

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

Cauay Vianna Gazele

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA: *FITNESS EVOLUTIVO*
PARA PROFESSORES EM FORMAÇÃO**

Maceió
2020

CAUAY VIANNA GAZELE

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA: *FITNESS EVOLUTIVO*
PARA PROFESSORES EM FORMAÇÃO**

Produto Técnico Tecnológico apresentado 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

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.

**Catalogação 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 Sovierzoski
Orientadora
(ICBS/Ufal)



Prof. Dr. Rodrigo de Souza Poletto
(UENP)



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

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.



**Sequência didática:
*Fitness evolutivo para
professores em formação***

2020

Cauay
Vianna
Gazele

UFAL

SUMÁRIO

Objetivos.....	08
Público-alvo.....	08
Conteúdo.....	08
Tempo estimado.....	08
Material Necessário para a Sequência Didática.....	09
Materiais recomendados para o professor estudar sobre o tema.....	09
O que os estudantes poderão aprender com as atividades.....	09
Encontros.....	10
1º Encontro - Apresentação das atividades e levantamento de conhecimentos prévios.....	10
1ª Atividade.....	10
2ª Atividade.....	11
3ª Atividade	13
4ª Atividade.....	14
2º Encontro - O conceito evolutivo de <i>Fitness</i>.....	30
5ª Atividade.....	31
6ª Atividade.....	32
7ª Atividade.....	33
8ª Atividade.....	37
3º Encontro - A cognição dos estudantes após a intervenção docente.....	41
Atividade Final.....	41

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.

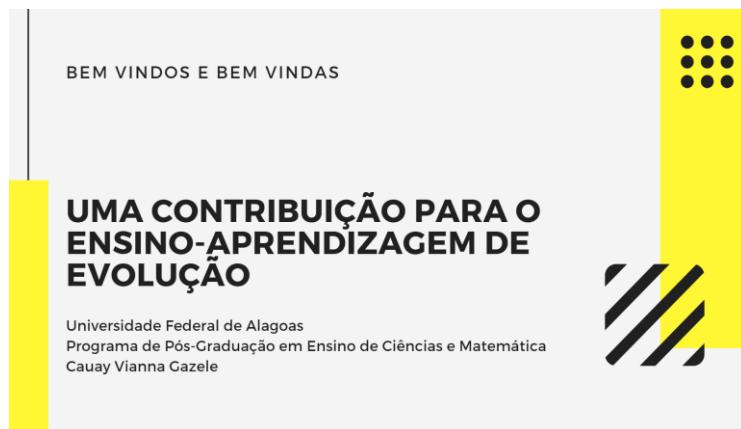
Na quarta e última atividade desse encontro o professor irá apresentar o principal organizador prévio da Sequência Didática. Uma aula expositiva dialogada deve ser apresentada, na qual os estudantes são apresentados a uma parte do histórico da Teoria da Evolução, por meio da apresentação de teóricos 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.

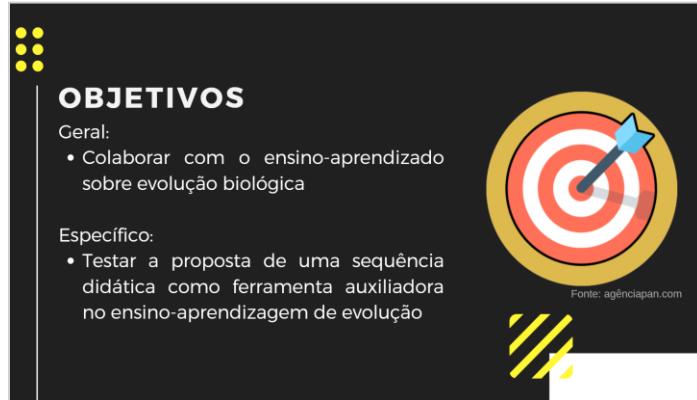


Fonte: Autoria própria, 2020.

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.

