

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Cauay Vianna Gazele

**CONTRIBUIÇÃO PARA O APRENDIZADO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA:
CONCEITO EVOLUTIVO DE *FITNESS***

Maceió
2020

CAUAY VIANNA GAZELE

**CONTRIBUIÇÃO PARA O APRENDIZADO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA:
CONCEITO EVOLUTIVO DE *FITNESS***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientação: Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski

Maceió
2020

**Catálogo na fonte Universidade
Federal de Alagoas Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

G289c Gazele, Cauay Vianna.

Contribuição para o aprendizado de evolução biológica: conceito evolutivo de *Fitness* / Cauay Vianna Gazele. – 2020.
109 f.: il., figs. e tabs. color.

Orientadora: Hilda Helena Sovierzoski.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2021.

Produto educacional: Sequência didática: *Fitness* evolutivo para professores em formação.

Bibliografia: f. 100-104.

Anexo: f. 106-109.

1. Teoria da evolução. 2. Valor adaptativo. 3. Ensino de Ciências Biológicas. 4. Formação de professores. I. Título.

CDU: 575.8

AGRADECIMENTOS

À Ciência por se mostrar, para mim, o maior empreendimento que a humanidade já realizou e que prova a cada dia sua relevância social, apesar da contínua desvalorização política.

A todos que lutam e lutaram pela liberdade de expressão, de pesquisa, de ensino e de aprendizado, seja com contribuições teórico-acadêmicas, seja no cotidiano de nós trabalhadores.

À Universidade Pública por materializar grande parte do que está dito acima e abaixo desse parágrafo. Por me dar a oportunidade de ampliar minha visão sobre o universo, apesar de ser, ainda, estreita.

À minha orientadora, Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzoski, como mulher cientista, sendo uma exceção às regras patriarcais da nossa sociedade ainda machista e retrógrada. Também a ela como “aprendiz mais experiente” em seus conselhos e clareza argumentativa. Ainda a ela por entender que minha argumentação, contra ou a favor das nossas decisões conjuntas, busca nossa melhora.

À minha família sem a qual eu não só não existiria de forma alguma, mas também não existiria com o caráter e a dedicação que acredito (como todos acreditam em si) que são traços importantes da minha personalidade. Essas pessoas que foram meus apoios, amparos, combustível e, por vezes, meios de locomoção emocional.

À minha mãe, Tereza Laura Oliveira Vianna, por ser o melhor ser humano que tive o prazer de conhecer e, desculpem por isso, por ser a melhor mãe que há para se estar sob os cuidados incansáveis.

Aos meus dois irmãos mais velhos, por serem exemplos de caráter e da capacidade de educação sem igual de nossa mãe. Minha irmã, Audemira Carvalho da Silva carinhosamente chamada de “Bila”, que é uma segunda mãe para mim e a primeira para meus sobrinhos que têm uma ótima família para crescerem. Meu irmão, Caynã Vianna Gazele, pela excelente exceção à regra que é em muitos dos bons sentidos. São sempre exemplos amáveis de pessoas dedicadas ao máximo em tudo que fazem. Amo-os com toda minha capacidade.

À minha companheira, Gabriela Miki Kuwai, quem conheci durante a graduação e pude desfrutar de duas paixões em simultâneo. Pretendo nunca deixar de desfrutar da sua doçura e capacidade de me apaziguar mesmo sobre o efeito de um poderoso psicotrópico (café). Amo.

A Thadeu Luz Vianna, meu primo que é também um irmão para mim. Pelas horas de diversão e conversas longas, sem as quais não sei como seriam passadas as horas antes das provas da faculdade, muito menos os intervalos sem videogames por nossos castigos de infância.

Aos meus amigos de infância pelas experiências das mais diversas: desde as “torturas” às formigas, passando por um bom basquete e horas e mais horas de berros em pura diversão de *lan house*.

Aos meus amigos feitos durante a faculdade sem os quais eu talvez nem escolheria esse tema e nem pensaria em fazer uma pós-graduação. Em especial Lucas Serafim da Silva Lins e Gracielle Teixeira Higino, que me chamaram para compor o Grupo de Estudos Sobre Evolução Biológica e sempre foram implacáveis argumentando. É sempre um prazer discutir com ambos, mesmo que quase sempre me convençam de que estou errado. Obrigado por me ensinar a ser mais humilde.

Ao meu grande amigo e parceiro de intermináveis debates acadêmicos, Hermínio Alfredo Leite Silva Vilela. Obrigado por sua teimosia, que tanto me fez quebrar a cabeça só para superá-la, sem termos a menor noção de que estávamos superando nossa ignorância juntos, e não à ignorância um do outro.

À Tainá Karoline Guedes, minha amada amiga, que é a pior pessoa mais fofa do mundo. Adoro sua capacidade de destruir as pessoas enquanto ri. Com pena, mas ri.

À Julia Dantas Ferreira de Moraes e Eduardo Antônio de Lucena Lisboa, pessoas de extremo carinho e confiança que conheci e jamais quero distância, além da causada pelo isolamento atual.

À Myrna Elis Ferreira Santos, um bebê acadêmico que vejo crescendo com orgulho de ter contribuído um pouco para formação.

A cada um dos meus colegas de turma do PPGEICIM 2018.2, que colaboraram para minha formação e tiveram paciência com minhas dúvidas constantes, obrigado por passar tanto de suas experiências profissionais para mim, um iniciante. Tenho certeza que a esperança do nosso país reside no trabalho de vocês.

Aos participantes dessa pesquisa, voluntários de duas turmas de Ciências Biológicas - Licenciatura, da Universidade Federal de Alagoas. Sem vocês seria impossível compreender a hipótese levantada e trabalhar com a proposta dessa dissertação.

A todos e todas (meus ou não) professores e professoras a quem admiro e agradeço por cada puxão de orelha. Vocês são ótimos, meus colegas.

*“Se a miséria dos nossos pobres não é causada
pelas leis da natureza, mas por nossas instituições,
grande é nossa culpa”*

CHARLES DARWIN – A Viagem do Beagle

RESUMO

No contexto da Biologia Evolutiva, o termo *Fitness* pode ser traduzido como “grau de aptidão”, ou “valor adaptativo”, um conceito central para o entendimento dessa disciplina. Esse termo se refere ao quanto uma característica ou conjunto de características, biológica e/ou comportamental, pode contribuir para a capacidade de seres vivos sobreviverem e/ou se reproduzirem. Trata-se da medida em que um traço do ser vivo afeta o sucesso reprodutivo do mesmo. A Teoria da Evolução (TE) é reconhecida como o paradigma norteador das Ciências Biológicas e em documentos curriculares nacionais é ressaltada como o eixo centralizador dessa Ciência. Apesar disso, essa teoria é negligenciada em salas de aula, tanto por falta de domínio de conteúdo dos professores e estudantes, quanto por conflitos filosófico-religiosos que existem entre ela e o senso comum. Nas ideias do senso comum brasileiro há uma maior vinculação com explicações religiosas sobre os processos de diversificação da vida e a TE se apresenta como uma possibilidade de compreensão naturalista e materialista sobre a biodiversidade. O presente trabalho tem como objetivo contribuir com a compreensão de licenciandos em Ciências Biológicas sobre TE, trazendo a discussão sobre Evolução Biológica usando o conceito evolutivo de *Fitness*. Baseando-se na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) elabora-se uma Sequência Didática a fim de oferecer uma ferramenta pedagógica para o uso em aulas de Biologia. Na aplicação desse material efetua-se um levantamento de conhecimentos prévios antes da intervenção pedagógica e um outro, de conhecimentos adquiridos, após as atividades. Para isso os 22 voluntários elaboram individualmente tempestades de ideias e mapas conceituais, em cada um destes dois momentos. Após esta etapa, ministra-se uma aula expositiva dialogada com foco na história da construção da TE. Em seguida ocorre uma discussão sobre um texto que trata do conceito de *Fitness* evolutivo e apresenta-se um jogo sobre o mesmo tema. Para a análise dos dados, destacam-se os termos mais frequentes usados pelos participantes e nota-se que no material inicial os participantes destacam o nome de Darwin e termos relacionados à taxonomia. Um possível condicionante da predominância de termos ligados à taxonomia é o fato dos participantes estarem cursando a disciplina Taxonomia e Sistemática Filogenética no período de realização da pesquisa. No entanto, também cursam a disciplina de Ecologia e, apesar disso, apresentam poucos termos ligados a essa área, por exemplo, a palavra Nicho, aparece em apenas duas tempestades de ideias iniciais e em dois mapas conceituais iniciais. Nas tempestades de ideias e mapas conceituais finais ocorre um aumento para nove citações do nome de Lamarck, que antes só está citado uma vez e termos como Uso e Desuso passam de uma para quatro citações. Os resultados qualitativos apontam que o termo *Fitness* ainda escapa ao entendimento dos participantes, visto que está presente apenas nas tempestades de ideias finais, mas ausente nos mapas conceituais finais, indicando dificuldades em relacionar esse termo com os conceitos de evolução. No entanto o aparecimento do termo mostra que podem ter sido construídos subsunçores, os quais poderão ser usados pelos participantes em outras oportunidades de aprendizagem. Por fim, os mapas conceituais recebem uma pontuação e são categorizados, tanto os iniciais quanto os finais. A maioria dos mapas conceituais apresenta um aumento de pontuação e os poucos que apresentam diminuição, demonstram falta de habilidade dos participantes na construção dos mapas. Depois de uma nova análise do material, nota-se a presença recorrente de palavras e/ou termos relacionados a construção da teoria evolucionista, gerando então uma nova categorização quanto a presença de contexto histórico-social a respeito da TE. Em metade dos mapas conceituais finais está presente alguma referência a contextos históricos a respeito da construção dessa teoria. Assim a Sequência Didática se mostra efetiva em colaborar com o entendimento dos participantes a respeito do processo de elaboração do conhecimento científico.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Aptidão Biológica. Formação de Professores.

ABSTRACT

In the context of Evolutionary Biology, the term Fitness can be translated as “degree of aptitude”, or “adaptive value”, a central concept for understanding this discipline. This term refers to how much a characteristic or set of characteristics, biological and/or behavioral, can contribute to the ability of living beings to survive and/or reproduce. It is the extent to which a trait of the living being affects its reproductive success. The Theory of Evolution (ET) is recognized as the guiding paradigm of Biological Sciences and in national curriculum documents it is highlighted as the central axis of this Science. Despite this, this theory is neglected in classrooms, both for lack of mastery of content by teachers and students, and for philosophical-religious conflicts that exist between it and common sense. In the ideas of Brazilian common sense, there is a greater connection with religious explanations about the processes of life diversification and ET presents itself as a possibility of naturalistic and materialistic understanding of biodiversity. The present work aims to contribute to the understanding of undergraduates in Biological Sciences about ET, bringing the discussion about Biological Evolution using the evolutionary concept of Fitness. Based on the Theory of Meaningful Learning (TAS) a Didactic Sequence is elaborated in order to offer a pedagogical tool for use in Biology classes. In the application of this material, a survey of prior knowledge is carried out before the pedagogical intervention and another, of knowledge acquired after the activities. For this, the 22 volunteers individually prepare brainstorm and concept maps, in each of these two moments. After this stage, there is a dialogued expository class focusing on the history of ET construction. Then there is a discussion on a text that deals with the concept of Evolutionary Fitness and a game on the same theme is presented. For data analysis, the most frequent terms used by the participants are highlighted and it is noted that in the initial material the participants highlight Darwin's name and terms related to taxonomy. A possible condition of the predominance of terms linked to taxonomy is the fact that the participants are studying the subject Taxonomy and Phylogenetic Systematics during the period of the research. However, they are also studying Ecology and, despite this, have few terms related to this area, for example, the word Niche, appears in only two initial brainstorms and in two initial concept maps. In the final brainstorms and concept maps, there is an increase to nine citations of Lamarck's name, which before is only cited once, and terms like Use and Disuse go from one to four citations. Qualitative results indicate that the term Fitness still escapes the understanding of the participants, as it is only present in the final brainstorms, but absent in the final concept maps, indicating difficulties in relating this term to the concepts of evolution. However, the appearance of the term shows that subsumers may have been built, which could be used by the participants in other learning opportunities. Finally, concept maps are scored and categorized, both initial and final. Most concept maps show an increase in score and the few that show a decrease demonstrate the participants' lack of skill in building the maps. After a new analysis of the material, the recurrent presence of words and/or terms related to the construction of the evolutionary theory is noted, thus generating a new categorization regarding the presence of a social-historical context regarding ET. In half of the final concept maps there is some reference to historical contexts regarding the construction of this theory. Thus, the Didactic Sequence is effective in collaborating with the participants' understanding of the process of elaborating scientific knowledge.

Keywords: Science Teaching. Biological Aptitude. Teacher training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Apresentação da Sequência Didática.....	46
Figura 2 - Explicação dos objetivos do trabalho.....	46
Figura 3 - Explicação sobre como deverão ser elaboradas as tempestades de ideias.....	47
Figura 4 - Como deverão ser elaborados os mapas conceituais.....	47
Figura 5 - Exposição para que os participantes sigam as palavras-chave “Evolução Biológica” na construção das tempestades de ideias e dos mapas conceituais.....	48
Figura 6 – Imagem do diapositivo introdutório.....	49
Figura 7 - Resumo do que será mostrado durante o encontro.....	50
Figura 8 - Dois pensadores gregos com um resumo de seus respectivos pensamentos sobre a cosmologia, isto é, a origem da vida.....	50
Figura 9 – Obra "A Escola de Atenas" de Rafael, destacando Anaximandro.....	51
Figura 10 - Contextos sócio, histórico e cultural de naturalistas vitorianos.....	52
Figura 11 – Condes de Buffon e Lamarck.....	53
Figura 12 - Diferentes figuras de Charles Darwin durante sua vida.....	54
Figura 13 - Viagem de Darwin no Beagle: FitzRoy, capitão do navio (à esquerda); uma ilustração do navio (no centro) e uma imagem de Charles Darwin (à direita).....	54
Figura 14 - Mapa-múndi com a rota da viagem de Darwin no H.M.S. Beagle.....	55
Figura 15 - Chamada do Canal Futura com o vídeo da vida de Darwin.....	55
Figura 16 - Tela inicial do vídeo que compila as informações sobre Darwin, suas ideias centrais e sua viagem no H.M.S Beagle.....	56
Figura 17 - Destaque para Wallace, cocriador da Teoria da Evolução por Seleção Natural.....	57
Figura 18 - Reforçando a obra (no centro) e a influência de Thomas Malthus (à esquerda) para a elaboração das ideias de Darwin e Wallace.....	58
Figura 19 - Gif animado (à esquerda) e alguns dos desafios que Darwin enfrentou durante sua empreitada para teorizar sobre a Seleção Natural.....	59
Figura 20 - Explicação sobre Mendel, sua nacionalidade e como seu trabalho contribuiu para o entendimento da herança biológica.....	59
Figura 21 - Barreira linguística existente entre Darwin e Mendel, pelas nacionalidades diferentes.....	60
Figura 22 - Explicação descontraída sobre a barreira linguística.....	60
Figura 23 - Síntese Moderna, também chamada de "Neodarwinismo" que se trata da confluência das ideias de Darwin-Wallace e Mendel.....	61
Figura 24 - Theodosios Dobzhansky e Ernest Mayr.....	62
Figura 25 - Contemporaneidade nos avanços sobre a evolução das espécies.....	62
Figura 26 - Conjunto de Fichas de Características e instrução para colocá-las nos respectivos envelopes.....	68
Figura 27 – Fichas de Ambientes, sendo “A” o ambiente de Floresta, “B” o Cerrado e “C” a Cidade, com seta indicando o envelope no qual serão inseridas.....	69

Figura 28 - Diapositivo projetado para fazer a pergunta aos estudantes e obter suas respostas espontâneas.....	72
Figura 29 - Diapositivo usado para aproximar as respostas espontâneas do conceito de <i>Fitness</i> evolutivo.....	72
Figura 30 - Imagem do diapositivo final da aula expositiva dialogada, mostrando o conceito de <i>Fitness</i> evolutivo que deve ser assimilado pelos participantes.....	73
Figura 31 - Nuvem de palavras ilustrando a frequência dos termos presentes nas tempestades de ideias do levantamento de conhecimentos prévios.....	76
Figura 32 – Imagem do quadro branco com anotações feitas pelo pesquisador durante a socialização das ideias que os participantes apresentaram após a leitura do texto.....	78
Figura 33 - Imagem do quadro branco com anotações feitas pelo pesquisador durante a socialização das ideias que os participantes apresentaram após o jogo sobre <i>Fitness</i> evolutivo.....	79
Figura 34 - Nuvem de palavras ilustrando a frequência dos termos presentes nas tempestades de ideias elaboradas após a intervenção docente.....	80
Figura 35 - Nuvem de palavras ilustrando a frequência dos termos presentes nos mapas conceituais referentes ao levantamento de conhecimentos prévios.....	82
Figura 36- Nuvem de palavras ilustrando a frequência dos termos presentes nos mapas conceituais elaborados após a aplicação da Sequência Didática.....	84
Figura 37 - Mapa conceitual inicial do participante P22, destacando três áreas com erros conceituais.....	85
Figura 38 - Mapa conceitual final do Participante P22, destacando (A) conceitos de Genética e (B) o foco em Darwin.....	86
Figura 39 - Mapa conceitual inicial do participante P2, com destaques para o conceito de (A) “criacionismo x evolução”, (B) “homem x macaco” e (C) “Cladogramas”.....	87
Figura 40- Mapa conceitual final do participante P2, com quatro pontos destacados.....	88
Figura 41 - Mapa conceitual inicial do participante P4, com destaques em (A) para origem do homem e em (B) para conceitos de Evolução Biológica.....	89
Figura 42 - Mapa conceitual final do participante P4, com duas regiões em destaque.....	90
Figura 43 - Mapa conceitual inicial do participante P7, com três pontos de destaque.....	91
Figura 44 - Mapa conceitual final do participante P7, com três pontos destacados.....	92
Figura 45 - Mapa conceitual inicial do participante P17, com três marcações de destaque.....	94
Figura 46 - Mapa conceitual final do participante P17, com destaques em (A) para Evolução Biológica e em (B) para conceitos relacionados ao <i>Fitness</i>	95
Figura 47 - Pontuação dos mapas conceituais iniciais e finais dos participantes.....	97
Figura 48 – Fotografias mostrando duas integrantes de um dos grupos durante a contagem de pontos e consulta à tabela do jogo “Evoluindo sobre o conceito de <i>Fitness</i>	101
Figura 49 - Fotografia do quadro branco com diapositivo projetado e anotações feitas pelo pesquisador por meio da fala dos participantes, destacando os termos mais relevantes ao conceito de <i>Fitness</i> evolutivo.....	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios e valores de pontuação dos mapas conceituais, adaptados de Nascimento (2017).....	36
Tabela 2 – Termos mais frequentes nas tempestades de ideias do levantamento de conhecimentos prévios (n=22).....	75
Tabela 3 - Termos mais frequentes nas tempestades de ideias após a intervenção docente (n=22).....	77
Tabela 4 - Termos mais frequentes nos mapas conceituais do levantamento de conhecimentos prévios.....	81
Tabela 5 - Termos mais frequentes nos mapas conceituais elaborados após a aplicação da Sequência Didática.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Contagem dos pontos de <i>Fitness</i> (PF).....	67
Quadro 2 - Categorias e descrições dos mapas conceituais relativos à variação na pontuação.....	96
Quadro 3 - Categorização dos participantes com base na pontuação dos mapas conceituais com média de oscilação de 4 pontos.....	98
Quadro 4 - Categorização dos mapas conceituais finais quanto a presença de contexto histórico-social.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS

TE – Teoria da Evolução

Geseb - Grupo de Estudos Sobre Evolução Biológica

Ufal – Universidade Federal de Alagoas

TAS – Teoria da Aprendizagem Significativa

BNCC – Base Nacional Curricular Comum

ICBS – Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

SUMÁRIO

TRAJETÓRIA DO MESTRANDO.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 A Teoria da Evolução.....	18
1.2 A Teoria da Evolução e a sociedade.....	21
1.3 Considerações sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa.....	23
1.4 Sequência Didática.....	26
1.5 O Ensino da Evolução Biológica.....	26
2 PERCURSO DA PESQUISA	30
2.1 Público-alvo.....	30
2.2 Levantamento de Conhecimentos Prévios.....	30
2.3 As atividades, o local e o material.....	32
2.4 Análise dos dados.....	33
2.4.1 Análise das tempestades de ideias.....	34
2.4.2 Análise dos mapas conceituais.....	35
2.4.2.1 A categorização dos mapas conceituais.....	36
3 PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: <i>FITNESS</i> EVOLUTIVO PARA PROFESSORES EM FORMAÇÃO.....	38
3.1 A Sequência Didática.....	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
4.1 As tempestades de ideias.....	74
4.1.1 Tempestades de Ideias Iniciais.....	74
4.1.2 Tempestades de Ideias Finais	75
4.2 Os mapas conceituais	79
4.2.1 Comparação dos mapas conceituais iniciais e finais.....	79
4.3 A categorização dos mapas conceituais	95
4.3.1 A Categorização por pontuação.....	95
4.3.2 A Categorização pelo conteúdo.....	97
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
REFERÊNCIAS.....	106
ANEXOS.....	111

TRAJETÓRIA DO MESTRANDO

Cauay Vianna Gazele, hoje com 26 anos de idade, em 2011 ingressa na Universidade Federal de Alagoas. Depois de duas longas, necessárias e (infelizmente para mim) pouco frutíferas greves, encerra formalmente a graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas no ano de 2016. Entra no mestrado profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da mesma universidade em 2018.

Quando perguntado, enquanto criança, “O que quer ser quando crescer?”, a vida num bairro cheio de acesso a ambientes naturais de manguezal, areais, praias, lagoas e uma boa quantidade de árvores, junto do incentivo familiar para os estudos, sempre traz a resposta “Quero estudar planta e bicho!”. A palavra “Biologia” nem faz parte do repertório, mas a semente já está plantada pelo acesso ao mundo natural, sempre com liberdade para seguir as formigas e torturá-las com a curiosidade (cruel) inocente de uma criança. As formigas acabam sempre tendo que tirar a areia que era empurrada de volta para o formigueiro, interessante como carregavam tudo pra fora em (na época) poucas horas.

As horas ficam mais corridas com o passar dos anos de estudo, que se misturam com as dedicadas a ajudar em casa e na loja de artesanatos da mãe. Claro que estudar para as provas é apenas parte da rotina, ainda necessário ajudar na produção e nas vendas do artesanato se quiser continuar recebendo seus trocados para jogar o tão amado videogame na locadora da esquina. Uma outra paixão que cultivava até hoje e pretende manter.

Quando entra no curso da agora chamada “Biologia”, faz Iniciação Científica na área de Ornitologia e se apaixona pelas adaptações de canto, dança, cores, anatomia de voo até ser convidado por dois amigos para criar um grupo de estudos em 2014 e tem aí um grande incentivo à leitura de literaturas de divulgação científica como Carl Segan, Richard Dawkins e Stephen Jay Gould. O Grupo de Estudos Sobre Evolução Biológica se baseia e (continua assim) em encontros de graduandos, pós-graduandos e professores para discussão de textos, vídeos e tópicos relacionados à evolução das espécies. Em 2015 o grupo se torna um projeto de extensão da universidade e se mantém ativo até hoje, sendo que no mesmo ano, decide o tema do Trabalho de Conclusão de Curso para tratar do aprendizado dos graduandos de Biologia sobre evolução.

Em 2016 e 2018 o grupo de estudos organiza dois Encontros Alagoanos de Evolução, trazendo pesquisadores de outros estados por meio de um financiamento internacional da *European Society for Evolutinary Biology*, que fomenta iniciativas do gênero, pelo mundo todo.

Na mesma época as experiências e leituras de Estágio Docente Supervisionado fazem despertar o gosto pela licenciatura, já bastante praticada dentro do grupo de estudos com as sucessivas preparações de discussões e apresentações dos textos, nas quais também surge parte do material utilizado neste trabalho de dissertação.

Quando consegue entrar no mestrado fica confuso sem saber o que significa a “Matemática” no final do título, mas se tranquiliza, quando percebe a interdisciplinaridade presente no significado. O trabalho que decide fazer no mestrado é fruto da infância em contato com a natureza, do senso de responsabilidades desenvolvido com a família e a escola, das amizades, sempre engrandecedoras, e da dedicação aos estudos na universidade.

1 INTRODUÇÃO

No início do curso de graduação em Ciências Biológicas Licenciatura apareceu a relevância dos conteúdos relacionados com a Evolução Biológica, como um caminho para a construção do pensar científico do mestrando. Nesse cenário de início de curso no Ensino Superior, quanto a formação de professores, mostrou-se relevante a participação em discussões como as do Grupo de Estudos Sobre Evolução Biológica (Geseb), bem como o domínio do conhecimento exposto na literatura especializada e nos livros didáticos, que se tornaram foco de grande paixão.

A Teoria da Evolução, que se configurou como o paradigma central das Ciências Biológicas (MAYR, 2005; BRASIL, 2017), apresentou-se com potencial para despertar debates filosóficos e pode ser considerada uma importante ferramenta na construção do pensamento científico (BIZZO, 1991; LEDERMAN, 1992; FREIRE JÚNIOR, 2002).

Assim, o presente trabalho se propôs à apresentação de um apanhado histórico da Teoria da Evolução a fim de mostrar pontos relevantes da construção da mesma, que demonstrassem como os contextos sociais e históricos estiveram ligados à aceitação, ao aprendizado e à aplicação das ideias evolucionistas (BIZZO, 1991).

Após isso apresentou-se uma explicação sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa e como a ferramenta pedagógica, uma Sequência Didática, pode se encaixar nessa teoria de aprendizagem, enquanto forma de planejar os organizadores prévios (MOREIRA, 2012).

1.1 A Teoria da Evolução

Desde a antiga Grécia foram postuladas explicações para a origem da biodiversidade no planeta. Filósofos como Anaximandro, Demócrito e Empédocles passaram a ser exemplos de pensadores que procuravam essa explicação fora do campo do misticismo, sendo eles os primeiros a se dedicar a explicar a diversificação da vida por meio da Evolução Biológica. Anaximandro, no século XVI a.C., sustentava a ideia de que as criaturas vivas se formavam na água e que os humanos e outros animais descendiam de peixes.

Empédocles, no século XV a.C., propunha uma explicação na qual afirmava que os componentes dos seres vivos têm sido unidos aleatoriamente e apenas algumas dessas combinações sobreviveram (SOUZA, 2009). No entanto, segundo Futuyma (2009), foi inadequado conceber essas ideias como precursoras da Teoria da Evolução, dado que eram de

natureza filosófica e deixavam de apresentar o uso de métodos científicos para sua estruturação, diferente da Teoria da Evolução que possuía natureza científica. Esse autor ainda salientava o fato de que os cientistas que formularam a atual teoria deixaram de mencionar qualquer possível inspiração nas ideias dos filósofos da Grécia Antiga. Assim, tais ideias, serviam apenas como analogias de pensamentos parecidos, mostrando como a lógica evolucionista podia ser antiga entre os pensadores.

No meio científico, destacaram-se os pensadores dos séculos XVIII e XIX, período em que a Ciência apresentou grande ascensão no meio social, sendo considerada uma maneira de responder as questões sobre a natureza, sem ligação com misticismo e de maneira confiável. Essa ascensão social sofrida pela Ciência deu-se em parte pelo movimento iluminista do século XVII, que defendia um maior enfoque no bem-estar social com base em observações do mundo real (RUSE, 1996).

Erasmus Darwin (1731- 1802), avô de Charles Darwin, que deixou uma lacuna se havia influência direta dele sobre as ideias científicas do neto, foi considerado excêntrico por pensar que a disputa entre animais da mesma espécie acontecia rumando à perfeição (DONDA; MARTINS, 2016). Sua importância na história da Ciência residia no fato de ser um defensor da Teoria da Evolução, mesmo uma teoria diferente daquela que se tem hoje, e suscitar o debate sobre a mesma (FUTUYMA, 2009). Além disso, diferente de seu neto, chegou a expor em sua obra uma ideia sobre a origem da vida. Erasmus Darwin defendia o princípio de geração espontânea, na qual as primeiras formas de vida teriam sido vegetais microscópicos, das quais os demais seres derivaram por meio da reprodução, se tornando cada vez mais perfeitos (DONDA; MARTINS, 2016).

Herbert Spencer (1864) foi outro naturalista de grande importância para o debate acadêmico e social sobre a evolução das espécies, criando a conhecida expressão *The survival of the Fittest*, que pode ser traduzida como a sobrevivência dos mais aptos, e que infelizmente, graças a traduções e compreensões alternativas a essa, o entendimento do conceito de *Fitness* pode ter sido comprometido. A confusão se deu na polissemia do termo *Fittest* que pode ser entendido como o mais saudável, o mais forte ou o mais apto. Este conceito continuou sendo traduzido de uma forma incompleta, em alguns casos incoerente, assumindo a ideia de que os mais fortes sobrevivem, e que ainda hoje se encontra alojado na academia e na sociedade (BIZZO, 1991; YATES; MAREK, 2014).

Com esse, e diversos outros fatores, uma ideia errônea de Evolução linear foi e continua sendo repassada, onde apenas os mais fortes e/ou saudáveis sobrevivem e deixam seus descendentes. Isso contribuiu para que quem estuda essa teoria evolucionista focasse no quesito

da força como objetivo da evolução e ignorasse outras características biológicas, tais como fertilidade, velocidade, capacidade de improviso, estratégias de defesa, estratégias reprodutivas, entre outras características que deveriam ser levadas em conta quando se trata de Evolução Biológica (BIZZO, 1991; YATES; MAREK, 2014; LIMA FILHO, 2017).

Outro naturalista que se destacou foi Lamarck, considerado alguém que errou de maneira simplista ao tentar explicar os mecanismos evolutivos. As descobertas na área da Epigenética e novas interpretações de dados comportamentais propuseram que as ideias lamarckianas voltassem a discussão.

Segundo Futuyma (2009) a importância desse naturalista emergiu em 1809, quando além de propor um mecanismo para a Evolução, teve a capacidade de despertar o interesse da comunidade para a transmutação (palavra usada nos séculos XVII à XIX para se referir à Evolução Biológica). Lamarck tentou explicar a evolução da vida por meio da transmissão de caracteres adquiridos, de modo que, por meio do uso e desuso de alguma parte do corpo, os seres vivos desenvolveriam características cada vez mais complexas e que rumariam à perfeição do organismo. Perfeição essa que culminaria no ser humano, ideia reforçada pelos sistemas de classificação dos seres vivos usados na época, baseados no livro *Systema Nature*, proposto por Linnaeus, em 1758, no qual os seres vivos estariam numa escada rumo à perfeição, que se tornou o ser humano, sem a ideia de uma árvore, onde todos estavam aparentados por ancestrais comuns, entendimento atual.

