

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

WESLEY GOMES BOJARSKI

DETETIVES DA EVOLUÇÃO: UM JOGO DIDÁTICO INVESTIGATIVO E
ARGUMENTATIVO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO
BIOLÓGICA NO ENSINO SUPERIOR

CURITIBA

2024

WESLEY GOMES BOJARSKI

DETETIVES DA EVOLUÇÃO: UM JOGO DIDÁTICO INVESTIGATIVO E
ARGUMENTATIVO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DE EVOLUÇÃO
BIOLÓGICA NO ENSINO SUPERIOR

TCC apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas, Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Lupe Furtado Alle

CURITIBA

2024

TERMO DE APROVAÇÃO PELA BANCA EXAMINADORA

Dedico este trabalho a minha família, a minha mãe *Sônia*, meu pai *João* e meu irmão *Wilynson*, que sempre me guiaram e apoiaram. Sobretudo a minha mãe, que impedida de estudar, fez de tudo para que eu estivesse aqui.

RESUMO

A Evolução Biológica detém caráter integrador nas Ciências Biológicas, crucial para a compreensão deste campo. Porém, seu ensino-aprendizado perpassa problemáticas como a complexidade da teoria, carência de materiais didáticos e formação inicial inadequada. O ensino investigativo possui o potencial de aproximar os discentes da prática científica, enquanto o ensino argumentativo e jogos didáticos facilitam a compreensão de assuntos complexos. Objetivou-se investigar, a partir do desenvolvimento de um jogo didático investigativo e argumentativo, a aprendizagem de Evolução Biológica, construção de argumentos e a relevância e usabilidade de tal no jogo no Ensino Superior. A pesquisa apresentou abordagem quase-experimental e enfoque quali-quantitativo. A amostra consistiu em duas turmas de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná - UFPR, com 36 participantes (N=36). Aplicou-se um questionário prévio às turmas, seguido da aplicação do jogo didático "Detetives da Evolução", que propõe uma investigação, e argumentação pelo Padrão Argumentativo de Toulmin (TAP). Durante o jogo, gravou-se o áudio das conversas. Após, foi aplicado um questionário posterior para comparações pós intervenção. Os questionários avaliaram tanto conceitos, quanto argumentação e percepções do jogo (escala *likert*). As análises se deram por testes estatísticos (Mann-Whitney e Fisher) para as questões fechadas, por combinações do TAP para a argumentativa e por Análise de Conteúdo Temática para as abertas e para a transcrição dos áudios. Para as percepções foi apresentada a descrição. Não obteve-se diferença significativa no aprendizado de conceitos pós intervenção, apesar de aumento percentual. Evidenciou-se a melhora dos argumentos após o jogo, com menos respostas não argumentativas e mais justificativas e apoios para as alegações. As questões abertas demonstraram sobretudo sensações positivas ao jogar-se e a relevância e aceitação para o ensino de Evolução Biológica. As percepções de adaptabilidade para o Ensino Básico, divertimento, motivação e uso na graduação foram majoritariamente de concordância. O estudo contribui para a progressão das discussões sobre o ensino argumentativo, visto o potencial que detém, sobretudo em Evolução, e frente a carência de trabalhos o abordando. Corrobora para testes mais rigorosos com jogos didáticos. Bem como, colabora para o desenvolvimento de uma estratégia de ensino alternativa para Evolução Biológica, considerando adequações no material, e para o incentivo a novas. Assim, sugere-se estudos com amostra maior, adequações no jogo, ao menos dois avaliadores para os argumentos e que o jogo seja utilizado ou testado dentro de um estratégia de aulas que aproveitem seu potencial, para verificar as mudanças conceituais, pois o aprendizado de Evolução é gradativo e contínuo.

Palavras-chave: Jogo Didático; Ensino Superior; Ensino Investigativo e Argumentativo; Evolução Biológica; Padrão Argumentativo de Toulmin.