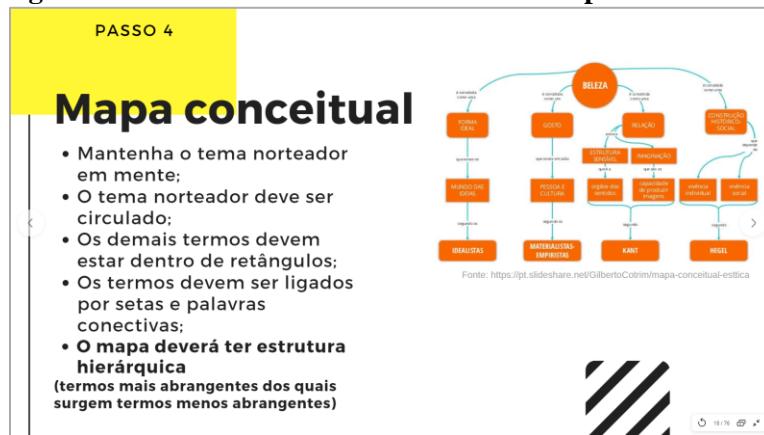


Fonte: Autoria própria, 2020.

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 pensem ser 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.

4^a 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 colaboraram 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 quanto 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 quanto 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 reflete 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.

Naturalistas

vitorianos

ERA VITORIANA

- Longo período de paz e prosperidade britânico;
- Expansão do Império britânico;
- Costumes moralistas;
- Fundamentalismo religioso.

Fontes: <https://www.muralswallpaper.co.uk/>
https://pt.wikipedia.org/wiki/Vitória,_rainha,_do_Reino_United



RAINHA VITÓRIA
1744 - 1829

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.



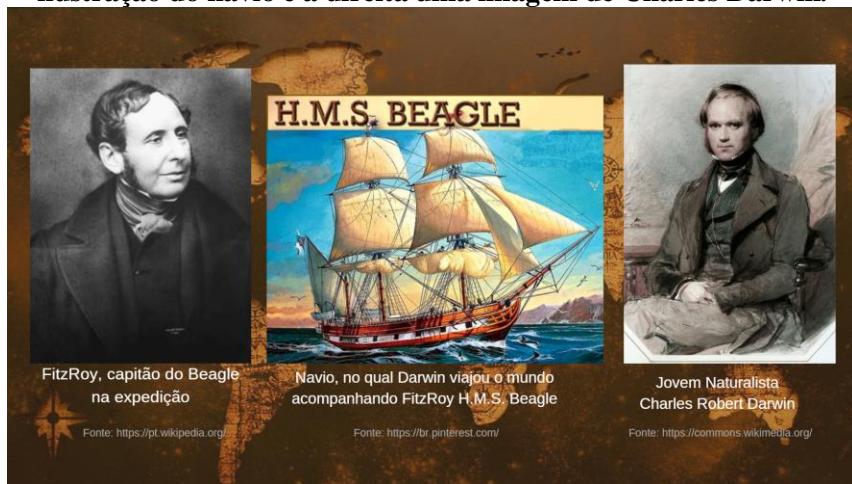
Fonte: Autoria própria, 2020.

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.

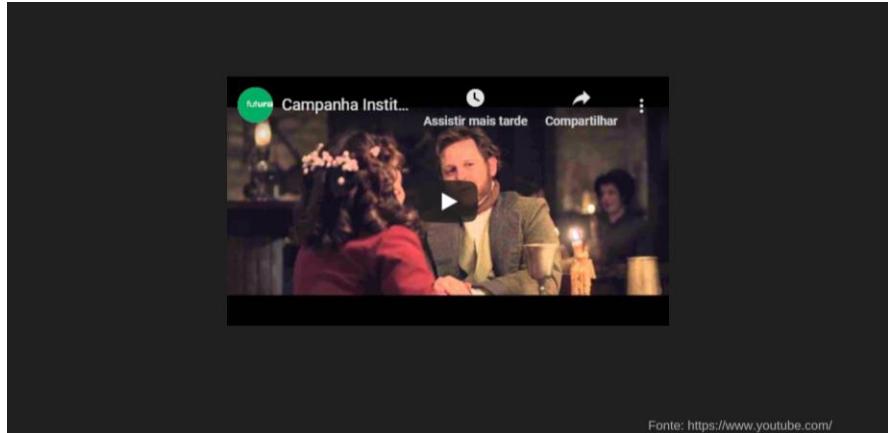


Fonte: Autoria própria, 2020.