Anos depois do lançamento das ideias do *Systema Nature*, em 1859, Darwin publicou seu livro “A Origem das Espécies”, onde teorizava sobre mecanismos que promoviam a evolução ou descendência com modificação, expressão que era da preferência de Darwin, dado que o termo Evolução era inexistente na sua obra original até a sexta edição (QUAMMEN, 2007).

Wallace, naturalista que manteve contato com Darwin, elaborou de forma independente a mesma Teoria da Evolução por Seleção Natural que Darwin, e, graças às correspondências de Wallace, Darwin percebeu que deveria publicar logo sua descoberta para evitar a perda do pioneirismo da ideia. Mesmo Wallace tendo mostrado uma capacidade equivalente à de Darwin, admitiu que este merecesse mais crédito, dado que possuía mais exemplos e experimentos acerca do tema (QUAMMEN, 2007).

O mecanismo apontado por Darwin e Wallace foi o da Seleção Natural, no qual os indivíduos com as características que melhor lhes possibilitasse sobrevivência e reprodução perpetuavam essas variações na espécie por meio de seus descendentes que, sendo também aptos, continuariam a promover essa transmissão com modificações. Para exemplificar como

funcionava o processo de Seleção Natural, Darwin dedicou boa parte do seu livro à Seleção Artificial praticada por criadores de animais e plantas. Observou bem como os criadores de animais selecionavam indivíduos com determinadas características, para que a prole destes viesse a possuir as mesmas características (FUTUYMA, 2009). Segundo Tambosi (2010) o raciocínio que levou Darwin à teoria foi:

a) As populações tendem a crescer indefinidamente em proporções geométricas; b) num ambiente natural, porém, o número populacional estabelece-se em certo nível; c) ocorre uma “luta pela existência” porque nem todos os organismos produzidos podem sobreviver e se reproduzir; d) há variação – lenta, gradual – em cada espécie; e) na competição pela sobrevivência os indivíduos com variações mais adaptáveis deixam mais descendentes que os menos aptos (TAMBOSI, 2010, p. 40).

Baseado nesses argumentos Mayr (2005) conclui que existia mais do que uma teoria nas conclusões propostas por Darwin, sendo descritas pelo menos cinco: a) Teoria do Ascendente Comum; b) Teoria da Evolução como tal; c) Gradualismo; d) Multiplicação das Espécies; e e) Teoria da Seleção Natural.

Vale ressaltar que nessa sua obra Mayr fez a defesa dessas cinco teorias como partes do corpo teórico da Teoria da Evolução, sem apresentar discordâncias entre esses pontos do pensamento darwiniano. Assim deixou de ser possível pensar que Mayr defendia uma parte desse conjunto de pressupostos e conclusões darwinianas, quando, na verdade o próprio Mayr, junto com outros autores, como Dobzhansky (1900-1975), usaram esses pressupostos para ampliar a Teoria da Evolução durante o século XX, no que ficou conhecido como a Síntese Moderna, havendo a união das ideias de Darwin e Mendel às descobertas da Genética Moderna (FUTUYMA, 2009).

1.2 A Teoria da Evolução e a sociedade

Segundo Dawkins (1986) o estudo da Evolução foi importante por ser uma forma de enriquecer as visões de mundo dos aprendizes, proporcionando a oportunidade de ter uma visão naturalista sobre os processos de diversificação da vida, que podia enriquecer o arcabouço teórico de quem a assimila. Em complemento, Capra (2006) afirmou que entender qualquer assunto sistemicamente significa, literalmente, colocá-lo dentro de um contexto e estabelecer a natureza de suas relações. Assim, desenvolver uma visão naturalista com os estudantes podia contribuir para o desenvolvimento de práticas sociais mais críticas. No entanto, mesmo com esse potencial, a Teoria da Evolução ainda hoje tornou-se um conteúdo negligenciado nas salas

de aula e com grande desentendimento conceitual por parte de estudantes e professores (BISHOP; ANDERSON, 1986; BIZZO, 1991; MARTINS, 1998; OLEQUES; SANTOS; BOER, 2011; SEPULVEDA; EL-HANI, 2014; YATES; MAREK, 2014).

A Teoria da Evolução foi descrita em diversas publicações científicas como a ideia unificadora das Ciências Biológicas, dada sua capacidade de integrar diferentes disciplinas dessa área do conhecimento (TIDON; LEWONTIN, 2004; MEYER; EL-HANI 2005).

Também por isso a importância da Teoria da Evolução para a compreensão dos fenômenos biológicos foi reconhecida em documentos oficiais, como nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) brasileiros, onde foi descrita como o eixo centralizador do Ensino de Biologia (BRASIL, 2015) e na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) (BRASIL, 2017), como uma das unidades temáticas desse último documento, no que se refere ao Ensino de Ciências, a área temática Vida e Evolução.

No Referencial Curricular da Educação Básica da Rede Estadual de Ensino do Estado de Alagoas, que também norteou o currículo do Novo Ensino Médio, a Evolução da vida foi trazida como um dos eixos estruturantes que compõe a proposta curricular do ensino de Biologia. Os eixos Evolução da Vida, Origem da Vida, Diversidade da Vida e Transmissão da Vida, esse último referente à Genética, ocuparam juntos três quartos dos conteúdos do currículo alagoano (ALAGOAS, 2019).

No entanto a Teoria da Evolução enfrentou preconceitos históricos e sempre suscitou disputas no âmbito curricular, com teor ideológico, visando a retirada desse conteúdo dos currículos, ou a equiparação do mesmo com ideias pseudocientíficas ou religiosas (SOUZA, 2009). O presente trabalho, ao observar em outras publicações científicas como se manifestava esse preconceito, especialmente o de caráter filosófico-religioso, notou a negação da Ciência como ferramenta de entendimento de mundo, o que pode ser perigoso do ponto de vista social, visto que foi a Ciência a principal forma de trazer ao mundo soluções ponderadas o suficiente para serem consideradas seguras (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014).

Movimentos como “*anti-vax*” (antivacinas), perigosos em escala global, em especial em um momento como o da pandemia de COVID-19 em 2020, poderiam surgir, dentre outras variáveis, do hábito de negar Ciência e seus conceitos historicamente estabelecidos. As campanhas de vacinação anuais se baseavam numa perspectiva científica da resolução de um problema, embasado na Teoria da Evolução. Essas campanhas anuais consideraram os princípios darwinianos, mendelianos e moleculares para entender a evolução dos patógenos e assim elaborar soluções, em forma de vacinas. Outras medidas como a forma de controle de pragas agrícolas também seguiram os mesmos pressupostos teóricos.

Dessa forma, a relevância social da Teoria da Evolução foi trazida à tona e se tornou um poderoso argumento para o seu contínuo ensino nas salas de aula. Os futuros profissionais das áreas que utilizam diretamente essa teoria necessitam de uma formação adequada para atuar em seus campos profissionais. Assim a formação dos professores, que teria se mostrado deficitária nesse quesito, precisou de mais esforços, ainda mais com a relevância central desses conteúdos para as Ciências Biológicas (BIZZO, 1991; BRASIL, 2015).

Foi nesse ponto que o presente trabalho buscou atuar, contribuindo para a compreensão de graduandos em Biologia sobre um dos mais importantes axiomas da Teoria da Evolução, o conceito de *Fitness* evolutivo. Visou tratar de um complemento à formação dos professores de Biologia, sendo também foco desse trabalho a oferta de uma Sequência Didática como ferramenta pedagógica para as aulas sobre Evolução Biológica.

1.3 Considerações sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa

Nesse tópico o presente trabalho abordou a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963). Tal teoria partiu do pressuposto que os estudantes já chegavam na sala de aula com certos conceitos estabelecidos em seus arranjos cognitivos. No entanto, esses conhecimentos prévios, levados para sala de aula, foram assimilados por aprendizado espontâneo, sem planejamento. Para Ausubel as atividades pedagógicas deveriam ser logicamente pensadas a fim de alcançar um objetivo, elevar o arranjo cognitivo do aprendiz de uma Aprendizagem Mecânica, portanto espontânea e automática, para uma Aprendizagem Significativa, intencional e sem arbitrariedade.

A Aprendizagem Significativa seria a forma de aprendizado na qual o aprendiz incorpora, com o auxílio do trabalho pedagógico pensado intencionalmente, novos conceitos ao seu arranjo cognitivo sem que essa incorporação seja arbitrária. Esse arranjo cognitivo tinha pontos de ancoragem, chamados de subsunçores, onde deveriam ser ligados os conceitos que seriam assimilados pelo aprendiz (MOREIRA; MASSINI, 2006).

Em outro trabalho, Moreira (2012) apresentou a Aprendizagem Significativa como:

aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-litera, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2012, p. 2).

Essa assimilação foi descrita pelo autor como sendo evidenciada quando o aprendiz conseguia ligar um novo conceito, menos abrangente, a um antigo, mais abrangente, pois,

segundo Moreira e Massini (2006) a aprendizagem para Ausubel se daria a partir de conceitos mais abrangentes para os mais específicos. Com isso esperava-se que o aprendiz iria além de unir conceitos, mas, com esse novo arranjo conceitual, sua base para ancoragem de novas porções da realidade se alterava e avançava, isto é, seus subsunçores tornavam-se mais complexos e permitiam a fixação de novos conceitos.

Essa ancoragem de novos conceitos foi, como explicaram Moreira e Massini (2006) sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, a forma mais comum de aprendizado, pois a formação de conceitos tornou-se mais frequente no início do desenvolvimento cognitivo da criança, mesmo que ela viesse a ocorrer ao longo da vida. A maioria das formas de aprendizado, afirmaram Novak e Gowin (1984), Moreira e Massini (2006) e Moreira (2012), foram dadas pelos processos de assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

Moreira e Massini (2006) indicaram que a diferenciação progressiva ocorria quando um aprendiz dominava um conceito, enquanto subsunçor, e com o processo de aprendizagem, esse conceito iria permitindo cada vez mais ligações a ele, isto é, iria se tornando uma âncora melhor. Quando um conceito tinha mais de uma ligação partindo dele, entendia-se que o aprendiz representava uma diferenciação progressiva.

Para compreender o conceito de reconciliação integrativa tornou-se interessante ter em mente que um mapa conceitual, em geral, tinha uma estrutura hierárquica de conceitos quanto as suas abrangências, isto é, o conceito central era mais abrangente e os outros se apresentavam como mais específicos, à medida que se distanciavam desse central (NOVAK; GOWIN, 1984; MOREIRA; MASSINI, 2006). Assim as reconciliações integrativas ocorriam quando um conceito menos abrangente e mais distante do tema central estava ligado a um mais abrangente, portanto mais próximo ao tema central, representado por uma ligação que retornava no sentido extremidade do mapa - núcleo do mapa conceitual (MOREIRA; MASSINI, 2006). Esses dois aspectos se mostravam relevantes para a avaliação de um mapa conceitual por demonstrar um arranjo não-arbitrário dos conceitos, o que era um requisito para a passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa.

Em resumo, notou-se que Ausubel (1963) propunha um olhar para o aprendiz, mas sem atentar necessariamente para seu contexto social. Em primeira instância encontrava-se a forma como esse aprendiz arranjava mentalmente seu conhecimento. Em um estado anterior a uma intervenção docente intencional, o aprendiz apresentaria um dado arranjo cognitivo, com seus conhecimentos prévios estabelecidos por experiências pessoais ou até terem sido frutos de uma tentativa de ensino anterior. Esse estado cognitivo que antecedia a atuação docente intencional foi o que Ausubel denominou de subsunçores, que seriam pontos de ancoragem para os novos

conhecimentos (MOREIRA; MASSINI, 2006). Então, os estudantes traziam um ponto de partida do qual o professor iria aproveitar para, através de atividades intencionalmente planejadas, estimular a Aprendizagem Significativa.

Essa aquisição de conceitos foi representada nos mapas conceituais dos aprendizes por meio das proposições (NOVAK; GOWIN, 1984). Os autores descreveram essas proposições nos mapas conceituais como estruturas que continham pelo menos dois conceitos interligados por um termo de ligação, numa estrutura linear como Conceito - Termo de ligação - Conceito.

Quando em 1984 Novak e Gowin lançaram o trabalho intitulado “Aprendendo a aprender”, em tradução livre, a teoria de Ausubel aparecia como o embasamento para um método de ensino e de aprendizagem que tinha a proposta de permitir que o estudante conseguisse aprender a aprender, isto é, que o aprendiz conseguisse, progressivamente, autorregular seu arranjo cognitivo.

O mapa conceitual tratou de ser a principal ferramenta desse método trazido por Novak e Gowin (1984) e melhor desenvolvido em outras publicações (NOVAK, 1990; 1995), entendido como uma forma de representar o arranjo cognitivo de quem o elaborava. Para esses autores, por meio de um debruçar do estudante, guiado pelo professor, sobre a representação da cognição do estudante a respeito de um dado conteúdo, tornava-se possível detectar pontos de fragilidade e pontos de segurança no conhecimento. Assim, propuseram que o mapa conceitual se apresentasse como uma ferramenta capaz de nortear os estudos, visto que seria possível investir mais tempo e esforço nos pontos em que o mapa, enquanto representação da cognição, apresentava maior fragilidade, otimizando o tempo de estudo.

Para isso a Teoria da Aprendizagem Significativa foi alinhada às metodologias de elaboração de mapas conceituais, proposta por Novak e Gowin (1984), para obtenção e embasamento das ferramentas teóricas e práticas necessárias à aplicação da Sequência Didática apresentada neste trabalho.

Com esse alinhamento, a elaboração dos mapas conceituais por parte dos aprendizes, então, participantes da pesquisa, tornou-se crucial para que subsunçores pudessem ser expressados. A partir disso as atividades da Sequência Didática apresentaram conceitos aos participantes ancorando os conhecimentos prévios deles, visando uma aprendizagem significativa do tipo proposicional¹ (MOREIRA, 2012).

¹ Pode-se distinguir entre três formas de aprendizagem significativa: por subordinação, por superordenarão e de modo combinatório. Analogamente, pode-se identificar três tipos de aprendizagem significativa: representacional (de representações), conceitual (de conceitos) e proposicional (de proposições). A aprendizagem proposicional, implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição. A aprendizagem representacional e

1.4 Sequência Didática

Uma Sequência Didática foi entendida como um conjunto de atividades articuladas que eram planejadas com a intenção de atingir determinado objetivo didático e foi organizada em torno de um conteúdo específico, podendo envolver diferentes componentes curriculares que tinham um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos (ZABALA, 1998; BRASIL, 2012).

Seguindo o que foi proposto por Peretti e Tonin da Costa (2013) a Sequência Didática deste trabalho se iniciou efetuando um levantamento de conhecimentos prévios, para que a partir desse levantamento fosse possível:

ao iniciar a sequência didática, é necessário efetuar um levantamento prévio dos conhecimentos dos alunos e, a partir desses, planejar uma variedade de aulas com desafios e/ou problemas diferenciados, jogos, análise e reflexão. Aos poucos, faz-se necessário aumentar a complexidade dos desafios e orientações permitindo um aprofundamento do tema proposto (PERETTI; TONIN DA COSTA, 2013, p. 6).

A Sequência Didática se apresentou nesse trabalho como Organizador Prévio² do tipo expositivo, no primeiro encontro³, visando uma ordenação e apresentação significativa do conteúdo e do material a ser utilizado, em cada momento do processo aprendizagem, propondo a criação de pontes cognitivas entre o conhecimento dos aprendizes e o material apresentado para a assimilação do conceito evolutivo de *Fitness* (MOREIRA, 2012). Esse conceito foi discutido no tópico seguinte, referindo-se ao ensino de Evolução Biológica.

1.5 O Ensino de Evolução Biológica

conceitual são pré-requisito para a proposicional, mas o significado de uma proposição não é a soma dos significados dos conceitos e palavras nela envolvidos (MOREIRA 2012, p. 14).

² Organizadores prévios são “materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si. Contrariamente a sumários que são, de um modo geral, apresentados ao mesmo nível de abstração, generalidade e abrangência, simplesmente destacando certos aspectos do assunto, organizadores são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade. Para Ausubel, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que aprendiz já sabe e o que ele deveria saber a fim de que o novo material pudesse ser aprendido de forma significativa. Ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como pontes cognitivas” (MOREIRA, 2012, p. 20).

³ “Há dois tipos de organizadores prévios: quando o material de aprendizagem é não-familiar, quando o aprendiz não tem subsunçores recomenda-se o uso de um organizador expositivo que, supostamente, faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao aprendiz. Quando o novo material é relativamente familiar, o recomendado é o uso de um organizador comparativo que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos” (MOREIRA, 2012, p. 11).

O conhecimento a respeito da Teoria da Evolução explicitado anteriormente, com base em trabalhos científicos, parecia estar ausente nas aulas de Ciências do Ensino Básico (ROSA *et al.*, 2002; TIDON; VIEIRA, 2009; YATES; MAREK, 2014), já que os professores desse nível de ensino acabavam por transmitir erros conceituais aos aprendizes, que os reproduziam. Exemplificando esse argumento, foi possível afirmar que os estudantes enxergavam a Evolução como melhoramento, aperfeiçoamento e com um objetivo pré-determinado, ou seja, como um fenômeno teleológico⁴ (ROSA *et al.*, 2002), assim como professores de Ciências e Biologia da Educação Básica (TIDON; VIEIRA, 2009).

Esse pensamento teleológico apresentou contradição ao que afirmava a literatura, em especial a respeito do conceito de evolutivo de *Fitness*, no português significando aptidão, na qual o ser de *Fitness* mais alto numericamente foi considerado o *Fittest*, traduzido como o mais apto (STEARNS; HOEKSTRA, 2003). Tal aptidão foi, segundo Alters e Nelson (2002) e Stearns e Hoekstra (2003), determinada pelas características que influenciavam na capacidade do indivíduo de sobreviver e reproduzir-se em determinado local, num dado espaço de tempo.

A palavra *Fittest*, originada no inglês, tinha sido compreendida como referente a seres mais saudáveis, fortes e/ou inteligentes que outros (ALTERS; NELSON, 2002). A origem dessa má interpretação ainda tem sido discutida pela literatura, mas a expressão *the survival of the fittest*, cunhada pelo naturalista Spencer (1864) e que apareceu no livro “A Origem das Espécies”, pode ser a chave para o entendimento da raiz desse erro conceitual. Essa expressão vinha sendo interpretada como a sobrevivência do mais forte ao invés de “a sobrevivência do mais apto”, o que faria com que a Evolução parecesse um fenômeno que possuía um objetivo: o favorecimento perpétuo da reprodução de indivíduos mais fortes, saudáveis e/ou inteligentes. Assim podia-se inferir que o processo evolutivo foi, erroneamente, visto como um processo objetivo, em parte graças a má compreensão do conceito evolutivo de *Fitness*, que foi reproduzida pelos estudantes a partir do discurso de seus professores (YATES; MAREK, 2014).

Para os fins desse trabalho os erros conceituais tornaram-se conjecturas sem evidências científicas e, dentro da perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, foram inadequadas para a assimilação (AUSUBEL, 1963). Assim, linhas de raciocínio como as que entendiam a Evolução Biológica como um processo teleológico, objetivista, com um fim predeterminado, deveriam ser contestadas, visto que inexistiam evidências científicas para tais

⁴ Teleológico (teleologia): qualquer doutrina que identifica a presença de metas, fins ou objetivos últimos guiando a natureza e a humanidade, considerando a finalidade como o princípio explicativo fundamental na organização e nas transformações de todos os seres da realidade; teleologismo, finalismo (disponível em <https://languages.oup.com/google-dictionary-pt/>).

afirmações e o debate acadêmico sobre esse tema já podia ser dado como superado, com a crítica que as ideias de Darwin proporcionavam ao argumento da teleologia natural, como proposto por William Paley no século XVII (LIMA FILHO, 2017).

Paley, padre inglês, escreveu em seu livro “Teologia Natural” o que considerava como argumentos a favor da existência de Deus com base na observação na natureza. Dentre outros argumentos estava o chamado Argumento do Desígnio, ou do Propósito, com o qual advogava que determinado grau de complexidade de um sistema só poderia existir se houvesse um planejador, isto é, um ser capaz de planejar e fazer os ajustes necessários para que esse sistema natural existisse com tal complexidade (LIMA FILHO, 2017).

No entanto, Lima Filho (2017) comentou que esse argumento fora superado no decorrer dos anos, usando exemplos que o próprio Paley julgava ser inexplicáveis sem evocar a ideia de Deus como planejador, a exemplo da evolução do olho humano. Nesse contra-argumento o autor abordava como a Ciência explica, por meio da Teoria da Evolução, o surgimento do olho enquanto órgão sensorial e de como existiam diferentes exemplos biológicos funcionais desse órgão. O argumento teleológico de Paley também foi discutido por Dawkins (1986), que trouxe, desde o título do seu livro “O Relojoeiro Cego”, argumentos e referências que demonstravam como um processo cego, como a Evolução, poderia gerar sistemas organizados se os pré-requisitos naturais fossem atendidos.

Nessa obra de Paley, que inclusive foi lida por Darwin e colaborou para a construção da sua própria visão de mundo, a qual viria a ser modificada com seus estudos futuros e, principalmente, após o retorno da viagem no H.M.S. Beagle, Paley defendia que a natureza tem um propósito. Esse propósito podia ser notado na complexidade dos seres vivos, negando que poderiam ter surgido ao acaso e que se encaixavam em funções naturais que mantinham um equilíbrio com caráter divino e bondoso. As obras que se contrapunham a Paley tratavam de desmistificar (1) o argumento teleológico de Paley, (2) que o acaso seria a principal força geradora da biodiversidade terrestre e (3) a suposta bondade divina presente no que Paley diria ser um refinado ajuste entre forma e função (GOULD, 1990; DAWKINS, 2007; LIMA FILHO, 2017).

A Seleção Natural darwiniana, como apresentaram Dawkins (1986, 2007) e Gould (1990), já era um argumento forte o suficiente para descartar o papel central do acaso no surgimento das espécies, visto que se tratava de perspectivas improváveis, sem ser impossíveis, enquanto um processo seletivo, como a Seleção Natural, fazia essas probabilidades se aproximarem de chances mais realistas, com o acúmulo de resultados positivos (no sentido do aumento de *Fitness*) sendo fixados nas populações. Enquanto isso, a teleologia de Paley

apontava objetivos quanto a função de cada espécie na natureza e ainda uma suposta bondade na existência delas. Paley deixara de relacionar esses objetivos à sobrevivência ou evolução das espécies, mas os relacionava à manutenção de finos ajustes, de ordem divina, sobre a natureza.

Em contraposição à essa visão, Gould (1990) formulava um ensaio sobre as hecatombes que a natureza sofria e que eram necessárias para que uma ínfima quantidade de espécies, em relação às extintas, prosperassem como o fazem. Nesse ensaio, Gould (1990, p. 143-156) usa o termo “Hecatombe” sinonimizando a mortandade em massa e questionava onde estaria a bondade em ter a maioria dos seres morrendo em prol de uma minoria, acrescentando a questão filosófica do sofrimento em contraste a bondade divina, apontada por Paley. Assim foi questionada cientificamente e filosoficamente a visão da Teologia e Teleologia Naturais de Paley (LIMA FILHO, 2017), que desembocaram no pensamento do senso comum atual sobre a Teoria da Evolução, alimentando uma possibilidade de visão de mundo incompatível com o observado na natureza.

A retenção de erros conceituais sobre Teoria da Evolução, evidenciados nos discursos dos professores e/ou alunos nos processos de ensino e aprendizagem, acabava por apresentar um outro tipo de raciocínio vinculado à ignorância e, ao descrédito, ou seja, a falta de credibilidade atribuída à Teoria da Evolução por pessoas que desconheciam ou possuíam um pequeno grau de entendimento sobre ela (BIZZO, 1991; ALTERS; NELSON, 2002; ANDERSON, 2007). Essa postura, segundo Bizzo (1991), atrapalhava na assimilação dos conceitos a respeito da Teoria da Evolução, bem como na postura dos cidadãos sobre a Ciência, tendo-a como alvo de discursos que visavam diminuir sua importância e eficácia.

Os trabalhos de Bizzo (1991), no Brasil, e os de Alters e Nelson (2002) e Anderson (2007), nos Estados Unidos, destacaram também que o discurso de estudantes brasileiros e estadunidenses estava muito próximo do senso comum, sem o uso de linguagem ou raciocínio científico, se apegando às crenças religiosas para explicar fenômenos naturais, evidenciando, mais uma vez, a falta de assimilação de conceitos científicos por parte desses aprendizes.

Toda essa problemática, que envolvia a compreensão dos estudantes e até a formação de professores, acarretou a falta de compreensão a respeito da Teoria da Evolução. Pensando em diminuir essas dificuldades, o presente trabalho teve por objetivo contribuir com a compreensão de licenciandos em Ciências Biológicas sobre TE, trazendo a discussão sobre Evolução Biológica usando do conceito evolutivo de *Fitness*. Como objetivos específicos foram propostos (1) preparar uma Sequência Didática baseada na Teoria de Aprendizagem Significativa e (2) avaliar a mudança no arranjo cognitivo de futuros professores de Ciências e Biologia, quanto ao ensino de Evolução Biológica por meio do conceito de *Fitness* evolutivo.

2 PERCURSO DA PESQUISA

Nesse tópico pretendeu-se apresentar quais foram as etapas e formas de execução do trabalho, iniciando com uma descrição do público-alvo, como foi efetuado o levantamento dos conhecimentos prévios, explicando as atividades desenvolvidas, em qual local foram realizadas e o material usado nelas, finalizando o tópico com a explicação sobre a análise dos dados.

Esse trabalho foi submetido a Plataforma Brasil, com CAAE nº 18998719.3.0000.5013, e sendo aprovado no parecer nº 3.536.773 (Anexo 1).

2.1 Público-alvo

Em vista da problemática de ensino com erros conceituais a respeito da Teoria da Evolução, seguida da reprodução desses erros pelos estudantes, já discutida no subtópico 1.2 Teoria da Evolução e a Sociedade, o público-alvo foi composto por graduandos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Esses estudantes foram voluntários e responderam a um convite que foi feito para algumas turmas no semestre letivo 2019.2, em salas de aula do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Ufal.

No início da pesquisa, cada participante recebeu um código para que o sigilo sobre sua identidade fosse mantido em futuras publicações e também para que cada um dos materiais produzido por eles pudesse ser citado individualmente caso fosse necessário. O estudo trabalhou com duas turmas de graduação, nas quais 32 estudantes se voluntariaram, assim os participantes receberam códigos de P1 a P32. No entanto, 10 pessoas ficaram de fora da análise final, pois deixaram de cumprir alguma etapa das avaliações, por motivos pessoais, ou faltaram a algum dos momentos de intervenção do trabalho, totalizando 22 participantes. Três dias de aula, ao longo de três semanas, foram cedidos pela professora das turmas desses estudantes para a realização da pesquisa, sendo realizada no período da tarde, na própria sala de aula.

2.2 Levantamento de Conhecimentos Prévios

Seguindo a linha teórica da Teoria da Aprendizagem Significativa fez-se necessário o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes a fim de traçar estratégias de ensino mais eficientes, que seriam as que melhor proporcionariam a aquisição de significados para o arranjo cognitivo de cada sujeito. Essa ancoragem de novos conceitos ao arranjo prévio foi

considerada, com a devida expressão simbólica, na construção do mapa conceitual, nos termos da teoria ausubeliana, um aumento do nível cognitivo do estudante, ou seja, detectando-se isso, podia-se dizer que ocorreu a aprendizagem (FRAZZON, 1999; MOREIRA; MASSINI, 2006; MOREIRA, 2012, 2014).

Para o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes foi organizado um primeiro encontro que apresentou a pesquisa da qual viriam a participar. Após isso foi proposto que os estudantes assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para que a pesquisa pudesse seguir dentro de termos éticos e legais.

Em seguida foi realizado o levantamento de conhecimentos prévios a partir de uma adaptação da metodologia K - W - L *PLUS* (CARR; OGLE, 1987), que propunha o método de tempestade de ideias e mapas conceituais para o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes. Esses autores propuseram que a tempestade de ideias fosse feita de modo coletivo, no entanto, como neste estudo foi pretendida a caracterização da cognição de cada participante, as atividades foram inicialmente trabalhadas de maneira individual. As explicações sobre as tarefas da fase inicial, referente ao levantamento de conhecimentos prévios, foram descritas no Produto Técnico Tecnológico. E seguiu-se o proposto por Carr e Ogle (1987) quanto a redação da tempestade de ideias. Tomou como base o trabalho de Novak (1990) para a construção e posterior interpretação dos mapas conceituais.

Essas instruções foram expostas oralmente e com o auxílio de diapositivos, usando um projetor multimídia cedido pela universidade. Os diapositivos foram construídos na plataforma Canva, acessando o site www.canva.com.

Após essa etapa, ainda no primeiro encontro, foi explicado aos estudantes como produzir: (1) uma tempestade de ideias, transposta de forma escrita, em uma lista de termos e palavras-chave e (2) um mapa conceitual, entendido aqui como técnica cognitiva para aprender de modo significativo (NOVAK, 1990). A tempestade de ideias se fez necessária para a ativação metacognitiva⁵ dos participantes, voltando a atenção dos aprendizes para o tema (CARR; OGLE, 1987).

Após a elaboração das tempestades de ideias foi realizada a construção dos mapas conceituais. Essa sequência de atividades foi pensada para que os termos que viessem à mente dos participantes na elaboração da tempestade de ideias pudessem facilitar a construção dos mapas conceituais.

⁵ A metacognição, nos termos desse trabalho, é entendida como o conhecimento que o indivíduo tem sobre a própria cognição ou arranjo cognitivo e a capacidade do mesmo de autocontrolar tal arranjo (NIST; MAELEY, 1991).

Como a falta de consciência dos professores sobre os próprios erros conceituais foi levantada na literatura como um empecilho no processo de ensino e aprendizagem sobre Evolução Biológica (TIDON; LEWONTIN, 2004), a tempestade de ideias e construção de mapas conceituais tornaram-se métodos úteis para que os participantes se depararem com suas próprias limitações no conhecimento (NOVAK, 2002), assim tornando mais claro o estado de seus próprios arranjos cognitivos, desenvolvendo sua metacognição. Desta forma a tempestade de ideias podia servir para estimular metacognitivamente os estudantes na atividade de construção dos mapas conceituais, estando alertas às próprias limitações e potencialidades, a fim de focar sua energia e tempo de estudo onde lhes seria mais necessário e conveniente (NIST; MEALEY, 1991).

Para as atividades iniciais, uma folha de papel em branco foi entregue a cada participante e, em projeção multimídia, o tema Evolução Biológica foi exposto no quadro branco. Em seguida foi requisitado aos participantes que dentro de 10 minutos escrevessem uma tempestade de ideias, listando termos e palavras-chave relacionados ao tema projetado.