ABSTRACT

Biological Evolution has an integrative nature in Biological Sciences, which is crucial for understanding this field. However, its teaching and learning process is subject to problems such as the complexity of the theory, lack of teaching materials and inadequate initial training. Investigative teaching has the potential to bring students closer to scientific practice, while argumentative teaching and educational games facilitate the understanding of complex subjects. The objective of this study was to investigate, through the development of an investigative and argumentative educational game, the learning of Biological Evolution, construction of arguments and the relevance and usability of such in the game in Higher Education. The research presented a quasi-experimental approach and a qualitative-quantitative focus. The sample consisted of two Biological Sciences classes from the Federal University of Paraná - UFPR, with 36 participants (N=36). A questionnaire was previously applied to the classes, followed by the application of the educational game "Evolution Detectives", which proposes an investigation and argumentation by the Toulmin's Argumentative Pattern (TAP). During the game, the audio of the conversations was recorded. Afterwards, a questionnaire was applied for post-intervention comparisons. The questionnaires evaluated concepts, arguments and perceptions of the game (Likert scale). The analyses were performed using statistical tests (Mann-Whitney and Fisher) for the closed questions, TAP combinations for the argumentative questions and Thematic Content Analysis for the open questions and for the transcription of the audios. For the perceptions, a description was presented. No significant difference was obtained in the learning of concepts after the intervention, despite a percentage increase. The improvement in arguments after the game was evident, with fewer non-argumentative responses and more justifications and support for the claims. The open questions demonstrated, above all, positive feelings about playing and the relevance and acceptance for teaching Biological Evolution. The perceptions of adaptability for Basic Education, fun, motivation and use in undergraduate courses were mostly in agreement. The study contributes to the progression of discussions on argumentative teaching, given its potential, especially in Evolution, and given the lack of studies addressing it. It supports more rigorous testing with educational games. It also contributes to the development of an alternative teaching strategy for Biological Evolution, considering adjustments to the material and to encourage new ones. Thus, we suggest studies with a larger sample, adjustments to the game, at least two evaluators for the arguments and that the game be used or tested within a classroom strategy that takes advantage of its potential, to verify conceptual changes, since learning Evolution is gradual and continuous.

Keywords: Didactic Game; Higher education; Investigative and Argumentative Teaching; Biological Evolution; Toulmin's Argumentative Pattern.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Padrão Argumentativo de Toulmin.....	33
Figura 2 - Padrão Argumentativo de Toulmin exemplificado.....	34
Figura 3 - Logo do jogo.....	42
Figura 4 - Carta Caso.....	43
Figura 5 - A Ilha: Pacífica.....	44
Figura 6 - Pássaros 1, 2 e 3.....	45
Figura 7 - Carta 1.....	45
Figura 8 - Carta 2.....	46
Figura 9 - Fóssil/Carta Dica e exemplo.....	47
Figura 10 - Carta 3.....	48
Figura 11 - Cartas 4 e 5.....	49
Figura 12 - Carta 6.....	50
Figura 13 - Espectrogramas.....	50
Figura 14 - Carta 7.....	52
Figura 15 - Carta 8 e Dica.....	53
Figura 16 - Carta 9.....	54
Figura 17 - Carta 10.....	55
Figura 18 - Carta 11.....	56
Figura 19 - Folha do argumento.....	58
Figura 20 - Exemplo de resposta DC.....	66
Figura 21 - Exemplo de resposta DJAC.....	67
Gráfico 1 - Questões <i>Likert</i>	76
Figura 22 - Argumento final do jogo.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise de conteúdo à Q9: Como você se sentiu ao participar do jogo Detetives da Evolução?.....	68
Quadro 2 - Análise de conteúdo à Q11: O que você achou do jogo Detetives da Evolução para o ensino de Evolução Biológica?.....	71
Quadro 3 - Análise de conteúdo à Q16: Alguma observação ou sugestão em relação ao jogo?.....	74
Quadro 4 - Categorização dos temas principais debatidos pelo grupo durante o jogo.	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado do teste de Mann-Whitney, IQR, mediana e participantes na comparação prévia e posterior em relação ao score para as turmas separadas.....	59
Tabela 2 - Resultado do teste de Fisher comparando o desempenho total de acertos e erros prévio e posterior por turma.....	60
Tabela 3 - Resultado do teste de Mann-Whitney, IQR, mediana e participantes na comparação prévia e posterior em relação ao score para as turmas juntas.....	60
Tabela 4 - Desempenho total de acertos e erros, prévio e posterior, com respectivas proporções, e resultado do teste de Fisher para turmas juntas.....	61
Tabela 5 - Comparação de acertos e erros por questão, prévio e posterior, com respectivas proporções e resultado do teste de Fisher.....	61
Tabela 6 - Combinações do TAP identificadas antes e depois do jogo nos argumentos da questão 8.....	64
Tabela 7 - Comparação de apoio/justificativa identificado antes e depois do jogo nos argumentos da questão 8.....	64
Tabela 8 - Comparação da frequência de justificativas identificadas antes e depois do jogo nos argumentos da questão 8.....	64