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: <https://www.youtube.com/>

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 estudos que influenciaram as ideias de Darwin e que devem ser destacados pelo professor ao término do vídeo.

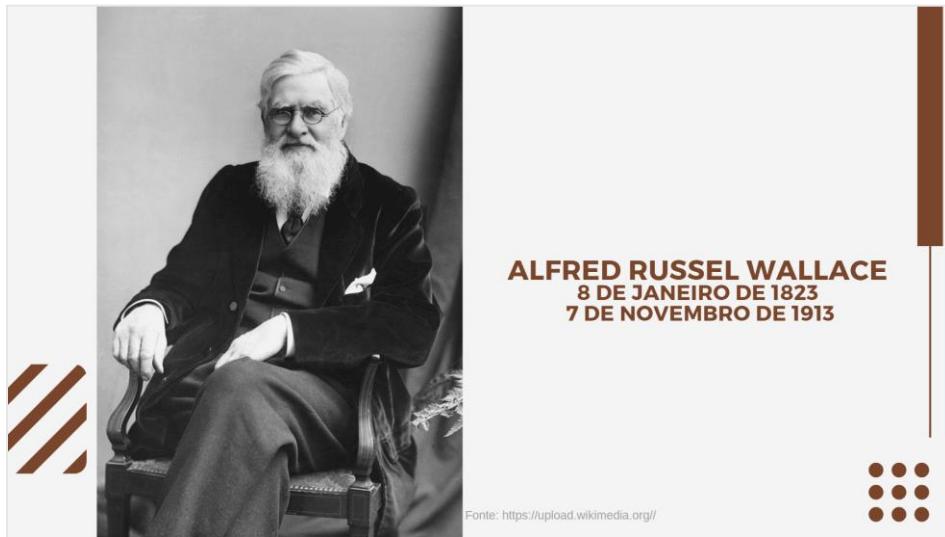
Figura 16 - Tela inicial do vídeo que compila as informações sobre Darwin, suas ideias centrais e sua viagem no H.M.S Beagle.



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 estudosos 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 suscitaron 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.

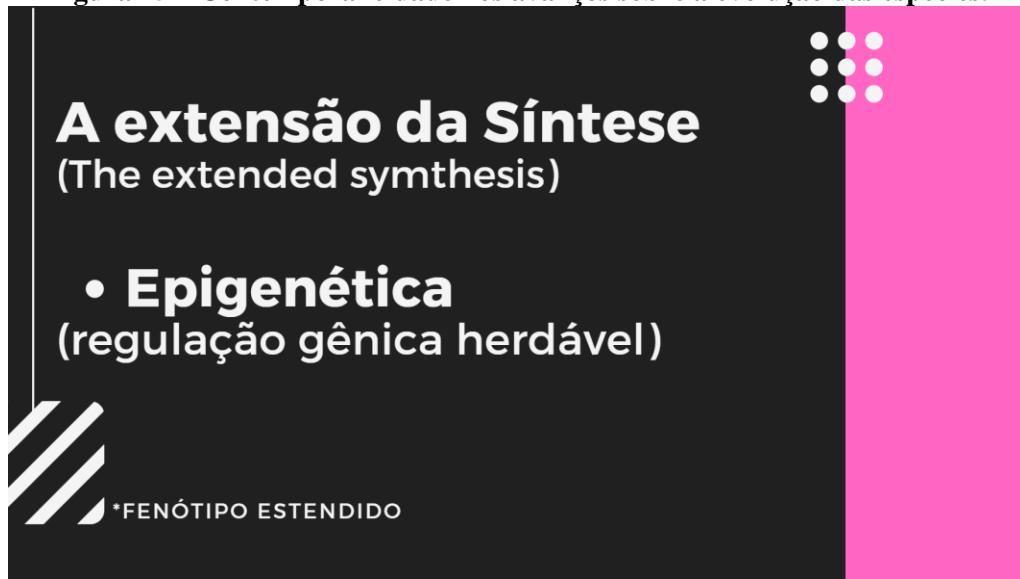
Figura 24 - Theodosios Dobzhansky e Ernest Mayr.