Após isso, as folhas com as respostas foram coletadas, e uma nova folha em branco foi entregue a cada um para a próxima atividade: a produção de um mapa conceitual, com relação ao mesmo tema da tempestade de ideias.

Foram disponibilizados 20 minutos para que os participantes pudessem produzir seus mapas, com tolerância de cinco minutos para possíveis alterações e revisões. Ambas as atividades foram feitas individualmente e sem consultar nenhum tipo de material sobre o conteúdo, visando uma resposta espontânea dos participantes a respeito do que sabiam sobre Evolução Biológica.

2.3 As atividades, o local e o material

A Sequência Didática ocorreu dentro de três encontros semanais. Cada encontro durou entre meia hora e duas horas: o primeiro, duas horas, o segundo uma hora e meia e o terceiro, meia hora, com horário definido de acordo com a disponibilidade dos participantes.

As atividades do primeiro encontro aconteceram na seguinte ordem:

- Apresentação da pesquisa e do TCLE;
- Posicionamento dos participantes sobre assinar o TCLE;
- Início da explicação sobre as tempestades de ideias e os mapas conceituais;
- Levantamento de conhecimentos prévios à intervenção e

- Aula expositiva sobre a história da Teoria da Evolução e importantes teóricos que contribuíram para sua construção.

No segundo encontro foi distribuído um texto para discussão participativa e as palavras-chave citadas pelos participantes foram escritas no quadro branco e registradas para debate. Após isso foi utilizado um jogo sobre evolução, enfocando o conceito evolutivo de *Fitness* e ocorreu uma conversa com as turmas sobre os possíveis paralelos entre o jogo e a natureza. Em seguida, foi apresentada aos participantes uma definição científica de *Fitness*, baseada no trabalho de Stearns e Hoekstra (2003). No terceiro e último encontro foram repetidas as atividades avaliativas individuais por meio elaboração de tempestade de ideias e da construção de mapas conceituais.

Os participantes foram instruídos a representar os conceitos dentro de formas geométricas, para a construção dos mapas conceituais. O tema Evolução Biológica ficava localizado dentro de um círculo e os demais conceitos derivados dele dentro de retângulos. Os termos de ligação escritos próximos às linhas que ligavam um conceito a outro ficavam fora das formas geométricas. Explicou-se que essa estrutura formava uma proposição, analisada pelo pesquisador como verdadeira ou falsa. Para os fins deste trabalho foram tratadas como verdadeiras as proposições que possuíam embasamento científico, e falsas as de concepção alternativa à científica, sejam de cunho religioso, de senso comum ou de qualquer outra forma de conhecimento.

Todas as atividades foram realizadas em salas de aula do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS) da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), equipadas com cadeiras e quadro branco, além de que o Instituto também disponibilizou projetor multimídia, apagador e marcador para quadro branco. O material a ser utilizado pelos participantes foi provido pelo pesquisador: lápis, borracha, folhas de papel e canetas esferográficas.

2.4 Análise dos dados

O trabalho enfocava uma análise qualitativa dos dados e avaliava os materiais desenvolvidos pelos participantes durante as atividades, sendo elas: as tempestades de ideias, os mapas conceituais, fotos do quadro branco com as palavras-chave escritas nele.

A parte qualitativa ocorreu na análise entre os materiais dos participantes, sendo efetuada entre as avaliações de diferentes participantes (P1 em comparação com P2), e entre os materiais referentes ao conhecimento prévio e ao posterior ao curso (Conhecimentos prévios de

P1i em comparação com o conhecimento posterior de P1i e P1f, sendo i=inicial e f=final). Tais comparações qualitativas levaram em conta quais os termos apresentados ou omitidos, a fim de identificar qual foi o foco da aprendizagem dos participantes. Considerando os mapas conceituais como representações gráficas do estado cognitivo dos aprendizes (NOVAK; GOWIN, 1984), a comparação de mapas conceituais elaborados antes e depois da intervenção docente intencional podia ser capaz de apontar para a influência dessa intervenção no estado cognitivo.

A apresentação da análise qualitativa foi realizada de forma descritiva a respeito do aumento e/ou diminuição do número das palavras mais recorrentes nas tempestades de ideias e nos mapas conceituais. Também foram contabilizadas as ligações dos termos usadas pelos participantes nos mapas conceituais, sendo listado o número de reconciliações integrativas e diferenciações progressivas desses mapas. Além disso, descreveu-se brevemente o conteúdo de cada mapa, tanto do levantamento de conhecimentos prévios quanto dos elaborados após a intervenção docente intencional.

Esses mapas conceituais também receberam uma pontuação de acordo com o trabalho de Nascimento (2017), mas com alguns ajustes como explicado em um subtópico adiante, comparando a pontuação dos mapas conceituais elaborados pelos participantes durante o levantamento de conhecimentos prévios e os construídos ao final das atividades.

Os termos mais frequentes nas tempestades de ideias e nos mapas conceituais foram tabelados e analisados prováveis motivos da frequência desses termos. Tanto para os mapas conceituais quanto para as tempestades de ideias foram considerados mais frequentes os termos citados por pelo menos quatro participantes, sendo excluídos os termos com três ou menos repetições, por terem um caráter genérico em relação ao tema durante a preparação do material para análise.

Para ilustração e visualização dos resultados foram geradas nuvens de palavras usando o site <https://www.wordclouds.com>. Nessas nuvens todos os termos apresentados nas tempestades de ideias e, separadamente, os dos mapas conceituais, foram listados no site que gerou um conjunto de palavras no qual as palavras maiores são as palavras mais frequentes e as menores são as menos frequentes em relação ao total de palavras.

2.4.1 Análise das tempestades de ideias

Os participantes produziram duas tempestades de ideias: uma no início das atividades, para levantamento de conhecimentos prévios e outra ao final das atividades, sendo que a comparação entre elas serviu para avaliar se houve mudança no arranjo cognitivo deles. Foi feita a contagem de termos que os participantes conseguiram lembrar em cada um dos momentos, a fim de comparar a quantidade do estado inicial com a posterior.

Destacaram-se os termos mais frequentes em todas as tempestades de ideias, comparando a atividade de conhecimentos prévios com a feita após as atividades, atribuindo-se particular atenção ao termo “*Fitness*”, que foi o foco de ensino da Sequência Didática proposta. Essa análise apontou para quais conceitos os estudantes mais focaram e se o conceito “*Fitness*” foi relevante para eles. Essa análise ignorou se os termos que os participantes escreveram nas tempestades de ideias estavam conceitualmente certos ou errados, pois poderiam escrever termos que remetessem a concepções alternativas à científica, sobre as quais estavam cientes de serem erros.

2.4.2 Análise dos mapas conceituais

Para a confecção dos mapas conceituais os estudantes deveriam seguir uma hierarquia como proposto por Moreira e Massini (2006), sem confundi-los com organogramas, pois essa hierarquia dos mapas conceituais daria sentido da abrangência de conteúdo de cada conceito, isto é, ligaria termos mais abrangentes aos menos abrangentes, formando a hierarquia conceitual.

O termo “Evolução Biológica” foi usado como termo inicial para construção do mapa conceitual. A interpretação dos mapas, então, se baseou nesse tema para que fossem geradas pontuações, adaptando o proposto por Nascimento (2017), como mostra a Tabela 1.

Os critérios de 1 a 5 da Tabela 1 foram retirados de forma literal do trabalho de Nascimento (2017) e a eles foram acrescentados os critérios 6 e 7 que adaptaram a metodologia da autora aos fins do presente trabalho de pesquisa sobre o aprendizado de Evolução Biológica por meio do conceito de *Fitness* evolutivo. Sob a perspectiva desses critérios, os mapas conceituais receberam as respectivas pontuações e então foram postos em duas divisões referentes ao estado de conhecimento dos participantes sobre Evolução Biológica a respeito de cada etapa da coleta de dados, iniciais e finais em relação à intervenção com a Sequência Didática.

Visto que essas pontuações estavam intimamente relacionadas à quantidade de termos ligados em cada mapa conceitual, foi contabilizado o total de ligações para obter-se um número que ilustrasse a diferença entre o total de ligações e a pontuação dos mapas conceituais. Assim, podia-se estimar a quantidade de erros, com destaque para os mais frequentes.

Também foi gerada uma pontuação relativa, por meio da diferença entre as pontuações dos mapas conceituais iniciais e finais, que serviu para avaliar o impacto da intervenção sobre a maneira como os participantes arranjaram seus conhecimentos sobre Evolução Biológica.

Após a análise dos mapas conceituais elaborados ao final das atividades, estes foram agrupados em categorias de acordo com a análise do conteúdo, seguindo o procedimento por “milha”, no qual as categorias foram nomeadas definitivamente após o agrupamento do material (BARDIN, 1997).

Tabela 1 – Critérios e valores de pontuação dos mapas conceituais, adaptados de Nascimento (2017).

Nº do critério	Critério de pontuação	Pontuação
1	Para cada relação conceitual cientificamente correta, ou seja, conceito – termo de ligação – conceito	1
2	Apresenta uma estrutura hierárquica	1
3	Para cada categoria abordada, ou seja, a diversidade de assuntos	1
4	Para cada diferenciação progressiva, quando uma palavra é utilizada na estrutura de duas definições conceituais	1
5	Para cada reconciliação integrativa, quando uma palavra participa de dois conceitos	2
6	Presença do termo <i>Fitness</i>	2
7	Para cada ligação direta ao termo <i>Fitness</i> que estiver correta	1

Fonte: Autoria própria, 2020.

Para essa categorização foram notificadas unidades de registro que estavam presentes nos mapas conceituais e que permitiram notar semelhanças entre grupos dos mapas, assim, quando tratavam de temas semelhantes entre si, eram agrupados juntos. Esse agrupamento também foi elaborado com base na presença e ausência do conteúdo, isto é, aqueles que tratavam de determinado tema formaram algumas categorias enquanto os que deixavam esses temas de fora formavam outra.

2.4.2.1 A categorização dos mapas conceituais

A categorização dos mapas conceituais elaborados pelos participantes seguiu um critério de pontuação, baseado na Tabela 1, aferindo se a pontuação de cada um deles aumentou, diminuiu, ou manteve-se estável dos mapas conceituais iniciais para os finais, visto que para Novak e Gowin (1984) os conhecimentos prévios dos aprendizes deveriam determinar o ponto basilar para os processos de ensino e aprendizagem.

Essa forma de categorização se enquadrou no proposto por Bardin (1997), assim gerando categorias suficientemente diferentes entre si, de forma que um item jamais pertenceu a mais de uma das categorias criadas.

Para essa categorização, como indicou a autora, foi feita uma leitura flutuante dos mapas conceituais observando o conteúdo deles de forma a decidir quais seriam viáveis para as análises. Dos 32 participantes iniciais, 10 foram retirados das análises por terem faltado no dia da avaliação final, restando 22. Houve a seleção do material de trabalho, quando os mapas conceituais foram escaneados e receberam seus respectivos códigos de P1 a P22.

Ainda seguindo as recomendações da autora citada, hipóteses foram elaboradas a respeito do material. Uma das hipóteses foi confirmada, a de que ocorreu uma complexidade nos mapas conceituais, pois os mapas conceituais finais pareciam maiores que os iniciais. Quando houve a avaliação dos mapas conceituais dos participantes foi possível verificar essa hipótese por meio da contagem das ligações e da pontuação atribuída aos mapas.

Outra hipótese foi a de que a maioria dos participantes incorporou mais conceitos corretos aos seus respectivos mapas conceituais finais, o que também foi observado por meio da pontuação destes últimos.

A terceira e última hipótese levantada foi a de que o termo *Fitness* estaria presente nos mapas conceituais finais, registrado no momento em que os termos dos mapas conceituais foram transcritos para a elaboração da nuvem de palavras.

Para notificar as unidades de registros, esse trabalho observou a presença ou ausência de nomes de cientistas, filósofos e naturalistas que colaboraram com o pensamento evolucionista, gerando uma categorização quanto ao acréscimo, manutenção ou supressão dos nomes desses autores. Por fim, também foi elaborada uma categorização baseada no aumento, estabilidade ou decréscimo da comparação da pontuação dos mapas conceituais iniciais e finais.

3 PRODUTO TÉCNICO TECNOLÓGICO – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: *FITNESS* EVOLUTIVO PARA PROFESSORES EM FORMAÇÃO

O Produto Técnico Tecnológico que foi fruto desse trabalho tratou de uma Sequência Didática. Sua organização foi baseada em diferentes atividades que envolveram desde avaliações prévias, uma aula expositiva dialogada, momentos de leitura e discussão de texto, até um jogo intitulado “Evoluindo sobre o conceito de *Fitness*”, além da avaliação final.

Dentre os materiais utilizados apenas o texto e as imagens colocadas nos diapositivos usados no primeiro encontro foram de outros autores, mas todos devidamente creditados a suas respectivas fontes. Já os diapositivos em si, o jogo e as formas de discussão destes materiais e do texto, foram de autoria do pesquisador deste trabalho.

O jogo “Evoluindo sobre o conceito de *Fitness*”, de autoria própria do pesquisador enquanto membro de um projeto de extensão da Universidade Federal de Alagoas (Ufal), foi desenvolvido no ano de 2016, com o objetivo de auxiliar os membros do Grupo de Estudos Sobre Evolução Biológica (Geseb) a compreenderem sobre o conceito de *Fitness*.

Segundo o site <https://gesebufal.wixsite.com/geseb>, o Geseb consiste em participações de reuniões dentro da universidade, no Museu de História Natural e na Pinacoteca Universitária. Nessas reuniões os estudantes de graduação e pós-graduação, principalmente de Ciências Biológicas, mas contando com a colaboração de estudantes de outras áreas, apresentaram e discutiram a respeito de livros, artigos e vídeos relativos à Ciência, Filosofia da Ciência e Divulgação Científica, buscando assuntos relacionados à Teoria da Evolução.

A data, local e horário dos encontros do Geseb, temáticos, abordaram subtemas da Teoria Evolutiva, foram divulgados nas redes sociais do grupo com antecedência, para os interessados acessarem o material de estudo e poderem participar das discussões.

Em alguns desses encontros o tema *Fitness* evolutivo surgiu e percebeu-se a necessidade de novas ferramentas para o entendimento desse tópico. Nesse cenário o jogo descrito na Sequência Didática foi criado afim de auxiliar os frequentadores do Geseb a aprenderem sobre o tema. Notou-se o potencial didático desse material que foi trazido para esse Produto Técnico Tecnológico.

**Catálogo na fonte Universidade
Federal de Alagoas Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

G289c Gazele, Cauay Vianna.

Contribuição para o aprendizado de evolução biológica: conceito evolutivo de *Fitness* / Cauay Vianna Gazele. – 2020.

109 f.: il., figs. e tabs. color.

Orientadora: Hilda Helena Sovierzoski.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Educação. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Maceió, 2021.

Produto educacional: Sequência didática: *Fitness* evolutivo para professores em formação.

Bibliografia: f. 100-104.

Anexo: f. 106-109.

1. Teoria da evolução. 2. Valor adaptativo. 3. Ensino de Ciências Biológicas. 4. Formação de professores. I. Título.

CDU: 575.8

CAUAY VIANNA GAZELE

“Sequência Didática: *Fitness* evolutivo para professores em formação”

Produto Técnico Tecnológico apresentado à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro de Educação da Universidade Federal de Alagoas, aprovado em 03 de novembro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Hilda Helena Sovierzski
Orientadora
(ICBS/Ufal)



Prof. Dr. Rodrigo de Souza Poletto
(UENP)



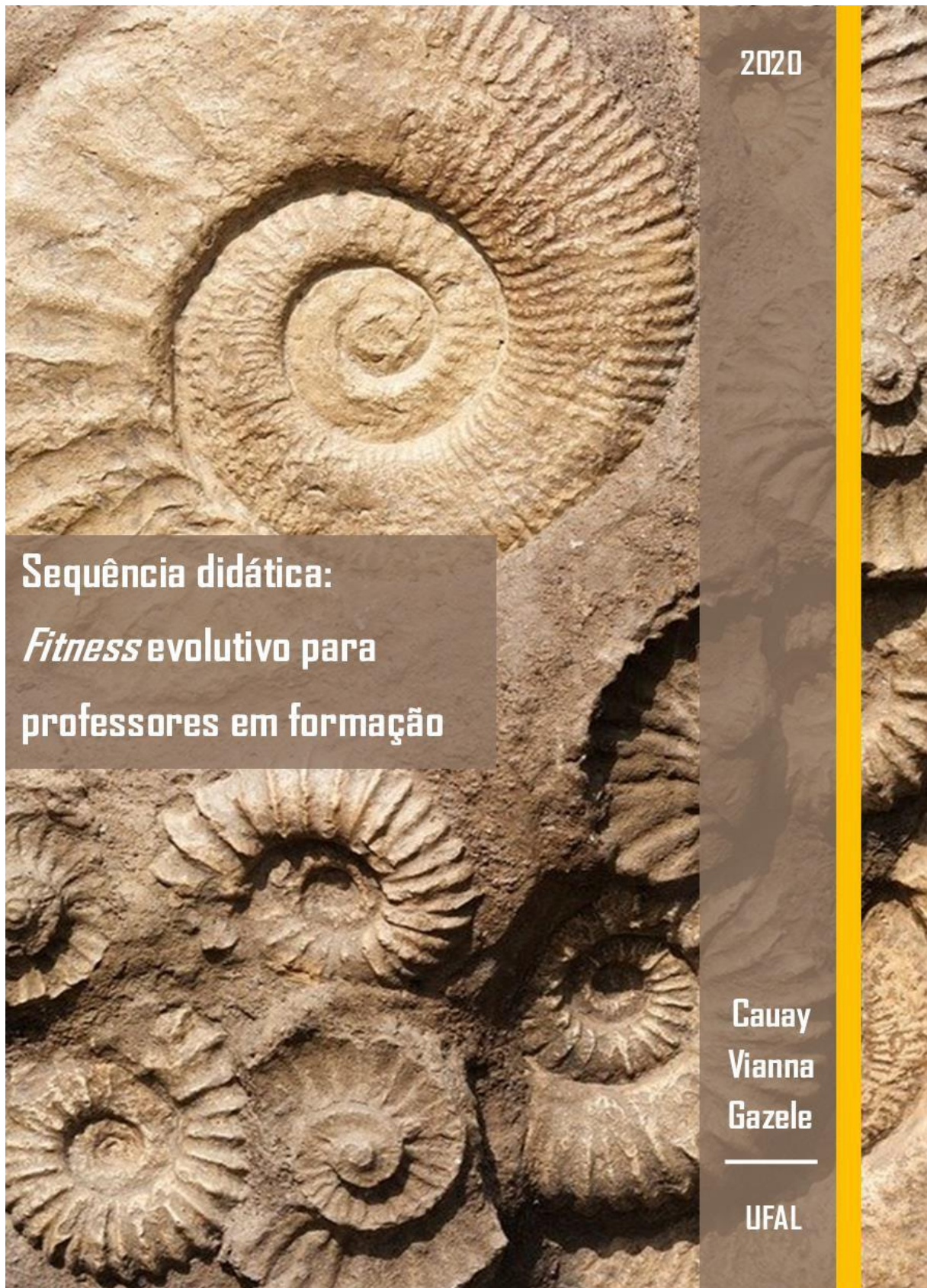
Prof. Dr. Jenner Barretto Bastos Filho
(IF/Ufal)

3.1 A Sequência Didática

A Sequência Didática ocorreu dentro de três encontros, sendo um encontro por semana no horário que foi definido sob disponibilização das turmas pela professora dos participantes, no período da tarde, iniciando às 14:00h.

Os encontros tiveram duração variada, de acordo com as atividades do dia: o primeiro encontro durou duas horas, sendo usado para apresentação do curso, levantamento de conhecimentos prévios e aula expositiva dialogada por meio da exposição de um organizador prévio com auxílio de diapositivos. O primeiro encontro também serviu para que os organizadores prévios pudessem ser apresentados aos estudantes em formato de conteúdos base para o entendimento da Teoria da Evolução por meio do conceito de *Fitness* evolutivo. O segundo encontro durou uma hora e meia, com atividades relativas ao conceito de *fitness*, principalmente utilizando um jogo. E finalmente o terceiro, teve duração de meia hora, quando se fez a avaliação do estado cognitivo dos estudantes após a intervenção.

A cartilha que possui todas as instruções para a Sequência Didática encontra-se apresentada a seguir. No exemplar da dissertação foi mantida a paginação sequencial de todo o trabalho no Sumário da cartilha.



Sequência didática:
Fitness evolutivo para
professores em formação

2020

Cauay
Vianna
Gazele

UFAL

SUMÁRIO

Objetivos.....	43
Público-alvo.....	43
Conteúdo.....	43
Tempo estimado.....	43
Material Necessário para a Sequência Didática.....	44
Materiais recomendados para o professor estudar sobre o tema.....	44
O que os estudantes poderão aprender com as atividades.....	44
Encontros.....	44
1º Encontro - Apresentação das atividades e levantamento de conhecimentos prévios.....	45
1ª Atividade.....	45
2ª Atividade.....	46
3ª Atividade	48
4ª Atividade.....	49
2º Encontro - O conceito evolutivo de <i>Fitness</i>.....	63
5ª Atividade.....	64
6ª Atividade.....	65
7ª Atividade.....	66
8ª Atividade.....	70
3º Encontro - A cognição dos estudantes após a intervenção docente.....	73
Atividade Final.....	73

Objetivos:

Geral:

- Contribuir com a compreensão de licenciandos em Ciências Biológicas sobre a Teoria da Evolução, trazendo a discussão sobre Evolução Biológica usando do conceito evolutivo de *Fitness*.

Específico:

- Avaliar a mudança no arranjo cognitivo de futuros professores de Ciências e Biologia, quanto ao ensino de Evolução Biológica por meio do conceito de *Fitness* evolutivo.

Público-alvo:

- Graduandos em Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas.

Conteúdo:

- Evolução Biológica por meio do conceito de *Fitness* evolutivo.

Tempo estimado:

- Três aulas, sendo duas com duas horas e uma com até uma hora de duração.

Material necessário para a Sequência Didática:

- Quadro branco, canetas para quadro branco, apagador de quadro branco, folhas de papel A4, lápis, borrachas, jogo “Evoluindo sobre o conceito de *Fitness*”, projetor multimídia e notebook.

Materiais recomendados para o professor estudar o tema:**Textos:**

- Darwin estava errado? – Por David Quammen (2007). Disponível em:
http://www.uel.br/pessoal/rogerio/evolucao/textos/darwin_estava_errado.pdf.

Livros:

- Livro paradidático: Evolução: o sentido da Biologia - Diogo Meyer e Charbel Niño El-Hani (2005).
- O maior espetáculo da Terra – Richard Dawkins (2009).

Vídeos na plataforma YouTube:

- Canal do Pirula. Especialmente os vídeos que tratam de Evolução, como o vídeo Cladística - reconstruindo a Evolução e os vídeos da série Principais Confusões Relação à Evolução (PCREvo) do mesmo canal. Disponíveis em:
<https://www.youtube.com/watch?v=SAoFkZczm2Y>.
https://www.youtube.com/watch?v=LBjDKpml85c&list=PLdlKx3uNkxdGTEVXoey0rpXkm_JHd29uC.

O que os estudantes poderão aprender com as atividades:

- ✓ Entendimento sobre a história da construção da Teoria da Evolução, o conceito evolutivo de *Fitness* e como este se relaciona com outros conceitos da teoria, como: Seleção Natural, variabilidade genética e diferencial reprodutivo.
- ✓ Capacidade de entender a centralidade do conceito de *Fitness* e do papel do ambiente na Teoria da Evolução darwiniana e pós-darwiniana.
- ✓ Reconhecimento das limitações nos próprios arranjos cognitivos, a partir de possíveis dificuldades encontradas na interligação de conceitos durante a elaboração dos mapas conceituais.
- ✓ Possível desenvolvimento da capacidade de usar mapas conceituais como vias de estudo e revisão para outros conteúdos.

ENCONTROS

1º ENCONTRO - Apresentação das atividades e levantamento de conhecimentos prévios

Esse encontro pode ser dividido em quatro atividades. A primeira deve ser a recepção aos estudantes, com o professor apresentando as atividades e informando sobre o tema, utilizando projeção multimídia. No caso de se estar elaborando uma pesquisa com esse material, também é nesse momento que o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pela Plataforma Brasil, deve ser entregue aos participantes para leitura e assinatura.

Na segunda atividade o professor deve utilizar também diapositivos para explicar como os aprendizes elaboram tempestades de ideias e mapas conceituais, que servirão tanto para avaliação inicial quanto para avaliação final dos estudantes.

Na terceira atividade deve ser realizado o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes sobre Evolução Biológica, por meio da construção de tempestades de ideias e mapas conceituais, após todos os esclarecimentos com os diapositivos.

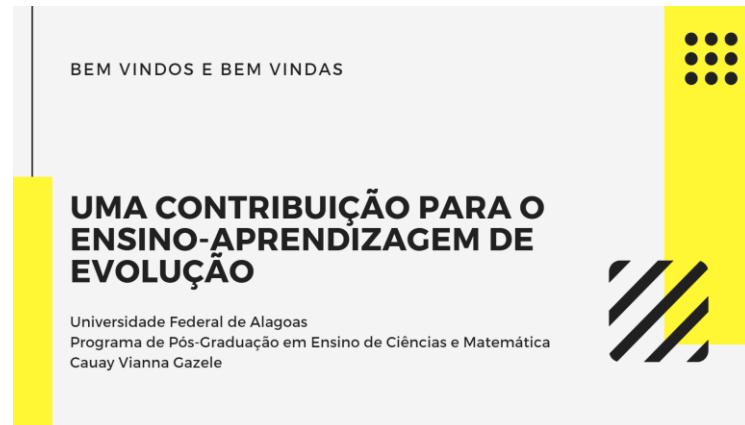
Na quarta e última atividade desse encontro o professor irá apresentar o principal organizador prévio da Sequência Didática. Uma aula expositiva dialogada deve ser apresentada, na qual os estudantes são apresentados a uma parte do histórico da Teoria da Evolução, por meio da apresentação de teóricos que contribuíram para o pensamento evolucionista, bem como do contexto histórico social no qual esses teóricos se encontravam quando expuseram suas ideias ao mundo.

1ª Atividade: Apresentação das atividades

Inicialmente recebe-se os participantes (Figura 1) e explica-se a natureza, estrutura e objetivos gerais das atividades, sendo exibido por meio de projeção multimídia o título das atividades de cada dia, como também são esclarecidas possíveis dúvidas iniciais dos participantes.

Em caso de submissão da atividade como um projeto de pesquisa para a Plataforma Brasil indica-se a apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que deve ser assinado pelos responsáveis dos presentes em caso de menores de idade, que concordarem em participar da pesquisa, como também do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) a ser assinado pelos participantes.

Figura 1- Apresentação da Sequência Didática.

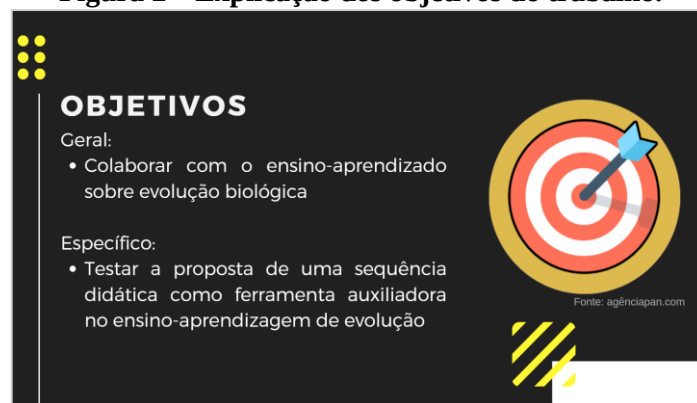


Fonte: Autoria própria, 2020.

Nesse momento os participantes recebem códigos, como Participante 1 (P1) até o número máximo de voluntários. Esse código deve estar presente em todo material escrito que produzam durante o curso.

Em seguida são apresentados os objetivos da pesquisa (Figura 2), ainda sem abordar o termo *Fitness* para evitar vieses nas respostas dos estudantes, que podem apenas tentar encaixar o termo nas suas avaliações.

Figura 2 – Explicação dos objetivos do trabalho.



Fonte: Autoria própria, 2020.

2ª Atividade: Levantamento dos conhecimentos prévios

Na segunda atividade explica-se aos participantes a respeito das metodologias de avaliação a serem utilizadas. Deve ser perguntado se já possuem familiaridade com tempestades de ideias e mapas conceituais e, a partir das respostas, explicar como elaborá-los individualmente (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Explicação sobre como deverão ser elaboradas as tempestades de ideias.

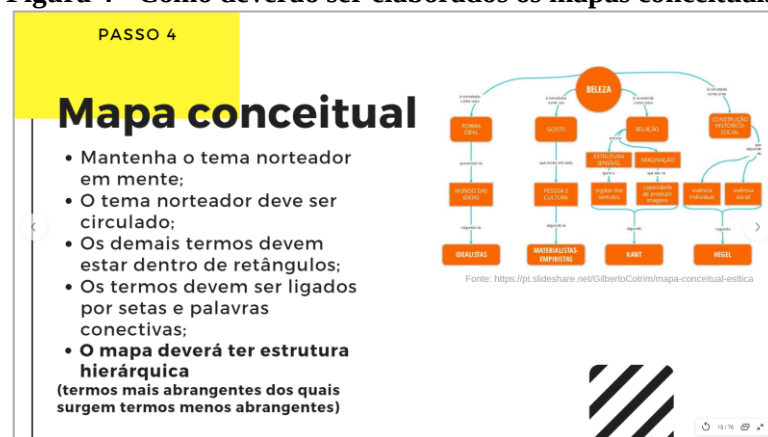


Fonte: Autoria própria, 2020.

Por meio dos diapositivos expostos em projetor multimídia o professor apresenta um exemplo de mapa conceitual hierárquico (Figura 4), segundo Novak (1990). Vale ressaltar que a hierarquia dos mapas conceituais é entendida de forma diferente daquelas de organogramas, que seguem um sentido único.

Os mapas conceituais seguem uma hierarquia de abrangência conceitual, como o proposto por Novak (1990) a respeito da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel (1963). Esses mapas partem de conceitos mais abrangentes para conceitos menos abrangentes e cada vez mais específicos, isto é, para Ausubel a aprendizagem deve partir de conceitos amplos até conceitos restritos e o que Novak propõe é a representação disso em uma hierarquização conceitual, nos mapas conceituais.

Figura 4 - Como deverão ser elaborados os mapas conceituais.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Nessa explicação o professor deve informar aos participantes que o termo principal, “Evolução Biológica” deve estar circulado enquanto os demais termos devem estar dentro de caixas retangulares e as linhas que interligam os conceitos devem ser acompanhadas de pequenos enunciados, para que seja explicitado o sentido dado pelo participante a cada

ligação. Então, deve-se perguntar se todos entenderam as explicações até o momento e, esclarecidas possíveis dúvidas, segue-se para a próxima atividade.