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 JUSTIFICATIVA.....	15
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
4.1 EVOLUÇÃO BIOLÓGICA.....	16
4.2 ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA.....	17
4.3 EMPECILHOS NA ABORDAGEM.....	20
4.4 JOGOS DIDÁTICOS.....	23
4.5 ENSINO DE CIÊNCIAS E INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA.....	29
4.6 ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	30
4.7 TOULMIN E O PADRÃO ARGUMENTATIVO.....	32
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
5.1 PARTICIPANTES E DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	35
5.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	36
5.3 ANÁLISE DOS DADOS.....	37
5.4 ELABORAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO DETETIVES DA EVOLUÇÃO.....	41
5.4 COMO ORGANIZAR E JOGAR?.....	57
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
6.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS QUESTÕES FECHADAS.....	59
6.2 ANÁLISE ARGUMENTATIVA SEGUNDO O TAP.....	63
6.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO: QUESTÕES ABERTAS.....	67
6.3 ANÁLISE DA ESCALA LIKERT.....	75
6.4 ANÁLISE DAS DISCUSSÕES DURANTE O JOGO.....	77
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
8 REFERÊNCIAS.....	85
APÊNDICE A - JOGO DETETIVES DA EVOLUÇÃO.....	94
APÊNDICE B - CARTAS DO JOGO.....	102
APÊNDICE C - MODELO DO MAPA DA ILHA.....	109
APÊNDICE D - SEQUÊNCIAS DE DNA.....	110
APÊNDICE E - FOLHAS PARA COLAR NO AMBIENTE DA SALA.....	111
APÊNDICE F - PÁSSAROS DO JOGO.....	114
APÊNDICE G - SEMENTES, FÓSSIL E RECONSTRUÇÃO.....	115
APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO PRÉVIO (Q-I).....	116
APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO POSTERIOR (Q-II).....	121
APÊNDICE J - REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E INFORMADO.....	127
APÊNDICE K - UNIDADES DE CONTEXTO DA QUESTÃO 9.....	130
APÊNDICE L - UNIDADES DE CONTEXTO DA QUESTÃO 11.....	132

APÊNDICE M - UNIDADES DE CONTEXTO DA QUESTÃO 16.....	134
---	------------

1 INTRODUÇÃO

A Biologia é um campo de estudo de amplo espectro, no qual considera-se apenas uma teoria capaz de unificar todo o seu ramo de conhecimento: a Evolução Biológica (EB) (Dobzhansky, 1973; Futuyma, 2002). Esta, propicia o entendimento de processos biológicos que se estendem desde os conceitos de genes até os de ecossistemas (Futuyma, 2002).

O entendimento profundo desta teoria integradora é primordial, dado o histórico de uso equivocado para validar preconceitos étnico-raciais, sociais, de determinismo genético e de gênero e sexualidade (Araújo, 2017).