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.



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.

5^a 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.”

6^a 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 do 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.

7^a 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:

Etapa 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	Arborícola	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					Fossalíal	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	Arborícola	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					Fossalíal	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	Arborícola	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					Fossalíal	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.

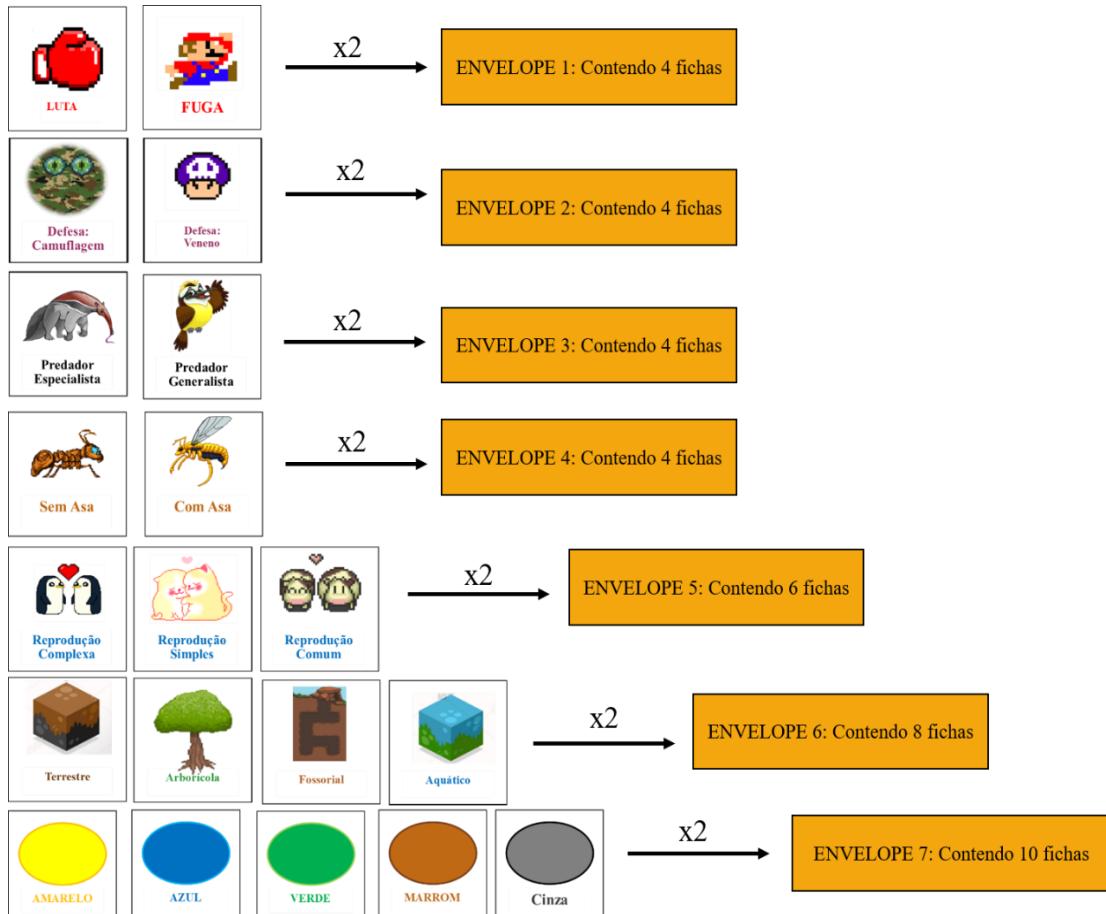
Início do Jogo:

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);