3ª Atividade: O levantamento de conhecimentos prévios.

Inicialmente apresenta-se em diapositivo o termo “Evolução Biológica” e solicita-se que os participantes usem os próximos 10 minutos para elaborar, individualmente, uma tempestade de ideias a respeito do tema (Figura 5).

Os participantes devem usar papel, lápis, borrachas e canetas para a elaboração de uma lista de palavras-chave que lhes ocorre na mente quanto ao termo projetado. Passados os 10 minutos, o professor deve recolher as folhas e perguntar se tudo correu bem ou se tiveram alguma dificuldade.

Figura 5 – Exposição para que os participantes sigam as palavras-chave “Evolução Biológica” na construção das tempestades de ideia e dos mapas conceituais.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Após esses comentários, distribuem-se novas folhas de papel aos participantes e lhes é solicitado que construam, também individualmente, um mapa conceitual a respeito do mesmo tema. São disponibilizados 20 minutos para a elaboração dos mapas conceituais e mais cinco minutos para possíveis alterações e revisões que os participantes possam considerar necessárias. As folhas com os mapas conceituais devem ser recolhidas e anexadas às respectivas tempestades de ideias feitas anteriormente. No caso de ser um formato de pesquisa essas atividades devem ser identificadas pelo professor apenas pelo código de cada participante, por exemplo: o participante “P1” fez as duas atividades, então essas atividades são anexadas uma à outra, identificando ambas as folhas com o código “P1” para posterior análise.

Se essas atividades são feitas no cotidiano de sala de aula, recomenda-se que o professor solicite que os participantes se identifiquem nominalmente nas atividades, para posterior correção e possíveis discussões.

4ª Atividade: História da Teoria da Evolução – Organizadores prévios¹

O professor deve iniciar uma explicação sobre a história do pensamento evolucionista, seguindo o exposto por Futuyma (2009) e pelos demais referenciais citados no início desta cartilha. A introdução precisa ser feita apresentando os temas que serão tratados ao longo das atividades (Figuras 6 e 7). Em seguida devem ser apresentados os pensadores gregos que influenciam o pensamento sobre a origem da vida (Figuras 8 e 9), os naturalistas vitorianos (Figuras 10, 11 e 12) e, em seguida, os cientistas da Era Moderna (Figuras 13 e 14) e ideias contemporâneas que colaboram para que a Teoria da Evolução tenha o corpo de conhecimento que possui atualmente. Esse panorama geral do que será tratado na aula mostra para os participantes como podem se organizar mentalmente, de forma a se guiarem por meio de um sumário da aula.

Figura 6 – Imagem do diapositivo introdutório.



Fonte: Autoria própria, 2020.

¹ Esse é um conceito chave para a Teoria da Aprendizagem Significativa, pois são esses Organizadores Prévios que fornecerão novos conceitos, necessários para criar “pontes cognitivas” entre o que o aprendiz sabe antes da intervenção do professor e o que o professor pretende que ele assimile (MOREIRA, 2012). Servem então, como uma contextualização que dará significado aos conceitos a serem assimilados pelos aprendizes.

Figura 7 - Resumo do que será mostrado durante o encontro.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Os pensadores gregos (Figura 8) devem ser abordados na aula, pelo professor, de forma a mostrar o quão antiga é a ideia de que os seres vivos nem sempre foram como são atualmente, isto é, a ideia de que a vida se modifica com o passar dos anos. O professor pode apresentar dois pensadores gregos da Antiguidade, com sua filosofia voltada ao pensamento cosmológico, que visa pensar sobre a origem das coisas: Anaximandro e Demócrito.

Ambos apresentam ideias de que a vida na Terra já se mostrou diferente e o resumo de seus pensamentos estão descritos no diapositivo. Faz-se importante ressaltar que, segundo Futuyma (2009), inexistem evidências de que esses pensamentos serviram de base para a Teoria da Evolução de Darwin ou mesmo para o neodarwinismo (formulado ao longo do século XX).

Figura 8 - Dois pensadores gregos com um resumo de seus respectivos pensamentos sobre a cosmologia, isto é, a origem da vida.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Como foi exposto, o objetivo desse trecho da aula expositiva dialogada é explicar o quão antigo pode ser o pensamento evolucionista, a fim de demonstrar aos participantes que, diferente do que a maioria dos estudantes de Ensino Médio brasileiros acreditam (BIZZO, 1991), Darwin nem foi o único nem o primeiro pesquisador e pensador dessas ideias.

Além disso, a interdisciplinaridade se mostra possível e indica que seja acrescentada ao tema. Observando a obra “A Escola de Atenas” (Figura 9) é possível encontrar a representação de diversos filósofos da Antiguidade, feita por Rafael. Nessa obra os filósofos estão dispostos e agindo de forma pensada pelo autor de maneira que isso reflita seus hábitos e suas ideias mais difundidas. Também se destaca Anaximandro, numa atitude sorrateira de copiar as ideias de outro filósofo (no caso, Cícero).

Essa análise rápida do quadro pode ajudar os participantes a humanizar essas figuras para que construam relações históricas, filosóficas, imagéticas e imaginativas sobre elas (BACHELARD, 1943 *apud* CACHAPUZ, 2014.)

Figura 9 – Obra "A Escola de Atenas" de Rafael, destacando Anaximandro.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Assim, a diversificação dos personagens históricos que contribuem com o conhecimento a respeito da evolução das espécies pode trazer mais riqueza ao entendimento dos participantes, de modo que podem passar a ver a Ciência como um empreendimento mais coletivo, construído pouco a pouco, ao invés da visão romantizada de gênios que têm grandes ideias. Após tratar dos filósofos gregos o professor dará início a explicação sobre os naturalistas vitorianos.

Deve-se fazer uma caracterização da época, contextualizando as condições sociais que possibilitaram as contribuições científicas relacionadas à evolução das espécies (Figura 10). Trata-se de outro ponto da discussão que pode ser enriquecido se houver um acordo de trabalho conjunto com professores de outras disciplinas, como Sociologia e História.

Sugere-se que seja realizada uma breve explicação sobre o poderio militar britânico, bem como a expansão imperialista, no sentido militar e cultural desse povo, visando que os participantes tenham uma ideia do porquê de tantos dos naturalistas relevantes da época vitoriana serem britânicos.

Quando se trata da chamada Era Vitoriana é importante que o professor ressalte a relevância da figura histórica que nomeia essa época, a Rainha Vitória (1744-1829), sinônimo da força e da prosperidade do império da sua época, regido com grande influência da igreja anglicana.

Figura 10 - Contextos sócio, histórico e cultural de naturalistas vitorianos.



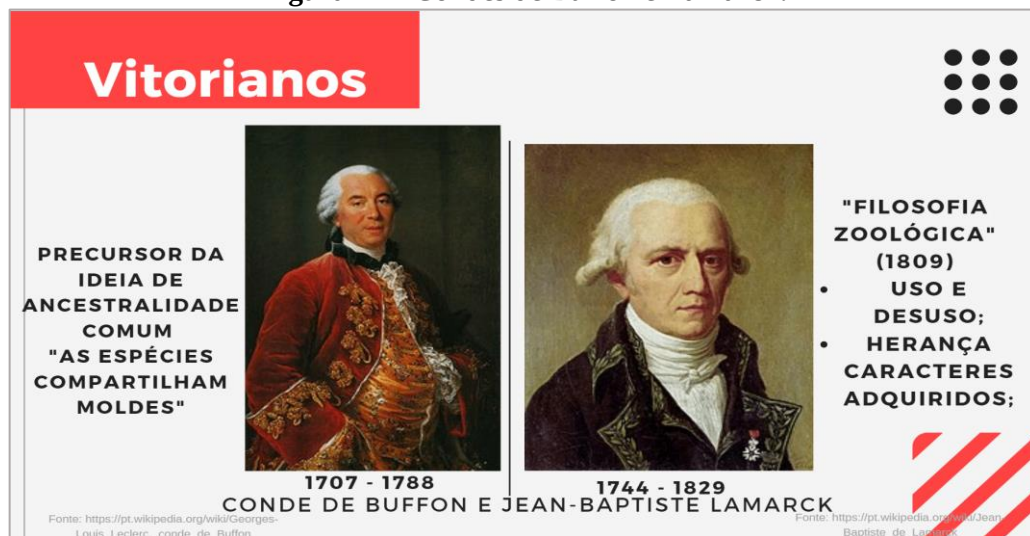
Fonte: Autoria própria, 2020.

Após essa contextualização histórica sugere-se a apresentação de dois naturalistas: Lamarck e Conde de Buffon (Figura 11). O segundo foi selecionado para essa Sequência Didática, pois geralmente é omitido em abordagens do Ensino Médio brasileiro, principalmente por faltar ser mencionado em livros didáticos, que são a principal ferramenta didática e de pesquisa dos professores do Ensino Básico (ALMEIDA; FALCÃO, 2005, 2010).

A similaridade do contexto social e pessoal de alguns desses naturalistas também é algo que deve ser destacado pelo professor, pois a maioria deles provinha de famílias com boas condições financeiras e que lhes permitiam ter tempo e recursos para seus estudos, muitas vezes sem se preocuparem com seu sustento. Esse é o caso, por exemplo, de Darwin, Lamarck e Buffon, bastando perceber que os dois últimos eram condes enquanto Darwin era filho de industriais burgueses.

Um ponto a ser desmistificado pelo professor a respeito de Lamarck é que suas ideias tiveram grande força na época da publicação de seu livro, chamado de “Filosofia Zoológica” e chegaram a influenciar o próprio Darwin, que, até certo ponto da vida, concordava com as ideias de Lamarck sobre como a vida na Terra se modifica, citando até mesmo no livro “A Origem das Espécies”. Nesse ponto o professor deve destacar as ideias de Buffon e Lamarck, trazendo suas contribuições para o pensamento evolucionista com frases simplificadas no diapositivo.

Figura 11 – Condes de Buffon e Lamarck.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Após isso, o professor deve começar a explicar sobre Charles Darwin, suas contribuições e a sua vida como filho, marido, pai e naturalista (Figura 12). A respeito da relação entre Darwin e o pai, é ressaltado que o pai gostaria que Darwin fosse médico ou seguisse os caminhos de seminarista. Tratando desse tema deve ser dito aos participantes que ele tentou esses dois caminhos sem sucesso de prosperidade pessoal ou profissional.

Figura 12 - Diferentes fases da figura de Charles Darwin.



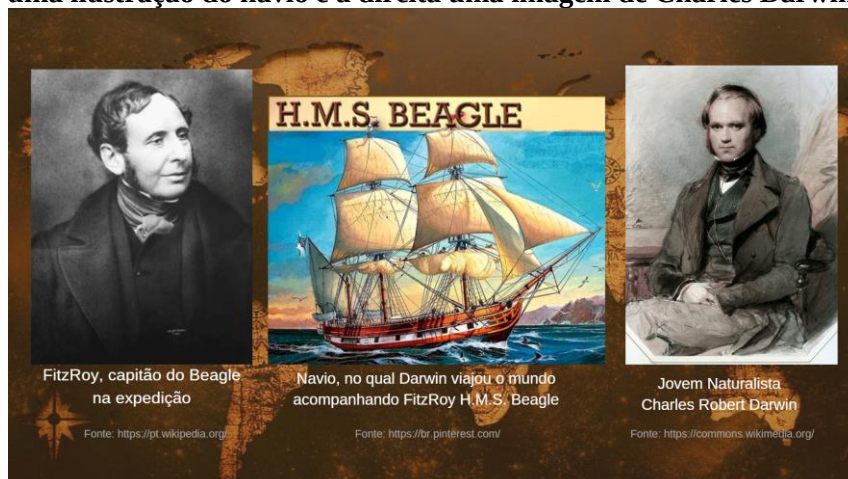
Fonte: Autoria própria, 2020.

Quando o professor tratar sobre a tentativa de Darwin estudar Medicina, é interessante que seja ressaltado que o naturalista sentia que era insuportável assistir às cirurgias, que mais pareciam torturas na sua época.

Como marido de Emma Darwin e pai de uma família numerosa, acabou perdendo alguns filhos para doenças que na época inexistiam diagnósticos, tratamentos ou cura. Outro fato curioso a ser relatado pelo professor é o de que Emma quase impediu Darwin de partir na viagem a bordo do H.M.S. Beagle, a viagem que mudaria toda a sua forma de ver a vida (Figura 13) (DARWIN, 1839 *apud* BIZZO, 1991).

A respeito da viagem no H.M.S. Beagle o professor deve ressaltar a figura do Capitão FitzRoy, que pediu ao pai de Charles Darwin para que o então jovem naturalista fosse seu acompanhante de viagem, já que o capitão evitava conversar com os trabalhadores do navio.

Figura 13 – Viagem de Darwin no Beagle: à esquerda FitzRoy, capitão do navio; ao centro uma ilustração do navio e à direita uma imagem de Charles Darwin.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Deve ser feita, com o auxílio de um diapositivo como o da figura 14, a mostra geral dos lugares por onde essa expedição passou, destacando os pontos de parada no Brasil e a parada em Galápagos, permitindo interação com a Geografia e ainda ressaltando o famoso estudo com tentilhões e observações sobre a fauna das ilhas daquele arquipélago.

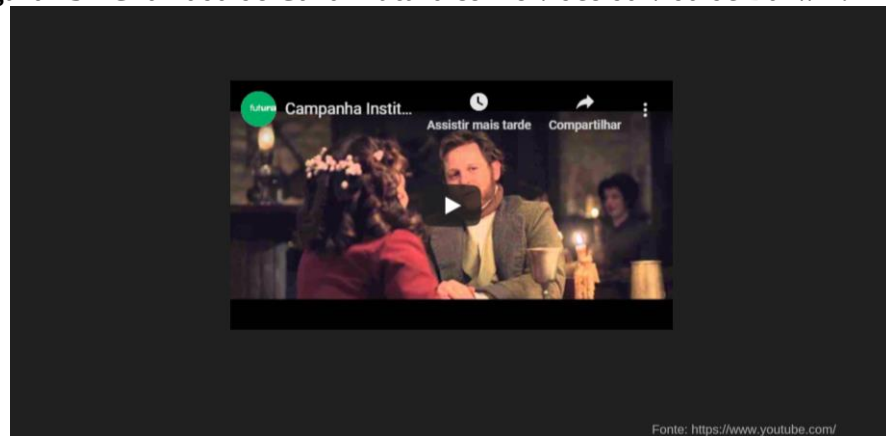
Figura 14 - Mapa-múndi com a rota da viagem de Darwin no H.M.S. Beagle.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Para ilustrar a relevância desses acontecimentos o professor deve mostrar dois vídeos. O primeiro tratando da campanha institucional do canal Futura, de 2015, no qual um ator que interpreta Charles Darwin conversa com uma atriz que interpreta sua, então pretendente, Emma (Figura 15). Nesse vídeo é mostrado uma ficção, baseada na história de Darwin. Em apenas 30 segundos a cena passa a ideia de como o destino do mundo e da Ciência poderia ser diferente se Darwin tivesse seguido os conselhos do pai e, ao invés de se tornar naturalista, se tornasse médico cirurgião.

Figura 15 - Chamada do Canal Futura com o vídeo da vida de Darwin.



Fonte: Autoria própria, 2020.

O segundo vídeo a ser apresentado aos participantes é um vídeo da BBC Brasil, intitulado: “O que é a Teoria da Evolução de Charles Darwin e o que inspirou suas ideias revolucionárias”. Esse vídeo deve ser mostrado ao final da aula, como um resumo geral (Figura 16).

No vídeo o foco trata da contribuição de Darwin para a construção da Teoria da Evolução desenvolvida e a viagem do naturalista no navio H.M.S. Beagle, relatando momentos pessoais, humanizando sua figura. Também aborda outros estudiosos que influenciaram as ideias de Darwin e que devem ser destacados pelo professor ao término do vídeo.

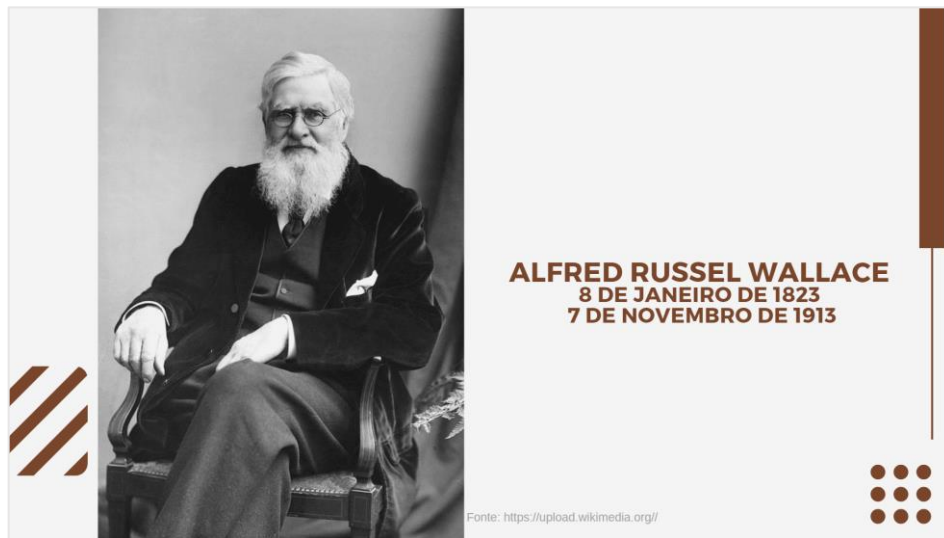
Figura 16 - Tela inicial do vídeo que compila as informações sobre Darwin, suas ideias centrais e sua viagem no H.M.S Beagle.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Um dos teóricos aos quais o vídeo se refere é Alfred Russel Wallace (Figura 17), cocriador da Teoria da Evolução por Seleção Natural, desenvolvendo a ideia independente de Darwin e publicando juntos em uma nota científica no ano de 1858. Essa elaboração independente de uma mesma ideia é um fenômeno que pode ser explorado pelo professor em momentos futuros, principalmente em se tratando de metodologia científica, ressaltando que as ideias ganham o status de científicas quando passam pelo crivo metodológico da Ciência, de testes de refutações e da aceitação pela comunidade científica. Ter uma ideia tão central para o entendimento da biodiversidade terrestre, sendo construída por dois naturalistas, de forma independente e com diversas evidências, é um exemplo adequado para desenvolvimento do entendimento dos aprendizes sobre o funcionamento da Ciência.

Figura 17 - Destaque para Wallace, cocriador da Teoria da Evolução por Seleção Natural.

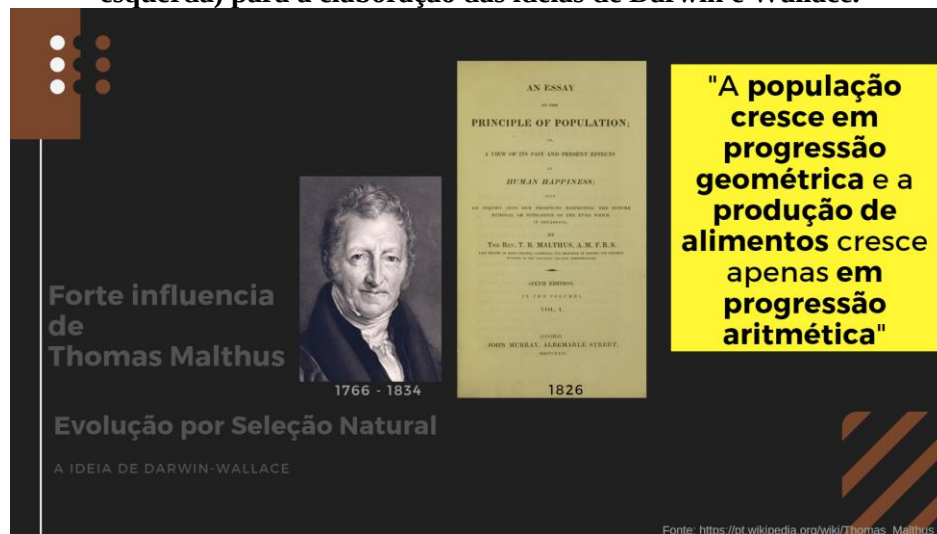


Fonte: Autoria própria, 2020.

Para ressaltar a relevância de Wallace na história da Teoria da Evolução o professor pode expor o fato de que esse naturalista teve uma origem mais humilde que Darwin e viveu grandes aventuras e tragédias nas suas empreitadas em busca de tesouros científicos, enquanto tentava ganhar a vida vendendo espécimes coletados nas Américas e na Ásia.

O outro personagem histórico citado no vídeo é Thomas Malthus, um estudioso de populações humanas que contribuem com a noção da escassez de recursos para uma população crescente de indivíduos, o que é um princípio da Seleção Natural (Figura 18). Ressalta-se o caráter colaborativo da Ciência e aconselha-se que o professor informe aos estudantes que tanto Wallace quanto Darwin, em correspondências mútuas, admitiram ter lido o trabalho de Malthus.

Figura 18 - Reforçando a obra (no centro da imagem) e a influência de Thomas Malthus (à esquerda) para a elaboração das ideias de Darwin e Wallace.



Fonte: Autoria própria, 2020.

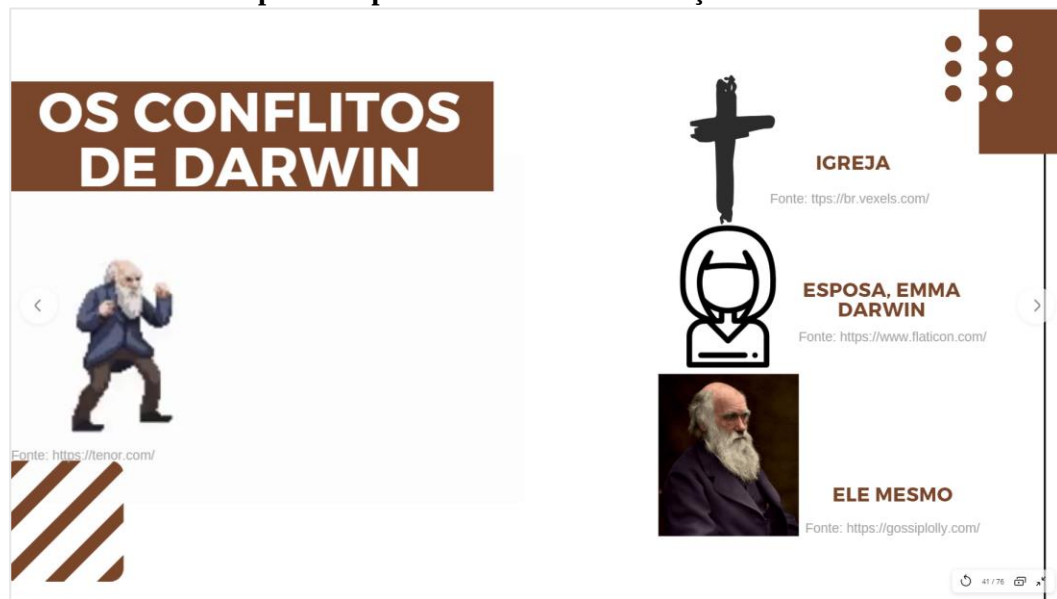
Trabalhar esse conteúdo justifica-se pela importância de reforçar a noção de como a Ciência é construída ao longo do tempo, com erros, dúvidas e esforço coletivo. Na fala do professor deve ser ressaltado que Charles Darwin está longe de ter sido o único, ou o primeiro, a pensar sobre a evolução das espécies e, além disso, deve ser explicado que as ideias de Darwin-Wallace são apenas algumas das dimensões da Teoria da Evolução.

Dado o contexto social desses naturalistas, Darwin foi um dos que sofreu com questionamentos morais sobre suas ideias. Esses questionamentos partiam tanto dele mesmo, quanto da sua esposa e da sociedade de costumes conservadores, graças a influência da igreja anglicana na época.

Assim o professor deve apresentar alguns dos aspectos que levaram Darwin a demorar cerca de 20 anos para publicar o livro “A Origem das Espécies”, mesmo estando quase finalizado e engavetado. O professor deve listar alguns dilemas enfrentados pelo naturalista (Figura 19).

Esse ponto pode auxiliar os participantes a manterem o pensamento nas dimensões histórico-sociais da Ciência, em especial quando a explicação do professor descreve debates filosóficos e sociais relacionados à Teoria da Evolução e seus teóricos, que suscitaram disputas judiciais sobre os currículos escolares até os dias atuais.

Figura 19 – Gif animado (à esquerda) e alguns dos desafios que Darwin enfrentou durante sua empreitada para teorizar sobre a Seleção Natural.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Finalizando a explicação sobre as contribuições dos naturalistas dos séculos XVII a XIX o professor deve explicar sobre Mendel (Figura 20), cujas ideias nunca foram lidas por Darwin e como este fato influenciou os rumos da Ciência ao longo dos séculos.

Figura 20 - Explicação sobre Mendel, sua nacionalidade e como seu trabalho contribuiu para o entendimento da herança biológica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Dentre outros motivos o professor pode apresentar o fato de que Mendel escrevia em alemão, um idioma desconhecido e sem acesso para Darwin (Figuras 21 e 22).

Figura 21 – Barreira linguística existente entre Darwin e Mendel, pelas nacionalidades diferentes.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Figura 22 – Explicação descontraída a barreira linguística.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Neste momento o professor deve conversar com os participantes para perceber como está a atenção na aula e se estão conseguindo acompanhar o raciocínio. Essa breve pausa deve ajudar a ter um ritmo mais agradável para seguir.

Na explicação sobre os avanços científicos modernos e contemporâneos o professor deve abordar tópicos sobre Genética Molecular, comentar brevemente sobre Epigenética, um promissor campo de trabalho na área de Evolução.

É importante ressaltar que aconselha-se que o conteúdo de todos os diapositivos sejam apresentados parte por parte, com animações que permitam a explicação prosseguir junto do número de informações expostas.

Neste ponto o professor também chama a atenção para a diferença epistemológica entre "darwinista" e "darwiniano", como ilustrado na Figura 23. A mudança da cor do

diapositivo também busca remeter a algo mais avançado, sinônimo de “moderno”, coloquialmente, e ajuda a entender que se trata de um novo tópico.

Figura 23 - Síntese Moderna, também chamada de "Neodarwinismo", que trata da confluência das ideias de Darwin-Wallace e Mendel.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Para finalizar a explicação sobre colaboradores do pensamento evolucionista, o professor deve destacar pelo menos dois dos maiores responsáveis pela elaboração da Síntese Moderna, também chamada de Neodarwinismo (Figura 24).

Mais uma vez aconselha-se que seja explicado nesse ponto o contexto social no qual viveram esses pesquisadores, no século XX, um período marcado pelas duas Grandes Guerras Mundiais, o que deve ter influenciado suas formações acadêmicas, visto que ambos foram geneticistas.

A Genética foi uma Ciência de grande desenvolvimento nessa época, que, além das relevantes descobertas científicas, teve espaço na mente da sociedade, graças aos vieses interpretativos que os ideários fascistas e nazistas davam a essas descobertas. No meio dessa disputa de narrativas esses geneticistas exploravam o horizonte da Teoria da Evolução Darwiniana, agregando a ela as contribuições de Mendel e da Genética Molecular de sua época.

Figura 24 - Theodosios Dobzhansky e Ernest Mayr.

Seleção Natural
+ Genética mendeliana
+ Genética molecular

"NEODARWINISMO"
(DarwinISTA pode não ser DarwinIANO)

Baseado nas ideias de Darwin

Idéias de Darwin

T. Dobzhansky
1900 - 1975

"Nada na Biologia faz sentido se não à luz da Evolução"
T. Dobzhansky

Biologia Ciência Única - Ernest Mayr
1904 - 2005

- Geneticistas;
- Ucrâniano e Alemão;
- Contexto da Primeira e Segunda Guerras Mundiais

Síntese moderna

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ernst_Mayr
Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Theodosius_Dobzhansky

Fonte: Autoria própria, 2020.

Por fim, o último diapositivo da aula expositiva dialogada deve tratar da chamada Extensão da Síntese. Essa expressão faz referência à Síntese Moderna, e traz a proposta de acrescentar conhecimentos a respeito da Epigenética (Figura 25).

Figura 25 – Contemporaneidade nos avanços sobre a evolução das espécies.

A extensão da Síntese
(The extended symthesis)

- **Epigenética**
(regulação gênica herdável)

*FENÓTIPO ESTENDIDO

Fonte: Autoria própria, 2020

Epigenética então deve ser entendida pelo professor como o estudo da regulação gênica e, uma das contribuições dessa área a ser explicada aos participantes durante a aula, é que essa característica biológica pode ser herdada por descendentes, mesmo sem se tratar de

genes em si, mas sim da forma como esses genes são ativados, suprimidos e/ou desativados. Como nos outros diapositivos, a mudança de cor também deve reforçar a mudança de tópico.

2º ENCONTRO - O conceito evolutivo de *Fitness*

Esse segundo Encontro pode ser dividido em quatro novas atividades, que serão tratadas como da quinta até a oitava atividade. Inicialmente, feito os cumprimentos e a recepção dos participantes, o professor deverá iniciar a aula expositiva dialogada fazendo um resumo do que viram na última aula, apenas para que os presentes possam se situar onde pararam.

Na quinta atividade, o professor deve pedir para que sejam formados grupos de três participantes e, então, distribuir um texto para cada um fazer uma leitura individual e disponibilizar um tempo para leitura e discussão dentro dos grupos, enquanto o professor anota reações e comentários que os participantes venham a expressar. Caso as discussões tenham dificuldade em começar espontaneamente, aconselha-se que sejam feitas perguntas gerais, oralmente, como: Do que o texto trata? O que os pesquisadores do texto estão investigando? E como fizeram isso?

Na sexta atividade o professor convida a todos para uma discussão coletiva sobre o texto. Usando as mesmas perguntas que fez antes e buscando que os participantes verbalizem conceitos que se aproximam do objetivo da leitura do texto, a investigação sobre o conceito de *Fitness* evolutivo. Portanto palavras que se aproximem desse conceito e termos que possam ajudar na definição do mesmo devem ser anotados no quadro branco e usados para provocar novos questionamentos com os participantes, a fim de interligar as respostas da turma para que todos se situem sobre a discussão.

Na sétima atividade o professor apresentará o jogo “Evoluindo sobre o conceito de *Fitness*”, seguindo a preparação do mesmo e a leitura das regras que também podem ser apresentadas no decorrer do jogo. Esse momento deve ser entendido pelo professor como um dos mais importantes para a compreensão do conceito de *Fitness* e toda a atividade deve ter, em geral um clima de descontração e até de competitividade entre os participantes.