Entretanto, o ensino-aprendizagem da teoria ainda engloba diversos empecilhos, envolvendo tanto docentes como discentes, sendo uma problemática multifacetada (Araújo, 2017). Entre estes, destacam-se a formação inicial, a carência de materiais didáticos e a complexidade da teoria (Goedert; Delizoicov; Rosa, 2003; Tidon; Lewontin, 2004; Lunardi; Marques; Schetinger, 2023).

Almeja-se, com o ensino de ciências, o letramento científico, para a capacitação do seu uso social (Santos, 2007), sendo crucial, para tal, o entendimento da natureza e investigação científicas (Lederman N.G.; Lederman J.S.; Antink, 2013), o que é de sobremaneira oportunizado no ensino-aprendizagem de EB (Bizzo; Molina, 2004). Para Smith, Siegel e McInerney (1995), um professor que ensinará Evolução, deve possuir um entendimento básico sólido da Evolução e da natureza da Ciência.

É importante, portanto, que os licenciados, futuros docentes, sejam também letrados cientificamente (Mamede; Zimmermann, 2005). Porém, no Ensino Superior, o método expositivo tornou-se praticamente indiscutível (Forbes, 2021), ao passo que abordagens alternativas, como o ensino investigativo (Trivelato; Tonidandel, 2015) e jogos didáticos (Campos; Bortoloto; Felício, 2003) têm o potencial de aproximar os estudantes do saber científico e de como a Ciência é realizada.

O ensino investigativo, a partir de um problema, distingue-se do tradicional, pois contém ações próximas a da própria Ciência, uma vez que para solucionar os problemas elaboram-se e avaliam-se hipóteses, verificam-se as variáveis importantes e relação entre elas e elaboram-se uma explicação (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

Por conseguinte, o ensino investigativo fomenta a argumentação, contudo, é necessário prática para aprender a argumentar (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017). Neste sentido, a argumentação detém papel fundamental na prática da Ciência e em sua aprendizagem, sendo imperativo que professores a dominem e a guiem (Driver; Newton; Osborne, 2000).

Ademais, o aprendizado de conceitos complexos são facilitados pela argumentação (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007), assim como por jogos didáticos, que entre outras vantagens também favorecem a argumentação (Campos; Bortoloto; Felício, 2003).

A capacidade de argumentar permite identificar colocações incoerentes e relacionar afirmações com evidências, sendo um caminho ao pensamento crítico. É um meio eficaz para visualizar as explicações da Ciência como construídas coletivamente e em fluxo de mudança (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

Por outro lado, brincar é universal e crucial ao desenvolvimento humano, necessário tanto para crianças como para adultos (Gutiérrez, 2017). A relevância dos jogos e brincadeiras no desenvolvimento humano integral encontra-se em autores como Vygotsky, Piaget, Bruner e Wallon (Cotonhoto, Rossetti; Missawa, 2019). Os jogos didáticos aprimoram a aprendizagem em aspectos como a cognição, socialização, afeição, motivação e criatividade (Miranda, 2002).

Todavia, os jogos didáticos são ainda escassamente utilizados como estratégias pedagógicas no Ensino Superior (Fonseca; Cardoso, 2017; Forbes, 2021).

Portanto, questiona-se: a aplicação de um jogo didático investigativo/argumentativo sobre Evolução Biológica, denominado “Detetives da Evolução”, no Ensino Superior de Biologia pode aprimorar a compreensão da Evolução e possibilitar a aprendizagem de construção de um argumento? Além de ser uma ferramenta atrativa para os licenciandos, passível de utilização no Ensino Superior e/ou adaptável ao Ensino Básico?