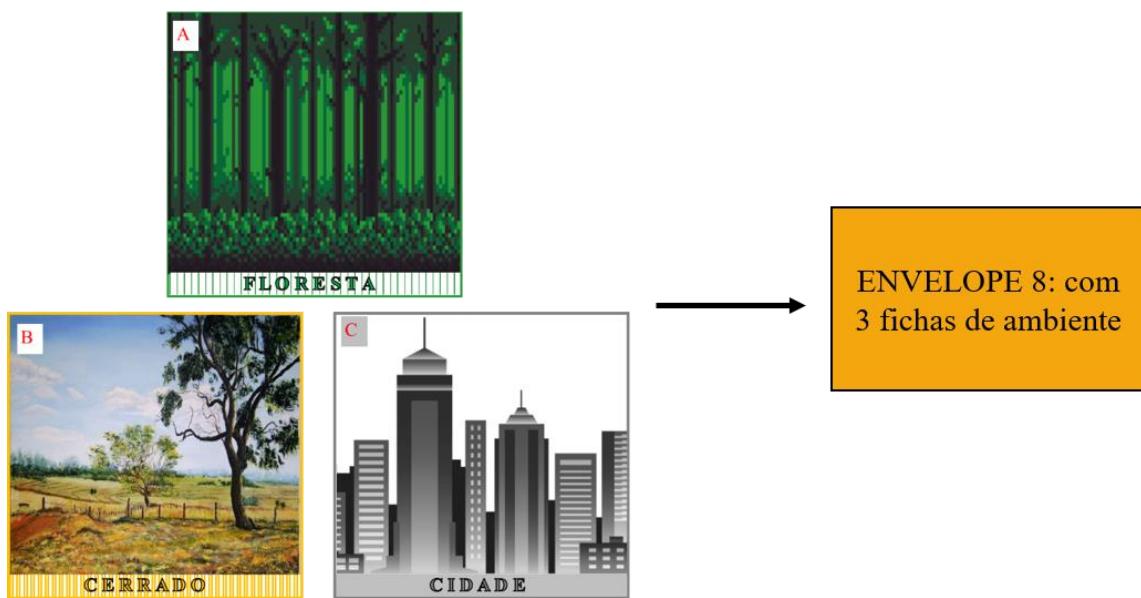
Figura 26 - Conjunto de Fichas de Características e instrução para colocá-las nos respectivos envelopes.



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.

8^a 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 “fossal”;
 - 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”.

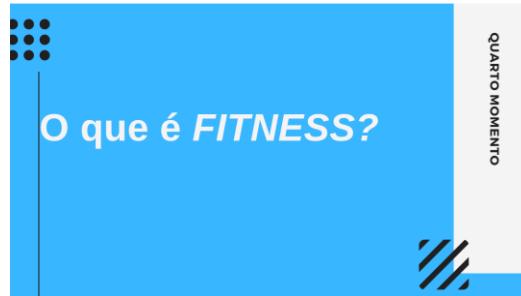
■ **Resultados esperados na dinâmica B:**

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.

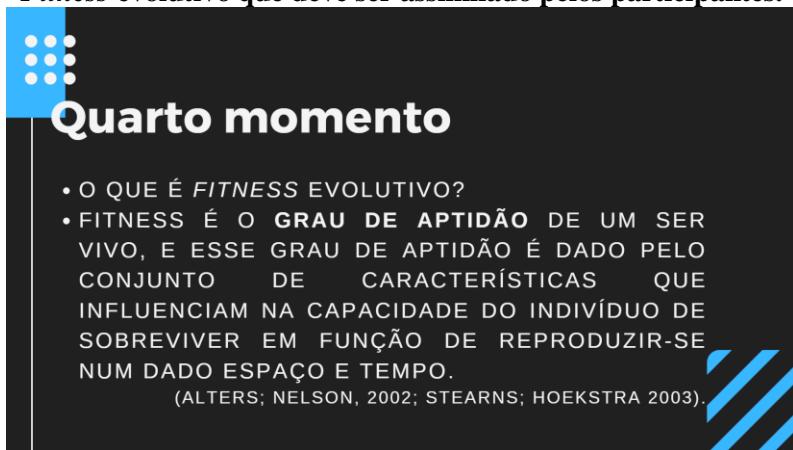
Figura 29 – Diapositivo usado para aproximar das respostas espontâneas do conceito de *Fitness evolutivo*.



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?** *Qurriculum: revista de teoría, 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.

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