Na oitava atividade, última desse encontro, o professor e os participantes irão interligar os conceitos do jogo, do texto e do encontro anterior. É importante iniciar pelas analogias entre o que é visto no jogo e na natureza, percebendo que cada regra e dinâmica própria do jogo servem como uma tentativa de ilustrar uma parcela da realidade. A seguir serão detalhadas cada atividade.

5ª Atividade: Leitura e discussão sobre um texto

A aula expositiva dialogada se inicia com a apresentação e distribuição de cópias de um texto que servirá de organizador prévio para as discussões do segundo encontro. No texto é descrita resumidamente uma pesquisa na área de Biologia que envolve *Fitness* de uma determinada espécie animal. O material deve ser entregue a cada um dos participantes e é solicitado que formem trios para que, em 20 (vinte) minutos, leiam e discutam entre si.

Esta quinta atividade serve para analisar se os participantes conseguem propor uma explicação que envolve *Fitness* evolutivo para a problemática apresentada no texto “O tamanho de ninhos em falcões”, do Capítulo II – Evolução Adaptativa, do livro *Evolução: Uma introdução* (STEARNS; HOEKSTRA, 2003), que segue abaixo:

“Quando uma característica evolui para o estado de uma adaptação, a forma encontrada na natureza tem um maior sucesso reprodutivo do que as demais alternativas contra as quais a seleção natural testou. Para determinar se uma característica está adaptada, podemos manipulá-la e observar as consequências. As formas manipuladas devem apresentar um menor sucesso reprodutivo do que a forma natural. Enquanto estudos prévios utilizavam variações naturais ocorrendo nas populações, este e os próximos exemplos foram baseados em variações artificiais criadas por meio manipulações.

Há muito tempo, biólogos estudam a reprodução dos pássaros que naturalmente constroem seus ninhos em buracos e que, prontamente, fazem o mesmo em caixas artificiais. Pode-se retirar um ovo ou um filhote de um ninho e adicioná-lo a outro. Daan *et al.* (1990) realizou tal experimento com falcão, em um local na Holanda, onde a sobrevivência era boa e os ninhos, grandes. Após o terceiro ano, estes falcões apresentavam uma sobrevivência de 70% ao ano e, após o primeiro ano, o tamanho de suas ninhadas era de cerca de 5 ovos por ninho. Entretanto, a sobrevivência no terceiro ano, o tamanho da primeira ninhada e a probabilidade de sucesso da mesma variavam, dependendo da data de manipulação e de postura.

Um padrão interessante emergiu. Os ninhos aumentados forneciam mais descendentes do que o controle ou o ninho reduzido, e o **valor reprodutivo** destes ninhos – o número que sobrevivia para a reprodução, multiplicado pelo número de jovens nascidos – era também maior do que os valores reprodutivos obtidos para os ninhos controle. Até aqui, parece que é melhor para os falcões depositar mais ovos. Entretanto, os pais de grandes ninhadas sobreviviam menos do que os do controle e os de ninhos diminuídos. Este efeito sobre a sobrevivência reduziu substancialmente o número de filhotes esperado pelos falcões de ninhos grandes por toda a sua vida –

seu **valor reprodutivo residual**. Quando tanto o valor reprodutivo do ninho manipulado quanto a performance reprodutiva subsequente dos pais eram combinados em uma só medida, o valor reprodutivo total, tornou-se claro que os tamanhos naturais e ninhos eram adaptações. Os controles, falcões com ninhos nos controles, falcões com ninhos nos quais os jovens eram removidos e devolvidos posteriormente, produziam mais descendentes por tempo de vida: 50% a mais do que o que ocorria nos ninhos reproduzidos, e 100% a mais do que nos ninhos aumentados. O tamanho das ninhadas evoluiu a fim de maximizar a performance reprodutiva, levando em conta a mortalidade dos adultos.”

6ª Atividade: Interligação de conceitos

Depois da leitura e discussão em trios, feita pelos participantes, o professor deverá instigar a turma a se pronunciar a respeito do que entenderam sobre o texto. Recomenda-se os seguintes questionamentos:

- O que os pesquisadores do texto estão tentando investigar?
- Quais foram as conclusões que podem ser elencadas?
- Como os pesquisadores chegaram a essas conclusões?

De acordo com as respostas da turma o professor irá fazer anotações no quadro branco com palavras e termos que se relacionem com uma explicação sobre o conceito de *Fitness* evolutivo.

Após anotar palavras-chave das respostas no quadro branco, o professor continuará buscando que a turma participe verbalizando a respeito do tema. Aconselha-se perguntar:

- Quais os pontos que acharam mais relevantes no texto?
- Como vocês explicam o fenômeno observado no estudo descrito no texto?

Novamente, o professor deve anotar no quadro branco os termos mais importantes que os participantes verbalizam, e os que já tiverem sido ditos, mas têm ênfase por parte da turma, como termos que vários dos presentes verbalizam seguidas vezes, e o professor entende que são valiosos ao entendimento do conceito de *Fitness*, devem ser destacados no quadro branco com cores diferentes, ou com sublinhados e círculos. Essa preparação com os termos escritos no quadro branco, com os comentários da turma, servirá de base para uma nova discussão de mais 20 minutos com direcionamento ao conceito evolutivo de *Fitness*, mas o professor deve evitar revelar o nome desse termo explicitamente.

Com esse foco, o conceito deve ser explicado pelos participantes mesmo que sem o uso o termo *Fitness* em si, visto que a cognição deles pode ainda estar sem uma

sistematização clara e/ou podem nunca ter ouvido essa palavra no contexto da Biologia. Assim, palavras como “aptidão” podem ser um indicativo de que estão se aproximando do objetivo da aula, visto que é uma das formas traduzidas como sinônimo de *Fitness*.

Caso a palavra “aptidão” seja dita, o professor deve perguntar que sentido dão a ela e se algum dos participantes manifestar um conceito semelhante ao de *Fitness*, será importante que o professor ressalte esse feito, interligando as palavras-chave dessa resposta com os demais conceitos já escritos no quadro branco.

Sem a manifestação de uma resposta que se aproxime do conceito de *Fitness*, o professor deve dizer que “aptidão”, no contexto da Biologia Evolutiva, tem relação quando um organismo consegue deixar descendentes viáveis e então fazer a interligação dessa explicação com os conceitos do quadro branco.

Até esse ponto o professor evitará falar diretamente sobre o conceito de *Fitness* para evitar uma tentativa de mera memorização dos participantes.

7ª Atividade: O jogo “Evoluindo sobre o conceito de *Fitness*”

A sétima atividade se inicia com um jogo sobre o conceito evolutivo de *Fitness*. A atividade é constituída de: um Quadro de Pontuação (Quadro 1), um conjunto de 40 Fichas de Características ilustradas, contendo diferentes características para um ser vivo hipotético (Figura 26) e três tipos de Fichas de Ambiente (Figura 27), que indicam o ambiente em que a espécie hipotética irá se inserir.

Componentes do Jogo:

- ✓ 1 Quadro de Pontuação;
- ✓ 3 Fichas de Ambiente, sendo elas: Floresta, Cerrado e Cidade;
- ✓ 8 Envelopes de papel nomeados com o nome do tipo de ficha que contêm;
- ✓ 20 Fichas de Características, com duas cópias cada, totalizando 40 dessas fichas, referentes às seguintes características que nomeiam os envelopes: Cor, Presença ou ausência de asas, Tipo de Predador, Hábitos, Estratégia de sobrevivência, Reprodução e Defesa.

Sobre os objetivos do Jogo:

Diferente de outros jogos, esse deixa de lado a vitória como objetivo. No entanto um clima de competição poderá se instalar quando os participantes começarem a contar as

pontuações dos seus grupos. Se esse clima for criado pelos participantes, recomenda-se ao professor que os instigue a comparar seus resultados e que atentem para as características ambientais que foram combinadas, como também para seus grupos marquem essas pontuações. Isso facilitará no momento de discussão após o jogo.

O jogo deve ser conduzido a partir do seguinte conjunto de regras:

Etapas de Preparação:

- 1- Todas as Fichas de Características deverão ser colocadas pelo professor em sete envelopes, cada envelope deve conter duas cópias de cada ficha e as fichas serão separadas seguindo a instrução da Figura 26;
- 2- O professor deve colocar as Fichas de Ambiente no oitavo envelope, como indica a Figura 27;
- 3- Devem ser formados três grupos com seis participantes em cada um. O número de pessoas em cada grupo pode variar, mas o número de grupos deve ser três obrigatoriamente (pois cada grupo sorteará uma das Fichas de Ambiente – Tópico 3 do Início do Jogo);
- 4- O Quadro de Pontuação deve ficar projetado por projetor multimídia para que todos possam vê-lo durante o jogo. No caso de inexistência de um projetor multimídia no local, deve-se entregar versões impressas do quadro a cada grupo. Seguindo essa opção, recomenda-se que seja entregue mais de um quadro por grupo a fim de evitar que a atividade se concentre em apenas um dos participantes do grupo (Quadro 1).

Quadro 1 - Contagem dos Pontos de Fitness (PF).

Ambiente: FLORESTA													
COR	PF	ASA	PF	PREDADOR	PF	HÁBITOS	PF	ESTRATÉGIA	PF	REPRODUÇÃO	PF	DEFESA	PF
Amarelo	2	Com asa	2	Especialista	0	Arbóricola	3	Luta + veneno	3	Simples	3	Veneno	2
Verde	3	Sem asa	2	Generalista	2	Arbustivo	2	Luta + asa	1	Comum	2	Camuflagem	2
Cinza	1					Fossorial	2	Luta + camuflagem	2	Complexa	1		
Marrom	2					Aquático	1	Fuga + asa	3				
Azul	1					Terrestre	2	Fuga + veneno	1				
								Fuga + camuflagem	2				
Ambiente: CERRADO													
COR	PF	ASA	PF	PREDADOR	PF	HÁBITOS	PF	ESTRATÉGIA	PF	REPRODUÇÃO	PF	DEFESA	PF
Amarelo	3	Com asa	2	Especialista	0	Arbóricola	2	Luta + veneno	3	Simples	3	Veneno	2
Verde	3	Sem asa	2	Generalista	2	Arbustivo	3	Luta + asa	1	Comum	2	Camuflagem	2
Cinza	1					Fossorial	2	Luta + camuflagem	2	Complexa	1		
Marrom	2					Aquático	1	Fuga + asa	3				
Azul	0					Terrestre	2	Fuga + veneno	1				
								Fuga + camuflagem	2				
Ambiente: CIDADE													
COR	PF	ASA	PF	PREDADOR	PF	HÁBITOS	PF	ESTRATÉGIA	PF	REPRODUÇÃO	PF	DEFESA	PF
Amarelo	0	Com asa	2	Especialista	0	Arbóricola	0	Luta + veneno	3	Simples	3	Veneno	2
Verde	0	Sem asa	2	Generalista	2	Arbustivo	1	Luta + asa	1	Comum	2	Camuflagem	2
Cinza	3					Fossorial	0	Luta + camuflagem	2	Complexa	1		
Marrom	2					Aquático	1	Fuga + asa	3				
Azul	0					Terrestre	2	Fuga + veneno	1				
								Fuga + camuflagem	2				

Fonte: Autoria própria, 2020.

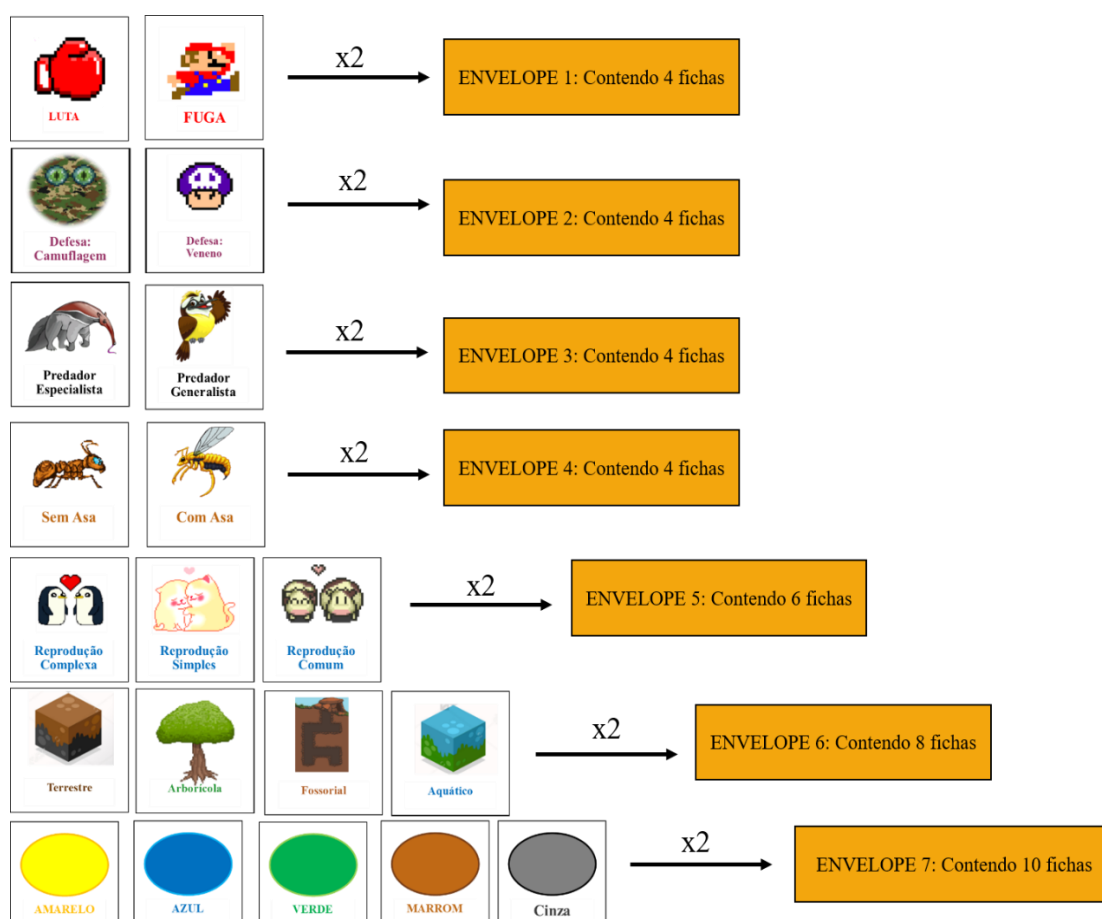
Início do Jogo:

1- Os envelopes com as características deverão ser passados um de cada vez, para que cada grupo sorteie uma Ficha de Característica de cada envelope. Recomenda-se que o professor siga a ordem de distribuição dos envelopes pelo Quadro de Pontuação a fim de evitar repetição da passagem deles pelos grupos e otimizar a organização;

Obs.: Vale ressaltar aqui que é esperado que os grupos tirem fichas repetidas, visto que em alguns casos há apenas duas opções de Fichas de Características para os três grupos.

2- Os grupos devem manter consigo as Fichas de Características que sortearam e anotá-las em um papel. Isso os ajudará para se organizarem na etapa seguinte (Figura 26);

Figura 26 - Conjunto de Fichas de Características e instrução para colocá-las nos respectivos envelopes.



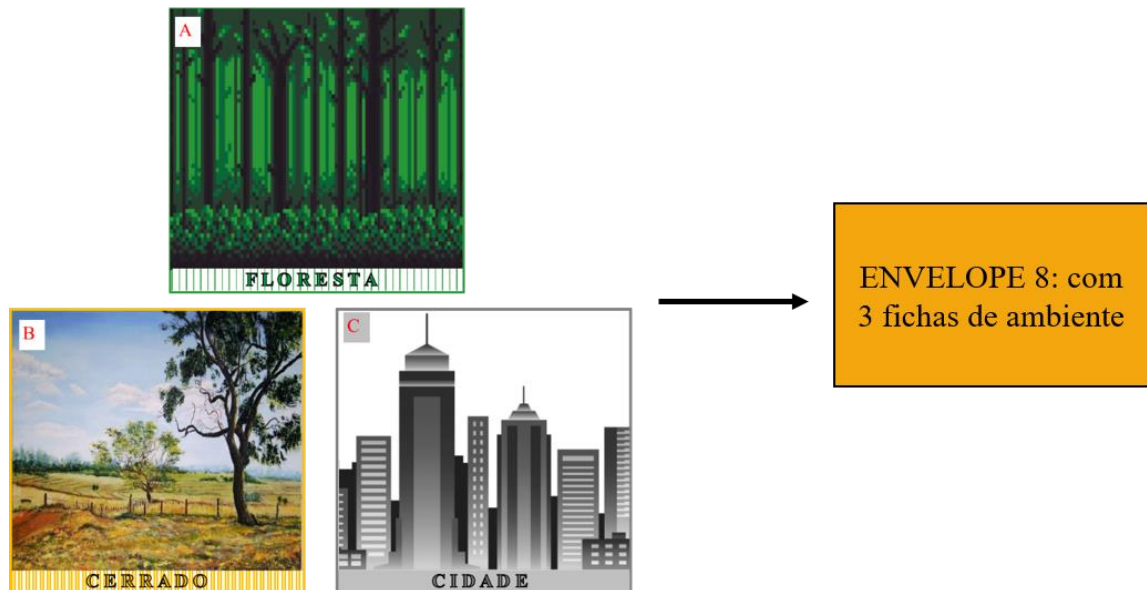
Fonte: Autoria própria, 2020.

3- Em seguida o professor deve passar o sétimo e último envelope, o qual contém as três Fichas de Ambiente, sendo possível sortear apenas uma por grupo, entre os

três tipos: Floresta, Cerrado ou Cidade. Como as fichas de ambiente são únicas, cada grupo fica, obrigatoriamente, com um ambiente diferente (Figura 27);

- 4- Com posse das características e do respectivo ambiente, cada grupo deverá consultar o Quadro de Pontuação para anotar seus Pontos de *Fitness* (“PF” presentes no Quadro 1);

Figura 27 –Fichas de Ambientes, sendo “A” o ambiente de Floresta, “B” o Cerrado e “C” a Cidade, com seta indicando o envelope no qual serão inseridas.



Fonte: Autoria própria, 2020.

- 5- Cada grupo deve revelar aos demais a pontuação que obteve e em que ambiente estava.

Obs.: Nesse momento o professor deve instigar os participantes para que falem quais características que sortearam e assim todos possam entender que acabaram com conjuntos diferentes, mas ao mesmo tempo semelhantes.

- 6- Feito isso, todos os grupos deverão trocar suas fichas de Ambiente para uma diferente da que pegaram originalmente. Sugere-se que cada grupo passe sua ficha ao grupo à sua esquerda;
- 7- Com as novas Fichas de Ambiente em mãos, os grupos deverão anotar novamente sua pontuação, seguindo o Quadro 1, e o Tópico 5 deve ser repetido;
- 8- Após esta fase o professor mediará a discussão sobre o que os participantes entenderam do jogo para que as conclusões, paralelos e analogias com a natureza sejam realizadas em conjunto a partir das dinâmicas presentes no jogo.

8ª Atividade: Interligando conceitos

Na oitava atividade os participantes devem discutir sobre o que cada etapa do jogo representa no mundo natural. Coletivamente discutirão cada aspecto da dinâmica.

As conclusões esperadas a partir do modelo apresentado no formato da dinâmica devem ser as seguintes:

- 1- A ideia de mudar a pontuação de acordo com o ambiente se pauta no papel central que esse tem para a Teoria da Evolução por Seleção Natural;
- 2- O grau de aptidão (*Fitness*) de um ser vivo é determinado por dois fatores principais:

A - Pela combinação das características biológicas do próprio ser vivo: ilustradas na dinâmica com características que têm valor estável em diferentes ambientes, mas que mudam em relação à combinação com outras características. Por exemplo: a combinação da estratégia de “fuga” com a “presença de asas”, que fornece mais pontos a quem tiver essas características juntas do que quem apresentar “asas” e tiver um hábito de vida “fossorial”;

B - Pela interação do ser vivo com o meio: mostrada na dinâmica como as características que variam de pontuação em cada ambiente, como o exemplo já citado da cor em relação à camuflagem.

Para que fique mais claro para o trabalho docente são listadas duas Dinâmicas do Jogo “A” e “B”, isto é, dois conjuntos de regras em funcionamento e quais conclusões o professor pode ajudar os participantes a atingirem a partir das Dinâmicas.

▪ **Dinâmica A:**

Como visto acima, existem três Fichas de Ambiente: Floresta, Cerrado e Cidade, que devem ser retiradas depois de todas as características terem sido sorteadas nos envelopes pelos grupos. A pontuação do grupo deverá ser consultada no Quadro de Pontuação (Quadro 1), fazendo o balanço de pontos das características de acordo com o ambiente sorteado por cada grupo. Por fim, devem ser trocadas as fichas de ambientes entre os grupos para uma nova rodada de contagem de pontos. Espera-se que o resultado dessa segunda pontuação seja diferente da primeira.

Resultados esperados na aplicação da dinâmica A:

O objetivo dessa dinâmica de trocar as Fichas de Ambientes, mantendo as Fichas de Características, é mostrar aos participantes o papel central do ambiente em determinar o grau de aptidão (*Fitness*) de uma característica, isto é, o quanto determinada característica contribui para a sobrevivência e reprodução do organismo, que é influenciado diretamente pelo ambiente. O quadro apresentado (Quadro 1) lista as características e valores hipotéticos de cada uma delas em cada um dos três ambientes.

Os valores variam de zero (0) a três (3) pontos e alguns deles mudam de acordo com o ambiente. Por exemplo: A característica de ser “Amarelo” é melhor pontuada no “Cerrado” do que na “Cidade”, isso pelo fato de que no Cerrado a paisagem pode favorecer probabilisticamente (no sentido da sobrevivência e posterior reprodução) os seres “Amarelos”, que conseguem se camuflar melhor neste ambiente do que no ambiente “Cidade”. Portanto tal característica valerá mais pontos aos seres que estiverem no “Cerrado” e menos pontos aos que estiverem na “Cidade”.

▪ **Dinâmica B:**

Como pode ser visto no Quadro de Pontuação (Quadro 1), a característica de “Estratégia” envolve uma combinação de dois tipos de fichas, uma com as opções: “Veneno” ou “Camuflagem” ou “Presença de Asa” e outra, com as opções: “Luta” ou “Fuga”.

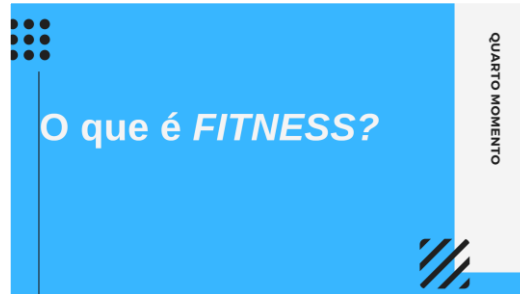
▪ **Resultados esperados na dinâmica B:**

Essa forma de funcionamento está inserida para que o jogo se refira ao *Fitness* de características combinadas. Por exemplo: um animal que é um predador de topo de cadeia, como um tigre, consegue se “camuflar” e “lutar”, e a combinação dessas características são mais vantajosas evolutivamente (no sentido de aumentar suas chances de reprodução) do que se esse predador tivesse uma combinação de “Camuflagem” com “Fuga”. É evidente que esses modelos variam de espécie para espécie, mas é importante que o professor consiga exemplificar essas combinações em diferentes cenários, para que os participantes assimilem que o valor de *Fitness* atribuído a uma característica também pode ser alterado na presença ou ausência de outra.

A discussão em grupo deve ter suas palavras-chave anotadas em quadro branco e, passados 20 minutos dessa discussão o professor revelará as conclusões esperadas, logo após um levantamento de breve de ideias, em coletivo, quando é projetada a pergunta: “O que é *Fitness*” (Figura 28). Devem ser anotadas no quadro branco as respostas dos participantes e

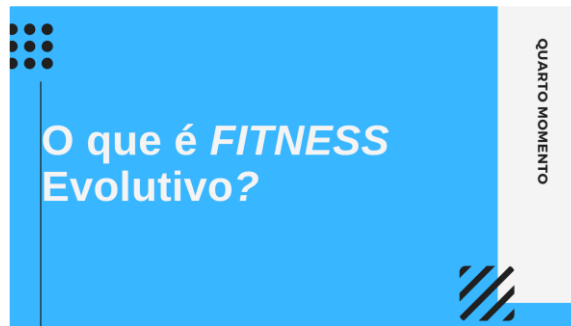
em seguida o diapositivo é mudado para projetar a pergunta “O que é *Fitness* Evolutivo?” (Figura 29).

Figura 28 – Diapositivo projetado para fazer a pergunta aos estudantes e obter suas respostas espontâneas.



Fonte: Autoria própria, 2020.

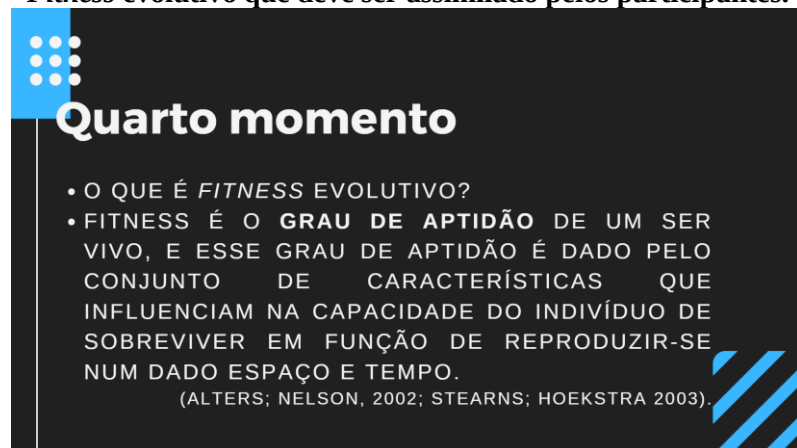
Figura 29 – Diapositivo usado para aproximar das respostas espontâneas do conceito de *Fitness* evolutivo.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Nesse ponto o professor deixa claro que a dinâmica trata de *Fitness* e deverá mostrar o conceito no diapositivo e verbaliza-lo da seguinte forma: “*Fitness* é o grau de aptidão de um ser vivo, e esse grau de aptidão é dado pelo conjunto de características que influenciam na capacidade do indivíduo de sobreviver em função de reproduzir-se num dado espaço de tempo” (ALTERS; NELSON, 2002; STEARNS; HOEKSTRA, 2003) (Figura 30).

Figura 30 - Imagem do diapositivo final da aula expositiva dialogada, mostrando o conceito de *Fitness* evolutivo que deve ser assimilado pelos participantes.



Fonte: Autoria própria, 2020.

3º Encontro: A cognição dos estudantes após a intervenção docente

O terceiro e último Encontro desse conjunto de atividades trata da avaliação final dos participantes, que servirá para o professor entender, por meio da avaliação dos materiais que produzirão, como se configura o estado cognitivo dos participantes a respeito da Evolução Biológica, após o trabalho com a Sequência Didática e se eles conseguem, uma vez que passaram por essa experiência, incorporar o conceito de *Fitness* evolutivo ao seu arranjo cognitivo.

Assim os participantes precisam produzir novas tempestades de ideias e mapas conceituais, os finais, com as mesmas orientações do 1º Encontro. Após a avaliação desses materiais, em comparação com os produzidos no início das atividades, o professor pode avaliar os participantes e guiá-los nos seus processos de aprendizagem.

Atividade Final: O novo estado cognitivo

Depois dos cumprimentos iniciais deve ser pedido aos participantes que formulem uma nova tempestade de ideias dentro de 10 minutos, com elaboração individual em uma folha de papel dada pelo pesquisador, como feito no 1º Encontro.

Após esse tempo as folhas devem ser recolhidas e novas folhas de papel entregues aos participantes para que dentro de 20 minutos possam elaborar, individualmente, novos mapas conceituais, tendo cinco minutos para revisar o material.

As respostas devem ser recolhidas pelo professor e serem anexadas às tempestades de ideias respectivas de cada participante. Os códigos de identificação da atividade da primeira aula devem ser mantidos para que possa ser feita uma comparação entre as

avaliações de conhecimentos prévios e as do estado cognitivo posterior à intervenção docente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.V.; FALCÃO, J.T.R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, v. 11, n 1:17–32, 2005.

ALMEIDA, A.V.; FALCÃO J.T.R. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia no Brasil. **Ciência & Educação**, v. 16, n 3:649-665, 2010.

ALTERS, B.J.; NELSON, C.E. Perspective: Teaching evolution in higher education. **Evolution**, v. 56, n. 10:1891-1901, 2002.

AUSUBEL, D.P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

BIZZO, N.M.V. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo** - Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação. São Paulo, SP, 1991.

CACHAPUZ, A.F. Arte e Ciência no Ensino das Ciências. **Interacções**, v. 31, p. 95-106, 2014.

DAAN, S.; DIJKSTRA, C.; TINBERGEN, J.M. Family planning in the kestrel (*Falco tinnunculus*): the ultimate control of covariation of laying date and clutch size. **Behaviour**, vol. 114, n.1/4:82-116, 1990.

DAWKINS, R. **O Gene egoísta**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

FUTUYMA, D. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 3 ed., 2009.

MEYER, D.; EL-HANI, C.N. **Evolução: o sentido da Biologia**. São Paulo: UNESP, 2005.

MOREIRA, M.A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** *Curriculum: revista de teoria, investigación y práctica educativa*. La Laguna, Espanha. nº. 25:29-56, 2012.

NOVAK, J.D. Concept mapping: A useful tool for science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 10:937-949, 1990.

QUAMMEN D. **As Dúvidas do sr. Darwin: um retrato do criador da teoria da evolução**. ed. Companhia das Letras, 2007.

STEARNS, S.C.; HOEKSTRA, R.F. **Evolução: Uma introdução**. ed. Atheneu, 2003.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste tópico apresentam-se os resultados da pesquisa, iniciando com as tempestades de ideias e passando para os mapas conceituais. Também foram levantadas explicações a respeito de possíveis variáveis que condicionam os resultados obtidos e fez-se uma discussão sobre esses aspectos.

4.1 As tempestades de ideias

Os resultados das tempestades de ideias iniciais e finais elaboradas pelos participantes foram apresentados neste subitem. Para isso esses materiais foram tratados como dois conjuntos de dados independentes (iniciais e finais), destacando-se as diferenças e semelhanças entre esses conjuntos. Também se mostrou número total de termos presentes e quais os mais frequentes.

4.1.1 Tempestades de Ideias Iniciais

Nas 22 tempestades de ideias elaboradas no início da pesquisa, referentes ao levantamento de conhecimentos prévios dos participantes sobre Teoria da Evolução, foram anotados 240 termos. Desses, 16 apareceram quatro ou mais vezes, apresentando uma frequência superior a 18%. Na Tabela 2 foi possível observar esses termos, ilustrados na Figura 32, que mostra uma nuvem de palavras referente as tempestades de ideias.

