças através do contato com novos elementos, é crucial

compreender como tais ações podem se desenrolar no ambiente escolar. Jean Piaget e Inhelder (1978) oferecem diversas contribuições à epistemologia da construção do conhecimento, defendendo a tese de que é essencial incentivar a busca pelo conhecimento na criança, de modo que ela estabeleça conexões e realize novas descobertas (Diegoli *et al.*, 2022). Por isso, Piaget (1978, p. 6) reitera que:

[...] o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que a ele se impoariam. O conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma indiferenciação completa e não de intercâmbio entre formas distintas. [...] a partir da zona de contato entre o corpo próprio e as coisas, eles se empenharão então sempre mais adiante nas duas direções complementares do exterior e do interior, e é desta dupla construção progressiva que depende a elaboração solidária do sujeito e dos objetos. (Piaget; Inhelder, 1978, p. 6).

A vasta produção de Piaget sobre o desenvolvimento infantil contribuiu para que, a partir de seus trabalhos e posteriormente a eles, fossem relacionados três tipos de conhecimento: o conhecimento físico, o conhecimento lógico-matemático e o conhecimento social. Nessas definições, o conhecimento físico seria aquele atrelado ao objeto, ou seja, em formas que o objeto proporciona ao sujeito oportunidades de observação. Assim, observar como uma bola rola sobre uma tampa, de que uma certa quantidade de materiais produz cristais ou como alguns objetos flutuam na água seriam exemplos de conhecimento físico (Montoya *et al.*, 2011).

O mesmo autor indica que o conhecimento lógico-matemático tem relação de como acontecerá determinado fenômeno, a relação entre a coordenação entre os objetos, de modo que possa desenvolver as noções lógicas de classificação, seriação e conservação; infralógicas de tempo, espaço e causalidade. Assim, as operações lógico-matemáticas são derivadas das próprias ações, sendo o produto de uma abstração precedentes da coordenação das ações, e não dos objetos.

A conceituação do conhecimento social advém das transmissões sociais. Ou seja, nessa situação, o objeto é o social, diferente dos outros tipos já relatados. É a partir dessa percepção do conhecimento social que se torna possível observar o progresso da criança e a construção do conhecimento conforme as relações que ela mantém com o ambiente e com os elementos ali existentes, além de levar em consideração toda a construção previamente elaborada em seu meio cultural e familiar (Montoya *et al.*, 2011).

Durante suas investigações sobre a construção do conhecimento, Piaget desenvolveu uma concepção dos fatores e das etapas implicadas nesse processo. Dessa forma, ele propôs a maturação, a transmissão social, a experiência adquirida e a equilíbrio como elementos inseparáveis e cruciais para essa construção.

3.5 Contribuições de Piaget para a educação

Seja no âmbito psicológico ou pedagógico, Piaget enfatizará continuamente a importância da atividade da criança. É por meio do desenvolvimento desse conceito que ele se opõe a qualquer teoria que conceba a criança como um ser passivo e receptivo, e é assim que ele elabora sua perspectiva construtivista e interacionista do conhecimento. Piaget sustenta a ideia de que o sujeito explora ativamente seu entorno e, através de suas ações, cria estruturas internas que possibilitam a compreensão do mundo de maneira cada vez mais objetiva e diferenciada. Essa posição é, portanto, relativista e não pressupõe uma separação clara entre o sujeito e a realidade a ser conhecida (Rangel; Becker, 2022).

Embora Piaget não tivesse interesse específico na educação, sua vasta produção era, em sua maioria, direcionada para o sujeito epistêmico, o sujeito universal do conhecimento, investigando o desenvolvimento em suas mais variadas noções (Chakur, 2005), suas ideias geraram bastante repercussão no meio educacional. Jean Piaget deixou sua marca não apenas nas noções fundamentais incorporadas nos currículos escolares, mas também expressou suas opiniões no âmbito pedagógico. Em algumas ocasiões, ele endossou os métodos ativos propostos pelo movimento escolanovista das décadas de 1920 e 1930 do século XX, e sua influência tornou-se mais evidente a partir da década de 1950, quando as pesquisas e tentativas de aplicação da teoria psicogenética no campo educacional se intensificaram.

Desse modo, certos temas caros ao escolanovismo, tais como os métodos ativos, a atividade e o interesse da criança, o trabalho em equipe e o autogoverno, eram apoiados por Piaget. Ele concordava, igualmente, que a Pedagogia deveria assentar-se na Ciência e que a educação deveria libertar-se do excessivo verbalismo e da centração na figura do mestre (Chakur, 2015)

No início do século XX, enquanto a psicologia se constituía como ciência, muito se debateu sobre as contribuições desse campo de estudo às problemáticas educacionais. Por meio da fundação de vários institutos de pesquisa, houve um movimento que invocavam uma área específica de conhecimento psicológico para o tratamento e solução

de problemas educacionais. Assim surge a psicologia da educação, como discutido por Chakur (2005):

Assim surgiu a Psicologia da Educação, assentada em três eixos: teorias da aprendizagem – na época, as propostas por Thorndike, Hull, Tolman e Lewin, por exemplo; Psicologia da Criança – com as contribuições de Gesell, Baldwin e Claparède, por exemplo; e medidas das diferenças individuais – introduzidas por Binet, Simon e Terman. No entanto, as relações entre a Psicologia e a educação escolar não deixaram de ser tumultuadas, pois logo se percebeu que não se pode deixar nas mãos de uma só disciplina o destino a ser dado a uma prática tão complexa, responsável pela formação de gerações, como a educação. (Chakur 2005, p. 289).

As tentativas de "aplicar Piaget" na educação escolar revelaram que não é viável realizar uma transposição mecânica de uma teoria desenvolvida em um domínio de conhecimento para outro que seja essencialmente prático, como é o caso da educação. A vivência escolar é de natureza pedagógica, social e prática, e objetiva a promoção do desenvolvimento da criança, o exercício da cidadania e a transmissão da cultura organizada, sendo de caráter social, interessando nesse processo o sujeito individual; já Piaget condiciona o desenvolvimento dos conhecimentos como um processo espontâneo, que estima as trocas entre sujeito e objeto, enquanto a educação supõe a intervenção planejada e sistematizada das relações de ensino (Charkur, 2005). As trocas, ainda nessa última análise, incluem ainda a figura do professor, em que os objetivos e meios usados são intencionais e escolhidos deliberadamente para resultarem na aprendizagem.

Nesse sentido, em uma análise mais rasa, pode parecer que as ideias de Piaget nada oferecem para a melhoria da educação. Mas, apesar de não existir um método de ensino e uma teoria pedagógica construtivista, Piaget deixa um quadro teórico denso e consistente, no qual os profissionais da educação podem se aprofundar e entender problemáticas educacionais e, assim, reavaliar a prática pedagógica. O construtivismo de Piaget não indica como ensinar, mas permite a compreensão de como se aprende, indicando uma série de características para a identificação de possibilidades e limitações da criança e do adolescente, possibilitando ao educador um meio seguro de interpretação das suas condutas e de como se portar em relação a elas. Isso não significa ocultar ao educando informações relevantes ou conteúdos entendidos como difíceis por, numa interpretação rudimentar, não se adequar as fases de desenvolvimento intelectual; o desafio é “encontrar o equilíbrio entre o que a criança é capaz de assimilar e o que é necessário transmitir-lhe para sua formação como pessoa e cidadã, buscando, igualmente, formas adequadas de ajudá-la nessa tarefa” (Chakur, 2005, p. 292).

Apesar de existirem outras correntes teóricas capazes de lidar com os desafios do ensino e da aprendizagem, os trabalhos de Piaget continuam bastante atuais, em especial seu embasamento teórico de assimilação, acomodação e adaptação que se dá em todas as idades, com explicações de como os indivíduos progridem e auxiliando os profissionais da educação na construção e execução de atividades (Yamazaki *et al*, 2019).

No Brasil, a conexão entre Psicologia e sociedade se estreitou nas primeiras décadas do século XX, especialmente nos anos 20 e 30. Essa proximidade coincidiu com um período em que a sociedade brasileira enfrentava as demandas da modernidade capitalista. À Psicologia, com suas técnicas inovadoras, era atribuído o papel de disciplina coadjuvante na construção de um novo indivíduo, especialmente devido à sua contribuição para os aspectos metodológicos do ensino, ou seja, no âmbito do "como ensinar". É no contexto educacional dos anos 1930, no bojo do movimento escolanovista, que se defendia a importância de conhecer a criança, e foi através da influência poderosa de Claparède que as ideias de Jean Piaget foram difundidas no Brasil. (Carvalho, 2002).

Nas décadas de 1950 e 1960, a divulgação das obras de Piaget é intensificada com a criação das faculdades de Filosofia e de cursos de formação pedagógica (Chakur, 2015). A mesma autora salienta que é nesse mesmo intervalo de tempo que provavelmente é fundada a primeira escola com projeto educacional baseado em Piaget, a escola *Chave do tamanho*, no Rio de Janeiro.

Nas décadas de 1970 e 1980, uma das características marcantes das pesquisas sobre o fracasso escolar foi a análise dos mecanismos seletivos próprios da instituição escolar. Nesse contexto, destacaram-se dois grupos de pesquisadores brasileiros, influenciados pela teoria piagetiana. O primeiro grupo é composto por Terezinha Nunes Carraher, David William Carraher e Analúcia Dias Schliemann, vinculados ao programa de pós-graduação em Psicologia da Universidade Federal de Pernambuco. O segundo grupo é representado por Zélia Ramozzi Chiarottino, docente do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, e seus orientandos ou ex-orientandos, como Adrian Montoya (Yaegashi, 1995).

É ao longo da década de 1980 que se intensificam os relatos de pesquisas baseadas na obra de Jean Piaget, cujos sujeitos investigados passaram a ser crianças residentes em favelas ou em regiões periféricas dos centros urbanos. Uma das precursoras nesse campo foi justamente Zélia Ramozzi Chiarottino, que se dedicou ao estudo das características cognitivas de crianças em situação de vulnerabilidade social. Para essa pesquisadora, eventuais deficiências de aprendizagem não podem ser atribuídas exclusivamente à escola

ou à criança. Em sua perspectiva, o problema reside na qualidade da interação entre a criança e a instituição escolar. Assim, a superação das dificuldades educacionais passaria necessariamente por uma reconfiguração dessa relação interativa (Yaegashi, 1995).

Seguindo essa mesma linha teórica, Adrian Montoya, também se debruçou sobre o estudo das capacidades cognitivas de crianças carentes. Em sua dissertação de mestrado, investigou como o meio social interfere no desenvolvimento cognitivo da criança marginalizada. Fundamentado na epistemologia genética de Jean Piaget, Montoya partiu da premissa de que as condições de vida adversas enfrentadas por essas crianças limitam a expressão e o desenvolvimento de suas potencialidades cognitivas. Seu trabalho é movido por um projeto político explícito, ao sustentar que a condição de marginalidade só poderá ser superada pelos próprios sujeitos que a experienciam — desde que lhes sejam asseguradas, de forma contínua, as possibilidades de falar, julgar e refletir criticamente sobre sua própria realidade (Yaegashi, 1995).

Mais à frente, na reforma educacional que ocorre em 1996 no Brasil (LDBEN 9394/96), os Parâmetros Curriculares Educacionais (PCN) baseia-se suas diretrizes no Construtivismo, contendo nem sempre interpretações adequadas (Chakur, 2015).

Por último, quando há a escolha de uma linha teórica específica que baliza não somente as diretrizes educacionais, mas como também as práticas pedagógicas, os profissionais, seja por escolha própria ou por imposição das diretrizes de ensino, acaba-se optando por buscar formações ou cursos capazes de coloca-los a parte da perspectiva em questão; cursos esses que nem sempre se mostram como fontes confiáveis, e que acabam por reproduzir de maneira superficial a Teoria da Educação mais como *slogan* ou propaganda. Não obstante, não é raro encontrar trabalhos/autores dedicados em apontar falhas/lacunas/esquecimentos da teoria do que seu cerne de conteúdo, descontextualizando falas/citações e trazendo-as como provas do que está sendo criticado (Chakur, 2015)

A diversidade de usos da teoria de Piaget mostra o quanto ela é inspiradora e frutífera, mas vários pesquisadores (Obana 2015; Chakur, 2006) externam a preocupação de uma transposição aligeirada e descontextualizada, quando estudados por pesquisadores de áreas diversas. Nesse sentido, há o risco de se fazer uma produção inconsistente, necessitando de estudos cuidadosos (Monteiro *et al.*, 2018).

A teoria de Jean Piaget é fundamental para o desenvolvimento de trabalhos realizados em sala de aula, pois oferece uma compreensão profunda sobre como os estudantes constroem conhecimento e se desenvolvem cognitivamente. Ao compreender

isso, é possível adaptar as estratégias de ensino para melhor atender às necessidades cognitivas e emocionais dos alunos em cada fase de seu desenvolvimento. Isso pode incluir a utilização de métodos de ensino mais concretos e experimentais para alunos. Além disso, a teoria de Piaget enfatiza a importância da aprendizagem ativa e do papel crucial do aluno como um agente ativo na construção do seu próprio conhecimento, nos incentivando a criar ambientes de aprendizagem que promovam a exploração, a descoberta e a resolução de problemas. Dessa forma, a aplicação dos princípios do construtivismo piagetiano na sala de aula pode contribuir substancialmente para um ensino mais eficaz e uma aprendizagem mais profunda.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para essa pesquisa, há um foco com duas vertentes: no primeiro, optamos por elaborar uma questão de pesquisa que articule referenciais conceituais e metodológicos que possam superar os obstáculos da compreensão e aprendizagem do conceito de Seleção Natural como precursor para a compreensão da Evolução Biológica, por meio de uma Sequência Didática. Na segunda, espera-se que os estudantes sejam capazes de, a partir de uma situação que simula um meio natural, possa perceber como a seleção natural atua, através de uma atividade de investigação. Ainda nessa segunda vertente, pretendemos buscar a aprendizagem dos estudantes por meio da análise do uso de conceitos científicos pelos mesmos, bem como as evidências escolhidas para apoiar suas conclusões e como se deu a construção dos argumentos utilizados para a compreensão da Seleção Natural como mecanismo da Evolução Biológica.

Para tanto, essa pesquisa se caracteriza como qualitativa, do tipo pesquisa-ação, conforme caracterizada por Minayo (2012), pois envolve a compreensão e interpretação da singularidade das situações, bem como da vivência que ocorre no âmbito da história coletiva e são contextualizadas e envolvidas pela cultura do grupo em que ela se insere, e onde o pesquisador atua também como participante e professor, pesquisando e analisando sua prática docente. Pesquisas qualitativas balizam-se a partir de uma indagação inicial, e esta orienta-se para o delineamento adequado do objeto no tempo e no espaço, define as estratégias de campo, as bases teóricas e hipóteses que conduzem o estudo, questioná-las sempre que necessário, organiza e tipifica o material coletado, realiza a transição entre a empiria e a elaboração teórica, além de ser ferramenta para a construção de um texto capaz de transmitir informações concisas, coerentes e, o mais possível, fidedignas. Por exigir presença, envolvimento pessoal e interação do pesquisador em todo o processo, uma boa análise qualitativa deve explicitar suas ações no campo, assim como seus interesses e dificuldades na construção do objeto (Minayo, 2012).

Dentro da perspectiva qualitativa, com o objetivo de compreender como os estudantes modificaram o uso dos elementos argumentativos ao longo de toda a sequência didática, empregamos os seguintes instrumentos de coleta de dados: a) gravação em áudio das aulas, e b) anotações e registros realizados pelo professor-pesquisador, detalhando as características das participações dos alunos e do professor ao longo de toda a sequência. Portanto, nesta abordagem metodológica de natureza qualitativa, preservamos o ambiente natural do aluno, incluindo seu próprio professor (atuando como o professor regente da turma), utilizando dados predominantemente descritivos, com ênfase no processo. No

presente estudo, a problemática está inserida na cena investigada, com uma participação ativa nela.

Assim, essa pesquisa tenta resolver os seguintes problemas: podem os estudantes, não cientistas, elaborar um argumento que justifique ou refute uma interpretação específica de um fenômeno natural? Será que os estudantes são capazes de assimilar práticas de argumentação com conceitos científicos, como resultado de uma metodologia de ensino construtivista? Essas práticas podem contribuir para superar as dificuldades existentes e promover uma aprendizagem do mecanismo da Seleção Natural como ferramenta para o entendimento da Evolução Biológica?

Para tentar responder essas questões, optou-se por trabalhar com algumas atividades de ensino por investigação. Por atividade de investigação, baseia-se nos pontos apresentados por Carvalho (2018, p. 53), que discorre que o Ensino por Investigação engloba nos conteúdos programáticos condições para que os estudantes possam “pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas”.

A hipótese dessa pesquisa é que a utilização de uma organização do trabalho pedagógico, pautada em pressupostos construtivistas, pode contribuir para uma efetiva aprendizagem do conceito de Evolução Biológica.

Nesses termos, essa pesquisa tem como objetivo principal promover um trabalho didático pedagógico pautado em pressupostos piagetianos, na disciplina de Biologia, com vistas ao ensino e aprendizagem da Seleção Natural como mecanismo da Evolução Biológica e, como objetivos específicos: a) desenvolver uma situação de aprendizagem que possibilite a assimilação de conceitos sobre a Biologia Evolutiva através de atividades de ensino por investigação; e b) verificar se os conhecimentos adquiridos foram assimilados, acomodados, organizados e equilibrado pelos estudantes.

Para tanto, um conjunto de aulas, foram organizadas e desenvolvidas na disciplina de Biologia, junto aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual, localizada em Campo Grande/MS. Participaram de todas as etapas da pesquisa um total de 56 estudantes. Para ser incluído na pesquisa, o participante precisava estar regularmente matriculado na instituição de ensino, ser frequente nas aulas e que não esteja reprovado por faltas, e em idade comum para essa etapa de ensino (entre 16/18 anos); como critério de exclusão, não foram aceitos estudantes de outras instituições ou não devidamente matriculados na escola, bem como não serão recrutados estudantes de outras

modalidades de ensino, como a Educação de Jovens e Adultos e Cursos profissionalizantes.