Presume-se que a aplicação do jogo didático investigativo/argumentativo confeccionado proporcionará a melhora da aprendizagem de conceitos evolutivos relacionados a ele e a melhora na construção de um argumento, bem como que será julgado suscetível ao uso no Ensino Superior de Biologia e/ou adaptável ao Ensino Básico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a aprendizagem de Evolução Biológica, construção de argumentos e por conseguinte a relevância e usabilidade de um jogo didático investigativo e argumentativo como ferramenta didática no Ensino Superior de Ciências Biológicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a capacidade de produção de argumentos e o conhecimento prévio de Biologia Evolutiva das turmas;
- Analisar a capacidade de produção de argumentos e o conhecimento evolutivo posterior das turmas participantes;
- Avaliar a relevância e satisfação gerada após a aplicação;
- Comparar os argumentos e conhecimentos evolutivos prévios e posteriores;
- Identificar os temas mobilizados pelas discussões geradas;
- Verificar a eficácia do material e sua empregabilidade.

3 JUSTIFICATIVA

Tal projeto justifica-se frente ao papel integrador da Evolução nas Ciências Biológicas, essencial para o entendimento de assuntos correlatos a esta Ciência. É importante entendê-la, pois já viabilizou preconceitos, e pelos fatores sociais acarretados por seus conhecimentos, como para a saúde, agricultura, produtos renováveis, conservação e aspectos relevantes para a humanidade, como a cultura, estendendo-se para disciplinas além da Biologia (Futuyma, 2002; Araújo, 2017).

Outrossim, pois possui diversas problemáticas em seu ensino-aprendizagem, expostas por inúmeros autores, como falta de materiais didáticos, formação precária, dificuldade de entendimento e ausência de transversalidade no ensino (Tidon; Lewontin, 2004; Goedert; Delizoicov; Rosa, 2003; Goedert, 2004; Lunardi; Marques; Schetinger, 2023).

Com isso, o projeto busca intervir neste sentido, frente a sua complexidade, a formação inicial deficitária, um Ensino Superior arcaico e a carência de materiais para ensiná-la e aprendê-la. Propõe um material didático em forma de jogo para o Ensino Superior, enfrentando a hegemonia expositiva, com um meio que aprimore o entendimento evolutivo dos futuros docentes, pela investigação e argumentação, que facilitam a aprendizagem complexa e aproximam da prática científica, e pelo valor do lúdico, que potencializa diversos aspectos da aprendizagem, fazendo-a ser prazerosa.

Ao propiciar a aprendizagem significativa por investigação e argumentação por jogos, capacita os licenciandos nestas estratégias, podendo reverberar em suas práticas, sobre como incorporá-las. Isso porque, se letrados cientificamente e entendedores da Evolução podem instruir seus futuros alunos neste sentido.

Assim, caso o material se mostre eficaz poderia ser uma estratégia para o ensino-aprendizagem de Evolução na graduação, capacitar o uso da investigação e argumentação, ser adaptável para o Ensino Básico e auxiliar o letramento científico de futuros docentes, para que possam trabalhar o entendimento e uso social da Ciência, frente a derrocada de preconceitos e paradigmas e construção de uma Ciência mais coletiva e diversa.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

A Evolução Biológica pode ser definida como uma “descendência, com modificações, de diferentes linhagens a partir de ancestrais comuns” (Futuyma, 2002, p. 9). A relevância da Evolução nas Ciências Biológicas, assim como seu caráter unitivo e integrador, evidencia-se na célebre afirmação que intitula o ensaio de Dobzhansky (1973, p. 125), de que “Nada na Biologia faz sentido, exceto à luz da Evolução” (tradução nossa).¹

Conforme afirma Ridley (2007), pensadores longínquos, entre naturalistas e filósofos, já cogitavam a transformação das espécies. No entanto, sem que nenhum desses constituísse uma teoria evolutiva, o que fez perdurar a concepção fixista das espécies. Sendo assim, tal concepção foi primeiramente posta ao debate, de maneira sistematizada, apenas por Jean-Baptiste Lamarck, com a publicação do livro *Philosophie zoologique* (1809), que propõe uma teoria evolutiva, mesmo distante das noções darwinianas ou modernas de transformação das espécies.

Deste modo, para Ridley (2007), a história da Biologia evolutiva, inicia-se de fato, em 1859, com a publicação do livro “*A origem das espécies*” pelo naturalista inglês Charles Darwin, no qual ele a expressa como sendo uma descendência com modificações, por intermédio da seleção natural (Darwin, 1859).