Tabela 2 – Termos mais frequentes nas tempestades de ideias do levantamento de conhecimentos prévios (n=22).

Termos	Número de repetições	Frequência (%)
Sinapomorfia	11	50,00
Adaptação	10	45,45
Seleção	10	45,45
Darwin	9	40,90
Sistemática	7	31,81
Apomorfia	7	31,81
Natural	7	31,81
Homologia	6	27,27
Cladograma	5	22,72
Desenvolvimento	4	18,18
Cladogênese	4	18,18
Ancestral	4	18,18
Filogenia	4	18,18
Grupo	4	18,18
Vida	4	18,18

Fonte: Autoria própria, 2020.

Notou-se a dominância de termos ligados à Taxonomia, em especial à Sistemática Filogenética, disciplina que os participantes cursavam no mesmo período em que a pesquisa foi efetivada (Figura 31). Uma possível explicação para esse resultado tratou a Taxonomia em si como uma disciplina que se atém a nomenclaturas e terminologias para expressar conceitos. Assim, o cuidado que essa disciplina impunha para seu devido uso acadêmico poderia ter se refletido nas respostas dos participantes.

Figura 31 - Nuvem de palavras ilustrando a frequência dos termos presentes nas tempestades de ideias do levantamento de conhecimentos prévios.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Nesta nuvem de palavras o tamanho de cada uma tornou-se proporcional à frequência com que foram escritas pelos participantes, sendo as mais frequentes, maiores, e as menos frequentes, menores.

4.1.2 Tempestades de Ideias Finais

Os participantes anotaram 256 termos na tempestade de ideias elaborada no 3º Encontro. Desses, 27 tiveram uma frequência igual ou superior a 18,18%, equivalentes à presença em pelo menos quatro tempestades de ideias finais dos participantes (Tabela 3).

Tabela 3 - Termos mais frequentes nas tempestades de ideias após a intervenção (n=22).

Termos	Número de repetições	Frequência (%)
DARWIN	15	68,18
CARACTERÍSTICAS	10	45,45
ESPÉCIES	10	45,45
SELEÇÃO	10	45,45
LAMARCK	9	40,09
ADAPTAÇÃO	9	40,09
GENÉTICA	8	36,36
NATURAL	8	36,36
MUDANÇA	7	31,81
ORIGEM	7	31,81
SINAPOMORFIA	7	31,81
ANCESTRAL	6	27,27
COMUM	6	27,27
REPRODUÇÃO	6	27,27
ESPECIAÇÃO	5	22,72
EVOLUÇÃO	5	22,72
HOMOLOGIA	5	22,72
ESPÉCIE	4	18,18
EVOLUTIVA	4	18,18
FITNESS	4	18,18
GEOGRÁFICA	4	18,18
HIPÓTESES	4	18,18
MUTAÇÃO	4	18,18
NOVAS	4	18,18
SISTEMÁTICA	4	18,18
SOBREVIVÊNCIA	4	18,18
VIDA	4	18,18

Fonte: Autoria própria, 2020.

Mesmo com esses números se aproximando aos apresentados nas tempestades de ideias iniciais, o conteúdo dos termos esteve alterado em algumas partes. O nome de Darwin continuou ocupando as primeiras posições em número de citações, bem como termos ligados à Taxonomia. No entanto, Lamarck, que só foi citado uma vez nos resultados iniciais, encontra-se mencionado nove vezes, chegando a ser o sexto termo mais citado, empatado com o termo Adaptação.

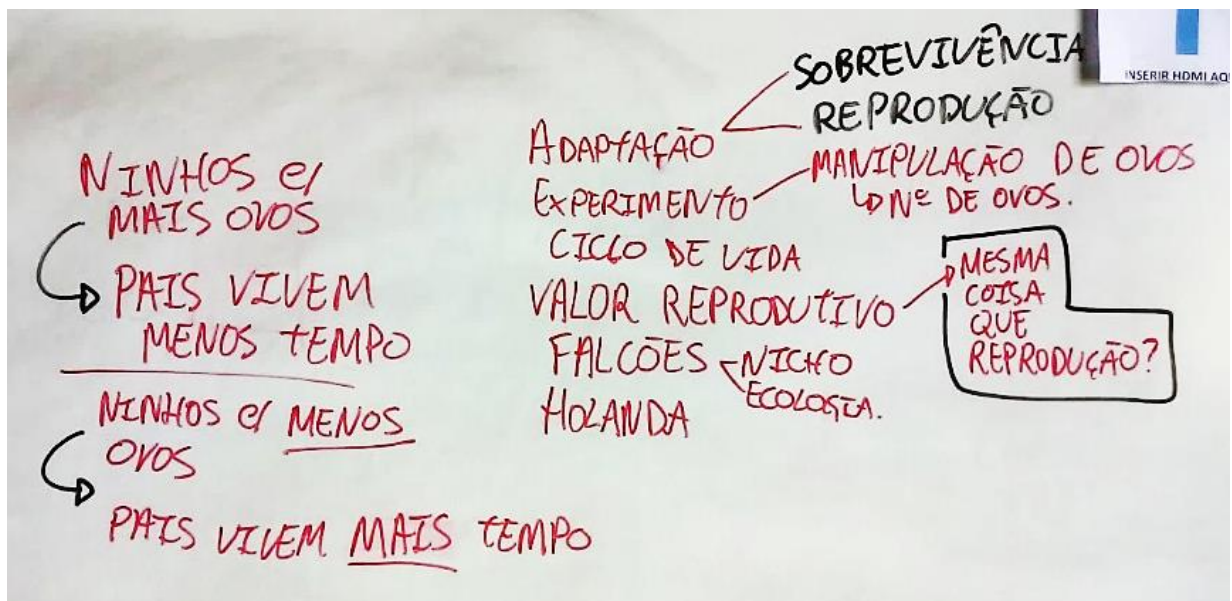
Isso poderia estar indicando uma maior atenção dos estudantes para outros teóricos da Teoria da Evolução, ponto principal do 1º Encontro descrito na Sequência Didática,

demonstrando que o trabalho pode ter contribuído para o aprendizado desses conceitos por parte dos participantes.

A palavra Genética esteve mencionada oito vezes, enquanto no levantamento de conhecimentos prévios, ocorreu apenas duas. Como no final da Sequência Didática houve uma explicação e uma breve discussão sobre Epigenética foi possível que isso tenha influenciado as respostas dos estudantes.

As palavras Sobrevivência e Reprodução foram citadas, respectivamente, quatro e seis vezes, enquanto no conjunto de dados iniciais ambas apareceram com frequência menor do que três vezes. Como esses dois termos sendo centrais na discussão sobre *Fitness* e sobre Evolução em si, poder-se-ia inferir um avanço dos participantes quanto a riqueza de termos relacionadas a esses temas. Como foi mostrado na Figura 32, nos termos anotados durante a discussão sobre o texto da quinta atividade, realizada no 2º Encontro da Sequência Didática, os participantes destacaram a relevância da Sobrevivência e da Reprodução no estudo sobre o qual discutiram. Notou-se inclusive que essas palavras foram destacadas em cor diferente, pois foram enfatizadas por vários participantes. Essa poderia ser outra evidência de que esses termos tiveram um aumento de frequência nas tempestades de ideias graças à intervenção com a Sequência Didática.

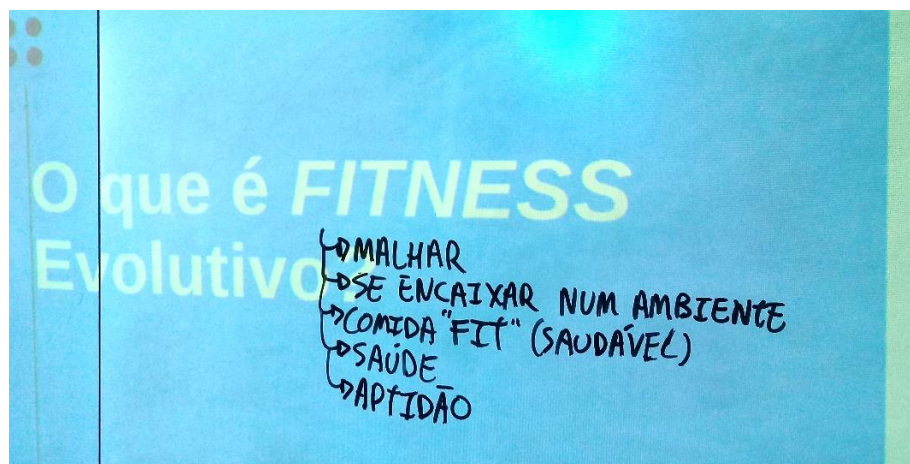
Figura 32 – Imagem do quadro branco com anotações feitas pelo pesquisador durante a socialização das ideias que os participantes apresentaram após a leitura do texto.



Fonte: Autoria própria, 2020.

O termo *Fitness* apareceu citado quatro vezes nas tempestades de ideias finais, enquanto inexistiu nas iniciais. No entanto, durante as atividades da Sequência Didática, mais especificamente após a leitura do texto (Figura 33), os aprendizes foram questionados sobre o que significava *Fitness*. A maioria dos estudantes apresentou concepções diferentes daquela de *Fitness* evolutivo, fazendo ligação do termo à ideia de saúde, de alimentação saudável e de hábitos de exercícios físicos.

Figura 33 – Imagem do quadro branco com anotações feitas pelo pesquisador durante a socialização das ideias que os participantes apresentam após a jogo sobre *Fitness* evolutivo.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Apenas um dos participantes chegou a verbalizar a palavra “aptidão”, no entanto quando o professor perguntou a ele “Como assim *aptidão*?”, ele informou que o fez por meio de uma tradução, do inglês *fit*, revelando a falta de contexto biológico-evolutivo da palavra para ele. Esse surgimento do termo *Fitness*, com aparecimento em 18,8% das tempestades de ideias finais (Figura 34), poderia indicar que os participantes se tornaram mais atentos a esse termo no contexto da Evolução Biológica, mesmo que o conceito ainda precisasse ser melhor compreendido.

Figura 34 - Nuvem de palavras ilustrando a frequência dos termos presentes nas tempestades de ideias elaboradas após a intervenção docente.



Fonte: Autoria própria, 2020.

A observação desta última nuvem de palavras mostrou muitas palavras repetidas, mas com pouca citação para *Fitness*. Portanto, tornou-se bem claro que para estes estudantes o conceito evolutivo apresentado ainda precisa de mais leitura, discussão e trabalho cognitivo para a assimilação adequada do conceito de *Fitness*.

4.2 Os mapas conceituais

Neste tópico foram apresentados e discutidos os dados referentes aos mapas conceituais iniciais e finais dos participantes. Apresentaram-se resultados relativos a média de pontuação dos mapas conceituais; a média da quantidade de ligações; a quantidade relativa de erros conceituais presentes neles, determinada pela diferença entre as médias da quantidade de ligações dos mapas e a média da pontuação dos mapas iniciais e, por fim, os termos mais frequentes dos mapas conceituais. Optou-se por tratar inicialmente os mapas conceituais iniciais, posteriormente os finais, exemplos dos materiais dos estudantes e com ênfase nos termos utilizados.

4.2.1 Comparação dos Mapas Conceituais Iniciais e Finais

Baseando-se na avaliação dos mapas conceituais nos critérios mostrados na Tabela 1, que consta no capítulo 2 Percurso da Pesquisa, 2.4.2 Análise dos Mapas Conceituais (p. 35), os 22 mapas iniciais tiveram uma pontuação média de 9,9, com mínima de três e máxima de 17. A média da quantidade de ligações nos mapas, independente de pontuação, foi de 12,77, a máxima de 14 ligações, referente ao P21i, que possuiu todos os conectivos, e a menor quantidade de ligações presentes nos mapas foram quatro, do participante P14. A quantidade de erros relativa representou 2,87.

Os mapas iniciais apresentaram 246 termos e 10 deles possuíam uma frequência superior a 18% (Tabela 4), isso é, apareceram quatro ou mais vezes dentro dos 22 mapas. Os termos mais frequentes nos mapas conceituais elaborados antes da aplicação da Sequência Didática foram citados como termos Seleção e Natural, com 66,63% e o termo menos citado passou a ser Especiação, com apenas 18,18% de frequência.

Tabela 4 - Termos mais frequentes nos mapas conceituais do levantamento de conhecimentos prévios.

Termos	Número de repetições	Frequência (%) (n=22)
SELEÇÃO	14	66,63
NATURAL	14	66,63
ADAPTAÇÃO	9	40,90
ESPÉCIES	6	27,27
DARWIN	6	27,27
CARACTERÍSTICAS	5	22,72
SINAPOMORFIA	5	22,72
SISTEMÁTICA	5	22,72
GENÉTICA	5	22,72
ESPÉCIAÇÃO	4	18,18

Fonte: Autoria própria, 2020.

Para retratar o foco dos estudantes, percebendo como se alteraram as frequências de alguns termos, a partir das tempestades de ideias, houve avanço na construção dos mapas conceituais (Figura 35). Por exemplo: o termo Sinapomorfia, que apareceu em 11 das 22 tempestades de ideias, esteve presente em apenas cinco dos 22 mapas conceituais. O fato de um termo ser mais evidente nas tempestades de ideias do que nos mapas conceituais poderia indicar que, apesar dos estudantes saberem que esse termo é relevante, alguns estudantes falharam na tentativa de relacioná-lo conceitualmente a outros, visto que na tempestade de ideias inexitem expressões gráficas que evidenciem diretamente a relação entre conceitos (CARL; OGLE, 1987), diferente dos mapas conceituais que representam graficamente o arranjo cognitivo dos aprendizes (NOVAK; GOWIN, 1984).

Houve a necessidade de comparar os termos utilizados, pois atividades foram trabalhadas em seguida uma da outra e aparentemente pouca percepção ocorreu para os estudantes quanto ao aspecto de interligar termos e conceitos.

Figura 35 - Nuvem de palavras ilustrando a frequência dos termos presentes nos mapas conceituais referentes ao levantamento de conhecimentos prévios.



Fonte: Autoria própria, 2020.

A Tabela 5 destacou os 18 termos citados por pelo menos quatro dos 22 participantes. Comparando com os mapas conceituais iniciais, os termos Seleção, Natural e Adaptação, foram mantidos como recorrentes, enquanto outros possuíam frequência reduzida, como o termo Sinapomorfia. Vale ressaltar o aumento da frequência do termo Lamarck, assim como ocorreu nas tempestades de ideias finais. Além disso, termos ligados às teorias de Lamarck, como Uso e Desuso, também tiveram um aumento na frequência, de zero nos mapas conceituais iniciais, para quatro nos mapas finais. Avaliando os mapas conceituais iniciais que usaram os termos Uso e Desuso, os estudantes também citaram o nome de Lamarck corretamente ligado a esses conceitos nos mapas conceituais finais, como por exemplo P9, P16, P17e P21. Foi possível inferir que a Sequência Didática estimulou os participantes a prestarem mais à atenção nesses aspectos da construção do pensamento evolucionista.

Os mapas conceituais finais apresentaram 236 termos diferentes, sendo “Darwin” o mais frequente sendo citado por 17 dos 22 participantes, traduzindo-se em uma frequência

equivalente a 77,27%. Observaram-se sete termos citados em menor frequência, 18,18%, com apenas quatro repetições.

Tabela 5 - Termos mais frequentes nos mapas conceituais elaborados após a aplicação da Sequência Didática.

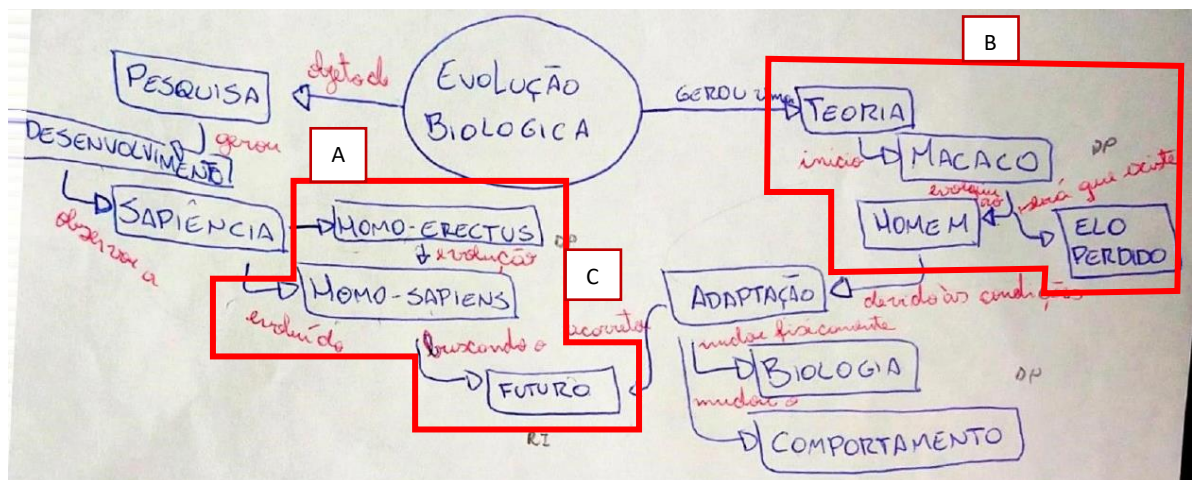
Termos	Número de repetições	Frequência (%)
DARWIN	17	77,27
SELEÇÃO	12	54,54
EVOLUÇÃO	11	50,00
NATURAL	11	50,00
TEORIA	8	36,36
ADAPTAÇÃO	6	27,27
CARACTERÍSTICAS	6	27,27
ESPÉCIES	5	22,72
LAMARCK	5	22,72
MUDANÇA	5	22,72
ORIGEM	5	22,72
GENÉTICA	4	18,18
HOMOLOGIA	4	18,18
NOVAS	4	18,18
USO	4	18,18
DESUSO	4	18,18
VARIABILIDADE	4	18,18
VIDA	4	18,18

Fonte: Autoria própria, 2020.

A visualização das repetições de termos nos mapas conceituais finais dos participantes registrou a importância do nome de um grande pesquisador da Teoria da Evolução, o termo Darwin. Visualmente observaram-se diferentes termos em tamanhos bem menores na nuvem de palavras, além daqueles mencionados na tabela 5, pois esta forma de ver uma imagem englobou todos os termos utilizados pelos participantes, sem escolhas, nem pontuação, podendo ser citados os termos Galápagos, insetos, desenvolvimento, entre os muitos listados (Figura 36).

especialmente ligados à Sistemática Filogenética, a aplicação do conhecimento sobre as regras para nomenclatura científica de espécies mostrou ser um ponto que apresentava fragilidade por parte dos aprendizes. Isso foi evidenciado pelo fato de que em alguns mapas conceituais usaram, por exemplo, um sublinhado único para o gênero e para o epíteto específico, contrariando a regra de que deve haver duas linhas sublinhando essas duas palavras.

Figura 37 - Mapa conceitual inicial do participante P22, destacando três áreas com erros conceituais.

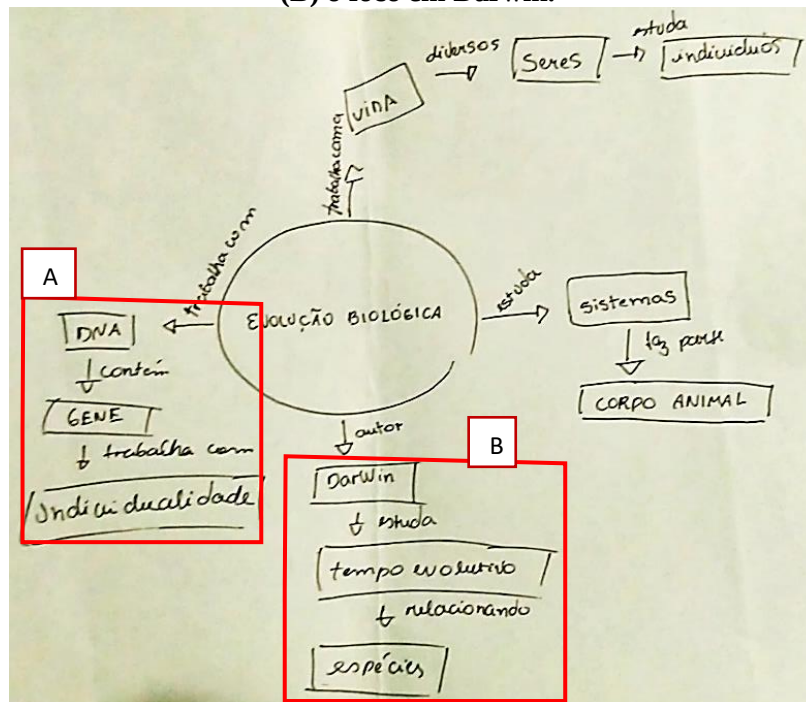


Fonte: Autoria própria, 2020.

Em outros mapas conceituais, o nome científico de espécies aparece todo em maiúsculo, quando deve ter apenas a primeira letra do gênero dessa forma. Isso demonstra que, apesar da valorização dos termos dessa área, os aprendizes deixam de incorporar a importância da padronização da nomenclatura científica para a comunicação dos profissionais sobre a classificação dos seres vivos. Apontam, portanto, para um aprendizado mecânico, que é usado apenas no contexto de avaliações da disciplina ou no contexto de cotidiano de sala de aula, sem, de fato ser incorporado à prática pessoal.

No mapa final do participante P22 (Figura 38) a marcação [A] destacou um ramo do mapa no qual o participante focou conceitos relacionados à Genética, que estavam ausentes no mapa inicial desse participante. Esse assunto esteve ausente na abordagem dos encontros da Sequência Didática. Assim essa inserção do tema, do mapa inicial para o final, pode ter-se dado por interferências externas aos encontros. Em [B] apontou-se o foco que P22 atribuiu a Darwin, como se fosse o único autor da Teoria da Evolução. Quando comparados os mapas inicial e final do participante P22 evidenciou-se que a discussão relacionada ao ser humano “ter vindo” do macaco fora deixada de lado, sem ser expressa no mapa conceitual final.

Figura 38 - Mapa conceitual final do Participante P22, destacando (A) conceitos de Genética e (B) o foco em Darwin.



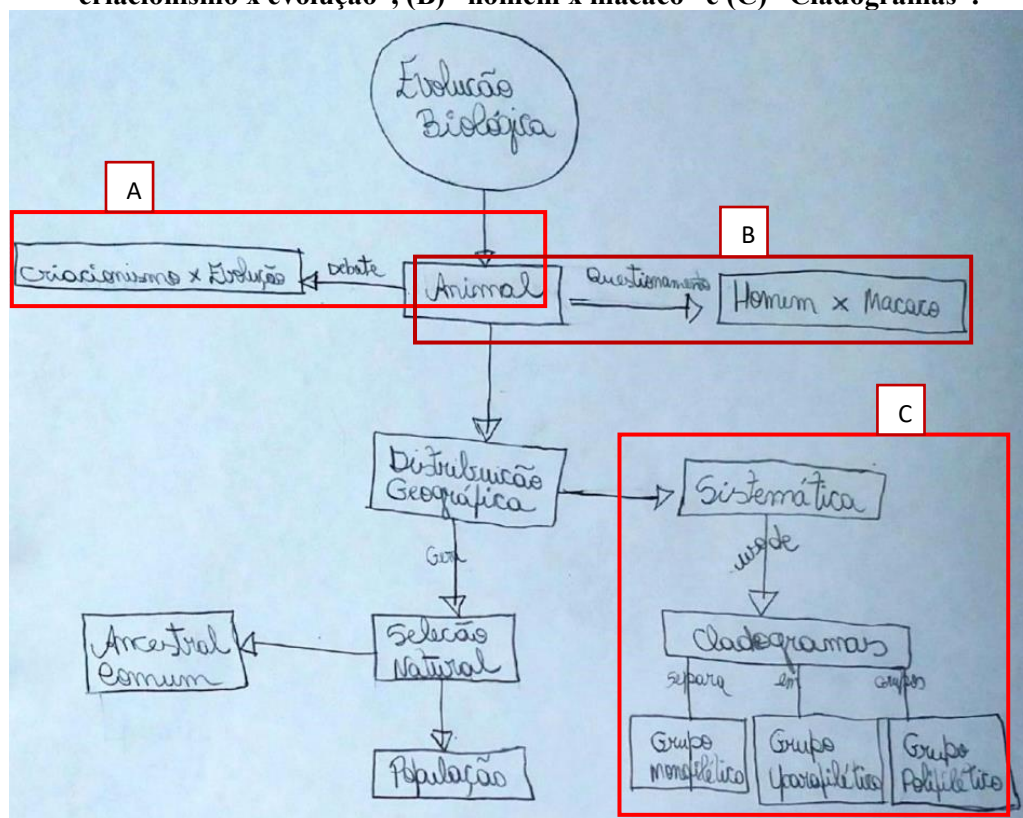
Fonte: Autoria própria, 2020.

Darwin apareceu citado como o autor da Teoria da Evolução, apesar da Sequência Didática ter destacado diversos outros teóricos, buscando apresentar a Ciência como um empreendimento de esforços coletivos, mesmo que, por muitas vezes sejam independentes e indiretamente coordenados. Esse destaque dado a Darwin como único autor dessa teoria concordou com os resultados de Bizzo (1991), que já indicava esse pensamento sendo presente em professores e estudantes do Ensino Médio. Semelhante reducionismo também foi constatado nos mapas conceituais iniciais dos participantes P4, P7, P8, P16, P18 e P20. Já os mapas conceituais finais evidenciaram uma visão mais colaborativa da Ciência evolucionista por alguns dos participantes, citando autores, momentos históricos e/ou correntes de pensamento como o neodarwinismo, nos resultados de P4, P7, P9, P11, P16, P17 e P21.

No mapa conceitual inicial do participante P2 observou-se que o destaque [A] chamou a atenção sobre o debate filosófico envolvendo a Teoria da Evolução e o Criacionismo. O destaque [B] apontou para um questionamento sobre o homem ter parentesco com macacos e em [C] notou-se a presença de termos ligados à Taxonomia, mas com uma forma de empregar os termos de ligação que indicavam erros na elaboração desse mapa conceitual. Ainda no trecho destacado em [C], no qual o termo de ligação deveria ter sido um único termo, o participante “separa em grupos” e, a partir desse termo, ramificou os três conceitos, de Grupo Monofilético, Grupo Parafilético e Grupo Polifilético. O participante P2 decidiu quebrar o termo de ligação

“separa em grupos” em três: “separa”, “em” e “grupos”, usando cada um deles para ligar aos conceitos. Isso demonstrou a falta de habilidade do participante em realizar a elaboração do mapa conceitual, possivelmente graças a falta de familiaridade com a ferramenta, visto que a forma como deveria ser elaborado já havia sido explicada pelo pesquisador (Figura 39).

Figura 39 - Mapa conceitual inicial do participante P2, com destaques para o conceito de (A) “criacionismo x evolução”, (B) “homem x macaco” e (C) “Cladogramas”.



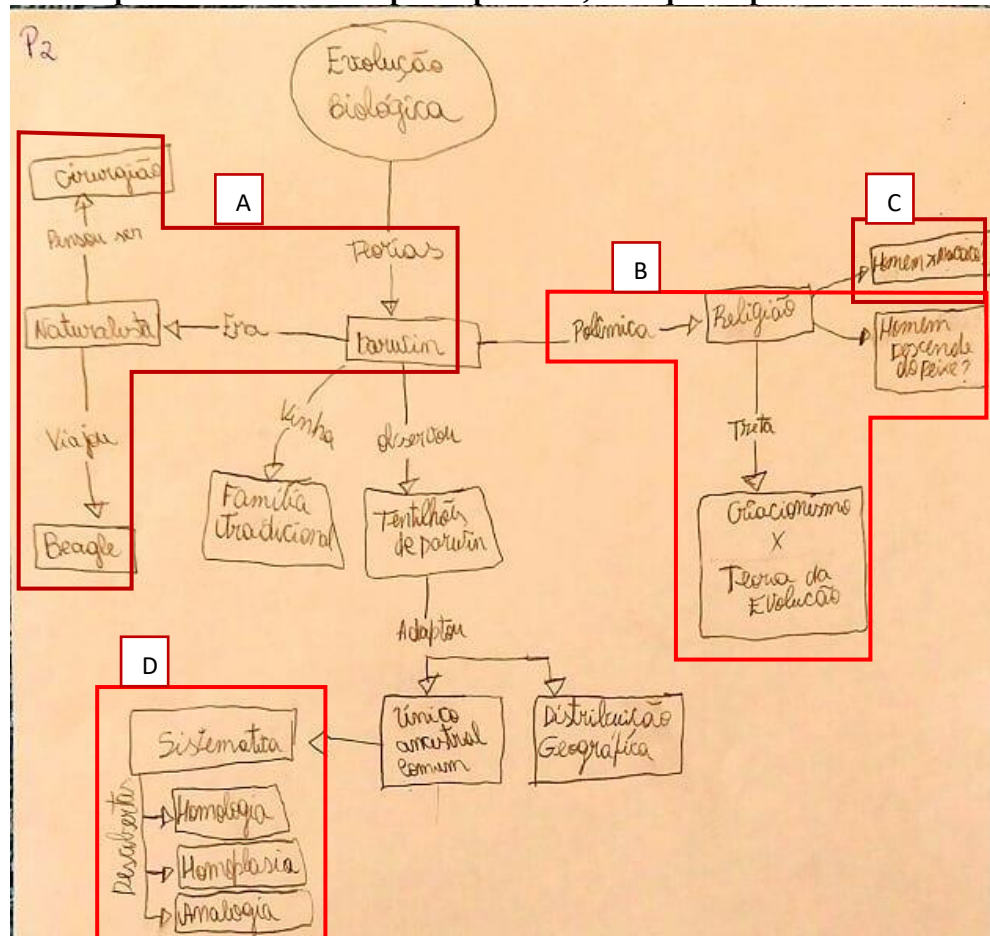
Fonte: Autoria própria, 2020.

Seguindo para o mapa final desse mesmo participante, P2 (Figura 40), a ramificação destacada em [A] apontou para conceitos relacionados a vida de Darwin. Todos os temas e termos usados pelo participante nesse ramo do mapa conceitual final foram abordados durante a Sequência Didática, indicando a eficiência da mesma na incorporação desses fatos históricos ao arranjo cognitivo do estudante sobre esses conceitos. Na ramificação à direita, marcada com [B], o participante retomou a preocupação com a discussão filosófica entre criacionismo e evolucionismo, assim como fizera no mapa conceitual inicial. Nesse mapa conceitual final, usou o termo de ligação *Treta* (uma gíria para briga, disputa, desentendimento) para interligar o conceito Religião a Criacionismo x Teoria da Evolução, formando a seguinte proposição:

Religião – *treta* - Criacionismo x Teoria da Evolução.