Para a realização do estudo, primeiramente foi solicitada a direção escolar e, após sua obtenção, o projeto de pesquisa foi encaminhado ao Comitê de Ética em pesquisa local (CEP – UFMS). A aprovação da direção escolar foi obtida e foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da UFMS (número do parecer 6.789.005, CAAE 77295323.2.0000.0021). Após a aprovação por este Comitê, a coleta de dados foi iniciada, a qual consistiu na aplicação de uma organização didática, pautada em pressupostos construtivistas

Assim, na quarta semana do mês de maio de 2024 essa pesquisa teve início. Além dos obstáculos já citados, apareceram outros, próprios de trabalhos que se desenvolvem em ambiente escolar dinâmico e fluido. Como as atividades ocorrem no decorrer das aulas regulares, faltas e atrasos são comuns, e a aplicação nos últimos dias de aula do semestre causou problemas na continuidade das discussões. Para todos os 56 alunos, foram entregues e recolhidas as autorizações por escrito para a participação na pesquisa (TALE e TLCE). Os maiores de idade assinaram e os menores levaram aos seus responsáveis. As autorizações estão todas com a pesquisador e os modelos estão em anexo. (Anexos I e II)

Desta forma a coleta dos dados foi desenvolvida em sala de aula e registro dos acontecimentos, falas e atitudes dos envolvidos por meio de gravações em áudio e vídeo. As turmas de terceiro ano do Ensino Médio da escola dispõem de duas aulas semanais de Biologia. No entanto, durante algumas semanas, essas aulas não ocorreram, devido ao conselho de classe da escola, das festividades julinas e das férias escolares.

A seguir, no contexto da abordagem qualitativa de nossa pesquisa, procederemos à delimitação específica do caso em estudo.

a. A escola

A instituição em que a Sequência Didática ocorreu é uma escola estadual, localizada no bairro Amambai, em uma região quase central no município de Campo Grande, MS. Funciona, no turno matutino (período em que a pesquisa se desenvolve) apenas com o ensino médio, e atende jovens em idade compatível com essa etapa de ensino. Os estudantes são de regiões periféricas, e as aulas se iniciam às 7h e terminam às 12h10min. A escola conta com recursos multimídia para utilização nas aulas (datashows, televisores, notebooks), que podem ser utilizados após agendamento prévio. As salas contam com carteiras individuais, compostas por mesas e cadeiras.

b. Os estudantes

Os estudantes participantes da pesquisa são alunos regulares matriculados na 3ª série do ensino médio. No período matutino, a escola conta com duas turmas da referida série, todas com o máximo de lotação comportada (39 e 38 alunos, respectivamente).

Antes do início da investigação, o professor dialogou com as turmas a respeito do estudo e informou sobre o conteúdo a ser abordado. Vários alunos já tinham conhecimento sobre a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e manifestaram entusiasmo desde o início da pesquisa. Conforme mencionado anteriormente, antes de iniciarmos o estudo, enviamos um documento contendo uma breve descrição das atividades planejadas e solicitando a autorização dos alunos (ou dos responsáveis, no caso de menores de idade) para participação na pesquisa, bem como para o uso de imagem.

c. Desenho da pesquisa

O desenho da pesquisa desenvolvida contou com a aplicação de questionários antes (pré atividades) e pós (pós-atividades) as atividades que ocorreram dentro e fora de sala de aula.

Desta forma, o conteúdo base para o desenvolvimento das atividades teve sempre como norte para o ensino os enfoques da Biologia Evolutiva. As atividades foram organizadas, portanto, buscando atender ao conteúdo norteador, atrelada a uma organização didática que contemple os pressupostos piagetianos de construção do conhecimento. Detalha-se a organização didática desenvolvida junto aos estudantes, a seguir.

• Primeiro encontro: questões diagnósticas

Inicialmente pretendeu-se conhecer, individualmente, as concepções que estudantes possuem sobre a diversidade da vida. Essa atividade diagnóstica foi aplicada na forma de um questionário, adaptado, a partir do trabalho de Bueno Lucas e Batista (2013) (Apêndice A).

A partir do segundo encontro, todas as atividades foram feitas em grupo. Numa visão construtivista piagetiana, as atividades em grupo são integradoras, uma vez que ao se propor uma problemática para um estudante, em grupo, cada membro vê algo diferente da realidade. Assim, o “outro” é sempre uma fonte de desequilíbrio, favorecendo a aprendizagem (Mendes, 1995, p. 83).

- **Segundo encontro:** Problematização

Com os grupos montados, cada grupo se preparou para um seminário seguido de discussão, e defender as ideias de personalidades que discutiram a diversidade biológica em algum momento: Algumas ideias fixistas (criacionismos judaico-cristão, nórdico, chinês, iorubá, indígena), transformistas (Conde de Buffon, Erasmus Darwin e Lamarck) e evolucionista (Charles Darwin).

A inclusão da História das Ciências no ensino tradicional é pouco frequente, apesar da presença ocasional de textos históricos em alguns livros didáticos. Contudo, essa abordagem é de suma importância em um curso que visa ir além da mera transmissão de conceitos, leis e teorias, almejando proporcionar uma compreensão profunda sobre a construção do conhecimento científico. A inserção de textos históricos no ensino, especialmente no nível médio, pode ser extremamente valiosa para atingir os objetivos epistêmicos e sociais relacionados à construção do conhecimento conceitual (Carvalho, 2018).

Após uma breve apresentação de cada grupo, um desses foi escolhido por sorteio para escolher o melhor argumento apresentado. Esses argumentos foram anotados na lousa e, ao final, foi feita uma tentativa de organização cronológica desses pensamentos.

- **Terceiro encontro:** Organização do conhecimento - a seleção natural.

Foi apresentado aos estudantes uma visão da construção do principal mecanismo da Teoria Darwiniana, a seleção natural. A partir de exemplos comparativos com as ideias apresentadas anteriormente, pretendeu-se construir o conceito e entender o funcionamento da seleção natural de acordo com o Darwin.

- **Quarto encontro:** aplicação do conhecimento

Nesta aula, os estudantes fizeram a aplicação do conhecimento, para isso, foi aplicado um jogo bastante utilizado e descrito na literatura: o jogo “Presas e predador”. Nesse momento, os estudantes foram divididos em grupos representando uma cadeia alimentar, composta por plantas (produtores), preás (consumidores primários) e jaguatiricas (predadores), além de um grupo que ficou responsável pelo acompanhamento do desenvolvimento do jogo preenchendo uma tabela. O jogo tem dez rodadas e espera-se que, ao final e analisando a tabela preenchida, os estudantes consigam observar princípios da seleção natural no jogo.

- **Quinto encontro:** aula de campo

Nessa atividade, no início do mês de julho de 2024, realizou-se uma aula de campo com os estudantes ao Bioparque Pantanal. Localizado no Parque das Nações Indígenas, o Bioparque Pantanal se destaca como o maior aquário de água doce do mundo. Inaugurado em 28 de março de 2022, esse espaço é dedicado aos princípios fundamentais da educação ambiental, pesquisa, conservação, inovação, inclusão, lazer e cultura. Com uma área construída de 19 mil metros quadrados e capacidade para 5 milhões de litros de água, o Bioparque abriga 31 tanques que abrigam mais de 300 espécies de animais provenientes do Pantanal e de outras regiões. (Mato Grosso do Sul, 2025) Como entre os objetivos específicos do parque está a promoção de atividades educativas e recreativas que fortaleçam e incrementem a consciência ambiental na comunidade local e do Estado de Mato Grosso do Sul, objetivou-se que os estudantes, durante a execução da aula de campo, pudessem visualizar nesse ambiente interações ecológicas indicativas de seleção natural. Ao identificá-los, puderam fotografá-los e elaboraram um portfólio que explique suas observações.

Quando se fala em ensino por investigação, uma das principais diretrizes, segundo Carvalho (2018), é a liberdade intelectual de cada estudante com a elaboração e resolução do problema proposto. Para ela, “um bom problema é aquele que dá condições para os alunos relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem; e “passem das ações manipulativas às ações intelectuais (elaboração e teste de hipóteses, raciocínio proporcional, construção da linguagem científica)” (Carvalho, 2013, p. 3). Assim, espera-se que os estudantes, por meio da aula de campo, consigam perceber quais relações levaram ao estabelecimento e manutenção das espécies observadas. Procurando responder essa questão, os alunos tomam consciência das atividades realizadas e, com suas respostas, vão passando da ação manipulativa à ação intelectual (Piaget, 1977; 1978); nesse ínterim, de acordo com Oliveira e Carvalho (2005, p. 350) o registro escrito é um importante instrumento de aprendizagem, uma vez que o uso da escrita é importante para a compreensão de conhecimentos científicos, sobretudo, a partir da discussão entre os alunos.

- **Sexto encontro:** avaliação em pós-teste

Nessa aula foi aplicada uma avaliação, em que se pretendeu retomar as questões diagnósticas, e incluir questões de avaliações de ingresso em Universidades que tenham

como tema a evolução biológica e avaliar se os conceitos foram aprendidos pelos estudantes (Apêndice B).

A implementação foi estruturada em quatro etapas, sendo que algumas demandaram mais de uma aula para sua integral execução. As atividades tiveram início em maio de 2024 e foram concluídas em agosto do mesmo ano, e ocorreu ao longo de 9 aulas/aula.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa seção é dedicada a composição dos dados que sustentam a pesquisa e fazem parte dos resultados.

Nesse trabalho, assim como no de Tonidanel (2013), tem-se a ideia de que os alunos possam experimentar alguns episódios marcantes da história da ciência, como o desenvolvimento da teoria da seleção natural, permitindo que eles experimentem a construção de conhecimento, no caso de nosso referencial adotado que sejam provocados à novas equilibrações, bem como à formulação de raciocínios ao assumirem uma postura de pensamento pautada na investigação.

Assim pensada, a Sequência Didática (SD) foi estruturada para a sua implementação com distribuição em quatro etapas, com algumas necessitando de mais de uma aula para serem completadas. Iniciamos em maio de 2024 e finalizamos em agosto de 2024. Nesse intervalo, algumas atividades escolares cotidianas aconteceram, como festa junina, conselho de classe, avaliações externas, e férias escolares, que entenderam o tempo de execução. A seguir, apresentaremos as atividades que ocorreram aula a aula as metodologias empregadas, bem como uma análise das intenções pedagógicas de cada etapa, as potencialidades e os principais obstáculos enfrentados.

Antes do início da SD, foram distribuídos os termos de aceite da participação da pesquisa (TALE e TCLE), feitas orientações para o preenchimento, e foi iniciada uma conversa com a explicação dos objetivos do trabalho, a motivação do mesmo e as orientações gerais. Após a devolutiva dos termos, na aula seguinte, foi aplicado o questionário de pré-teste (Apêndice A), buscando conhecer as concepções dos estudantes sobre os conceitos que seriam trabalhados na sequência.

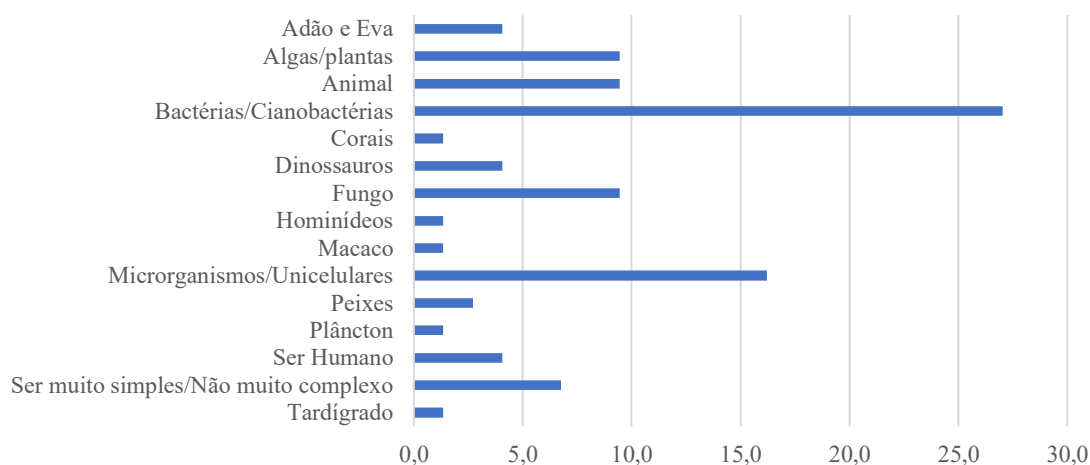
5.1 Respostas ao questionário de pré-teste

Nesse instrumento, a primeira questão buscava entender se o estudante já havia sido exposto ao estudo da Evolução Biológica, lembrando que esse é um item que, pelo Referencial Curricular do Estado do Mato Grosso do Sul, precisa ser trabalhado no 9º ano do Ensino Fundamental. Nesse mesmo contexto, o segundo questionamento buscava compreender qual era o conceito que o estudante possui sobre o tema, caso já tenha algum conhecimento sobre. As demais questões buscam articular e expor o conhecimento dos alunos sobre eventos trabalhados ou construções científicas possíveis de serem alcançadas, a partir das próximas etapas da pesquisa.

Do público participante da pesquisa (n = 56), em relação a primeira questão, 93% relataram já terem ouvido falar sobre Evolução Biológica.

Na segunda questão, quando questionados “Qual seria o primeiro ser vivo da Terra?”, 15 possibilidades foram levantadas pelos envolvidos. Os resultados dessa questão e o percentual nas respostas, estão descritos na Figura 1.

Figura 1- Resposta quanto ao primeiro ser vivo surgido no planeta Terra

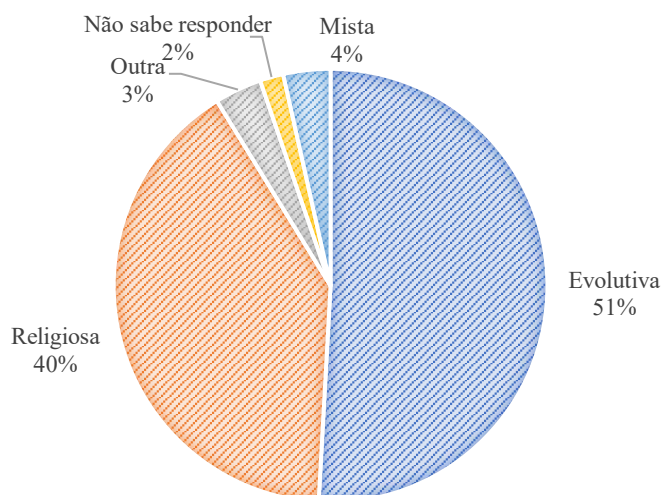


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Esses resultados apontam que alguns estudantes possuem algum conhecimento ou ideias sobre o surgimento das primeiras formas de vida, visto que um grande percentual de respostas cita organismos como bactérias/cianobactérias/unicelulares/, isto é, seres muito simples, mas vários desses estudantes demonstram conhecimentos incoerentes, não conseguindo estabelecer uma cronologia de eventos de desenvolvimento da vida (como quando citam dinossauros, hominídeos, peixes ou tardígrados, como exemplo) como sendo as primeiras formas de vida. Cabe ressaltar, também, a visão imbuída de preceitos religiosos, que foi relatada em algumas respostas, fato esse bastante comum em pesquisas com esse tipo de questionamento (Porto e Falcão, 2010; Mello e Borges, 2007; Grimes e Schroeder, 2015).

Na questão “Explique como você acredita que surgiram as espécies de seres vivos que povoam o planeta Terra”, as respostas foram agrupadas de acordo com algumas categorias, descritas na Figura 2.

Figura 2 - Percentual das categorias observadas quanto aos surgimentos das espécies de seres vivos que povoam o planeta Terra

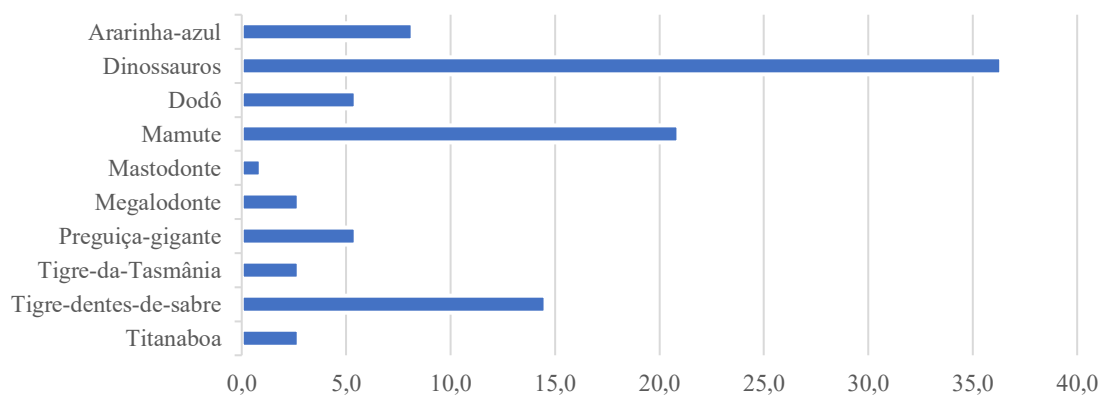


Fonte: Dados da pesquisa (2024).

A partir do gráfico apresentado percebe-se a dualidade entre respostas com teor científico e de cunho religioso, como dito, corroborado por pesquisas com essa temática (Alves, 2019; Costa, 2019; Macena, 2020; Rodrigues, 2022).

Quando questionados sobre “Você já ouviu falar em alguma espécie que entrou em extinção? Se sim, qual (is)?”, apenas 1 estudante relatou não ter ouvido falar. Dez “espécies” foram citadas, e o percentual em que elas apareceram nas respostas dos estudantes, está descrito na Figura 3.