Contudo, cabe ressaltar que o mecanismo evolutivo percebido por Darwin foi descoberto de forma independente por Alfred Russel Wallace, que em 1858 comunica à Darwin, por intermédio de um manuscrito, a descrição da seleção natural, fazendo-o perceber que chegaram a mesma teoria. Ambos tiveram seus resumos apresentados juntos, porém Darwin publica uma explicação completa primeiro. Pode-se denominá-la como teoria de Darwin-Wallace (Freeman; Herron, 2009).

A princípio, a teoria evolutiva foi rejeitada, especialmente na concepção popular, pois contrapunha à visão teológica vigente. Contudo, entre a comunidade científica obteve melhor receptividade, apesar de oposições e contrapontos, sobretudo no que se referia a ausência de uma explicação categórica para a hereditariedade (Ridley, 2007).

¹ Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution.

Dito isso, ainda segundo Ridley (2007), na primeira metade do século XX, em função dos trabalhos independentes de Ronald Fisher (1890-1962), Sewall Wright (1889-1988), J. B. S. Haldane (1892-1964) e posteriormente de Theodosius Dobzhansky (1900-1975), tem-se então a síntese da teoria da seleção natural darwiniana com a teoria mendeliana da hereditariedade. Com isso, demonstrou-se que ambas poderiam atuar mutuamente, o que hodiernamente conhece-se como neodarwinismo ou teoria sintética da evolução.

Presentemente, a EB detém grande solidez e aceitação no âmbito científico, devido às várias evidências que a sustentam. Entretanto, apesar de sua consolidação, ainda não dispõe de grande aceitabilidade por parte do senso comum, como teoria científica. O que, entre outros aspectos, está relacionado não somente à sua complexidade, mas por envolver mudanças e conflitos de visões de mundo estabelecidas ao longo da história, tornando-se assim um campo polêmico (Medeiros; Maia, 2013).

4.2 ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

No que tange à disciplina de Evolução e seu ensino, de acordo Futuyma (2002), o seu estudo tem como enfoque, de modo geral, dois aspectos: primeiramente, visa determinar a história da vida sobre a Terra, e por segundo, descrever o estudo dos agentes causadores dos processos de evolução, fomentadores de tal história.

Para Bizzo e Molina (2004), a abordagem de ensino dessa temática, em contraste a outros tópicos na Biologia, tenciona promover nos discentes o entendimento do que é a Ciência, da sua natureza, e como é trabalhada pelos cientistas. Aliado ao objetivo de possibilitar a compreensão das teorias evolutivas e suas respectivas decorrências biológicas.

Desta forma, adentrando a abordagem de ensino de Evolução nos documentos oficiais brasileiros, segundo Oliveira e Bizzo (2011) não se fazem presentes orientações ou menções à Teoria da Evolução Biológica nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (DCNEF), tampouco nas do Ensino Médio (DCNEM). Em contrapartida, em concordância com o Ministério da Educação (MEC) (Brasil, 1998), no que concerne aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (PCNEF), existem referências ao trabalho da temática. Tal

documento subdivide os anos finais do Ensino Fundamental em 3º ciclo (5ª e 6ª séries) e 4º ciclo (7ª e 8ª séries). Com isso, no 3º ciclo sugere o trabalho com fósseis como evidências da Evolução, contudo considera adequada a abordagem das teorias evolutivas, como lamarckismo e darwinismo apenas no ciclo posterior, no qual os alunos teriam maior inteligibilidade para o debate.

Em relação ao 4º ciclo, correspondente a 7ª e 8ª séries, o documento orienta o trato com as diferentes teorias evolutivas, a comparação entre tais, e a possibilidade de serem utilizadas na compreensão da natureza da Ciência, por meio de suas hipóteses, evidências e construções explicativas (Brasil, 1998). Todavia, o que se observa majoritariamente é a abordagem da Evolução apenas no Ensino Médio (Tidon; Lewontin, 2004). O que corrobora a pesquisa de Oleques *et al.* (2011), que em estudo realizado com 20 docentes, observaram que embora todos lecionassem ou já tenham lecionado a disciplina de Ciências no Ensino Fundamental, apenas um relatou abordar a temática de EB no referido período de ensino.