Inexistiu uma manifestação de tomada de posição por parte do participante P2 em ambos os mapas conceituais sobre essa questão, mencionada acima. Além disso, a posição de dúvida do estudante foi evidenciada no mapa conceitual final, destacado com [C], onde houve ligação do termo Religião com questionamentos sobre a relação de parentesco entre homem e o macaco e um questionamento sobre o homem ser um descendente de peixes.

Figura 40- Mapa conceitual final do participante P2, com quatro pontos destacados.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Vale ressaltar que em alguns trechos desse mapa conceitual final o participante omitiu termos de ligação, o que dificultou a leitura do seu arranjo cognitivo, demonstrando que pode ser necessário mais tempo e/ou prática para a construção de mapas conceituais, a fim de se obter uma elaboração de proposições estruturalmente corretas e que possivelmente o participante também possuiu uma aprendizagem ainda desorganizada e mecânica.

A forma como essa omissão de termos de ligação pode prejudicar a análise destacou-se na parte de baixo do mapa conceitual final de P2, destacada com [D]. Houve uma ramificação na qual o participante tratou sobre Taxonomia, tema mantido do mapa conceitual inicial, mas com conceitos diferentes e sem termos de ligação. Também ocorreu enfoque em Taxonomia

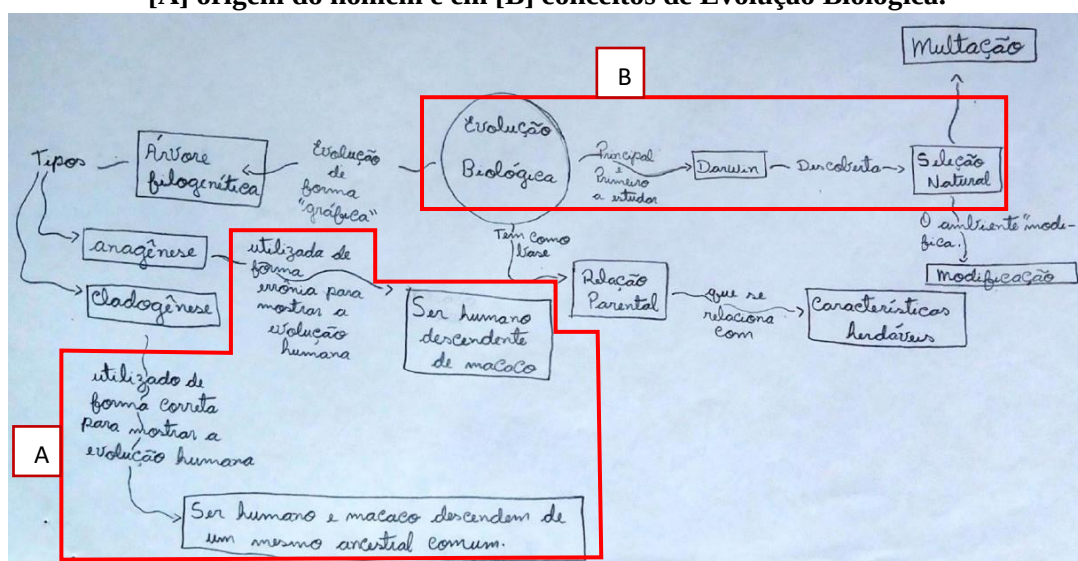
nos mapas conceituais iniciais dos participantes P2, P4, P6, P7, P11, P12, P16, P18 e nos mapas conceituais finais dos participantes P2, P4, P6, P7 e P16.

Outro ponto interessante a ser ressaltado foi que apenas os mapas conceituais, inicial e final, do participante P2 mostraram-se preocupação em destacar a discussão filosófica, política e acadêmica entre evolucionismo e criacionismo. Pode ser um assunto a ser trabalhado com esses estudantes, já que foi uma problemática que enfrentaram diretamente no âmbito profissional, como já apontado em outros tópicos, as barreiras epistemológicas e filosóficas, além da falta de compreensão científica, que foram variáveis com tendência a atrapalhar o ensino e a aprendizagem de Evolução (BIZZO, 1991; ALMEIDA; FALCÃO, 2010).

Se um dos objetivos dos professores de Ciências e/ou de Biologia passa a ser ensinar a forma do pensar científico, essas barreiras epistemológicas e filosóficas deveriam ser enfrentadas, o que pode trabalhado desde sua formação inicial, com uma visão mais social e política do processo educacional e da construção da Ciência.

No mapa conceitual inicial do participante P4 (Figura 41) observa-se uma característica presente apenas em dois momentos, nele e no mapa conceitual inicial de P11, ambos se mostram conscientes de que a ideia de que o homem veio do macaco é um erro conceitual. Destaca-se a marcação em [A] dessa figura, que se refere como o participante P4 aponta uma forma cientificamente coerente de se analisar o problema com enfoque evolutivo e taxonômico. Na ramificação indicada por [B] é evidenciada uma visão estreita da construção da Teoria da Evolução, apontando Darwin como o primeiro estudioso dela, sem destacar o caráter coletivo da construção do conhecimento científico.

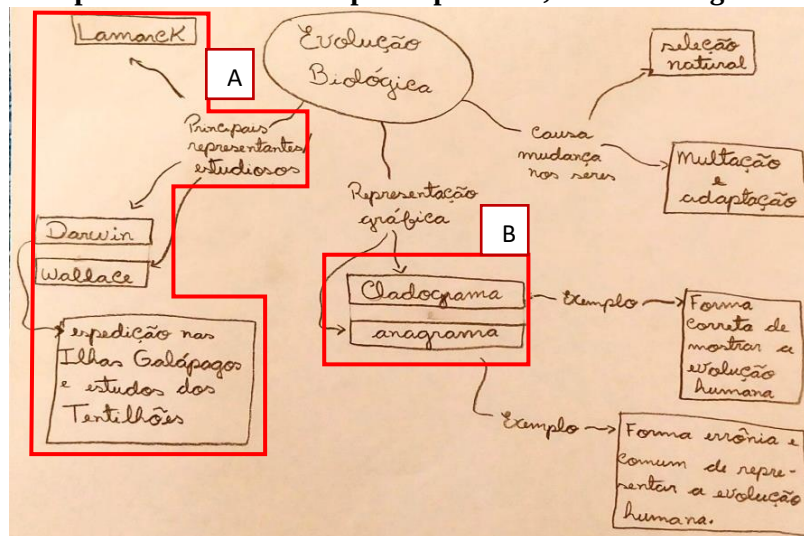
Figura 41 - Mapa conceitual inicial do participante P4, com destaques em [A] origem do homem e em [B] conceitos de Evolução Biológica.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Comparando os mapas conceituais inicial e final do participante P4, o resultado final, apresentou um avanço cognitivo na ramificação [A], na qual o estudante destacou Wallace e Lamarck como teóricos da Teoria da Evolução, proposições ausentes no mapa conceitual inicial. Também foi possível notar o destaque para conceitos de Taxonomia [B], mais especificamente sobre Sistemática Filogenética e, como apresentou conectivos, explicações e exemplos para esses conceitos, pode-se afirmar que esse aprendiz passou por um processo de Aprendizagem Significativa Proposicional (Figura 42).

Figura 42 - Mapa conceitual final do participante P4, com duas regiões em destaque.



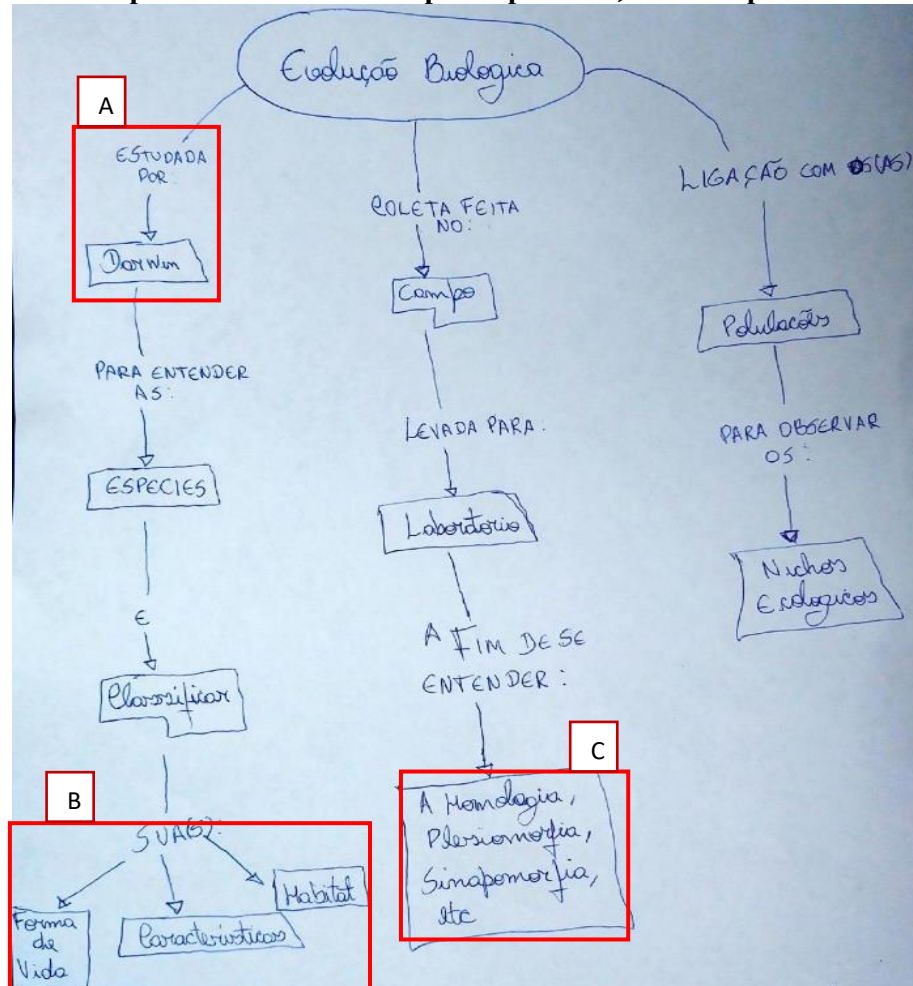
Fonte: Autoria própria, 2020.

O participante P7 destacou no mapa conceitual inicial conceitos relacionados à disciplina de Ecologia, que passaram despercebidos no mapa conceitual final desse mesmo aprendiz. A Sequência Didática optou por deixar de aproximar diretamente conceitos de Ecologia do tema tratado e essa ausência pode ter-se refletido na resposta do participante. Na marcação [A] do mapa conceitual inicial desse participante observou-se mais um exemplo de como os estudantes vêm na figura de Darwin um único protagonista sobre a autoria da Teoria da Evolução. Em [B] destacaram-se os conceitos relacionados a disciplina de Ecologia e em [C] uma área do mapa conceitual dedicada à Taxonomia (Figura 43).

Comparando-se mapas conceituais dos participantes, mais uma vez observou-se como nos mapas conceituais do participante P7 os conceitos foram anotados sem termos de ligação, que indicaram o significado atribuído pelo aprendiz aos conceitos desta disciplina. Assim reforçou-se o entendimento de que, por mais que os aprendizes estejam valorizando a necessidade da Taxonomia (em especial da Sistemática Filogenética), em relação ao tema Evolução Biológica, a aplicação dos conceitos dessa área ainda lhes escapa, haja visto que, no

caso do mapa conceitual inicial do participante P7 os termos estavam agrupados num único quadrilátero, sem distinção clara dos seus significados.

Figura 43 - Mapa conceitual inicial do participante P7, com três pontos de destaque.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Como afirmado anteriormente, em alguns mapas conceituais houve um reducionismo histórico, recorrendo apenas a Darwin como autor da Teoria da Evolução e em alguns casos acrescentando Lamarck. No entanto, no caso do mapa conceitual final de P7 (Figura 44), pode-se afirmar que esse reducionismo esteve superado. Em [A] destacou-se uma ramificação inteiramente dedicada a citar diferentes pensadores que trabalharam com ideias evolucionistas, inclusive citando formas de identificá-los, com termos como Gregos e Naturalistas Vitorianos, citando exemplos para esses dois conjuntos de teóricos, todos apresentados na Sequência Didática, reforçando a efetividade dessa atividade na contextualização da construção da Teoria da Evolução. Na marcação [B] destacaram-se os termos Darwin e Lamarck, esse último aparecendo pela segunda vez no mesmo mapa conceitual, o que pode indicar que a habilidade do estudante com o uso desse tipo de ferramenta pode ainda estar em desenvolvimento, visto

No entanto, nesse ponto, a respeito da eficiência da Sequência Didática, os resultados demonstraram que pode ter colaborado positivamente para o avanço cognitivo dos participantes, isto é, enquanto os mapas conceituais iniciais sofreram um reducionismo histórico, sem citações referentes aos pensadores da Teoria da Evolução, além de Darwin e Lamarck, os mapas conceituais finais apresentaram esse detalhe, de forma geral.

Seis participantes (P4, P7, P9, P10, P11 e P21) passaram a inserir novos teóricos na elaboração dos mapas conceituais, citando gregos antigos e naturalistas vitorianos, que foram comentados no 1º Encontro da Sequência Didática. Houve também a frequência do aparecimento do termo Lamarck, aumentando de quatro para nove repetições na comparação entre mapas conceituais iniciais para o resultado dos mapas conceituais finais.

Esses dados reforçaram o argumento de que o ensino de Ciências, quando relacionado aos contextos históricos tem um potencial de aprendizado significativo (MATTHEWS, 1995; HIDALGO; MEDEIROS QUEIROZ, 2020). Esse potencial foi inclusive citado em documentos oficiais referentes a políticas educacionais de nível nacional (BRASIL, 2006). Destacaram-se assim as atividades da Sequência Didática dedicadas a história da Ciência como capazes de proporcionar avanços cognitivos nos participantes, no sentido da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Outro ponto a ser destacado foi que, apesar desses avanços cognitivos por parte de alguns aprendizes, os mapas conceituais dos participantes P8, P17 e P11 mostraram termos que remontam a perspectivas teleológicas do processo evolutivo, isto é, demonstraram entender processo evolutivo como tendo um objetivo, em geral relacionado às espécies terem uma necessidade de melhorar/aprimorar. O participante P8 afirmou que a Seleção Natural foi um processo “orquestrado”, dando a ideia de intenção a um fenômeno natural, sem evidências científicas. O mesmo participante também atribuiu uma total capacidade explicativa da diversificação da vida na Terra à Seleção Natural, desconsiderando a complexidade da realidade, que dispõe de fatores como a deriva genética, as mutações e o efeito fundador relacionados à evolução da vida.

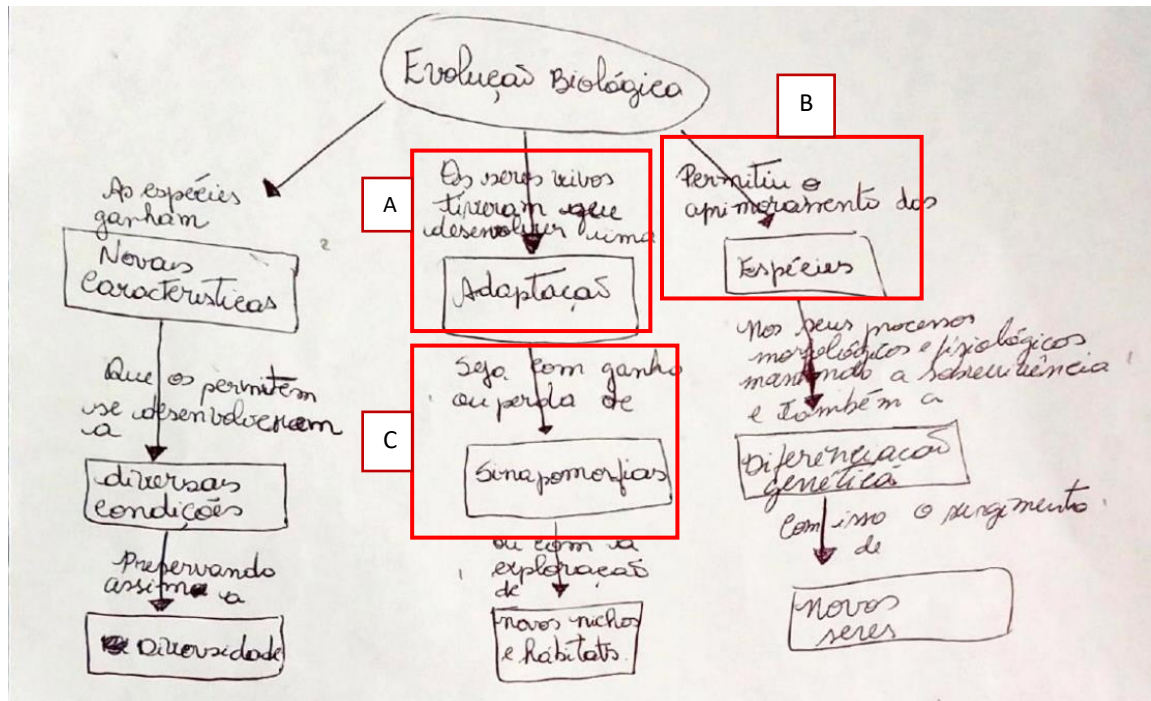
No mapa conceitual inicial do participante P17 (Figura 45) apareceu, destacado em [A], a seguinte proposição:

Evolução Biológica – os seres vivos tiveram que desenvolver uma – Adaptação.

A expressão “tiveram que”, ligando os conceitos Evolução Biológica e Adaptação explicitou um entendimento que indica obrigatoriedade, como se desenvolver adaptações fosse

obrigatório para os seres vivos. No entanto, diversos seres vivos já foram extintos por deixarem de apresentar certas características frente às mudanças no meio.

Figura 45 - Mapa conceitual inicial do participante P17, com três marcações de destaque.



Fonte: Autoria própria, 2020.

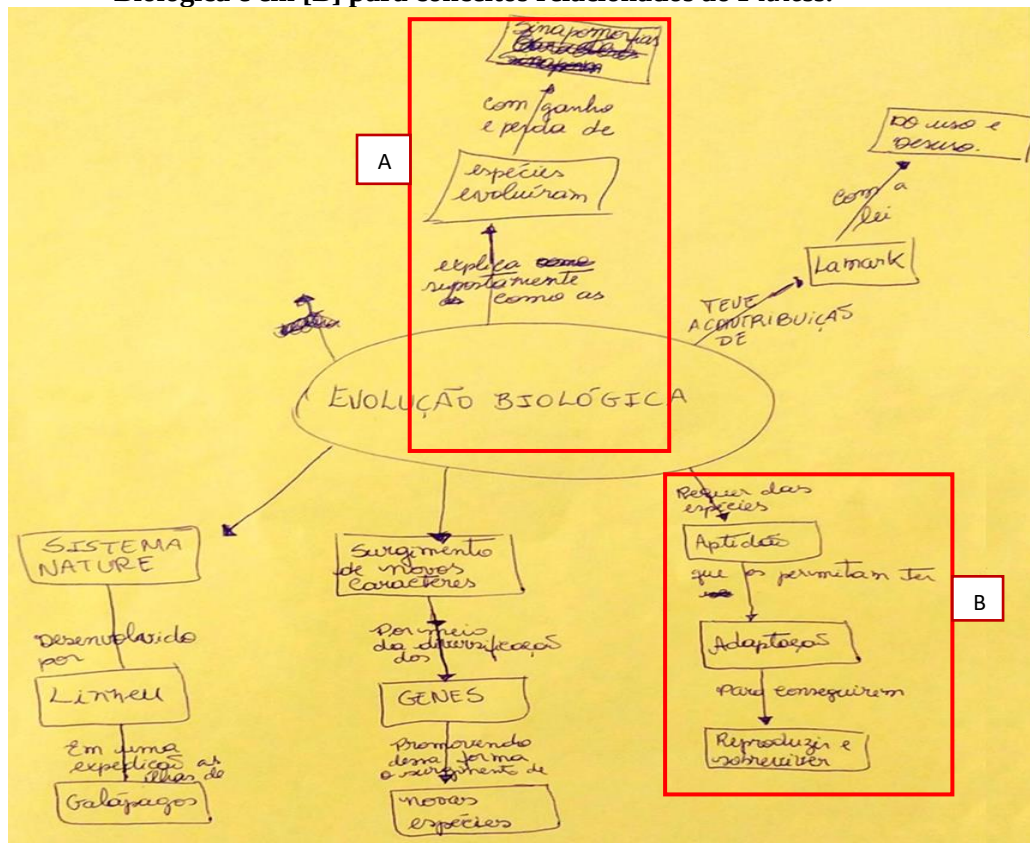
Em outro trecho foi usado o termo “Aprimoramento” [B] que demonstrou, mais uma vez, uma visão teleológica do fenômeno evolutivo e uma ideia equivocada que sinonimizou a palavra Evolução com alguma melhora. Importante salientar que esse pressuposto pode ser inconsciente da parte do estudante, por ter uma visão do senso comum sobre a Evolução e que relaciona esse termo com melhora e/ou progresso (BIZZO, 1991). Assim passa a ser tarefa do professor, a partir dessa análise, trazer argumentos e evidências que desmistifiquem essa visão. Evidenciou-se a confusão de conceitos do aprendiz no trecho destacado com [C], no qual o participante P17 demonstrou estar ciente de que o processo evolutivo pode envolver perda de características. Assim, sinonimizar a “melhora” deveria ser relativo, pois o processo evolutivo se dá por adaptação ao meio sem evidências de que ocorram melhoras pré-programadas.

Esse mesmo participante, P17, apresentou um mapa conceitual final (Figura 46) e que se notou em [A] que o aprendiz retomou a argumentação que durante o processo evolutivo das espécies pode ocorrer aquisições e/ou reversões de características biológicas. Na marcação [B]

destacou-se uma aproximação do objetivo principal deste trabalho pelo aprendiz, a apreensão do conceito evolutivo de *Fitness*. O seguinte conjunto de proposições foi destacado:

Evolução Biológica - *requer das espécies* - Aptidão - *que as permitam ter* - Adaptações - *para conseguirem* - Reproduzir e sobreviver.

Figura 46 - Mapa conceitual final do participante P17, com destaque em [A] para Evolução Biológica e em [B] para conceitos relacionados ao *Fitness*.



Fonte: Autoria própria, 2020

Sabia-se que o conceito de adaptação foi de difícil compreensão por suas diversas formas de uso científico e cotidiano. Segundo os critérios dos mesmos autores foi possível dizer que o estudante teve uma Perspectiva Variacional desse conceito, isto é: teve uma visão do fenômeno adaptativo em primazia em relação aos outros fenômenos evolutivos, como Exaptação ou Deriva Genética. Também esteve presente na visão do participante P17 a adaptação como fruto de uma aptidão biológica, demonstrando uma inversão dos conceitos, como já documentado na literatura (SEPULVEDA; EL-HANI, 2014; SEPULVEDA; MORTIMER; EL-HANI, 2014).

Além disso a palavra “requer” usada como termo de ligação entre os conceitos “Evolução Biológica” e “Aptidão” reforçou a evidência de uma compreensão com viés

teleológico sobre o processo evolutivo dos seres vivos. A raiz desse viés epistemológico de pensamento pode ser historicamente relacionada aos debates da época vitoriana, quando Palley defendia o Criacionismo em seu livro “Teologia Natural” (LIMA FILHO, 2017).

Nenhum mapa conceitual inicial ou final usou as palavras “*Fitness*” ou “aptidão”, demonstrando que a assimilação desse conceito, mesmo com a intervenção da Sequência Didática pode ainda estar se concretizando na cognição dos participantes.

4.3 A categorização dos mapas conceituais

Nesse tópico foram apresentadas as pontuações dos mapas conceituais elaborados pelos participantes (Quadro 2), e a partir delas as categorias formadas. Além disso destacaram-se as unidades de registro para a categorização dos mapas conceituais quanto a presença de autores, momentos históricos e/ou correntes de pensamento, como o neodarwinismo, que estiveram ausentes nos mapas conceituais iniciais e passaram a figurar nos mapas conceituais finais.

4.3.1 A Categorização por pontuação

Para essa categorização os mapas conceituais iniciais e finais dos participantes receberam pontuações, como descrito no capítulo 2 Percurso da Pesquisa e, a partir da média da variação dessas pontuações, foram criadas cinco categorias (Quadro 2).

Quadro 2 – Categorias e descrições dos mapas conceituais relativas à variação na pontuação.

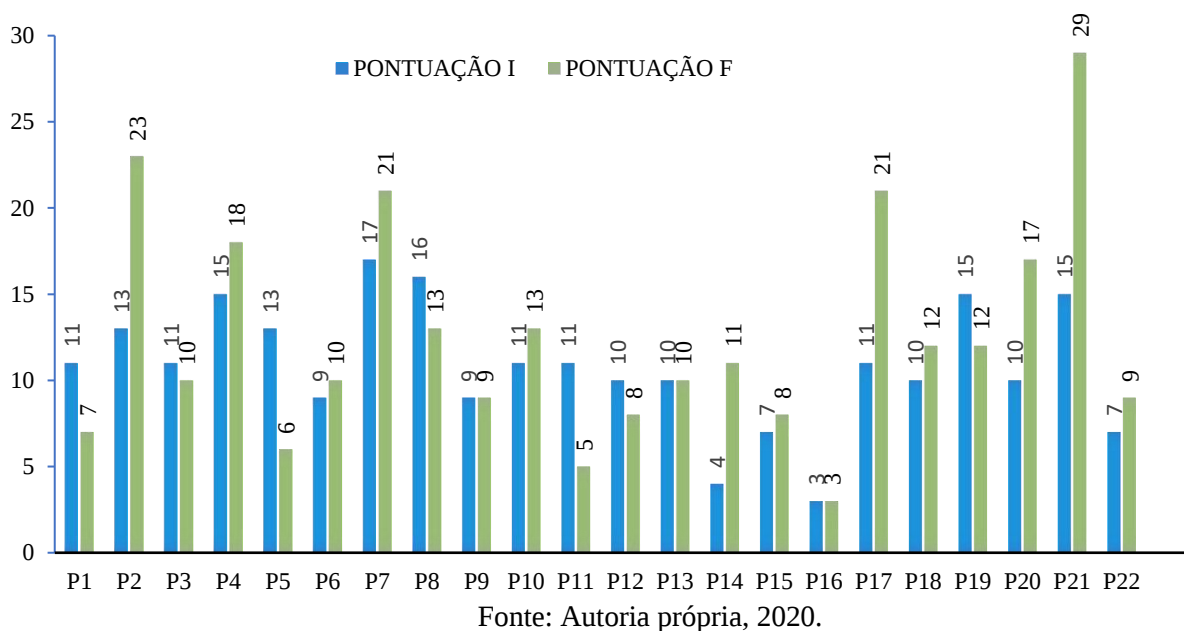
CATEGORIA	DESCRIÇÃO DA CATEGORIA
DIMINUIÇÃO RELEVANTE	Mapas conceituais com diminuição da pontuação acima da média de variação das pontuações.
DIMINUIÇÃO	Mapas conceituais com decréscimo na pontuação, mas igual ou menor do que a média de variação das pontuações.
ESTÁVEL	Mapas conceituais cuja pontuação se mantém inalterada nos mapas conceituais iniciais e finais.
AUMENTO	Mapas conceituais com aumento da pontuação igual ou abaixo da média de variação das pontuações.
AUMENTO RELEVANTE	Mapas conceituais com aumento da pontuação acima da média de variação das pontuações.

Fonte: Autoria própria, 2020.

Comparando-se as pontuações das duas atividades, mapas conceituais iniciais e finais, para cada participante (Figura 47) e obtendo a média de variação igual a quatro pontos, obteve-se o avanço nos processos cognitivos dos aprendizes avaliados, com 12 participantes

aumentando a pontuação ao se comparar mapa conceitual inicial e final, enquanto apenas três participantes estiveram com mesma pontuação e sete apresentaram pontuação menor para o mapa conceitual final.

Figura 47 - Pontuação dos mapas conceituais iniciais e finais dos participantes.



Com os resultados obtidos foi possível notar que, na maioria dos casos, os mapas finais tiveram aumento na pontuação e em cinco dos 22 mapas conceituais finais esse aumento foi acima da média. Este resultado indicou um relativo sucesso do trabalho desenvolvido quanto ao auxílio de avanços cognitivos dos aprendizes a respeito de Evolução Biológica. Desses mapas conceituais com aumento significativo na pontuação, os de P2, P7 e P21 destacaram-se por ter uma complexidade das ramificações relacionada aos conhecimentos relativos à história do pensamento evolucionista. Entretanto P20 e P14 demonstraram certa habilidade com a construção de mapas conceituais, utilizando de reconciliações integrativas e/ou diferenciações progressivas o que, segundo Moreira (2012), pode indicar certo domínio dos aprendizes sobre a temática abordada. Diferente desses exemplos, outros dois participantes obtiveram resultados que indicaram uma diminuição relevante da pontuação dos mapas conceituais finais. Essa diminuição pode ser atribuída ao fato de que nesses dois mapas conceituais, elaborados por P5 e P11, os termos de ligação estiveram ausentes entre os conceitos, comprometendo a estrutura do mapa (Quadro 3). Sem termos de ligação as proposições deixaram de ser formadas nos mapas conceituais, o que inviabilizava inferências avaliativas por parte do professor, que teria

que usar de sua subjetividade para avaliar os sentidos atribuídos pelo aprendiz a cada ligação entre conceitos.

Quadro 3 - Categorização dos participantes com base na pontuação dos mapas conceituais com média de oscilação de 4 pontos.

	CATEGORIAS				
	DIMINUIÇÃO RELEVANTE	DIMINUIÇÃO	ESTÁVEL	AUMENTO	AUMENTO RELEVANTE
PARTICIPANTES	P5 e P11	P1, P8, P12, P19, P3	P9, P13, P16	P4, P10, P6, P15, P18, P22	P2, P7, P14, P17, P20, P21
OSCILAÇÃO (Média = 4)	>4	≤ 4	0	≤4	>4

Fonte: Autoria própria, 2020.

Esse dado reforçou a necessidade do domínio da construção e avaliação de mapas conceituais por professores e aprendizes. Sendo os mapas conceituais uma forma de representar a cognição de quem os constrói, a falta de algum dos elementos da estrutura proposta para a essa construção pode descaracterizá-los e inviabilizá-los como ferramenta avaliativa.

Dentro da categoria de mapas conceituais que se mantiveram pontuação estável incluiu-se o mapa conceitual do participante P16, que, assim como no inicial, deixou de colocar os termos de ligação, dificultando a análise qualitativa do significado atribuído pelo participante. Nesse caso, além de faltarem exemplos de avanços cognitivos do participante sobre Evolução Biológica, o mesmo deixou a desejar na construção dos mapas conceituais, demonstrando que seriam necessários mais esforços durante a aula expositiva dialogada para que essa ferramenta fosse devidamente utilizada.