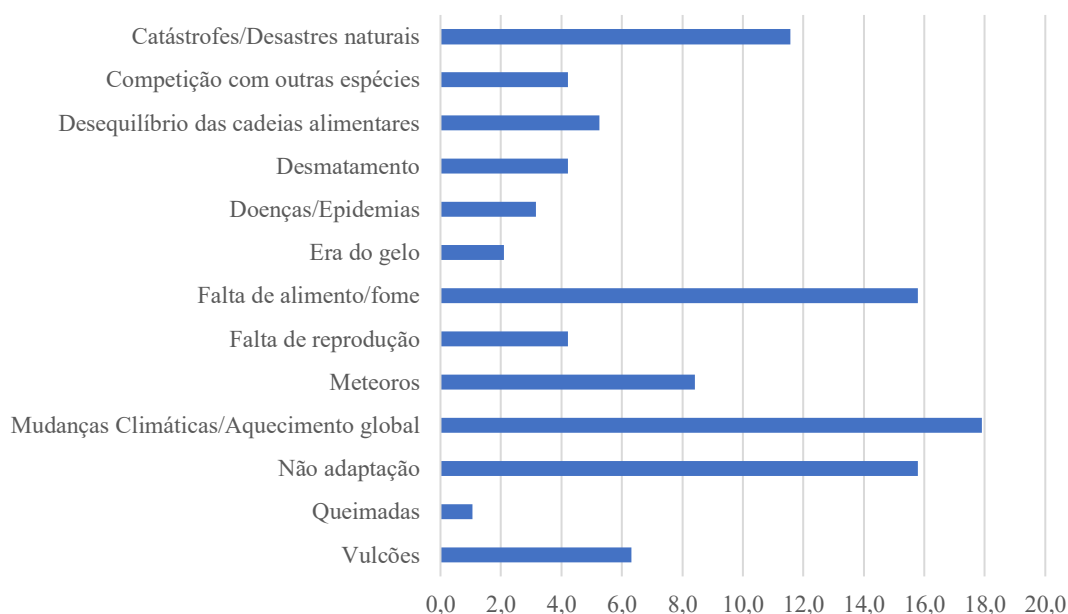
Figura 3 - Percentual das espécies citadas pelos estudantes como espécie que entrou em extinção



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Novamente as respostas denotam o conhecimento dos estudantes acerca dos temas centrais da pesquisa, onde todas as respostas foram corretas (somente organismos extintos foram citados). Em continuidade, os estudantes foram questionados acerca dos motivos que levam as espécies a eventos de extinção, mas que não envolvesse a ação humana. Os itens citados e o percentual em que aparece nas respostas dos estudantes estão descritos na Figura 4.

Figura 4 - Percentual dos itens citados quanto a(s) causa(s) que levariam uma espécie a deixar de existir



Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Os dados observados a partir da análise do questionário diagnóstico indica que, apesar de grande parte dos estudantes possuírem alguma exposição ao conteúdo de Evolução Biológica e possuírem algum grau de conhecimento sobre o tema, alguns conceitos estão equivocados, incompreendidos, desconexos, contaminados com o senso comum e, naturalmente, impregnados com ideias de cunho religioso.

Considerando os aspectos mencionados, assim como nos resultados observados por Porto e Falcão (2010), é plausível inferir que um grupo de adolescentes, ao se deparar com os questionamentos propostos em questionários dessa natureza — e possivelmente enfrentando dificuldades para abordar as complexidades inerentes ao tema — tenha optado por uma resposta de caráter linear, a qual, em determinado momento, lhes pareceu a alternativa mais adequada dentre aquelas disponíveis em seu repertório cognitivo e

simbólico. Convém ainda salientar que essas incoerências apresentadas podem sinalizar as deficiências no que diz respeito ao ensino escolar, que, como já discutido nos textos introdutórios dessa pesquisa, demonstram a dificuldade na compreensão da Evolução Biológica.

Nesse sentido, a aprendizagem não deve ser concebida como um processo linear e homogêneo, sobretudo no contexto do Ensino de Ciências, em que os sujeitos da aprendizagem possuem distintas formações socioculturais e visões de mundo. Essas diferenças impactam diretamente o tempo e as condições necessárias para a apropriação dos saberes escolares, especialmente quando os conteúdos abordam temáticas com forte enraizamento cultural, como a discutida nesta pesquisa.

5.2 Apresentação dos seminários

Logo após a aplicação do questionário diagnóstico, realizou-se a divisão dos grupos de trabalho para as apresentações dos seminários. Os temas foram sorteados aleatoriamente, e os grupos foram formados com três integrantes. As apresentações iniciaram-se na aula seguinte e constituem parte da Etapa 1. Para fins de análise nesta pesquisa, os estudantes foram identificados por letras.

Etapa 1

Os temas das apresentações, (sendo os criacionismos judaico-cristão, nórdico, chinês, iorubá e indígena, Conde de Buffon, Erasmus Darwin e Lamarck), tinham como pano de fundo a construção de uma narrativa histórica, a fim de que os estudantes percebessem os desafios enfrentados por cada ideologia/personalidade na construção de seus argumentos, bem como poderiam ser refutados ou invalidados. Aqui, como no trabalho de Tonidanel (2013), pretende-se que, ao utilizar a História da Ciência, com foco na análise de como se deu a transformação conceitual de certos saberes das ciências naturais, especificamente na história da Biologia Evolutiva, torna-se possível compreender como os cientistas construíram suas questões biológicas. Ao destacar as perguntas que guiaram suas pesquisas sobre temas centrais da Biologia, a educação científica passou a empregar essas informações não só como material para debate, mas também como experiências para que os alunos possam construir suas próprias noções a partir de evidências reais relacionadas à investigação abordada (Tonidanel, 2013).

Apesar de não ser uma orientação, todos os grupos prepararam apresentações de slides para auxiliá-los e demonstrar os principais pontos de seus temas. A questão disparadora para todos era a mesma: como se explica o surgimento das diferentes formas de vida de acordo com seu tema? Ao final de cada explanação, era abertos os questionamentos dos outros estudantes, do professor e, por último, um outro grupo deveria escolher o melhor argumento da apresentação feita. Essas discussões foram registradas no quadro, e todo esse diálogo foi gravado em áudio e vídeo. Essas apresentações ocorreram ao longo de três semanas, em virtude do cronograma cotidiano da escola.

Nesse ponto do trabalho, de maneira ampla, era esperado por parte dos estudantes a percepção de elementos do fixismo nas mitologias apresentadas. Buscando evidências nos argumentos listados pelos estudantes durante as suas apresentações, apresenta-se o seguinte exemplo:

- ... (professor apontando para o quadro) *analizando tudo o que foi dito até então, e que está pontuado no quadro, que inferências podemos tirar do que foi apresentado?*

Estudante A: -todas as mitologias têm uma explicação sobrenatural.

Estudante B – um ser divino.

Estudante C: - um deus.

Professor: - ótimo. E o que mais?

(Estudante C, após um momento de silêncio) – tudo tem a ver com água.

Estudante D – é verdade, todas as explicações têm água no meio.

Professor: - é isso aí, estão no caminho!

Estudante B – todas as explicações estão com base no ambiente onde se encontram.

Professor – elabore um pouco melhor.

Estudante B: - ah, não sei, mas os nórdicos relacionam ao gelo, os Iorubá têm a areia, os Maias com o milho, os Kayapó têm relação com animais daqui, parece que todos indicam intervenção divina em coisas do ambiente onde esses povos moravam.

Professor: - então podemos entender que todas são bastante similares, mesmo sendo de povos bastante diversos e de épocas diferentes?

Turma: - sim

Professor: - a isso, junto com alguns cientistas que vamos estudar ainda, ao relacionar que tudo foi criado pronto e a partir de seu ambiente, vamos dar o nome de Fixismo. Nele estão incluídas todas as explicações religiosas e trabalhos que vieram posteriormente para tentar dar uma cientificidade à essas explicações sobrenaturais.

Estudante E: - até mesmo o cristianismo entraria nisso?

Professor: - dentro e a partir das análises que fizemos, o que o cristianismo teria de diferente do que foi apresentado até então?

Estudantes, após um breve momento: - nada.

E em outro momento, após as apresentações dos demais grupos:

Professor: - após a apresentação dos cientistas, assim como fizemos nas mitologias, o que esses trabalhos apresentam de padrão observável?

Estudante G: - ficou bem claro para mim a influência das grandes navegações que o grupo apresentou. As pesquisas que eles fizeram tentavam explicar o mundo novo encontrado.

Professor: - em que trabalho que você percebeu isso?

Estudante G: - no Conde (de Buffon). O trabalho dele no museu (Jardins do Rei) que tinha as novas espécies serviu de base para todos os outros. Pelo menos foi a impressão que eu tive.

Professor: e os trabalhos de Darwin?

Estudante H: - a viagem de volta ao mundo né?

Professor: - pode explicar melhor?

Estudante H: - como foi dito, cada um usava as descobertas de outros para sua pesquisa, e ele na sua viagem, acabou pegando mais dados para escrever o trabalho. E ficar fazendo experimento para provar suas ideias, acaba dando mais certo né?

Professor: - mas vocês acreditam que ele foi o primeiro a pensar que os organismos mudam ao longo do tempo?

Estudantes: - não!

Estudante I: - todos os que apresentaram já tinham uma ideia de evolução

Estudante J: - tipo o Lamarck!

Estudante K: - o Darwin só estava mais correto que os outros.

Estudante G: - e ainda assim tinha os erros...

Estudante I: Isso é interessante, a teoria dele não surgiu do nada, mas foi um passo além no que já tinha na época.

Professor: - exato! E esse é um ótimo exemplo de como o conhecimento científico é construído ao longo do tempo...

Esses diálogos demonstram a importância do ensino da História da Ciência na Educação Básica. A partir dos trabalhos apresentados pelos estudantes, e contando apenas com dados trazidos por eles, por meio de suas pesquisas e elaboração das apresentações, pudemos discutir itens como a influência dos aspectos históricos, sociais, religiosos e econômicos sobre o desenvolvimento das teorias científicas. Segundo Carraro (2019), a BNCC, embora não estabeleça referências diretas à inserção da História da Ciência no contexto do ensino de Ciências, enfatiza novas abordagens metodológicas, entre elas a investigação, a reflexão, a análise, ou seja, o envolvimento do aluno em um movimento de investigação e compreensão da Ciência. Sugere que o professor possibilite ao aluno exercitar

[...] a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2017, p. 9).

Ou seja, a abordagem da Ciência, enquanto conhecimento, seja usada como estratégia para desenvolver o espírito investigativo, reflexivo e criativo do aluno.

Ainda, discutindo a importância do trabalho em grupo, Bollela *et al.* (2014 p. 296) indica que “Os alunos devem discutir os testes e cada membro defende e argumenta as razões para sua escolha até o grupo decidir qual é a melhor resposta”, e Fonseca (2018) ainda contribui, recomendando que essa utilização pode levar os estudantes a perceberem sua responsabilidade perante seus pares, sobretudo, por ter que explicar e fundamentar seus argumentos e respostas.

A partir desse ponto de vista, o processo de ensinar-aprender-avaliar se transforma em um ato de comunicação social com todas as suas exigências e suas possibilidades, e a avaliação se mostra como um elemento primordial no processo de autossocioconstrução do conhecimento. Isso exige dos professores e alunos uma nova cultura de avaliação (Sanmartí, 2009, p. 57).

Trabalhando com História da Ciência, Leske (2017, p. 114) relata que os estudantes não conseguem estabelecer relações dos conceitos científicos com sua vida, e indica que essa tem sido uma falha no ensino. Nessa perspectiva, a História da Ciência poderia auxiliar e servir de contextualização, buscando auxiliar no processo de entendimento dos conteúdos, todavia, neste mesmo estudo discutiu-se que nem sempre abordagens históricas são discutidas em sala de aula ou, quando são, a História da Ciência é apresentada de modo superficial.

A autora ainda analisa que o detentor das escolhas de metodologias de ensino ainda é o professor, independentemente de qualquer material didático, e espera que, no ensino, os estudantes estabeleçam relação entre História da Ciência, com conteúdos estudados de forma contextualizada, para que eles percebam o significado e o sentido das informações que são a eles passadas em sala de aula (Leske, 2017).

Etapa 2

Após as apresentações e, principalmente logo depois do entendimento do mecanismo evolutivo proposto por Lamarck (e uma discussão interessante de como esse mecanismo ainda continua a ser utilizado atualmente para explicações dentro da Evolução Biológica), foi feita uma aula expositiva e dialogada sobre os trabalhos de Charles Darwin e a construção do conceito de Seleção Natural. Nessa aula, ministrada pelo professor, contou com uma projeção de slides para ilustrar aspectos importantes para o desenvolvimento das ideias de Darwin (com a rota de sua viagem, algumas espécies

citadas em seu trabalho, trechos de “*A origem das espécies*”) pretendia-se trabalhar os conceitos levantados como pilares para o entendimento do Darwinismo. Dos cinco conceitos e teorias que compõe o mecanismo da Evolução Biológica (Mayr, 2005), elegemos a Seleção Natural como pilar da Evolução Biológica. E, para o entendimento desse conceito, consideramos o conceito de espécie biológica, o gradualismo e a ancestralidade comum como temas conceituais para o entendimento e compreensão do mecanismo da Seleção Natural.

A teoria piagetiana oferece fundamentos sólidos para a compreensão dos processos de desequilíbrio e reequilíbrio envolvidos na construção do conhecimento pelo indivíduo, possibilitando, inclusive, sua aplicação específica ao contexto da aprendizagem em sala de aula. As investigações no campo da psicogênese dos conceitos, em articulação com os estudos sobre concepções alternativas, constituem um valioso referencial para a elaboração de atividades que favoreçam o surgimento de conflitos cognitivos nos estudantes (Carvalho, 1992).

A autora adiciona que a História da Ciência não apenas contribui com sugestões para a criação de situações didáticas problematizadoras, mas também revela os caminhos metodológicos percorridos na formulação do conhecimento científico — ou seja, as estratégias utilizadas pelos cientistas para enfrentar os problemas, os traços distintivos de suas práticas, bem como os critérios adotados para a validação e aceitação das teorias científicas.

Esse conjunto de saberes oferece subsídios importantes para a orientação adequada das práticas laborais, da resolução de problemas e, de modo mais amplo, das atividades que propiciam aos alunos a reconstrução ativa do conhecimento.

5.3 Vivência com o Jogo “Presa e predador”

Para exemplificar o mecanismo de Seleção Natural, foi aplicado um jogo, o “Presa e predador”, que simula uma condição em uma cadeia alimentar e que conta com rodadas, onde os estudantes atuam como os personagens do jogo (jaguatiricas, preás e árvores) e realizam as análises das rodadas ao mesmo tempo. Ao final de dez rodadas, os mesmos, em seus grupos de trabalho, deveriam analisar os dados obtidos e transformar o mesmo em um gráfico. Observando as flutuações populacionais ao longo das rodadas, o jogo ilustra as dinâmicas ecológicas e evolutivas que ocorrem entre espécies predadoras e suas presas em ambientes naturais, e os estudantes vivenciam conceitos como a seleção

natural, adaptação, sobrevivência, a importância da biodiversidade nas relações ecológicas, por meio da simulação de interações entre predadores e presas. Também foi possível discutir como as características das espécies (como camuflagem, velocidade, força etc.) influenciam suas chances de sobrevivência e reprodução. O jogo também ajuda a demonstrar como essas interações afetam a evolução das espécies ao longo do tempo.

Durante a aplicação do jogo, os estudantes conseguiram compreender bem as regras e desenvolveram a atividade de maneira adequada. Após a atividade, foi feita a colocação em comum das conclusões que poderiam ser feitas a partir das observações e anotações feitas durante a aplicação. Inicialmente os grupos foram estimulados a transformar os dados anotados em planilhas em um gráfico, onde eles poderiam analisar melhor o observado e realizar suas hipóteses. Após isso, cada grupo partilhou as hipóteses criadas, e quais conclusões que tiraram do jogo.

A hipótese mais comum a todos os grupos foi a que indicava a importância do equilíbrio, pois uma vez que a quantidade de predadores aumentava, as presas diminuam, e então esses predadores teriam mais dificuldade para sobreviver. A maioria dos grupos transformaram os dados coletados em gráficos de linhas (ou área), onde foi possível observar essas conclusões com clareza.

Quando perguntados sobre quais fatores poderiam influenciar a sobrevivência dos organismos, o debate sugeriu que tanto presas quanto predadores que apresentavam habilidades como estratégias de caça, velocidade e/ou fatores como camuflagem/espreita seriam mais vantajosas quando presente nos organismos, e favoreceriam sua sobrevivência. Outro fator bastante comum a todos os grupos foi a evidência de interconexão entre as espécies, indicando que fatores que afetam um grupo de organismos acaba por influenciar o ecossistema inteiro.

Quando questionados e estimulados a realizar um paralelo entre os dados observados e o mecanismo de Seleção Natural, os estudantes relataram que as presas mais ágeis e os predadores mais eficientes têm maior chance de sobrevivência, ilustrando o conceito de seleção natural; que mudanças no ambiente afetam a cadeia alimentar, ou seja, a dinâmica entre presas e predadores também muda; que diferentes tipos de predadores têm diferentes impactos. Fato esse que ocorreu após dois estudantes resolverem atuar em duplas, indicando a possibilidade de essa estratégia ser possível em um ambiente natural, onde um predador solitário age de forma diferente de um predador que caça em grupo, o que altera o equilíbrio da cadeia alimentar.