Diante disso, apresentam-se os documentos que orientam o ensino da EB no período em que esta é tradicionalmente enfocada: observa-se que nos Parâmetros Nacionais Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM), há a proposição de trabalho com a Evolução dentro do grande eixo Ecologia-Evolução. De modo que o tema seja elencado de forma histórica, perpassando outros conteúdos (Brasil, 2000). Contudo, para Moraes e Guimarães (2017), o documento não explicita a Evolução como eixo integrador, e tenta apenas superficialmente correlacioná-la a outras temáticas.

Adiante, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+EM), elencam seis temas principais, como estruturadores do ensino de Biologia, sendo o sexto item relacionado a Origem e Evolução da Vida (Brasil, 2002). O que, de acordo com Moraes e Guimarães (2017), torna o documento pioneiro ao prescrever o ensino de Evolução como eixo integrador.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCM), seguem a visão proposta pelo PCN+EM, e ressaltam a importância da Origem e Evolução da vida, de modo que não sejam assuntos tratados em aulas desconexas, mas como direcionadores das demais temáticas (Brasil, 2006).

Subsequentemente, tem-se, já na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), do Ensino Médio, a representação da Evolução em uma competência específica, dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Precisamente, encontra-se na competência de número dois, que trata da Vida sobre a Terra e no Universo, e expande o âmbito de concepção dos processos evolutivos, que ocorreriam de moléculas às estrelas. A referida competência, tem como proposições a geração de argumentações e previsões acerca da evolução dos organismos, da Terra e do próprio Cosmos, para que estas sirvam de apoio às tomadas de decisões éticas e conscientes e possibilitem o entendimento dos “limites das explicações e do próprio conhecimento científico” (Brasil, 2017).

No que tange ao Ensino Superior, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), constituem orientações facultativas às instituições para a elaboração de seus projetos pedagógicos, designando, por curso, habilidades e competências almejadas aos egressos (Teixeira Junior, 2020).

Assim, as DCN para os Cursos de Ciências Biológicas, ao abordar os conteúdos curriculares básicos, salientam a importância da Evolução como temática unitiva no referido curso superior, pontuando que: “Os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas, da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador” (Brasil, 2001).

Em relação aos conteúdos específicos à licenciatura, ressalta-se no documento, que esta modalidade: “deverá também enfatizar a instrumentação para o ensino de Ciências no nível fundamental e para o ensino da Biologia, no nível médio” (Brasil, 2001).

Todavia, segundo Araújo (2017), nos currículos empregados no Ensino Superior, a utilização da Evolução como eixo integrador é ainda praticamente inexistente.

Outrossim, em pesquisa com professores, sobre suas formações iniciais, Goedert (2004) verificou a carência ou ausência de relação entre a Evolução e as demais disciplinas do curso, dando-se, sobretudo, apenas com a Genética. Além do mais, no que concerne à licenciatura, a autora observou a insatisfação dos professores quanto à importância dada a esta modalidade pelo curso. Neste sentido, aborda o caráter secundário dado historicamente à formação pedagógica, e o ideário disseminado de suficiência apenas dos conhecimentos específicos para uma boa atuação docente.

Com isso, Goedert (2004) opõe-se à dicotomia entre teoria e prática na formação inicial, exemplificando que não basta-se a posse dos conhecimentos específicos relativos à temática de EB, sendo necessário saber também como ensiná-la. Defendendo, deste modo, a maior integração das disciplinas específicas entre si, e destas com as pedagógicas.