4.5.1 A Categorização pelo conteúdo

Sondando o material elaborado pelos participantes, observou-se que o conteúdo dos mapas conceituais apresentava relevante atenção sobre aspectos históricos da construção da Teoria da Evolução. Assim, nessa segunda categorização foram destacadas unidades de registro que evidenciaram uma incorporação de conceitos a respeito da história e da construção dessa teoria para a cognição dos estudantes (Quadro 4). Desta forma foi criada a categoria “Contexto Histórico-Social”, na qual foram incluídos três tipos de unidades de registro: (1) Sem contexto social, que contou com seis participantes; (2) Autoria apenas de Darwin, com cinco participantes e (3) Teóricos e ideias além de Darwin e Lamarck, com 11 participantes. Esse resultado apontou que a maioria dos estudantes demonstrou avanços cognitivos qualitativos quanto a incorporação da história da construção da Teoria da Evolução em seus arranjos cognitivos, evidenciando que a Sequência Didática foi efetiva nesse ponto. Dentre esses

avanços qualitativos destacou-se a ênfase nos teóricos abordados durante a Sequência Didática, bem como ideias e teorias que defendiam e seus respectivos contextos histórico-sociais.

Quadro 4 – Categorização dos mapas conceituais finais quanto a presença de contexto histórico.

Categoria	Subcategorias	Unidade de Registro	N	Unidade de Contexto
Contexto Histórico Social	Ausente	Sem contexto histórico	6	“Evolução biológica – <i>é</i> – Processo natural – <i>que</i> – Modifica caracteres” (P3f)
				“Evolução biológica – <i>é</i> - Seleção – <i>da espécie que</i> – Melhor se adapta” (P12f)
				“Evolução biológica – <i>é baseada em</i> – Adaptação” (P13f)
				“Evolução biológica – <i>é</i> – Mudança – <i>das</i> – Características” (P14f)
				“Evolução biológica – <i>tem</i> – Cladograma – Separação de Linhagens” (P15f)
				“Evolução biológica – <i>pode ocorrer aquisição ou perda de</i> – Características” (P20f)
	Reducionista	Autoria apenas Darwin	5	“Evolução biológica – <i>foi</i> – Descoberta por Darwin” (P6f)
				“Evolução biológica – <i>principal teoria</i> – Origem da vida – <i>escrita por</i> – Darwin” (P19f)
				“Evolução biológica – <i>pensada por</i> – Darwin” (P18f)
				“Evolução biológica – <i>autor</i> – Darwin” (P22f)
				“Estudos – Darwin – Seleção Natural” (P5f)
	Presente	Teóricos e ideias além de Darwin e Lamarck	11	“Evolução biológica – <i>escolas</i> – Lineana – <i>defende</i> – Criacionismo – <i>já a</i> – Gladista – <i>defende</i> – Teoria da Evolução” (P1f)
				“Religião – <i>treta</i> – Criacionismo x Evolucionismo” “Darwin – <i>era</i> – Naturalista -pensou em ser – médico” “Darwin – <i>vinha</i> – família tradicional” (P2f)
				“Evolução biológica – <i>Principais representantes estudiosos</i> – Darwin, Lamarck e Wallace” (P4f)
				“Evolução biológica - <i>começou com</i> – Gregos – <i>que eram</i> – Demócrito e Anaximandro” “Gregos – <i>seguir com</i> – Naturalistas Vitorianos – <i>que eram</i> – Lamarck e Buffon” (P7f)
				“Linneu – <i>conjunto de pensamentos</i> – Essencialistas – <i>que precedem a</i> – Teoria da Evolução – <i>proposta por</i> – Darwin” (P8f)
				“Darwin – Seleção natural direciona a evolução. Thomas Malthus: população P.G. Alimentos P.A.” “Neodarwinismo – <i>é</i> – junção das ideias da Seleção Natural e Mendel” (P9f)
				“Evolução biológica – <i>foi</i> – Estudada na época vitoriana- conhecida após os estudos de Darwin e Wallace” “Evolução biológica – <i>foi</i> – Estudada na época vitoriana” (P10f)
				“Evolução biológica – <i>começo</i> – Um filósofo disse que a origem veio através da água (P11f)
				“Evolução biológica – Lamarck – Darwin – Linneu” (P16f)
				“Evolução biológica - Sistema Nature – <i>desenvolvido por</i> – Linneu” “Evolução biológica – <i>teve contribuição de</i> – Lamarck – <i>com a lei</i> – Uso de Desuso” (P17f)
				“Neodarwinismo – Darwinismo + Genética Mendeliana” (P21f)

Fonte: Autoria própria, 2020.

Durante a aplicação da Sequência Didática foram anotados no quadro branco termos que os participantes manifestaram após a leitura do texto distribuído para eles no 2º Encontro da Sequência Didática. Apesar do termo “*Fitness*” inexistir na fala dos participantes, foram usados termos como: “Adaptação” e “valor reprodutivo”, que se relacionavam diretamente com ele (Figura 32, p. 17). Foram feitas anotações em vermelho e preto: as palavras em vermelho foram ditas pelos participantes, as em preto, bem como as linhas e setas de ambas as cores, foram construídas em conjunto com o professor no momento da reflexão coletiva sobre o texto.

Vale ressaltar que os termos “adaptação” e “valor reprodutivo” estiveram presentes no texto que foi entregue aos participantes. Assim, pode-se inferir que estes termos podem ter chamado a atenção dos aprendizes no texto. Logo, houve indícios de que o texto usado se mostrou eficiente em excitar cognitivamente os participantes, trazendo-lhes termos relevantes ao aprendizado dos conceitos de *Fitness* evolutivo e Evolução em si. Isso era esperado pelo pesquisador, no entanto os termos “aptidão” ou “*Fitness*” inexistiram na fala dos participantes, até esse ponto, o que mostrou pouca familiaridade deles com essas terminologias e que o texto usado sozinho, pode ser uma ferramenta ineficiente no processo de aprendizagem sobre o conceito evolutivo de *Fitness*.

Na sexta atividade, realizada durante o 2º Encontro da Sequência Didática, foi proposto um jogo para os participantes, descrito no capítulo 3 Produto Técnico Tecnológico Sequência Didática: *Fitness* evolutivo para professores em formação. Na discussão sobre o jogo, os estudantes conseguiram verbalizar um paralelo entre os pontos que faziam no jogo com a capacidade de sobreviver e reproduzir dos seres vivos (Figura 48). Nesse momento ocorreu a seguinte discussão:

Pesquisador: - E o que os pontos do jogo representam?

P16: - São o que dizem se o animal é bom em se virar.

Pesquisador: - Como assim em “se virar”? [a pergunta foi feita com a intenção de que usasse um vocabulário mais formal e adequado a conceituação].

P16: - Sei lá... se ele consegue reproduzir, arrumar um parceiro.

P10: - E se ele consegue viver também, porque tem umas cartas [se referindo as fichas de características] de “fuga”, por exemplo (Mostrando a ficha para a turma).

Pesquisador: Muito bom! E tem algum termo que a gente possa usar para traduzir isso?

“Silêncio”

Figura 48 – Fotografias mostrando duas integrantes de um dos grupos durante a contagem de pontos e consulta à tabela do jogo “Evoluindo sobre o conceito de *Fitness*”.



Fonte: Autoria própria, 2020.

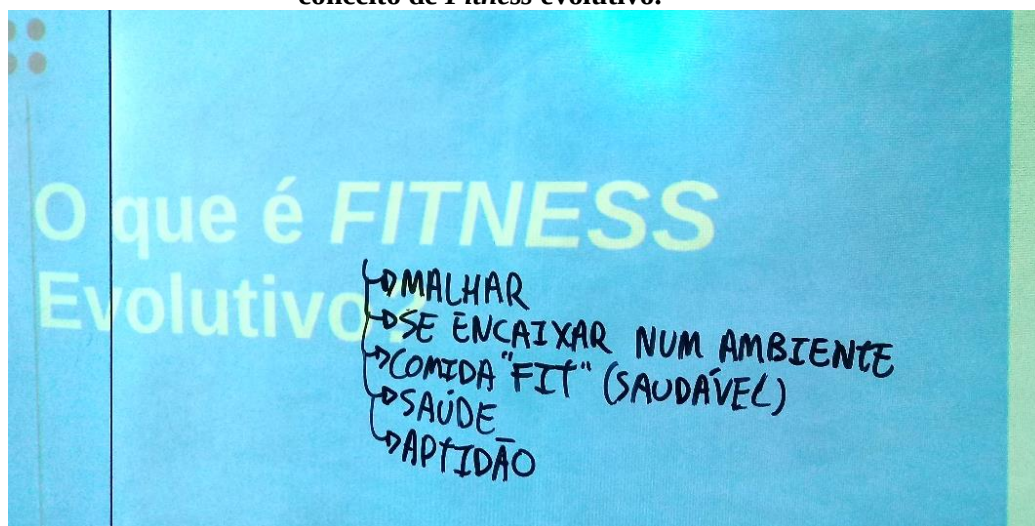
No momento seguinte do 2º Encontro, no qual o pesquisador tratou de trazer explicitamente o termo de *Fitness*, quando perguntados sobre o que pensaram quando viram a palavra exposta no diapositivo os estudantes comentaram quatro respostas: “Eu” (em tom de zombaria, fazendo alusão ao hábito de vida *Fitness* relacionado aos cuidados com o corpo); “Saudável” (aproximando-se das confusões de tradução e da disseminação equivocada do termo no meio científico, com a abordagem de Spencer (1864) *apud* Yates e Marek (2014); “Rato de Academia” (ainda com tom de zombaria, mas no mesmo sentido de saúde e cuidado com o corpo) e “Comida Ruim” (fazendo alusão ao cardápio adotado por pessoas que se prestam a ter um estilo de vida saudável).

Após esse momento, que gerou muita descontração graças às respostas dos participantes o diapositivo foi mudado, para direcionar a discussão ao objetivo central da Sequência Didática: o aprendizado do conceito de *Fitness* evolutivo, no novo diapositivo, a pergunta exposta era “O que é *FITNESS* Evolutivo?” (Figura 49).

Mesmo com a mudança da pergunta, nesse instante percebeu-se uma repetição de alguns conceitos por parte dos estudantes, no entanto a palavra “aptidão” apareceu nesse ponto, bem

como a expressão “se encaixar num ambiente”. Mesmo a segunda expressão estando imprecisa, vale ressaltar que se ambas se aproximaram do conceito de *Fitness* o suficiente para detectar termos ligados à Biologia e à Evolução. Assim, no oitavo momento o pesquisador revelou um conceito formal de *Fitness* e os estudantes tomaram nota.

Figura 49 - Fotografia do quadro branco com diapositivo projetado e anotações feitas pelo pesquisador por meio da fala dos participantes, destacando os termos mais relevantes ao conceito de *Fitness* evolutivo.



Fonte: Autoria própria, 2020.

Assim como já documentado na literatura (SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2014), esse trabalho apontou para uma limitação dos estudantes quanto a alguns conceitos diretamente relacionados a Teoria da Evolução, como foi o caso do conceito de adaptação, confundido por alguns participantes com o conceito de aptidão e mesmo este último nos mapas conceituais esteve divergente do sentido evolutivo do termo. Segundo Sepúlveda e El-Hani (2007) essa palavra na Biologia se refere a mudanças fisiológicas ocorridas ao longo da vida dos organismos e também pode ser usada para mudanças populacionais ao longo de linhagens.

Assim como o presente trabalho, Oleques, Santos e Boer (2011) também evidenciaram falas de professores com uma visão teleológica sobre o processo evolutivo, demonstrando que essas ideias podem ainda estar sendo ensinadas pelos professores no Ensino Básico e persistindo nos estudantes que chegam ao Ensino Superior, como apontam Yates e Marek (2014). No caso do trabalho de Oleques, Santos e Boer (2011) a visão objetivista do processo evolutivo evidenciou-se desde o conceito de Evolução, bem como ramificou-se para conceitos mais específicos como a ideia de que há uma necessidade dos organismos se adaptarem, segundo os autores demonstrando uma falta de compreensão do processo evolutivo como um fenômeno estocástico, isto é, acumulativo.

No presente trabalho os participantes também aproximaram os conceitos de aptidão e adaptação dessa perspectiva teleológica, como se fossem algo a ser alcançado pelos seres vivos. Vale ainda ressaltar que o termo adaptação apareceu seis vezes nos mapas conceituais finais, no entanto, na maioria delas estava ligado a outros conceitos sem termos de ligação, impossibilitando o entendimento pleno do sentido atribuído a essas palavras e reforçando a hipótese de que os participantes, apesar de saberem que se trata de um termo relevante para a Evolução, desconhecem seu papel dentro da teoria.

A respeito do conceito de variabilidade, que apareceu em quatro mapas conceituais finais, os estudantes o relacionaram de duas formas, uma ligada a conceitos de Genética e outra interligando com o Neodarwinismo, como no caso do participante P21. Isso demonstrou avanços cognitivos nesse sentido, visto que outros trabalhos apontaram que existem professores de Biologia que entendem a variabilidade dos organismos como fruto do ambiente, sem evidenciar em suas respostas a respeito do tema o papel das mutações genéticas (OLEQUES; SANTOS; BOER, 2011).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse tópico foram apresentadas as considerações finais a respeito dos resultados desse trabalho, iniciando a respeito da aquisição do conceito de *Fitness* evolutivo por parte dos participantes da pesquisa, seguindo para observações feitas a respeito dos termos mais frequentes nos materiais de avaliação produzidos pelos estudantes e finalizando com a eficiência da Sequência Didática em alcançar seus objetivos.

A respeito do conceito de *Fitness* evolutivo, poucas mudanças cognitivas foram evidenciadas nas respostas dos aprendizes. Esse termo apareceu apenas nas tempestades de ideias finais, apontando para uma incapacidade de relacioná-lo a outros conceitos e evidenciando uma Aprendizagem Mecânica por parte dos estudantes. No entanto, como o termo *Fitness* era inexistente no material referente aos conhecimentos prévios, evidenciou-se a aquisição de subsunçores que poderão ser úteis no processo de aprendizagem dos estudantes que participaram da pesquisa.

No sentido da Aprendizagem Significativa Proposicional do conceito de *Fitness* evolutivo, um indício considerado como positivo na mudança cognitiva dos aprendizes foi a presença desse termo num contexto correto, demonstrado por ligações cientificamente coerentes dentro dos mapas conceituais finais. No entanto, o termo sequer apareceu nos mapas conceituais iniciais ou finais.

Com isso, recomendou-se que, numa possível replicação desse trabalho, devem haver mais atividades diretamente relacionadas ao conceito de *Fitness* evolutivo. Uma sugestão pode ser trazer mais elementos da disciplina de Ecologia para essas atividades, de forma que os aprendizes possam relacionar as adaptações que os organismos desenvolvem ao longo da Evolução, com a cotidiana luta pela sobrevivência.

Além disso percebeu-se que a falta de habilidade dos participantes em elaborar mapas conceituais influenciou os resultados de forma que apontaram para uma perda de pontuação em alguns dos mapas conceituais finais, em relação aos iniciais. Assim reforçou-se a necessidade de que, tanto professor quando estudantes passem a dominar as ferramentas de avaliação para que os resultados, seja de uma pesquisa, seja em notas no cotidiano da Educação Formal, seja o menos enviesado possível, a fim de fazer jus aos avanços cognitivos dos aprendizes.

Tendo isso em mente, sugeriu-se que a ferramenta de mapas conceituais seja melhor trabalhada. Uma possibilidade seria uma atividade para que, coletivamente, os aprendizes e o professor montassem no quadro branco um mapa conceitual teste para que tivesse a estrutura

avaliada pelo professor, expondo os pontos em que a estrutura estivesse correta ou com fragilidades.

Como discutido nos resultados obtidos nesse trabalho, foi perceptível que predominaram termos ligados à Taxonomia. No entanto, foram poucos os mapas que tentaram explicar esses termos, a maioria se preocupava apenas em citá-los, sem demonstrar domínio cognitivo pleno sobre eles. Termos relacionados a Sistemática Filogenética sem explorar seus significados, ou tentando explicá-los, mas sem acurácia científica mostraram que essa área pode precisar de uma maior dedicação dos estudantes para que ocorra uma Aprendizagem Significativa Proposicional, cumprindo uma das funções dos mapas conceituais, de ser uma ferramenta para observação de pontos de fragilidade no conhecimento, permitindo uma otimização do tempo de estudo de quem os elabora.

Esses termos ligados à Taxonomia podem ter surgido com mais frequência graças ao fato de que os participantes estavam, em sua maioria, cursando a disciplina de Taxonomia e Sistemática Filogenética no período de aplicação da Sequência Didática. Logo, foi plausível que os termos relacionados ao tema tenham aparecido nos resultados, já que a própria disciplina, com frequência, esteve presa pela nomenclatura e atenta ao uso correto dessas palavras.

No entanto, vale ressaltar que os aprendizes também estavam cursando a disciplina de Ecologia e mesmo assim a atenção dada a termos dessa disciplina foi bem menor que a dada a de Taxonomia e Sistemática Filogenética.

Para que os termos ligados a Taxonomia tenham seus conceitos explicitados sugere-se que o professor reforce essa necessidade na hora da instrução dizendo: “Quando usarem algum tempo de uma área em específico, procurem criar ligações para explicar o que querem dizer com eles”. O mesmo reforço pode ser preciso quanto aos termos da disciplina Ecologia.

O maior êxito da Sequência Didática proposta nesse trabalho foi, certamente, a apreensão de termos e conceitos relacionados aos fatos históricos relacionados a Teoria da Evolução e como houve uma colaboração entre diversos teóricos que resultou na sua contínua construção. Assim, quando o professor tiver por objetivo ensinar sobre essa área do conhecimento recomenda-se que, assim como feito nesse trabalho, utilize da humanização e da historicidade das figuras históricas envolvidas no processo.

O presente trabalho de dissertação argumentou a importância e defendeu a necessidade de formação de professores de Biologia entenderem e conseguirem lecionar sobre Evolução Biológica, usando a historicidade do processo científico e o conceito evolutivo de *Fitness* como um conceito central para explicar a Teoria da Evolução.

Foi exposta a relevância desse conceito como capaz de articular o conteúdo nas salas de aula com a complexidade da natureza das relações evolutivas. Além disso, foi defendido neste trabalho uma proposta metodológica para o ensino de Evolução por meio do conceito de *Fitness* evolutivo, aplicada com graduandos em licenciatura, de modo que esses participantes, poderão levar a experiência para sua futura prática docente.

Com os resultados apresentados ainda é difícil afirmar a eficiência da Sequência Didática quanto ao cumprimento de todos os seus objetivos, em especial a respeito da Aprendizagem Significativa Proposicional do conceito de *Fitness* evolutivo, mas notaram-se avanços na construção de subsunçores a serem explorados ao longo da formação dos aprendizes.

Também se observou o fato de dedicar uma porção de tempo das aulas expositivas dialogadas voltadas especificamente para a história da construção do conhecimento científico, que possivelmente renderam avanços cognitivos por parte dos aprendizes, reforçando o potencial colaborativo de que essa compreensão histórica pode ser uma forma de gerar uma Aprendizagem Significativa Proposicional.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS, Secretaria de Estado de Educação e Esportes. **Referencial curricular da educação básica da rede estadual de ensino de Alagoas: Ciências da Natureza**, Maceió, 227p., 2019.

ALMEIDA A.V.; FALCÃO, J.T.R. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, v. 11, n 1:17–32, 2005.

ALMEIDA A.V.; FALCÃO J.T.R. As teorias de Lamarck e Darwin nos livros didáticos de Biologia no Brasil. **Ciência & Educação**, v. 16, n 3:649-665, 2010.

ALTERS, B.J.; NELSON, C.E. Perspective: Teaching evolution in higher education. **Evolution**, v. 56, n. 10:1891-1901, 2002.

ANDERSON, R.D. Teaching the theory of evolution in social, intellectual, and pedagogical context. **Science & Education**, v. 91, n. 4:664-677, 2007.

ARROYO, M.G. **Currículo, Território em disputa**. Rio de Janeiro, 5 ed.: Vozes, 2011.

AUSUBEL, D.P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton, 1963.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Persona, 1997.

BISHOP, B.; ANDERSON, C.W. Evolution by Natural Selection: A Teaching Module. **The Institute for Research on Teaching**, v. 91:1-58, 1986.

BIZZO, N.M.V. Ensino de Evolução e História do Darwinismo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, São Paulo, SP, 1991.

BRASIL, Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Brasília, 2006.

BRASIL, Secretaria de Educação Básica. **Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa**: planejando a alfabetização e dialogando com diferentes áreas do conhecimento. Ano 2: unidade 6. Brasília: MEC, SEB, 2012.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais**: ensino médio. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: Ministério da Educação, 364p., 2015.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura, República Federativa do Brasil. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

CACHAPUZ, A. F. Arte e Ciência no Ensino das Ciências. **Interacções**, v. 31: 95-106, 2014.

CAPRA. F. **Alfabetização Ecológica. A educação das crianças para um mundo sustentável**. São Paulo: Cultrix, 2006.

CARR, E.; OGLE, D. KWL Plus: A Strategy for Comprehension and Summarization. **Journal of Reading**, v. 30:636-631, 1987.

DAAN, S.; DIJKSTRA, C.; TINBERGEN, J.M. Family planning in the kestrel (*Falco tinnunculus*): the ultimate control of covariation of laying date and clutch size. **Behaviour**, vol. 114, n.1/4:82-116, 1990.

DAWKINS, R. **The blind watchmaker**. New York: Norton, 2. ed., 1986.

DAWKINS, R. **O Gene egoísta**, São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

DONDA, P.F.; MARTINS, L.A.P. As concepções de Erasmus Darwin sobre a transmutação dos animais. **Filosofia e História da Biologia**, v. 11, n. 1:121-135, 2016.

FRANCO, M.L.P.B. **O livro didático e o Estado**. ANDE, ano I, n. 5: 19-24, 1992.

FRAZZON, L.M. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. **Revista Pedagógica**, Unioeste, Chapecó, v. 3:7-32, 1999.

FREIRE Jr., O. A. A relevância da filosofia e história das ciências para a formação dos professores de Ciências, p. 13-30. In: SILVA FILHO, W.J.da (ed.). **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia/UCSal. 2002.

FUTUYMA, D. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 3 ed., 2009.

GOULD, S.J. **O Sorriso do Flamingo**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

HIDALGO, J.M.; MEDEIROS QUEIROZ, D. DE Biografias Científicas com vistas à Inserção Didática: aportes da História e da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 21:65-86, 2020.

LEDERMAN, N.G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4:331-359, 1992.

LIMA FILHO, M. A Crítica de Darwin ao Argumento Teleológico de Paley. **Revista Brasileira de Filosofia da Religião**, v. 4:152-169, 2017.

MARTINS, L.A.P. A história da ciência e o ensino da biologia. **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 5:18-21.

MATTHEWS, M.S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3:164-214, 1995.

MAYR, E. **Biologia, ciência única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MEYER, D.; EL-HANI, C.N. **Evolução**: o sentido da Biologia. São Paulo: UNESP, 2005.

MOREIRA, M.A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Quriculum: revista de teoria, investigación y práctica educativa**. La Laguna, Espanha. n°. 25:29-56, 2012.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2 ed., 2014.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E.A.F. **Aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Centauro, 2 ed., 2006.

NASCIMENTO, N.C. **A aprendizagem de um tema que gera conflito entre ciência e crença**: uma investigação com estudantes do ensino médio técnico. 2017. Tese de Doutorado, Ensino Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 250 p., 2017.

NIST, S.L.; MEALEY D. C.C. Teacher-directed comprehension strategies p. 42-85. In: FLIPPO, R.F.; CAVERLY, D.C. (Eds.) **Teaching reading & study strategies at the college level**. Newark: International Reading Association, 1991.

NOVAK, J.D. Concept mapping: A useful tool for science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 10:937-949, 1990.

NOVAK, J.D. Concept mapping: A strategy for organizing knowledge, p. 229-245. In: SHAWN, G.M.; REINDERS, D. (Org.) **Learning science in the schools: Research reforming practice**, New York: Routledge, 1995.

NOVAK, J.D.; GOWIN, D.B **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984.

OLEQUES, L.C.; SANTOS, M.L.B.; BOER, N. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n. 2:243-263, 2011.

PERETTI, L.; TONIN DA COSTA, G.M. Sequência didática na matemática. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 8, n. 17:1-15, 2013.

QUAMMEN D. **As Dúvidas do sr. Darwin**: um retrato do criador da teoria da evolução. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

ROSA, V.L.; MUNIZ, E.C.; CARNEIRO, A.P.N.; GOEDERT, L. O tema Evolução entre Professores de Biologia Não-licenciados - Dificuldades e Perspectivas. VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2002.

RUSE, M. **But is it Science? The Phylosophical Questions in the Creation/Evolucion Controversy**. Buffalo: Prometheus, 1988.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 9, n 2:137-175, 2004.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. Obstáculos epistemológicos e sementes conceituais para a aprendizagem sobre adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. **Acta Scientiae**, Canoas, v.16, n. 2:237-263, 2014.

SEPULVEDA, C.; MORTIMER, E.F.; EL-HANI, C.N. **Conceptual Profile of Adaptation: A Tool to Investigate Evolution Learning in Biology Classrooms**. p.163-200. In: MORTIMER, E.; EL-HANI, C. N. (Eds.). **Conceptual Profiles: A theory of teaching and learning Scientific Concepts**. Series: Contemporary Trends and Issues in Science Education. Dordrecht: Springer, 2014.

SOUZA, S. **A goleada de Darwin**. Sobre o debate criacionismo/evolucionismo. Rio de Janeiro: Record, 2009.

STEARNS, S.C.; HOEKSTRA, R.F. **Evolução**: Uma introdução. Rio de Janeiro: Atheneu, 2003.

TAMBOSI O. **A Cruzada Contra as Ciências**. Florianópolis: UFSC, 2010.

TIDON R; LEWONTIN C. R. Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, vol. 27, no.1:124-131, 2004.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. *Revista eletrônica de jornalismo científico*. Disponível em: <http://comciencia.br/comciencia/?section=8&edicao=45&id=535>. Acesso em 02 abril. 2020, 2009.

YATES, T.B.; MAREK, E.A. Teachers teaching **misconceptions**: a study of factors contributing to high school biology students' acquisition of biological evolution-related misconceptions. **Evo Edu Outreach**, v.7 n 7, <https://doi.org/10.1186/s12052-014-0007-2>, 2014.

WORD CLOUD: site para gerar nuvens de palavras. Disponível em: www.wordclouds.com;. Acesso em: 16 dez. 2019.

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

ANEXOS

Anexo 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CONTRIBUIÇÃO PARA O APRENDIZADO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA:
Conceito evolutivo de Fitness

Pesquisador: CAUAY VIANNA GAZELE

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 18998719.3.0000.5013

Instituição Proponente: Centro de Educação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.536.773

Apresentação do Projeto:

A pesquisa será realizada no Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas com a finalidade de fazer o levantamento do conhecimento de estudantes de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas sobre Evolução Biológica. Além disso, em caráter de pesquisa-ação a abordagem envolve a aplicação de uma sequência didática na qual os 50 estudantes participarão de aulas com debates a respeito de textos e produzirão mapas conceituais e tempestades de ideias, pré e pós aplicação da sequência, que servirão de instrumento de coleta de dados.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo primário

- Contribuir para a compreensão de licenciandos em biologia sobre Evolução Biológica através do conceito evolutivo de Fitness.

Objetivo secundário

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

- Investigar as concepções de licenciandos em Biologia a respeito do conceito evolutivo de Fitness a fim de caracterizar o estado do saber deles sobre o tema;

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A. C. Simões,
Bairro: Cidade Universitária CEP: 57.072-900
UF: AL Município: MACEIO
Telefone: (82)3214-1041

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Continuação do Parecer: 3.536.773

- Analisar a efetividade de uma sequência didática no auxílio da mesma no processo de aprendizagem do conceito evolutivo de Fitness.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante no âmbito pedagógico, encontra-se de acordo com as Resoluções n 466/2012 e n 510/2016.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta TCLE, Declaração de publicização e Declaração de anuência de utilização da infraestrutura.

Recomendações:

Incluir no cabeçalho e no corpo de texto da declaração de publicização a Resolução n 510/2016, e também como o participante terá acesso aos resultados da pesquisa.

No TCLE no item 13 retirar a informação em FAZER A OPÇÃO SE HAVERÁ OU NÃO DESPESAS E RESSARCIMENTO, deixar apenas o texto depois dos dois pontos.

No TCLE corrigir numeração das páginas, 1/3, 2/3 e 3/3 no lugar de 1/2, 2/2 e 3/2.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovada, mas deve atender as recomendações.

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo Aprovado

Prezado (a) Pesquisador (a), lembre-se que, segundo a Res. CNS 466/12 e sua complementar 510/2016:

O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado e deve receber cópia do TCLE, na íntegra, assinado e rubricado pelo (a) pesquisador (a) e pelo (a) participante, a não ser em estudo com autorização de declínio;

V.S^a. deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade por este CEP, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata;

O CEP deve ser imediatamente informado de todos os fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É responsabilidade do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas a evento adverso ocorrido e enviar notificação a este CEP e, em casos pertinentes, à ANVISA;

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A. C. Simões,
Bairro: Cidade Universitária CEP: 57.072-900
UF: AL Município: MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS



Continuação do Parecer: 3.536.773

sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial;

Seus relatórios parciais e final devem ser apresentados a este CEP, inicialmente após o prazo determinado no seu cronograma e ao término do estudo. A falta de envio de, pelo menos, o relatório final da pesquisa implicará em não recebimento de um próximo protocolo de pesquisa de vossa autoria.

O cronograma previsto para a pesquisa será executado caso o projeto seja APROVADO pelo Sistema CEP/CONEP, conforme Carta Circular nº. 061/2012/CONEP/CNS/GB/MS (Brasília-DF, 04 de maio de 2012).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1385669.pdf	13/08/2019 16:49:14		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Texto_teste.doc	13/08/2019 16:48:22	CAUAY VIANNA GAZELE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	13/08/2019 16:47:42	CAUAY VIANNA GAZELE	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Teste_texto.docx	13/08/2019 16:47:36	CAUAY VIANNA GAZELE	Aceito
Folha de Rosto	Texto_Test.pdf	24/07/2019 12:49:16	CAUAY VIANNA GAZELE	Aceito
Outros	Texto_teste.pdf	24/07/2019 12:38:08	CAUAY VIANNA GAZELE	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A. C. Simões,
Bairro: Cidade Universitária CEP: 57.072-900

UF: AL Município: MACEIO

Telefone: (82)3214-1041

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 3.536.773

MACEIO, 27 de Agosto de 2019

Assinado por:
Luciana Santana
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A. C. Simões,
Bairro: Cidade Universitária CEP: 57.072-900
UF: AL Município: MACEIO
Telefone: (82)3214-1041

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com