Por fim, algumas hipóteses apresentadas indicavam conceitos de Dinâmica populacional, onde algumas conclusões indicavam que o tamanho das populações varia ao longo do tempo, demonstrando que a relação entre presas e predadores não é estática; pode haver ciclos populacionais; se houver muitas presas, os predadores aumentam, mas depois as presas diminuem, exemplificando um modelo cíclico comum na natureza. E, por fim, alguns grupos chegaram à conclusão de que a extinção pode ocorrer se houver desequilíbrio, onde se os predadores caçam todas as presas sem controle, podem acabar sem alimento e desaparecer.

Sasseron (2018), realizando a mesma prática, relata que ela permite encontrar evidências da discussão colaborativa entre professora e alunos, com ideias sendo exploradas e apresentadas sendo utilizadas pelos diferentes sujeitos para fundamentar um novo ponto de vista.

Outra afirmação da autora é que se torna plausível diante das análises apresentadas e da discussão dos resultados é a constatação de que tais condições favorecem o surgimento, a utilização e a manifestação de práticas científicas e epistêmicas inerentes ao ensino por investigação. No decurso das aulas, observa-se constantemente o processo de proposição, comunicação, avaliação e legitimação de informações, quer seja no manuseio e análise dos dados, na formulação de hipóteses e no delineamento de planos investigativos, ou ainda na construção de explicações, elaboração de justificativas, delimitação de fronteiras conceituais e formulação de previsões relacionadas às situações e aos contextos explorados no ambiente educacional.

Considerando as características epistêmicas do conhecimento científico, este trabalho conjunto permite que os estudantes testem e revisem as ideias construídas, por meio da análise das informações disponíveis na tabela; também leva os estudantes a explorar e a conjecturar situações, limites e previsões face às ideias construídas e a experiência vivida; e, considerando que a realização do jogo Presa e Predador na sequência de ensino implementada tem como um de seus objetivos a construção de ferramentas para a análise de situações em que esta relação é, de algum modo, alterada, estes conhecimentos podem ser geradores de novos entendimentos pelos estudantes (Sasseron, 2018, p. 111)

Figura 5 - Estudantes durante a aplicação do jogo presa-predador



Fonte: Acervo do pesquisador.

Ao final dessa aula foram dados os encaminhamentos para a próxima etapa, a aula de campo.

5.4 Aula de campo

Nessa etapa foi realizada uma visita guiada ao Bioparque Pantanal. Nessa visita, como se tratava de um grupo de estudantes, a instituição destacou um monitor, que realizava explicações e guiava a visita aos ambientes disponíveis. Aqui, os estudantes tinham o objetivo de observar características que poderiam exemplificar o mecanismo da Seleção Natural, e essa atividade foi conduzida com os mesmos grupos formados desde a implantação da Sequência Didática. Ao escolher esse exemplo deveriam realizar um registro fotográfico do mesmo para subsidiar suas conclusões.

Figura 6 - Registros da aula de campo



Fonte: Acervo do pesquisador.

Um dos objetivos relacionados à essência desse trabalho foi enfatizar o reconhecimento das evidências que sustentam a seleção natural como um dos principais mecanismos evolutivos. Para tanto, optou-se por disponibilizar recursos e metodologias que permitissem aos estudantes fundamentarem suas conclusões diretamente nos dados observados *in loco*, evitando a utilização de opiniões pessoais ou concepções pré-existentes como base para suas argumentações.

Piaget (1984) sustenta que o indivíduo, por meio da educação — a qual, por sua vez, pressupõe a influência do meio social —, desenvolve as estruturas mentais mais elementares. Machado (2008, p. 91) discute que, nesse contexto, o papel do educador revela-se essencial na criação de situações e na implementação de dispositivos iniciais capazes de suscitar problemáticas pertinentes ao aprendiz. Além disso, cabe ao educador introduzir contra-argumentações que estimulem a reflexão crítica e impeçam a adoção de soluções prematuras. Para alcançar esse objetivo, o autor propõe a adoção de métodos ativos de ensino, fundamentados, sobretudo, na experimentação.

Nesse ponto, e ao longo de todo o trabalho, a atividade em grupo poderia contribuir para que uma discussão acerca da situação escolhida promovesse a construção do conhecimento e o debate de ideias, onde diferentes concepções poderiam servir como um disparador para a formação de novos conceitos. No construtivismo, “a atividade do grupo é integradora: cada membro do grupo vê algo diferente da realidade.” (Schneider, 2002, p. 100).

Ao final dessa visita, os grupos deveriam elaborar um Portfólio, com a situação escolhida e observada no Bioparque e os argumentos construídos pelo grupo que indicasse o motivo pelo qual se entendia que aquilo seria um exemplo de Seleção Natural. Esse material foi elaborado em meio digital.

A visita ao Bioparque permitiu a observação direta de diversas espécies, tanto aquáticas quanto terrestres, possibilitando a análise de suas características morfológicas, comportamentais e ecológicas. As imagens registradas durante a experiência documentam a diversidade de organismos presentes no ambiente aquático, incluindo peixes, anfíbios e vertebrados terrestres, e servem como base para a discussão dos aspectos biológicos e ecológicos abordados.

A partir da análise das fotografias, grande parte dos trabalhos produzidos salientaram a identificação de padrões de adaptação das espécies ao meio aquático, como formas corporais hidrodinâmicas, estruturas especializadas para alimentação e mecanismos de defesa.

Os registros fotográficos, aliados às informações obtidas durante a visita, proporcionaram uma compreensão mais aprofundada dos temas abordados em sala de aula, promovendo uma experiência de aprendizado integradora.

Durante a visita, que ocorreu com as duas turmas juntas, foi observada uma certa dificuldade em relação ao “deslumbramento” que os estudantes apresentavam em relação ao aquário. Para muitos era a primeira visita ao local, então focar no trabalho foi um pouco difícil. Mas com o estímulo do professor em lembrá-los do objetivo da atividade, eles começaram a voltar ao olhar para observar exemplos que vislumbravam de Seleção Natural. A grande maioria dos grupos formulavam hipóteses o tempo todo e estavam com outra dificuldade: qual espécie escolher. Isso acabou gerando debates acalorados dentro dos grupos.

No fim da visita, foram instruídos a preparar e enviar seus portfólios para correção. A maioria dos grupos focaram suas escritas em vantagens de sobrevivência, como nos exemplos a seguir.

Figura 7 - Exemplos de portfólios produzidos pelos participantes da pesquisa

A Seleção Natural e a Adaptação Alimentar do Jabuti
(*Chelonoidis carbonarius*)

Introdução

Durante nossa visita ao Bioparque Pantanal, tivemos a oportunidade de observar o comportamento e as características do jabuti (*Chelonoidis carbonarius*) uma espécie terrestre que habita principalmente florestas tropicais e áreas abertas da América do Sul. Através de nossas discussões e observações no local, focamos em entender como a dieta desse animal reflete sua adaptação ao ambiente terrestre, destacando o papel da seleção natural no desenvolvimento dessas características alimentares

Discussão do Grupo sobre Adaptação e Seleção Natural

Nos reunimos após a visita ao Bioparque e discutimos os diferentes aspectos da dieta do jabuti e como ela está intimamente ligada à seleção natural. Observamos que, sendo um animal terrestre, o jabuti enfrenta desafios relacionados à disponibilidade de água e de alimentos em diferentes épocas do ano. Uma das questões que discutimos foi como ele consegue sobreviver nesses ambientes, mesmo quando os recursos se tornam escassos.

O grupo identificou que a dieta do jabuti, composta principalmente por folhas, frutas, vegetais e, ocasionalmente, pequenos invertebrados, é uma clara adaptação ao seu habitat. A seleção natural favoreceu os indivíduos que conseguem obter a maior parte da água que necessitam dos alimentos, como frutas e vegetais ricos em líquidos, o que os torna mais aptos a sobreviver em áreas onde o acesso à água é limitado.

Conclusão

Após nossa análise, concluímos que as adaptações alimentares do jabuti são um exemplo clássico da ação da seleção natural. Essas adaptações permitem que a espécie sobreviva em ambientes terrestres desafiadores, onde a disponibilidade de água e alimentos varia significativamente ao longo do ano. Essa dieta diversificada e a capacidade de extrair água dos alimentos garantem a sobrevivência do jabuti em diferentes condições climáticas e sazonais, sendo essenciais para o sucesso reprodutivo da espécie.

Dados

Durante nossas observações no Bioparque, constatamos que o jabuti se alimenta de uma variedade de alimentos vegetais, adaptando-se às mudanças sazonais de disponibilidade de recursos. A seleção natural favoreceu aqueles que podem extrair água dos alimentos que consomem, uma vez que vivem em habitats onde a água é um recurso escasso. Discutimos como essa característica de armazenamento de água e diversificação da dieta é crucial para sua sobrevivência.



Fonte: Acervo do pesquisador (2024).

Sobrevivência nas Águas: Seleção Natural nas Sucuris

A seleção natural, seleciona os mecanismos evolutivos que se baseiam na sobrevivência e reprodução diferencial de indivíduos de uma população. No caso das *Eumeces murinus*, podemos citar a ovoviviparidade, que evoluiu devido às vantagens que trouxe em termos de proteção e desenvolvimento dos filhotes em ambiente aquático. Logo, podemos citar entre as suas vantagens:

Sucuri-verde
Nome científico: Eumeces Murinus

Gaby Amarantos

1. Proteção dos Filhotes:

A sucuri mantém os ovos dentro do corpo, protegendo os embriões de predadores e condições ambientais adversas, como as variações de temperatura e umidade, esta é uma estratégia eficaz das sucuris para proteger seus filhotes, pois a ovoviviparidade é uma característica que aumenta a sobrevivência dos embriões. Estudos demonstram que embriões de espécies ovovíparas têm maior taxa de sobrevivência devido à proteção adicional contra fatores externos, e essa estratégia traz vantagens em ambientes onde os riscos ambientais são altos, porém, apesar dos fatos mencionados, a ovoviviparidade exige mais energia da fêmea durante a gestação, entretanto, obtém maior sucesso reprodutivo.

2. Ambiente Aquático:

As sucuris vivem em ambientes aquáticos, como rios e pântanos, onde ovos postos externamente seriam vulneráveis a enchentes, afogamentos e predação. O ambiente aquático apresenta riscos significativos para ovos desprotegidos, justificando a evolução da ovoviviparidade. Pesquisas indicam que a perda de ovos em ambientes aquáticos é significativamente maior quando eles são postos externamente e esta estratégia se torna vantajosa em ambientes onde a água é um fator constante e imprevisível. Embora algumas espécies optem por estratégias de reprodução como a postura em locais elevados ou secos, as sucuris garantem a sobrevivência contínua ao evitar esses riscos por completo.

3. Movimentação

Durante a gestação, a sucuri pode continuar se movimentando e caçando, o que seria mais difícil se tivesse que proteger ovos postos externamente. A capacidade de continuar caçando durante a gestação assegura que a fêmea mantenha sua saúde e energia, crucial para suportar o processo reprodutivo. A mobilidade contínua das fêmeas grávidas reduz a vulnerabilidade a predadores e aumenta as chances de encontrar alimento, o que é essencial para sua sobrevivência, e esta estratégia se torna eficaz em ambientes onde a disponibilidade de alimentos pode ser sazonal ou escassa. Contudo, a gestação interna possa limitar a mobilidade das sucuris em estágios avançados.

Fonte: Acervo do pesquisador (2024).

ACARÁ-BANDEIRA-ALTUM

Alunas: †

Classe: Actinopterygii — Ordem: Perciformes — Família: Cichlidae

Nome binomial: *Pterophyllum scalare* (Schultze, 1823)

Sinônimos: *Pterophyllum altum*, *Pterophyllum eimekei*, *Plataxoides dumerilii*, *Platax scalaris*, *Zeus scalaris*

Grupo Aquário: Ciclídeos Neotropicais



Dentro de uma mesma espécie, os indivíduos apresentam variações em suas características, e é o ambiente que atua como um agente seletivo, favorecendo certos traços em detrimento de outros. Aqueles com características que lhes proporcionam maior vantagem para sobreviver no ambiente em que estão inseridos tendem a ser naturalmente selecionados, o que leva à predominância dessas qualidades na população ao longo do tempo. Por outro lado, aqueles que não possuem essas características podem ser gradualmente eliminados. Assim, os traços que conferem maior chance de sobrevivência e reprodução tendem a se perpetuar, exemplificando o processo de seleção natural.

Esse conceito pode ser aplicado a algumas das características visuais do *Pterophyllum scalare*. Na natureza, esses peixes habitam bacias hidrográficas e planícies inundadas, onde há, além de um grande fluxo de água, árvores e raízes submersas em abundância. O corpo comprido e lateralmente achatado da espécie, combinado com as suas listras verticais, facilita tanto a locomoção quanto a camuflagem em meio à densa vegetação aquática. Esse formato corporal permite que o peixe se mova com agilidade entre as plantas, enquanto as listras ajudam-no a se fundir com as sombras, dificultando a detecção por predadores e aumentando suas chances de se esconder com sucesso.



Segundo o conceito de seleção natural, essas características podem ser explicadas da seguinte maneira: havia uma variedade de formatos, tamanhos e padrões entre os indivíduos da espécie, incluindo a presença ou ausência de listras. No entanto, ao longo do tempo, aqueles com as características vantajosas citadas anteriormente tiveram mais sucesso em sobreviver do que os indivíduos que não as possuíam. Peixes que não conseguiam se camuflar entre a vegetação aquática, ou que eram muito pequenos ou muito grandes, acabavam sendo predados com maior facilidade. Esse processo levou à “padronização” de traços que favoreciam a sobrevivência dos peixes. Assim, o ambiente, com suas condições específicas, atuou como agente seletivo, favorecendo características que garantiam a continuidade da espécie.

Fonte: Acervo do pesquisador (2024).

De acordo com Piaget (1985), o conhecimento é resultado de um processo de construção que fica cada vez mais elaborado na estruturação dos dados da realidade. Para o autor, “[...] os conhecimentos derivam da ação, não no sentido de meras respostas associativas, mas no sentido muito mais profundo da associação do real com as coordenações necessárias e gerais da ação” (Piaget, 1985, p. 37).

Nesse sentido, consideramos que ao vivenciar a experiência da visita e expor seus achados em produções autorais, os estudantes estão construindo o que Piaget denomina de processos de generalização. Na perspectiva piagetiana abordou-se diferentes formas de generalização utilizadas pelos indivíduos na construção do conhecimento. Dentre elas, destacam-se a generalização indutiva e a generalização construtiva, que se diferenciam na maneira como os sujeitos estruturam e ampliam seus esquemas cognitivos (Silva; Nogueira, 2022, p. 107).

Ainda de acordo com as autoras, quando se generaliza a partir do observável nos objetos (constatações), o que ocorre é a generalização indutiva. E quando o pensamento do sujeito não está limitado à leitura dos resultados da ação ou do manuseio de materiais, mas alcança um esquema de construção, ocorre à generalização construtiva.

O processo de formação de generalizações construtivas permite aos indivíduos a criação de novas formas e conteúdos, resultando em organizações estruturais inéditas (Piaget et al., 1984, p. 188). Saravali *et al.* (2013), ao se referirem a essa concepção de Piaget, destacam que a generalização construtiva transcende a mera coordenação de elementos observáveis, possibilitando a formulação de novos sistemas. Nesse contexto, a validação de uma generalização requer que o indivíduo realize uma diferenciação contínua dos subsistemas que necessita coordenar, considerando, simultaneamente, as negações inerentes ao problema em questão.

Em nosso estudo, observamos que os estudantes, na aula de campo, puderam organizar seu pensamento em generalizações indutivas, mas sobretudo, construtivas, à medida que puderam reorganizar as ideias aprendidas em sala de aula em outros espaços e contextos.

5.5 Resultados do Questionário pós-teste

Ao fim, os estudantes responderam a um questionário final, a fim da avaliação da construção dos conceitos relativos a Evolução Biológica. Para tal, foi utilizado o questionário já validado no trabalho de Contrucci, Aleme e Gouw (2022). (Apêndice B)

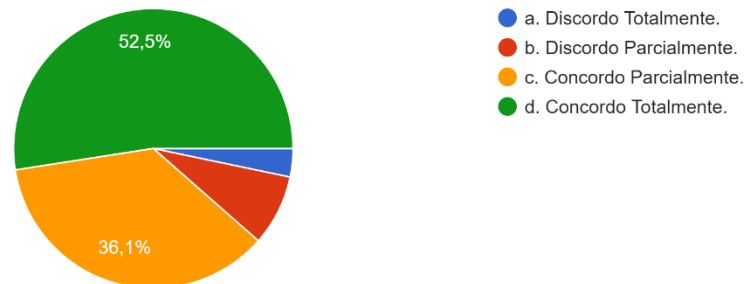
Dessa maneira, esse questionário foi impresso e entregue aos alunos, para ser respondido individualmente. Ele foi composto de quarenta questões fechadas em escala tipo *Likert* (escala que expressa o grau de concordância ou níveis em que se enquadra um comportamento sugerido em uma afirmação), nas quais todas possuíam quatro alternativas iguais, onde os respondentes poderiam indicar se concordavam totalmente

(CT), concordavam parcialmente (CP), discordavam parcialmente (DP) ou discordavam totalmente (DT). As questões versam sobre a aceitação da Teoria Evolutiva como modelo explicativo, e são alicerçadas nos sete princípios fundamentais da teoria da evolução biológica, propostos por Scheiner (2010, *apud* Contrucci, Aleme e Gouw, 2022): descendência com modificação, especiação, origem única/ancestralidade comum, gradualismo, variabilidade, seleção natural e contingência. Assim, grupos de questões abordam esses princípios, e a partir das respostas obtidas pode-se analisar a compreensão do tema.

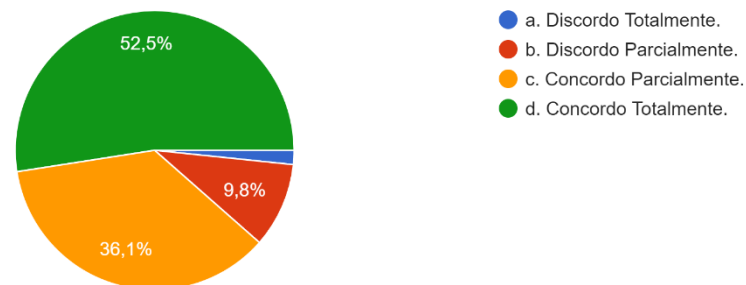
Neste estudo, assim como no original, esses princípios são considerados noções fundamentais necessárias para a compreensão do conteúdo de Evolução Biológica na Educação Básica. Os resultados indicaram que a aceitação da Teoria Evolutiva pela ampla maioria ($n < 85\%$) (Figura 7). Esses são resultados que coincidem com os descritos por Contrucci, Aleme e Gouw (2022).

Figura 7 - Resultados da aceitação da Teoria Evolutiva pelos estudantes participantes da pesquisa

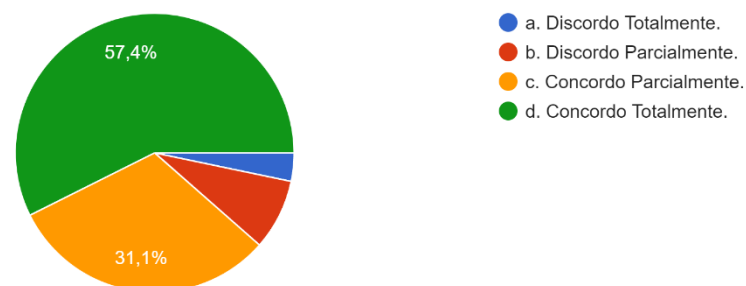
1. A teoria da evolução biológica explica o surgimento de novas espécies através do processo de descendência com modificação.



2. A evolução biológica é uma teoria que consiste na mudança das características hereditárias ao longo das gerações.



3. A teoria da evolução biológica oferece uma explicação sobre a diversidade dos organismos vivos no planeta.



Fonte: dados da pesquisa

Quanto aos outros itens de avaliação, os estudantes demonstraram altos índices de acertos referentes à Origem única/Ancstralidade comum ($\bar{x} = 88,13\%$), Seleção Natural ($\bar{x} = 83,53\%$), Descendência com modificação ($\bar{x} = 71,2\%$), e Contingência ($\bar{x} = 69,66\%$),

e acertos quanto a especiação ($\bar{x} = 56,76\%$), Gradualismo ($\bar{x} = 55,16\%$) e Variabilidade ($\bar{x} = 53,53\%$).

Compreensões equivocadas sobre evolução biológica foram encontradas em nossa pesquisa, onde os itens sobre Variabilidade foi o que apresentou o maior número de respostas incorretas. Esse fato poderia ser explicado por conta de que os conceitos relativos à Genética ainda não haviam sido trabalhados, que no planejamento anual estava programado apenas para o segundo semestre de 2024, após a coleta dos dados dessa pesquisa.

Os estudantes também apresentaram conceitos equivocados quanto à ideia de evolução sendo sinônimo de progresso e ocorrendo através da lei de uso e desuso dos órgãos, assim como no trabalho de Contrucci, Aleme e Gouw (2022).

Os equívocos apresentados foram no item Descendência com modificação, onde concordaram com a afirmativa que “Os organismos mudam com o objetivo de se adaptarem ao meio em que vivem” (sendo essa uma concepção lamarquista); no item Especiação, concordando que “Novas características surgem por meio da modificação de características herdadas” (também uma concepção lamarquista); no item gradualismo, concordando que “A evolução biológica é um processo que promove a melhora e aperfeiçoamento dos seres vivos”, e discordando que “Todas as espécies existentes são igualmente evoluídas”.

No item Variabilidade foi onde apresentaram o maior número de equívocos, indicando proposições incorretas em 4 das 6 questões que compõe esse item. Por último, no item Contingência, concordaram que “O homem é o ser vivo mais evoluído do planeta”. Quanto a Origem única/Ancstralidade comum e Seleção natural, os estudantes não apresentaram respostas incorretas em nenhuma das questões componentes desses itens.

Por fim, tal qual em Contrucci, Aleme e Gouw (2022), proposições conceitualmente incorretas sobre a concepção antropocêntrica (o homem como ser mais evoluído) foram identificadas, e esse fato é frequentemente corroborado em pesquisas (Bizzo, 1994; Bizzo, Almeida e Falcão, 2007; Mota, 2013; Oliveira, 2015), fato esse que pode ser explicado pelo fato de, em nenhum momento, foi trabalhado especificamente algo sobre a evolução humana.

Em alinhamento com nosso referencial teórico, compreende-se que as oscilações entre tentativas e erros, bem como os momentos de compreensão e incompreensão, são constitutivas do processo de construção do conhecimento e devem ser valorizadas no

âmbito da prática pedagógica. À luz da epistemologia genética de Piaget, tais movimentos representam reações adaptativas que favorecem a reorganização das estruturas cognitivas, possibilitando ao sujeito alcançar uma compreensão mais abrangente e articulada do objeto de estudo, o que o autor denomina de percepção do “conjunto das partes” (Piaget et al., 1984, p. 241).

Neste processo, os erros não são meras falhas a serem corrigidas, mas indicadores de um desequilíbrio cognitivo necessário à emergência de novos esquemas mentais, resultantes da interação entre assimilação e acomodação. A aprendizagem, portanto, se realiza por meio da superação progressiva desses desequilíbrios, sendo cada avanço condicionado por compreensões anteriores, ainda que parciais ou imprecisas. No contexto dessa pesquisa, tal dinâmica adquire relevância ainda maior, uma vez que os estudantes, ao mobilizarem suas concepções prévias — frequentemente marcadas por saberes espontâneos e por visões de mundo culturalmente situadas —, são desafiados a confrontá-las com os conhecimentos científicos sistematizados.

Dessa forma, os erros e os avanços observados em cada etapa do processo não apenas revelam o caráter ativo e construtivo do pensamento, como também configuram oportunidades pedagógicas potentes para o desenvolvimento do raciocínio científico e da autonomia intelectual.

5.6 Os pressupostos piagetianos na organização do trabalho pedagógico: alguns apontamentos

A partir dos resultados da pesquisa até aqui apresentados, é importante, neste momento, trazer alguns apontamentos sobre os pressupostos piagetianos que perpassaram a organização do trabalho pedagógico ao longo da SD desenvolvida.

Inicialmente, como citado nos objetivos e questões dessa pesquisa, pretendia-se encontrar estratégias que solucionassem a problemática do ensino de Evolução Biológica, de modo a tornar a aprendizagem mais efetiva e dinâmica. Buscava-se também, que os estudantes fossem capazes de desenvolver argumentos que embasem suas conclusões e produzir trabalhos em grupos que favorecessem a aprendizagem.

Segundo Duschl, Schweingruber e Shouse (2007, p. 2), a proficiência em ciências, que deveria ser alcançada pelos estudantes ao final do ensino médio, consiste em quatro aspectos relacionados aos estudantes que precisam: a) saber importantes explicações científicas sobre o mundo natural, para poder utilizar essas explicações para resolver problemas, tendo também a habilidade de compreender quais são as explicações que

devem ser introduzidas num contexto; b) ser capazes de gerar e avaliar explicações científicas e argumentos científicos; c) ser capazes de entender a natureza do conhecimento científico e como o conhecimento científico se desenvolve ao longo do tempo; d) ser capazes de entender a linguagem da ciência e das práticas da ciência como investigação e argumentação.

Nos últimos séculos da nossa história, tem sido crescente a importância dada aos domínios da Ciência. De acordo com Germano e Kulesza (2010), para tentar explicar os fenômenos, a humanidade recorreu à magia, aos mitos, às religiões e, mais recentemente, à Ciência, com o auxílio da tecnologia.

Nesse interim, a Ciência pode partir do conhecimento prévio do aluno e, por meio da pesquisa, que é o caminho percorrido pela Ciência, chegar ao conhecimento científico (Carraro, 2019)

Assim, entende-se que a contextualização do ensino de Ciências com a vivência do estudante é de suma importância, mas além dessa contextualização, é importante conciliar a eles meios para que compreendam que o conhecimento científico é, muitas vezes, produto das necessidades históricas e sociais da humanidade e, ainda, que ele está em constante desenvolvimento.

Carraro (2019) considera também que as Ciências como disciplinas escolares tem um potencial enorme para motivar o aluno a buscar o conhecimento, posto que pode tornar-se dinâmica à medida que estimula a curiosidade desses estudantes, instigando-os a buscar por respostas. Segundo Viecheneski e Lorenzetti (2012, p. 857), a escola pode estimular o espírito investigativo do aluno, despertando nele o encantamento pela Ciência.

Diante dessa perspectiva, a História da Ciência, como uma das tendências do ensino de Ciências, em conjunto com os conteúdos curriculares da disciplina, pode proporcionar uma visão mais ampla do conhecimento científico e seu desenvolvimento como uma construção humana e que está relacionada à cultura e às necessidades sociais da humanidade como um todo.

Ao trabalhar os conteúdos desta forma, ou seja, escolhendo um caminho pedagógico que indique que por trás de uma fórmula existe um estudo, uma pesquisa, um histórico, e seres humanos que dedicaram um bom tempo de sua vida para afirmar ou refutar determinada teoria, é uma maneira de mostrar a Ciência como fruto da construção humana e, ainda, o fato de se refutar algumas teorias, ou ampliá-las pode evidenciar que a Ciência está em constante desenvolvimento (Carraro, 2019).

Por outro lado, utilizar da História da Ciência pode ser uma forma de buscar alternativas diferenciadas para vencer os tradicionais currículos, que acabam por se reduzir a conceitos prontos, à transmissão de equações, fórmulas e regras que desconsideram o dinamismo da Ciência.

A partir do referencial adotado para balizar as atividades dessa pesquisa, e ainda no contexto da construção do pensamento científico, nas ideias de Piaget viria a ser proposta a existência de paralelismo entre o desenvolvimento das ciências e o desenvolvimento psicológico da criança, ou ainda, existiria uma analogia entre as concepções históricas, já ultrapassadas, e as ideias dos alunos. Da mesma maneira, concebe-se o conhecimento como construção do sujeito, isto é, o processo de conhecimento ocorre pela ação do sujeito sobre o meio e pela abstração das coordenações das ações originadas dessa ação.

O conhecimento não pode ser concebido como produto exclusivo das estruturas internas do sujeito e nem das características prévias do objeto, mas da interação entre sujeito e objeto. Becker (2006, p. 130) diz que adotar a metodologia construtivista na sala de aula não significa “[...] eliminar a aula expositiva, mas transformar, por diversos meios, o tempo da aula em tempo de inventividade, de enfrentamento de desafios, de reconstrução de conhecimentos – para assimilar os conhecimentos ensinados pelo professor os alunos têm que reconstruí-los.”

É importante registrar que o sujeito não vai refazer o caminho da ciência, "re-descobrir", "re-inventar" os conteúdos dos saberes, mas apreendê-los da maneira correta e adequada que pode ser entendida como uma "re-construção" do conhecimento, de modo que ele venha a constituir parte de si próprio e não como algo justaposto, aceito sem apreensão (Werneck, 2006).

Para Piaget, o sujeito constrói o conhecimento novo, usando como ponto de partida, o conhecimento antigo; afirma, portanto, a filiação do conhecimento novo com o conhecimento antigo – a filiação de estruturas. Contudo, “A grande lição que o estudo da gênese ou gêneses comporta está [...] em mostrar que jamais existem começos absolutos” (Piaget, [1970a] 2007, p. 3), ou seja, não existe o ponto de partida. O conhecimento que é ponto de partida para a construção de um novo conhecimento já foi, ele mesmo, um novo conhecimento e teve, por sua vez, um outro conhecimento como ponto de partida (Terribile, 2018). Ainda que todo o conhecimento novo tome como ponto de partida um outro conhecimento, não é possível dizer, em termos absolutos, qual é o primeiro conhecimento. No entanto, quando fazemos a gênese do conhecimento encontramos

[...] um núcleo funcional de organização intelectual que promana da organização biológica no que ela tem de mais genérico [...] que [...] orientará o conjunto das sucessivas estruturas que a razão vai elaborar em seu contato com o real; desempenhará assim o papel que os filósofos atribuíram à priori, quer dizer, imporá às estruturas certas condições necessárias e irreduzíveis de existência. Acontece, porém, cometer-se algumas vezes o erro de considerar o a priori como se fosse constituído por estruturas feitas e acabadas desde o início do desenvolvimento, quando, embora a invariante funcional do pensamento esteja em ação desde as fases mais primitivas [...] (PIAGET, [1966] 1970, p. 14).

A epistemologia construtivista de Jean Piaget afirma que o conhecimento novo não pode ser produzido apenas pela filiação do conhecimento novo com o conhecimento antigo já que, no processo de construção de um novo conhecimento há, também, a reconstrução, a transformação do conhecimento antigo. Afirma, também, que o conhecimento novo não pode ser produzido apenas por um processo de transformação do conhecimento velho. O conhecimento novo, segundo a teoria piagetiana, resulta, portanto, de um processo de filiação com transformação; isto é, o conhecimento antigo é transferido a um novo patamar onde é transformado e reconstruído pelo sujeito resultando em um novo conhecimento (Terribile, 2018).

Assim, ao juntar as experiências prévias de cada um dos estudantes, ser apresentado a novas propostas existentes, discutir pontos de vista com seus iguais, e ainda compreender como isso foi ponto de partida para o conhecimento científico que viria após, poderia servir como ponto de desequilíbrio e ser a força motriz para a construção dos novos conhecimentos.

Compreendemos que o processo de produção de novidade possui um papel central na obra piagetiana, já que é através desse processo que Piaget consegue diferenciar sua epistemologia construtivista das concepções epistemológicas tradicionais. É por proporcionar esses dois movimentos que o processo de produção de novidade, compreendido à luz do construtivismo piagetiano, torna-se relevante para a epistemologia. Assim, de acordo com Terribile (2018), a adoção de uma metodologia de ensino prescinde de uma reflexão, por parte do professor, tanto sobre o conhecimento em si quanto sobre as concepções epistemológicas que fundamentam os modelos pedagógicos que são adotados em sala de aula. Para Piaget:

O conhecimento não é uma cópia da realidade. Para conhecer um objeto, para conhecer um acontecimento não é simplesmente olhar e fazer uma cópia mental, ou imagem, do mesmo. Para conhecer um objeto é necessário agir sobre ele. Conhecer é modificar, transformar o

objeto, e compreender o processo dessa transformação e, conseqüentemente, compreender o modo como o objeto é construído” (Piaget, 1972, p. 1).

Para Piaget e Garcia (2011, p. 23), “é natural que um conhecimento não possa estar dissociado de seu contexto histórico, e que, por consequência, a história de uma noção forneça alguma indicação sobre seu significado epistêmico”.

A partir de toda essa discussão, entende-se que as atividades propostas e aplicadas favorecem o protagonismo dos estudantes, tornando-os sujeitos ativos no processo de construção do próprio conhecimento. Os alunos demonstraram uma participação efetiva dos trabalhos aplicados, curiosidade durante as atividades e engajamento.

Os trabalhos produzidos indicam a clareza e articulação dos conceitos principais, bem como domínio dos mesmos, evidências coletadas na forma de registro, indo além da mera descrição da atividade, relacionando os resultados obtidos com conceitos mais amplos; interação entre os pares, demonstrando boa organização e divisão de funções, e, principalmente, conexão com a realidade, relacionando os aprendizados adquiridos com situações do cotidiano, demonstrando a aplicabilidade prática do conhecimento construído, indicando talvez uma generalização dos conceitos trabalhados em sala para outras formas de linguagem, como a elaboração de seus portfólios.

Trazendo isso tudo para um viés construtivista, alguns momentos verificados indicam aspectos dessa epistemologia, como momentos de dúvida ou contradição durante as atividades.

Ainda, destacam-se como as solicitações realizadas ao longo da sequência didática, impulsionaram a reorganização de suas estruturas cognitivas, favorecendo a construção de um conhecimento mais sólido; a importância do trabalho colaborativo na organização do aprendizado, refletindo o papel do meio social na evolução do pensamento; algumas sugestões da transição do conhecimento baseado apenas na observação direta (generalização indutiva) para uma compreensão mais elaborada e integrada dos conceitos (generalização construtiva) e consciência sobre o próprio processo de aprendizagem, avaliando criticamente como adquiriram o conhecimento, bem como poderiam aplicá-lo em novas situações.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na introdução dessa dissertação expusemos nos objetivos da pesquisa a promoção de um trabalho didático pedagógico com vistas à aprendizagem da Seleção Natural como mecanismo da Evolução Biológica, por meio de situações de aprendizagem e construção de argumentos para a sua verificação.

Ao longo do texto, esses temas maiores foram refinados e especificados em alguns temas que circundam esse objetivo, no sentido de dar mais contexto ao trabalho desenvolvido, e condizente com a questão da pesquisa que aplicamos, onde buscava-se que estudantes da educação básica fossem capazes de interpretar um fenômeno natural com base em seu aprendizado teórico, tudo isso alicerçado no construtivismo piagetiano.

Dessa forma, tornou-se necessário explicitar nossas concepções sobre o ensino de Ciências, tanto no que se refere à sua finalidade quanto à sua relevância, bem como refletir sobre os modos pelos quais essa disciplina deve ser apresentada aos estudantes. Para garantir uma exposição coerente dessas ideias, foi fundamental contextualizar a perspectiva assumida neste trabalho: a de que o ensino de Ciências deve ir além da simples exposição de conceitos, leis, teorias e modelos, incorporando também os processos envolvidos na construção e validação desses saberes, assim como as características próprias da prática científica. Tais elementos são considerados essenciais à abordagem que fundamenta esta investigação.

Como já citado, o construtivismo piagetiano enfatiza que todo conhecimento é construído na interação do sujeito com o objeto. Dessa forma, como poderíamos disponibilizar um objeto em que seja possível a construção de conceitos evolucionistas? Um ambiente que possui condições muito similares àquelas encontradas em um ambiente natural talvez servisse a esse propósito.

Assim, defende-se a importância de integrar, na formação básica, elementos da epistemologia da ciência e aspectos da prática científica, considerados fundamentais para uma atuação crítica e contextualizada no ensino dessa disciplina.

Em nosso estudo, observamos que os aspectos relacionados à ludicidade foram importantes para motivar os alunos na busca por seus esquemas ao recordar os conceitos científicos apresentados em cada desafio. Nesse contexto, notamos uma troca positiva entre os alunos, com uma mobilização da aprendizagem mais prazerosa, explorando o potencial criativo.

À luz dessa compreensão, os dados analisados revelam que as interações em sala de aula foram marcadas pela qualidade do engajamento e aprofundamento conceitual,

resultado de um processo intencional de solicitação pedagógica por parte do professor, evidenciando uma prática sistemática de mobilização dos estudantes, tanto por meio da solicitação constante de respostas a questões conceituais quanto pelo uso de estratégias de gerenciamento da atividade e da turma, criando um ambiente propício à participação ativa. Essa condução revela as escolhas didáticas e nas formas de organização do discurso em sala, sempre buscando o estudante como sujeito ativo.

Durante as etapas iniciais deste estudo, foi possível observar a recorrência de respostas incipientes por parte dos estudantes, muitas vezes desvinculadas das questões propostas ou tratadas de maneira superficial. Tal constatação evidenciou a necessidade de intervenções pedagógicas pautadas em estímulos contínuos, diálogos orientadores e enunciados mais claros, elementos fundamentais para favorecer a compreensão das tarefas e a progressão dos sujeitos nas etapas subsequentes. Essa dinâmica evidencia que experiências formativas dessa natureza exigem planejamento intencional, estratégias didáticas consistentes e tempo para que os processos de aprendizagem se consolidem — fatores que, por sua complexidade, podem inicialmente representar obstáculos à adesão docente.

Contudo, os dados revelam que, à medida que os estudantes são instigados e passam a desenvolver maior autonomia intelectual, tornam-se capazes de extrapolar o conteúdo de base, estabelecendo conexões mais amplas e demonstrando crescente envolvimento nas atividades. Essa resposta positiva à mediação revela o potencial formativo da prática docente reflexiva e planejada, especialmente no que se refere à promoção de aprendizagens.

Nesse processo, é possível identificar consonâncias com a perspectiva construtivista de Jean Piaget, segundo a qual o conhecimento é construído ativamente pelo sujeito em interação com o meio, e não simplesmente transmitido. Piaget afirma que “A inteligência é o que você usa quando não sabe o que fazer”, destacando a importância do enfrentamento de situações-problema como ponto de partida para a aprendizagem. Ao se propor desafios conceituais e ao favorecer a participação ativa dos estudantes, atua-se como mediador de situações que possibilitam desequilíbrios cognitivos e a consequente reorganização dos esquemas de pensamento dos alunos — mecanismo central no processo de equilíbrio defendido por Piaget. Ao deslocar os estudantes da passividade e atribuir-lhes responsabilidade na construção de significados, a prática pedagógica observada alinha-se a uma concepção de aprendizagem que valoriza a autonomia intelectual e a construção progressiva de estruturas cognitivas mais complexas.

Ao promover esse tipo de engajamento, buscamos deslocar os estudantes da posição de receptores passivos para a de sujeitos responsáveis pela construção coletiva de significados, convocando-os a exercer uma postura argumentativa diante dos conteúdos trabalhados. Tal postura contribui para a constituição de um espaço formativo em que se compartilha a responsabilidade pelo saber, permitindo que os próprios alunos desenvolvam, gradualmente, a responsabilidade pelo próprio aprendizado. Esse processo é especialmente relevante, pois, no nosso entendimento, fomenta uma compreensão mais ampla da prática educativa como atividade reflexiva, fundamentada na interlocução crítica e na problematização do conhecimento científico. Assim, o papel da mediação docente adquire centralidade, não apenas como instrumento de organização da aula, mas como dispositivo de formação para a autonomia intelectual dos alunos e para o exercício consciente das atividades.

A realização de propostas pedagógicas que envolvem a utilização de espaços educativos não escolares — como visitas a instituições científicas, museus ou centros de pesquisa — demanda não apenas o comprometimento pedagógico do professor, mas também o investimento de recursos por parte dos órgãos responsáveis pela gestão educacional. Tais iniciativas requerem planejamento didático articulado e intencional, mas, sobretudo, o apoio institucional que viabilize sua execução no âmbito da educação básica.

Nesse sentido, torna-se fundamental a existência de programas públicos de incentivo à utilização de espaços não formais de ensino, que reconheçam o potencial pedagógico dessas iniciativas na promoção da alfabetização científica, no estímulo à curiosidade e na aproximação dos estudantes com práticas sociais e culturais da ciência. No entanto, não se sabe da existência de tais programas e, se são instituídos, observa-se uma fragilidade em sua divulgação junto às unidades escolares e aos docentes da rede pública, o que limita significativamente seu alcance e efetividade.

No caso específico deste estudo, evidencia-se a importância da atuação da Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso do Sul na disponibilização de recursos logísticos e financeiros que permitam o acesso de estudantes da rede pública a espaços formativos mantidos pelo próprio Estado. Assegurar que tais ambientes estejam efetivamente integrados ao processo educativo constitui um passo essencial para a democratização do conhecimento científico e para o fortalecimento de práticas de ensino contextualizadas, potencializando experiências significativas no processo de formação docente em Ciências.

Do ponto de vista profissional e formativo, este trabalho constituiu-se como uma importante ferramenta de análise e reflexão crítica sobre as práticas pedagógicas que venho desenvolvendo ao longo de minha trajetória no ensino básico. Organizar o trabalho pedagógico docente com intencionalidade didática e de planejar aulas orientadas por objetivos mais amplos e desafiadores configurou-se como um processo exigente, porém profundamente mobilizador. A busca por tornar as aulas mais envolventes tornou-se, ao mesmo tempo, um desafio e um estímulo para ressignificar o ensino de Ciências de modo mais coerente com os princípios da alfabetização científica e da formação dos estudantes.

Ao final desta experiência, torna-se evidente o potencial de projetos com essa natureza para a renovação das práticas educativas em Ciências. Considera-se relevante, nesse sentido, a ampliação de iniciativas semelhantes que contemplem diferentes temáticas e se estendam a outras etapas da educação básica. Em um cenário ideal, a implementação de propostas articuladas em formato de projetos estruturantes — concebidos como ações formativas de caráter contínuo e progressivo, que se desenvolvam ao longo das diferentes fases da escolarização — poderia promover um contato sistemático com os saberes científicos, contribuindo para a superação da visão da ciência como algo inacessível, excessivamente abstrato ou distante da realidade dos estudantes.

Tais experiências, sobretudo quando vinculadas ao uso de espaços não escolares e ao protagonismo estudantil, revelam-se potentes na abordagem de temas complexos de maneira contextualizada e compatível com o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos. Ao oportunizar práticas de ensino baseadas na investigação, na experimentação e na colaboração, projetos dessa natureza podem constituir-se como estratégias efetivas para enfrentar os desafios historicamente associados ao ensino de Ciências, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e crítica, tanto para os estudantes quanto para os docentes em formação e em exercício.

Um desdobramento particularmente promissor a ser explorado a partir deste estudo — e que se apresenta, neste momento, como um eixo de interesse central — refere-se à investigação sobre a constituição das aulas de Ciências como comunidades de práticas científicas. Tal enfoque possibilita compreender o ambiente escolar não apenas como espaço de transmissão de saberes, mas como *locus* de socialização em torno de modos próprios de pensar, agir e produzir conhecimento no interior da cultura científica.

Concluimos este trabalho com a convicção de que os propósitos delineados foram alcançados. No entanto, reconhecemos que o campo da pesquisa em ensino de Ciências permanece em constante construção, exigindo aprofundamentos contínuos que

contribuam para a qualificação das práticas educativas e para o fortalecimento de uma formação docente comprometida com a melhoria efetiva da educação científica nas escolas brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A, V; FALCAO, J, T. R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência educ.**, Bauru, v. 11, n. 01, p. 17-32, abr. 2005. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132005000100002&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 02 jul. 2024.
- ALVES, Ildicely de Oliveira. **Uma sequência didática sobre o ensino da evolução biológica a partir de uma perspectiva histórica**. 2019. 92 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Cuiabá, 2019. Disponível em: <<http://ri.ufmt.br/handle/1/2052>>. Acesso em 28 mar. 2024.
- BASÍLIO, Vânia Aparecida Pereira. **Evolução dos seres vivos: metodologias ativas e a construção do conhecimento científico**. 100 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/56180>>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- BECKER, Fernando. Concepção de Conhecimento e Aprendizagem. In: SCHNAID, Fernando; ZARO, Milton Antônio e TIMM, Maria Isabel (Orgs.). **Ensino de Engenharia: do positivismo à construção das mudanças para o século XXI**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.
- BIZZO, N. M. V. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo**. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48133/tde-16082013-145625/publico/NELIO_BIZZO.pdf>. Acesso em 07 jun. 2024.
- BIZZO, N.V.V. From Down House Landlord to Brazilian Highschool Students: What has happened to evolutionary knowledge on the way? **Journal of Research in Science Teaching** 31: 537-556, 1994. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/229795723_From_down_house_Landlord_to_Brazilian_high_school_students_What_has_happened_to_evolutionary_knowledge_on_the_way>. Acesso em 01 jun. 2025.
- BIZZO, Nélio; ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; FALCÃO, Jorge Tarcísio da Rocha. A compreensão de estudantes dos modelos de evolução biológica: duas aproximações. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 6., 2007, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: ABRAPEC, 2007. Disponível em: <https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/CR2/p1148.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- BOLLELA, Valdes Roberto; SENGER, Maria Helena; TOURINHO, Francis Solange Vieira; AMARAL, Eliana. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. **Medicina (Ribeirão Preto)**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, p. 293–300, 2014. Disponível em: <<https://revistas.usp.br/rmrp/article/view/86618>>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- BONDUKI, S. **Erasmus Darwin’s Zoonomia: an epistemic analysis**. 2013. 92 f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13287>>. Acesso em 02 jul. 2024.
- BRASIL. **Desenvolvimento integral na base - DOCUMENTO BASE**. Movimento pela base.2015. Disponível em: <<https://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2016/01/Documento-Base-090316.pdf>>. Acesso em 01 jun. 2025.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em:

<<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>> Acesso em 23 jun. 2024

BUENO, Maria Rita Spina. **Níveis de seleção: uma avaliação a partir da teoria do "gene egoísta"**. Dissertação (Mestrado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8133/tde-03092009-145224/pt-br.php>>. Acesso em 28 jul. 2024.

BUENO LUCAS, L., BATISTA, I. L., LUCCAS, S. Aplicação de uma abordagem histórico-epistemológica, com aportes axiológicos, para o ensino de 'evolução biológica' nos anos finais do ensino básico brasileiro. **Ix Congresso Internacional Sobre Investigación En Didáctica De Las Ciencias**. Girona, 2013. Disponível em: <<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/306104/396009>>. Acesso em 01jun. 2025.

BURGER, Leandro Francisco. **Educação sexual como exercício de cidadania para o respeito à diversidade de gênero e sexualidade**: sequência didática com enfoque em evolução. 136 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia, Florianópolis, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/215377>>. Acesso em: 29 mar. 2024.

CAETANO, Luciana Maria. A epistemologia genética de Jean Piaget. **ComCiência**, Campinas, n. 120, 2010. Disponível em: <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542010000600011&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 07 Jun 2024.

CARMO, Karlla Vieira do. **A Evolução nos livros didáticos de Biologia frente ao PNL D 2018: aproximações e distanciamentos**. 2019. 269 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/27403>>. Acesso em 06 jul. 2024.

CARRARO, Lenoar Elói. **A história da ciência no contexto do ensino de ciências**. 2019. 135f. Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. Disponível me: <<https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/4667/2/Lenoar%20Cararo%202019.pdf>>. Acesso em 01 jun. 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, n. 55, p. 9 - 14, jul./set. 1992. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000628.pdf>>. Acesso em: 20 mai 2025

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. 2018. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 18(3), 765-794. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>>. Acesso em: 1 jun. 2025.

CARVALHO, D. C. DE. A psicologia frente a educação e o trabalho docente. **Psicologia em Estudo**, v. 7, n. 1, p. 51–60, jan. 2002. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/pe/a/M5TZ7cHnz7hnd9fLwjBxPrF/#>>. Acesso em 31 jan. 2024.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.**, São Paulo: Cengage Learning 2013. Disponível em:

<https://residenciapedagogica.ufpa.br/images/Ebooks/ENSINO_DE_Ciencias_POR_INVESTIGAO_-cap_1_pg__compressed.pdf>. Acesso em 19 mai. 2025.

CASTRO, Regina de. **Sequência didática para o ensino de sistemática filogenética aos alunos da 3ª série do ensino médio.** 2020. 1 recurso online (102 p.) Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/20.500.12733/1640269>>. Acesso em: 29 mar. 2024.

CESAR, Felipe Modesto. **O uso de história em quadrinhos como recurso didático no ensino de evolução.** 2019. 79 f. Dissertação (mestrado profissional em ensino de Biologia em rede nacional – PROFBIO) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/11287>>. Acesso em: 29 mar. 2024.

CHAKUR, C. R. DE S. L.. Contribuições da pesquisa psicogenética para a educação escolar. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 21, n. 3, p. 289–296, set. 2005. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/ptp/a/rGNLFwRjPx8nQr3jZ8BG5My/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 15 jan. 2024.

CHAKUR, C. R. DE S. L. **A desconstrução do construtivismo na educação: crenças e equívocos de professores, autores e críticos** [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2015. Disponível em: <<https://static.scielo.org/scielobooks/hf4w9/pdf/chakur-9788568334485.pdf>>. Acesso em 31 jan. 2024.

CONTRUCCI, C.; ALEME, H. G.; GOUW, A. M. S. Visão de estudantes sobre evolução biológica: resultados parciais e validação do questionário. **Revista do EDICC**, Campinas: Unicamp, v. 8, n. 1, p. 246-259, 2022. Disponível em: <<https://revistas.iel.unicamp.br/index.php/edicc/article/view/6598>>. Acesso em 02 fev. 2024.

CORTEZ, E. P. M. **Descobrimo a Seleção Natural:** uma proposta de ensino baseada na história das ciências. 2018. 256 f. Dissertação (Mestrado em Interunidades em Ensino de Ciências - área de concentração: ensino de biologia). Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo. Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-25072018-140725/publico/Eduardo_Pessonnia_Molina_Cortez.pdf]. Acesso em 01 jun. 2025.

COSTA, Carla Patrícia Fonseca. **Ensino de genética e evolução para entendimento da diversidade.** 2019. 95 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/32569>>. Acesso em 28 mar. 2024.

CRUZ, P. O. DA . et al.. Percepção da Efetividade dos Métodos de Ensino Utilizados em um Curso de Medicina do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 43, n. 2, p. 40–47, abr. 2019. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/rbem/a/rbC9RfTpzwLpRFVxsBVJCRf/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em 09 jun. 2024.

CRUZ, Sebastião Lopes. **Origem da vida e as tecnologias digitais de informação e comunicação - TDIC: uma proposta de sequência didática investigativa**. 61 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/55154>>. Acesso em: 29 mar. 2024.

DALL'ACQUA, Paulo Eduardo; MANO, Amanda de Mattos Pereira. O ensino de Evolução Biológica por meio de sequências didáticas: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino & Tecnologia em Revista**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 30-40, jan./jun. 2024. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/18919>>. Acesso em 01 jun. 2025.

DIAS, Thiago Leandro da Silva. **Ensino de evolução humana, questões sociocientíficas e educação antirracista: investigando princípios e protótipos educacionais**. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (PPGEFHC), Universidade Federal da Bahia, Salvador/BA, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/36469>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

DIEGOLI, R. C.; MATOS, E. F.; ROCHA, I. A. A.; MORAES, M. C.. Kamii e o conhecimento físico – a importância da ação para as descobertas do mundo. **Educ. Anál.**, Londrina, v.7, n.2, p.386-407, AGO./DEZ.2022. Disponível em: <[https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/educanalise/article/view/47477/48663#:~:text=\(PIAGET%3B%20INHELDER%2C%201978%2C,matem%C3%A1tico%20e%20o%20conhecimento%20social.>](https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/educanalise/article/view/47477/48663#:~:text=(PIAGET%3B%20INHELDER%2C%201978%2C,matem%C3%A1tico%20e%20o%20conhecimento%20social.>)>. Acesso em 10 fev. 2024.

DONDA, Pedrita Fernanda. **Erasmus Darwin e os seres vivos: concepções de 'evolução' e herança**. 2015. Dissertação (Mestrado em Biologia Comparada) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tde-24032016-092306/pt-br.php>>. Acesso em 02 jul. 2024.

DUSCHL, Richard A. SCHWEINGRUBER, Heidi A. SHOUSE, Andrew W. (editores). **Taking science to school: learning and teaching science in grades K-8**. Committee on Science Learning, Washington, DC: National Academies Press, 2007. Disponível em: <<https://instesre.org/NSFWorkshop/TakingScienceToSchool.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2025.

FELIZARDO, Anderson Barbosa. **Crítica de Gould ao Neodarwinismo: A Ampliação do Horizonte Explicativo da Teoria Evolutiva Contemporânea**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Filosofia, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9Q7FRU/1/dissertacao_andersonbarbosafelizardo.pdf>. Acesso em 28 jul. 2024.

FERRACIOLI, L. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em Ciências. **R. bras. Est. pedag.** Brasília, v. 80, n. 194, p. 5-18, jan./abr. 1999. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4627093/mod_resource/content/1/Artigo_Aprendizagem%2C%20desenvolvimento%20e%20conhecimento%20na%20obra%20de%200Jean%20Piaget.pdf>. Acesso em 10 fev. 2024.

FERREIRO, E. **Atualidade de Jean Piaget**. Porto Alegre, ArtMed, 2001.

FONSECA, Gustavo da. **Ensino de ciências em uma abordagem de história da ciência: A Ciência no Brasil e a Doença de Chagas**. Gustavo da Fonseca, 2018 279 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2018. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/items/7e4176b7-c30b-4391-a572-cc04ac75ac59>>. Acesso em 9 jan. 2025.

FRANCO, L. G., MUNFORD, D. O Ensino de Ciências por Investigação em Construção: Possibilidades de Articulações entre os Domínios Conceitual, Epistêmico e Social do Conhecimento Científico em Sala de Aula. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u687719>>. Acesso em 23 jun. 2024.

GAVRON, Paulo Fernando. **Subsídios teóricos e práticos sobre a temática evolução para futuros professores de ciências**. 2022. 83 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - Mestrado Profissional) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava/PR. Disponível em: < <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/handle/jspui/1982>>. Acesso em 30 mar. 2024.

GERMANO, Marcelo Gomes; KULESZA, Wojciech Andrzej. Ciência e senso comum: entre rupturas e continuidades. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 115–135, 2010. DOI: 10.5007/2175-7941.2010v27n1p115. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n1p115>. Acesso em: 9 jan. 2025.

GOMES, L. C.; BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, p. 2301.1–2301.10, abr. 2009. Disponível em: < <https://www.scielo.br/j/rbef/a/BcZM87LJggMKFvbBPHPth4C/>> Acesso em 01 jun. 2025.

GONTIJO, L. S. **Adaptação biológica e a evolução dos seres vivos: os fundamentos de uma ideia para a compreensão de uma teoria**. 2020. 107 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: < <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/10934>>. Acesso em: 3 jul. 2024.

GRIMES, Camila; SCHROEDER, Edson. Os conceitos científicos dos estudantes do Ensino Médio no estudo do tema "origem da vida". **Ciência educ.**, Bauru, v. 21, n. 4, p. 959-976, dez. 2015. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132015000400011&lng=pt&nrm=iso>. acessos em: 20 mai. 2025.

KEBACH, Patrícia Fernanda Carmem. Da ação à compreensão: um passeio pela teoria de Piaget. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, Marília, v. 8, n. 2, p. 79–104, 2016. Disponível em: <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/6641/4357>>. Acesso em 01 jun. 2025.

LEÃO, Isabela Maria Silva. **Uma proposta de jogo didático para o ensino da teoria da evolução biológica**. Dissertação. Universidade Federal de Minas Gerais - Programa de Pós-Graduação em Educação e Docência, 2023. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/1843/60943>>. Acesso em 28 jul. 2024.

LESKE, Gabriele. **Percepção de cientistas e da história da ciência em livros didáticos de química**. 2017. 236 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2017. Disponível em: <<https://tede.unioeste.br/handle/tede/3341>>. Acesso em: 1 jun. 2025.

- MACENA, Marcílio Gomes. **Ensino e aprendizagem de evolução biológica: Uma análise da evolução conceitual em sala de aula.** 2020. (99f). Dissertação (mestrado profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/20648>>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- MACHADO, Bernadete Serpe. **Educação, escola e instituições de contraturno social na cidade de Ponta Grossa: entrecruzamentos de valores e representações por diferentes vozes.** 2015. 236 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015. Disponível em: <<https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/1266/1/BernadeteMachado.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- MANO, A. de M. P. **Aprendizagem de conteúdos da Astronomia em uma perspectiva piagetiana: intervenção pedagógica e desenvolvimento cognitivo.** 2017. 207f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2017. Disponível em: <<https://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/aprendizagem-de-conteudos-da-astronomia-em-uma-perspectiva-piagetiana-intervencao-pedagogica-e-desenvolvimento-cognitivo>>. Acesso em 01 jun. 2025.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul. **Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul: Educação Infantil e Fundamental** / Organizadores Helio Queiroz Daher; Kalícia de Brito França; Manuelina da Silva Arantes Cabral. Campo Grande - MS: SED, 863 p. 2019.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul. **Referencial curricular para o ensino médio de Mato Grosso do Sul: Área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.** Campo Grande - MS: SED, 2022.
- MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul. **Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul: Ensino Médio e Novo Ensino Médio** / Organizadores Helio Queiroz Daher; Davi de Oliveira Santos; Marcia Proescholdt Wilhelms. Campo Grande - MS: SED, 182 p. 2024.
- MATO GROSSO DO SUL, GOVERNO DO ESTADO DE. **O Bioparque Pantanal.** Campo Grande: Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, 2025. Disponível em: <<https://bioparquepantanal.ms.gov.br/o-bioparque-pantanal/>>. Acesso em: 20 mai. 2025.
- MAYR, E. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica.** São Paulo: Companhia das Letras, 2005. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5634428/mod_resource/content/1/Mayr2005%282004%29CincoTeoriasEvolucaoDarwin.pdf>. Acesso em 28 jul. 2024.
- MELLO, Aline; BORGES, Regina Maria Rabello. Concepções de alunos e reflexões didáticas sobre a origem dos seres vivos e a evolução biológica. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 6., 2007, Florianópolis. Atas [...]. Florianópolis: ABRAPEC, 2007. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/CR2/p1087.pdf. Acesso em: 20 mai. 2025.
- MENDES, Elise Barbosa. **Algumas implicações pedagógicas da epistemologia de Piaget.** 1995. Dissertação (Mestrado em Educação Brasileira) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1995. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/26951/1/AlgumasImplicacoesPedagogicas.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2025.

MESQUITA, André Campos. **Evolução em Darwin**: uma trajetória de sentidos. 2017. 1 recurso online (202 p.) Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1632477>. Acesso em: 3 jul. 2024.

MINAYO, M.C.S. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciênc. saúde coletiva** 17 (3), 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/39YW8sMQhNzG5NmpGBtNMff/?lang=pt>>. Acesso em 06 jan. 2025.

MONTEIRO, S. S.; EBELING, G. S.; CONSENTINO, M. M. S.. Estado da arte: usos da epistemologia genética de Jean Piaget na educação. **Schème** – Revista eletrônica de psicologia e epistemologia genéticas. Volume 10 Número 1 – Jan-Jul/2018. Disponível em: <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/8170/5233>>. Acesso em 31 jan. 2024.

MOTA, Helenadja Santos. **Evolução biológica e religião: atitudes de jovens estudantes brasileiros**. 2013. 272 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-28012014-143821/publico/HELENADJA_SANTOS_MOTA_rev.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2025.

MOTOKANE, M. T.. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, n. spe, p. 115–138, nov. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/xL8cWSV4frJyzqPfc35NgXn/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em 09 jun. 2024.

OBANA, J. E. G. A epistemologia e a psicologia de Jean Piaget e as neurociências uma revisão sistemática. **Dissertação**. São Paulo: Repositório Institucional da UNESP, 2015. Disponível em: <<http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/bd/cathedra/08-06-2015/000832880.pdf>>. Acesso em 31 jan. 2024.

OLIVEIRA, C. M. A.; CARVALHO, A. M. P. Escrevendo em aulas de Ciências. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 3, p. 347-366, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n3/01.pdf>. Acesso em: Acesso em 01 jun. 2025.

OLIVEIRA, Graciela da Silva. **Estudantes e a evolução biológica**: conhecimento e aceitação no Brasil e Itália. 2015. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-14092015-142810/pt-br.php>>. Acesso em 01 jun. 2025.

OLIVEIRA, Graciela da Silva; BIZZO, Nelio. Percepções de alguns professores da educação básica sobre evolução biológica e cultura. **Revista Fórum Identidades**, Itabaiana-SE, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/forumidentidades/article/view/10657>. Acesso em: 7 jul. 2024.

PAULA, Júlio César de. **O uso de memes instrutivos para o ensino de evolução humana**. 122 f. Dissertação (mestrado) – Programa Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora/PB, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/14544>>. Acesso em: 29 mar. 2024.

PIAGET, J. **Development and Learning**. Journal of Research in Science Teaching, New York, n. 2, v. 3, p. 176-86, 1964. Disponível em: < <https://reflexus.org/wp-content/uploads/35piaget-child-development.pdf>>. Acesso em 01 jun. 2025.

PIAGET, J., INHELDER, B. **A psicologia da criança**. Rio de Janeiro: Difel, 1978. Título original: La psychologie de l'enfant, 1966.

PIAGET, Jean. **Psicologia e pedagogia**. Tradução de Dirceu Accioly Lindoso e Rosa Maria Ribeiro da Silva. São Paulo e Rio de Janeiro: Editora Forense, 1970.

PIAGET, Jean. **O julgamento moral na criança**. São Paulo: Mestre Jou, 1977.

Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?id=jGH_amDeFM0C&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r#v=onepage&q&f=false>. Acesso em 01 jun. 2025.

PIAGET, J. **A Epistemologia Genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1983. Disponível em: <<https://mconf.ufrgs.br/spaces/aprendizagem-humana/attachments/2351>>. Acesso em 01 jun. 2025.

PIAGET, J. **O juízo moral na criança** (E. Lenardon, Trad.) São Paulo: Summus, 1984. (Trabalho original publicado em 1932). Disponível em: <

https://books.google.com.br/books?id=jGH_amDeFM0C&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r#v=onepage&q&f=false>. Acesso em 01 jun. 2025

PIAGET, J.; GARCIA, R. **Psicogênese e a História das Ciências**. RJ: Vozes, 2011.

PICCININI, Cláudia Lino; ANDRADE, Maria Carolina Pires de. O ensino de Ciências da Natureza nas versões da Base Nacional Comum Curricular, mudanças, disputas e ofensiva liberal-conservadora. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 11, n. 2, p. 34–50, 2018. DOI: 10.46667/renbio.v11i2.124. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/124>. Acesso em: 23 jun. 2024.

PINO, A. Ciência e educação: a propósito do bicentenário do nascimento de Charles Darwin. **Educação & Sociedade**, v. 30, n. 108, p. 845–866, out. 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/es/a/jXXfLyT6DHf7d7mPy4R4FQv/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 02 jul. 2024.

PINTO, Edson Cláudio Mesquita. **O Programa Adaptacionista: uma Investigação Metodológica**. 130 f., il. Dissertação (Mestrado em Filosofia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/10983/1/2012_EdsonClaudioMesquitaPinto.pdf>. Acesso em 28 jul. 2024.

PORTO, P. R. DE A.; FALCÃO, E. B. M.. Teorias da origem e evolução da vida: dilemas e desafios no ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 12, n. 3, p. 13–30, set. 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/epec/a/Sxf8jnjqdjMKbc3jcsj6QLzN/abstract/?lang=pt>>. Acesso em 01 jun. 2025.

RAMOS, R. **Kant Crítico De Buffon: Das Possibilidades E Limites De Uma História Natural Mecanicista?** Do Universo à Lagarta. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Filosofia, Florianópolis, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216659>>. Acesso em 02 jul. 2024.

RANGEL, L. P.; BECKER, M. L. R. Piaget, a psicologia e suas aplicações sobre o artigo de piaget ‘para o estudo da psicologia’” de autoria de Silvia Parrat-Dayan.

Schème, revista eletrônica de Psicologia e epistemologias genética. Marília: Volume 14 Número 1 – Jan-Jul/2022. Disponível em: <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/13822>>. Acesso em 31 jan. 2024.

RETCHESKI, Thalita Verginia Batista dos Santos. **Jogo didático baseado em conceitos genéticos e evolutivos como facilitador da desconstrução do conceito de raças humanas**. Dissertação (mestrado profissional). Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2022. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/1884/80728>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

RODRIGUES, Flávia. **O uso da biografia de Darwin para a construção de conceitos de evolução Biológica: uma proposta de sequência didática** [manuscrito] Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Belo Horizonte, 2022. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1843/59711>>. Acesso em 28 mar. 2024.

ROMA, Vanessa Navarro. **Os livros didáticos de biologia aprovados pelo programa nacional do livro didático para o ensino médio (PNLEM 2007/2009): a evolução biológica em questão**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-31052012-104844/pt-br.php>>. Acesso em: 28 jul. 2024.

RUSE, Michael. Charles Darwin: Great Briton. In: Robert J. Richards & Michael Ruse, **Debating Darwin**. Chigado and London: The University of Chicago, 2016. Pp. 1-81. Disponível em: <<https://archive.org/details/debatingdarwin0000rich/page/n9/mode/2up>>. Acesso em 03 jul. 2024.

SAITO, C. H.; DE_BASTOS, F. P.; ABEGG, I. Temáticas ambientais e Biomas Brasileiros: análise dos trabalhos de pesquisa em Educação em Ciências em eventos científicos nacionais nos últimos cinco anos. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, V. 17, jul-dez 2006, p.167-177. Disponível em: <<https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3031/1753>>. Acesso em 01 jun. 2025.

SANMARTÍ, Neus. **Avaliar para aprender**. Tradução Carlos Henrique Lucas Lima. – Porto Alegre: Artmed, 2009. 136p. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV185_MD1_ID10620_TB1782_19112023130223.pdf>. Acesso em 01 jun. 2025.

SANTOS, Diana Borges dos. **O papel dos estudos geológicos nas teorias sobre a transmutação das espécies no século XIX: uma contribuição histórica para o ensino de evolução**. 2022. Tese (Doutorado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/T.81.2022.tde-01072022-115459>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

SARAVALI, Eliane Giachetto; GUIMARÃES, Taislene; GUIMARÃES, Karina Perez; MELCHIORI, Ana Paula. Crenças envolvendo o não aprender: um estudo evolutivo sobre a construção do conhecimento social. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 29, n. 3, p. 143–176, set. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/edur/a/3yL99ZSNnXMPJTTT3MPdCCq/?lang=pt>>. Acesso em: 1 jun. 2025.

- SASSERON, Lúcia Helena. **Práticas em aula de ciências: o estabelecimento de interações discursivas no ensino por investigação**. 2018. 127 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/48/486/tde-01082019-120320/publico/SasseronLuciaLD.pdf>>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- SCHEIFELE, Alexandre. **Formação inicial de professores de biologia a partir de um enfoque evolucionista: um estudo na prática de ensino**. 2020. xiv, 230 f. Tese (doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, 2020, Maringá, PR. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/6053>>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- SCHNEIDER, Henrique Nou. **Um ambiente ergonômico de ensino-aprendizagem informatizado**. 2002. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/83000>>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- SILVA, Lourizelma dos Santos. **Uma sequência didática para o ensino de evolução humana no ensino médio**. 2019. 93 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Cuiabá, 2019. Disponível em: <<http://ri.ufmt.br/handle/1/2056>>. Acesso em 28 mar. 2024.
- SILVA, Suzana Domingues da; NOGUEIRA, Clélia Maria Ignatius. O processo de generalização de função afim na perspectiva de Jean Piaget. **Schème: Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas**, Marília, v. 14, n. 1, p. 102–144, 2022. Disponível em: <<https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/scheme/article/view/13818>>. Acesso em: 1 jun. 2025.
- SOUZA, Mileni Norberto de. **Elaboração de sequência investigativa aplicada ao ensino de evolução**. 2022. 1 recurso online (65 p.) Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/20.500.12733/6520>>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- TERRIBILE, Mayara de Andrade. **Produção de novidade: O construtivismo de Jean Piaget**. Dissertação (Mestrando em Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEDU)) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/194902>>. Acesso em Acesso em 9 jan. 2025.
- TONIDANDEL, Sandra M. **Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução biológica. O desenvolvimento da argumentação dos alunos como evidências da seleção natural numa sequência didática baseada em investigação**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013 Disponível em: <https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_874ebec4ee40e203c328a8db4688dded>. Acesso em Acesso em 02 jul. 2024.
- VALVERDE, Bruno Alves. **Os desclassificados de Darwin: um estudo sobre a relação entre Charles Darwin e seus colaboradores (1846-1854)**. / Bruno Alves Valverde. – Campinas, SP: Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=552033>>. Acesso em 01 jun. 2025.

VIECHENESKI, Juliana Pinto; LORENZETTI, Leonir; CARLETTO, Marcia Regina. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. *Atos de Pesquisa em Educação*, Blumenau, v. 7, n. 3, p. 853–876, set./dez. 2012. Disponível em: <<https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/3470/2182>>. Acesso em: 1 jun. 2025.

VIERO, M. R. Evolução biológica: uma abordagem histórica. In: PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Superintendência de Educação. **Os Desafios da Escola Pública Paranaense na Perspectiva do Professor PDE**, 2013. Curitiba: SEED/PR., 2016. V.2. (Cadernos PDE). Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_utfpr_bio_pdp_marcia_regina_viero.pdf>. Acesso em 02 jul. 2024.

YAEGASHI, Solange Franci R. A Epistemologia Genética em pesquisas sobre o fracasso escolar realizadas na década de 80. *Educar*. Curitiba: Editora da UFPR, n. 10, p.111-138. 1995. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/er/a/9Bcm8rKsL6VdqgVwVYW38Bv/?lang=pt>>. Acesso em: 22 mai. 2025.

YAMAZAKI, S. C; YAMAZAKI, R. M. de O.; LABARCE, E. C.. Piaget como referencial teórico para o ensino e aprendizagem de adolescentes e adultos. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 15, n. 34, p. 66-79, dez. 2019. ISSN 2317-5125. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/7001>>. Acesso em: 03 fev. 2024. doi:<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v15i34.7001>.

WERNECK, V. R.. Sobre o processo de construção do conhecimento: o papel do ensino e da pesquisa. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 14, n. 51, p. 173–196, abr. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ensaio/a/yy5rBTwpjnh4mq7QWcFDwN/>>. Acesso em 9 jan. 2025.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Anexos

ANEXO I – Termo de assentimento livre e esclarecido

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Olá, estudante! você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Proposta de organização do trabalho pedagógico pautado em pressupostos piagetianos para o ensino de Evolução”, desenvolvida pelos pesquisadores Paulo Eduardo Dall’Acqua e Amanda de Mattos Pereira Mano.

Estamos realizando essa pesquisa pela necessidade de melhorar as aulas de Biologia, para torná-las mais divertidas e atrativas, para que você e seus colegas aprendam os conteúdos, principalmente, aqueles que abordam a Evolução dos Seres vivos.

Sua participação é voluntária, isto é, ela não é obrigatória, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não participar, bem como retirar sua participação a qualquer momento. A pessoa responsável por você também recebeu uma carta como esta, explicando todas as etapas da pesquisa e perguntamos a ela (e) se permitiria a sua participação. Mas, nem você nem seu responsável terão prejuízos caso decidam não aceitar a participação ou desistir em qualquer etapa. Contudo, sua colaboração é muito importante para a execução de nosso trabalho.

Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade nas informações por você prestadas, isso significa que qualquer dado que possa identificá-lo, como seu nome ou o nome da escola, não será divulgado. Todo material produzido em razão da pesquisa, será armazenado em local seguro e, ao final da pesquisa, este material será mantido em arquivo, sob guarda e responsabilidade do pesquisador responsável, por pelo menos 5 anos.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou até mesmo depois dela, você poderá solicitar do pesquisador informações sobre sua participação e/ou sobre a pesquisa, deixamos o contato no final deste Termo.

Para participar da pesquisa você deverá realizar as seguintes atividades: 1) participação em 6 aulas de Biologia, com duração de 50 minutos cada, que já acontecem regularmente na própria escola, sobre evolução dos seres vivos; 2) participação em uma aula-passeio no Bioparque Pantanal – sem custo algum, com duração de 3 horas e em horário de aula e 3) Responder a dois questionários, um ao começo dessas aulas e outro ao final, sempre em horário das aulas, referente ao conteúdo ministrado como já acontece nas avaliações da disciplina de Biologia.

O benefício relacionado com a sua colaboração nesta pesquisa é que organizando melhor as aulas de Biologia, no conteúdo de evolução dos seres vivos, podemos ter um ensino e aprendizagem mais divertido e envolvente e, assim, você pode ser mais ativo no processo de aprender.

Toda pesquisa envolve riscos, entretanto, ressaltamos que os riscos na participação desta pesquisa são mínimos e podem estar ligados à timidez em participar das atividades e receio em não saber responder as questões do questionário. Para minimizar esses riscos, sempre será apresentado o objetivo e as atividades que deverão realizar nas aulas, esclarecendo dúvidas e deixando-os à vontade para participarem, quanto aos questionários, trata-se de uma avaliação regular da disciplina e haverá recuperação dos conteúdos, caso seja necessário. Outro risco é a quebra de anonimato dos participantes, porém, como medida de minimização, em nenhum momento, os estudantes serão identificados, sendo seus nomes substituídos por códigos, por exemplo, estudante 1, estudante 2 etc.

Em caso de gastos decorrentes da pesquisa, você será ressarcido e em caso de danos, também decorrentes da pesquisa, você será indenizado.

Os resultados desta pesquisa poderão ser divulgados em palestras em eventos científicos, relatórios de pesquisa, artigos científicos e no formato de uma dissertação de mestrado.

Rubrica do participante

Rubrica do pesquisador

Este termo é redigido em duas vias, sendo uma do participante da pesquisa e outra do pesquisador. Em caso de dúvidas quanto à sua participação, você pode entrar em contato com o pesquisador responsável através do e-mail dall.acqua@ufms.br, do telefone “(67)3314-1229”, ou por meio do endereço: rua Armando de Oliveira, 595 - Amambai, Campo Grande - MS, 79008-010.

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS (CEP/UFMS), localizado no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, prédio das Pró-Reitorias ‘Hércules Maymone’ – 1º andar, CEP: 79070900. Campo Grande – MS; e-mail: cepconep.propp@ufms.br; telefone: 67-3345-7187; atendimento ao público: 07:30-11:30 no período matutino e das 13:30 às 17:30 no período vespertino. O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma, o comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade.

marque esta opção se você concorda que sua a participação seja gravada em áudio e vídeo.

marque esta opção se você NÃO concorda que a sua participação seja gravada em áudio e vídeo.

Nome e assinatura do pesquisador

Campo Grande, _____ de _____ de _____

Nome e assinatura do participante da pesquisa

Campo Grande, _____ de _____ de _____

ANEXO II – Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

O (a) estudante pelo (a) qual você é responsável está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “Proposta de organização do trabalho pedagógico pautado em pressupostos piagetianos para o ensino de Evolução”, desenvolvida pelos pesquisadores Paulo Eduardo Dall’Acqua e Amanda de Mattos Pereira Mano.

O convite para a participação dele (a) se deve à necessidade de se rever estratégias mais dinâmicas, atrativas e significativas no ensino de Biologia, além de aprofundar as reflexões sobre a teoria evolutiva na Educação Básica.

Consentir a participação dele (a) é ato voluntário, isto é, não obrigatório, e você tem plena autonomia para decidir se quer ou não que o (a) estudante participe, bem como retirar a participação a qualquer momento. Nem você, nem ele - terão prejuízo algum caso decida não consentir a participação ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa.

Serão garantidas a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas. Qualquer dado que possa identificar o (a) participante será omitido na divulgação dos resultados da pesquisa e o material será armazenado em local seguro. Ao final da pesquisa, todo material será mantido em arquivo, sob guarda e responsabilidade do pesquisador responsável, por pelo menos 5 anos, conforme Resolução CNS no 466/2012.

A qualquer momento, durante a pesquisa ou posteriormente, você poderá solicitar do pesquisador informações a participação e/ou sobre a pesquisa, o que poderá ser feito através dos meios de contato explicitados ao final deste Termo. A participação do (a) estudante pelo qual você é responsável consistirá nos seguintes procedimentos: 1) participação em 6 aulas de Biologia, com duração de 50 minutos cada, que já acontecem regularmente na própria escola, sobre evolução dos seres vivos; 2) participação em uma aula-passeio no Bioparque Pantanal – sem custo algum, com duração de 3 horas e em horário de aula e 3) ao final desses dois primeiros momentos, responder a um questionário, que será aplicado em uma aula de Biologia, referente ao conteúdo ministrado como já acontece nas avaliações da disciplina de Biologia.

O benefício relacionado com a colaboração nesta pesquisa é que, seguindo as bases teóricas de ensino e aprendizagem de Jean Piaget, a organização do fazer didático pode ser uma estratégia importante para a construção do conhecimento em relação aos conceitos relacionados à Evolução Biológica. Essas estratégias proporcionam uma abordagem divertida e envolvente, que pode despertar o interesse dos alunos e incentivar sua participação ativa no processo de aprendizagem.

Toda pesquisa envolve riscos, entretanto, ressaltamos que os riscos na participação desta pesquisa são mínimos e podem estar ligados à timidez dos estudantes em participar das atividades e receio em não saber responder as questões do questionário. Para minimizar esses riscos, sempre será apresentado o objetivo e as atividades que deverão realizar nas aulas, esclarecendo dúvidas e deixando-os à vontade para participarem, quanto ao questionário, trata-se de uma avaliação regular da disciplina e haverá recuperação dos conteúdos, caso seja necessário. Outro risco é a quebra de anonimato dos participantes, porém, como medida de minimização, em nenhum momento, os estudantes serão identificados, sendo seus nomes substituídos por códigos, por exemplo, estudante 1, estudante 2 etc.

Em caso de gastos decorrentes da pesquisa, o (a) estudante participante será ressarcido e em caso de danos, também decorrentes da pesquisa, o (a) estudante participante será indenizado.

Os resultados desta pesquisa poderão ser divulgados em palestras em eventos científicos, relatórios de pesquisa, artigos científicos e no formato de uma dissertação de mestrado.

Rubrica do participante

Rubrica do pesquisador

Este Termo é redigido em duas vias, sendo uma sua, a pessoa responsável pelo participante da pesquisa e outra do pesquisador. Em caso de dúvidas quanto à participação da pessoa pela qual você é responsável, você pode entrar em contato com o pesquisador responsável através do e-mail dall.acqua@ufms.br, do telefone (67)3314- 1229 ou por meio do endereço Rua Armando de Oliveira, 595 - Amambai, Campo Grande - MS, 79008-010.

Em caso de dúvida quanto à condução ética do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS (CEP/UFMS), localizado no Campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, prédio das Pró-Reitorias 'Hércules Maymone' – 1º andar, CEP: 79070900. Campo Grande – MS; e-mail: cepconep.propp@ufms.br; telefone: 67-3345-7187; atendimento ao público: 07:30-11:30 no período matutino e das 13:30 às 17:30 no período vespertino. O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. Dessa forma, o Comitê tem o papel de avaliar e monitorar o andamento do projeto de modo que a pesquisa respeite os princípios éticos de proteção aos direitos humanos, da dignidade, da autonomia, da não maleficência, da confidencialidade e da privacidade.

marque esta opção se você concorda que a participação do (a) estudante pelo (a) qual você é responsável seja gravada em áudio e vídeo.

marque esta opção se você NÃO concorda que a participação do (a) estudante pelo (a) qual você é responsável seja gravada em áudio e vídeo.

Nome e assinatura do pesquisador

Campo Grande, _____ de _____ de _____

Nome e assinatura do responsável pelo participante da pesquisa

Campo Grande, _____ de _____ de _____

Apêndice B – Questionário pós atividade (baseado no trabalho de Contrucci, Aleme e Gouw (2022).

1. A teoria da evolução biológica explica o surgimento de novas espécies através do processo de descendência com modificação.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
2. A evolução biológica é uma teoria que consiste na mudança das características hereditárias ao longo das gerações.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
3. A teoria da evolução biológica oferece uma explicação sobre a diversidade dos organismos vivos no planeta.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
4. Os fósseis são evidências de seres vivos que viveram no passado.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
5. Os organismos mudam com o objetivo de se adaptarem ao meio em que vivem.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
6. Os seres vivos são selecionados pelo ambiente em que vivem.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
7. O sucesso reprodutivo de uma espécie é fundamental para transmissão de suas características para as próximas gerações.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
8. A mutação é um mecanismo evolutivo que produz mudanças nas características dos seres vivos.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
9. Todas as espécies de seres vivos surgiram ao mesmo tempo.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
10. Os seres humanos são descendentes dos macacos.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
11. Novas características surgem por meio da modificação de características herdadas.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
12. Os seres humanos compartilham um ancestral comum com os macacos.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.
 - c. Concordo Parcialmente.
 - d. Concordo Totalmente.
13. A sobrevivência é um fator importante que contribui para o sucesso reprodutivo dos seres vivos.
 - a. Discordo Totalmente.
 - b. Discordo Parcialmente.

c. Concordo Parcialmente.

d. Concordo Totalmente.

40. O homem é o ser vivo mais evoluído do planeta.

a. Discordo Totalmente.

b. Discordo Parcialmente.

c. Concordo Parcialmente.

d. Concordo Totalmente.

Apêndice C – Resultado do questionário final (Contrucci, Aleme e Gouw (2022)).

	Itens	CT	CP	DP	DT
Aceitação da Evolução Biológica					
Q01	A teoria da evolução biológica explica o surgimento de novas espécies através do processo de descendência com modificação.	51,8%	36,1%	8,2%	3,3%
Q02	A evolução biológica é uma teoria que consiste na mudança das características hereditárias ao longo das gerações.	52,5%	36,1%	9,8%	1,6%
Q03	A teoria da evolução biológica oferece uma explicação sobre a diversidade dos organismos vivos no planeta.	57,4%	31,1%	8,2%	3,3%

	Itens	CT	CP	DP	DT
Descendência com modificação					
Q04	Os fósseis são evidências de seres vivos que viveram no passado.	96,8%	3,2%	0,0%	0,0%
Q05	Os organismos mudam com o objetivo de se adaptarem ao meio em que vivem.	56,5%	22,6%	11,3%	9,7%
Q06	Os seres vivos são selecionados pelo ambiente em que vivem.	53,2%	29,0%	12,9%	4,8%
Q07	O sucesso reprodutivo de uma espécie é fundamental para transmissão de suas características para as próximas gerações.	66,1%	27,4%	3,2%	3,2%
Q08	A mutação é um mecanismo evolutivo que produz mudanças nas características dos seres vivos.	54,1%	26,2%	11,5%	8,2%

	Itens	CT	CP	DP	DT
Especiação					
Q09	Todas as espécies de seres vivos surgiram ao mesmo tempo.	0,0%	4,8%	11,3%	83,9%
Q10	Os seres humanos são descendentes dos macacos.				
Q11	Novas características surgem por meio da modificação de características herdadas.	43,5%	45,2%	6,5%	4,8%
Q12	Os seres humanos compartilham um ancestral comum com os macacos.	80,3%	11,5%	8,2%	0,0%
Q13	A sobrevivência é um fator importante que contribui para o sucesso reprodutivo dos seres vivos.	72,6%	24,2%	3,2%	0%
Q14	Características físicas (aparência) são uma forma eficiente para determinar se indivíduos são da mesma espécie ou não.	33,9%	35,5%	21,0%	9,7%

	Itens	CT	CP	DP	DT
Origem única / Ancestralidade comum					
Q15	Espécies atuais de animais e plantas descendem de outras espécies do passado.	72,1%	19,7%	6,6%	1,6%
Q16	Os organismos estão classificados em grupos que refletem seu grau de parentesco.	59,7%	35,5%	3,2%	1,6%
Q17	Somente seres vivos fisicamente parecidos possuem o mesmo ancestral comum.	8,2%	14,8%	26,2%	50,8%
Q18	A árvore da vida (filogenia) descreve como todos os seres vivos do planeta estão relacionados.	50,8%	37,7%	9,8%	1,6%

Fonte: dados da pesquisa, 2024. Legenda: Assim como no trabalho de Contrucci, Aleme e Gouw (2022), os itens em negrito representam proposições conceitualmente incorretas. CT – Concordo Totalmente. CP – Concordo Parcialmente. DT – Discordo Totalmente. DP – Discordo Parcialmente.

	Itens	CT	CP	DP	DT
Gradualismo					
Q19	A evolução biológica é um processo que não acontece atualmente, ocorreu apenas no passado.	3,2%	8,1%	22,6%	66,1%
Q20	A evolução biológica é um processo que promove a melhora e aperfeiçoamento dos seres vivos.	41,9%	37,1%	4,8%	16,1%
Q21	Todas as espécies existentes são igualmente evoluídas	3,2%	14,5%	16,1%	66,1%
Q22	As espécies não sofrem mudanças ao longo do tempo.	3,2%	0,0%	11,3%	85,5%
Q23	As mudanças evolutivas nos seres vivos ocorrem com o passar das gerações.	62,9%	27,4%	6,5%	3,2%

	Itens	CT	CP	DP	DT
Variabilidade					
Q24	Sem variação genética não pode haver evolução biológica.	32,3%	24,2%	32,3%	11,3%
Q25	As diferenças entre os vários tipos de seres vivos os tornam mais adaptados ou menos adaptados ao ambiente.	58,1%	32,3%	3,2%	6,5%
Q26	A maioria das mutações surgem de erros na replicação do código genético.	18%	37,7%	34,4%	9,8%
Q27	O homem se originou da mesma forma que as demais espécies de seres vivos.	24,6%	23,0%	27,9%	24,6%
Q28	Quanto mais semelhante ao homem, mais evoluído é o ser vivo.	14,5%	19,4%	35,5%	30,6%
Q29	O uso frequente ou a falta de uso de um órgão por ser vivo produz mudanças que podem ser transmitidas aos descendentes.	30,6%	30,6%	11,3%	27,4%

	Itens	CT	CP	DP	DT
Seleção natural					
Q30	A resistência de insetos a certos tipos de pesticidas é um exemplo de seleção natural.	67,7%	21,0%	8,1%	3,2%
Q31	O uso excessivo de antibióticos pode provocar seleção natural em uma população de bactérias.	50,0%	32,3%	9,7%	8,1%
Q32	A seleção natural não é sinônimo de evolução e sim um mecanismo evolutivo que edita a biodiversidade.	34,4%	32,8%	19,7%	13,1%
Q33	As espécies atuais não são as mesmas que existiram há milhões de anos.	62,9%	21,0%	12,9%	3,2%
Q34	As adaptações de um ser vivo em determinado ambiente aumentam suas chances de sobrevivência e reprodução.	85,2%	14,8%	0,0%	0,0%
Q35	A domesticação de plantas e animais feitas pelo homem é resultado de um processo de seleção artificial.	46,8%	32,3%	16,1%	4,8%

	Itens	CT	CP	DP	DT
Contingência					
Q36	Populações de seres vivos geograficamente isoladas, após certo tempo, podem acumular diferenças que levam ao isolamento reprodutivo.	40,3%	46,8%	9,7%	3,2%
Q37	A evolução não implica necessariamente no aperfeiçoamento dos organismos, e sim na mudança dos mesmos ao longo das gerações.	51,6%	35,5%	9,7%	3,2%
Q38	A evolução biológica é um processo inevitável e aleatório, que pode ocorrer em qualquer espécie de ser vivo.	46,8%	30,6%	17,7%	4,8%
Q39	O meio ambiente está intimamente relacionado com a evolução dos organismos, podendo favorecer ou não a sua sobrevivência.	75,4%	21,3%	3,3%	0,0%
Q40	O homem é o ser vivo mais evoluído do planeta.	45,2%	32,3%	11,3%	11,3%

Fonte: dados da pesquisa, 2024. Legenda: Assim como no trabalho de Contrucci, Aleme e Gouw (2022), os itens em **negrito** representam proposições conceitualmente incorretas. CT – Concordo Totalmente. CP – Concordo Parcialmente. DT – Discordo Totalmente. DP – Discordo Parcialmente.