4.3 EMPECILHOS NA ABORDAGEM

Ao abordar-se o ensino-aprendizagem de Biologia Evolutiva, destacam-se algumas problemáticas. Como as expressas por Tidon e Lewontin (2004), que em pesquisa realizada com 71 professores, observaram que mais da metade (60%) relataram alguma dificuldade no ensino da temática.

Entre as mais elencadas, estão, o déficit de preparo, a escassez de materiais didáticos e a falta de tempo nos currículos. Com isso, a pesquisa ainda aborda que o assunto comumente é tratado em apenas algumas aulas de Biologia, no período final do ensino médio, geralmente no último ano, e em uma dimensão temporal praticamente irrelevante (Tidon; Lewontin, 2004).

O que vai de encontro ao observado nos livros didáticos, que quando organizados por volumes, no ensino médio, destinam normalmente o penúltimo capítulo do último volume ao conteúdo de Evolução (Zamberlan; Silva, 2012). Somando-se a isso, Dalapicolla, Silva e Garcia (2015) relatam que o tratamento destes materiais usualmente é superficial. Pois, não encontram-se aspectos históricos e argumentativos, com o docente como mediador, propiciando aos discentes o pensar e agir próximos da Ciência; fazendo com que em muitos casos, devido a tais problemáticas o eixo evolutivo acabe não sendo trabalhado (Almeida; Chaves, 2014).

Por conseguinte, em análise sob o prisma evolutivo de duas coleções de livros didáticos de Ciências aprovadas pelo MEC, Azevedo e Motokane (2011), observaram a presença de graves equívocos conceituais, bem como a ausência de enfoque sobre a construção científica, pois foram apresentados apenas aspectos da Ciência como produto. Os autores destacam que nenhuma das coleções valeu-se da Evolução como eixo organizador do conhecimento biológico, tampouco aborda que a temática é um assunto essencial nas Ciências Biológicas.

Segundo Tidon e Lewontin (2004), tais questões supracitadas, opõe-se a documentos orientadores, como os PCN, que preconizam – ao trabalhar-se a EB – além do ensino integrado, o entendimento da própria história e filosofia da construção científica, bem como o que se considera verdade para a Ciência.

Com relação à percepção dos alunos, segundo Chaves (1993), evidencia-se uma visão da Evolução de modo direcional, como um fim a ser atingido. O que advém de um antropocentrismo e simplificação da teoria, na tentativa de torná-la mais óbvia e factível de ser entendida.

Em análise do desempenho discente nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2012 a 2016 no componente de Ciências da Natureza Cestaro, Kleinke e Furtado-Alle (2020), evidenciaram que embora o desempenho em Biologia seja melhor que demais áreas neste componente, a Genética e Biologia Evolutiva representam os campos de pior desempenho e maior dificuldade em Biologia pelos discentes. Observaram piora histórica no desempenho de 2012 a 2016 nestes conteúdos (excetuando-se 2013) e desempenho pior que Física e Química em 2012 e 2015.

Cestaro, Kleinke e Furtado-Alle (2020) apontam o desconhecimento de conteúdos específicos, déficit de apreensão de conceitos basilares e da linguagem científica nestes conteúdos como influenciadores do desempenho. Todavia, ressalta-se problemas nas elaborações das próprias questões. Os autores defendem o trato de Genética e Evolução cedo e de forma gradativa, para uma aprendizagem significativa, como ocorre com Ecologia, que obteve um dos melhores resultados.

Oliveira e Bizzo (2011) verificaram que a aceitação da teoria sofre influência sobretudo da religião em estudantes evangélicos, que exibem menor concordância a ela. Pontuam, que análises sobre como o conhecimento científico é desenvolvido podem contribuir para o entendimento deste e a distinção entre os demais.

Em relação aos docentes, de acordo com pesquisa de Goedert, Delizoicov e Rosa (2003), estes comumente não contam com uma formação inicial sólida, de modo a prepará-los para prática cotidiana. Pois uma das principais insatisfações dos professores sobre suas formações, se deu pela ausência de integração entre a Evolução e as demais disciplinas do curso, assim como sobre a inexistência de abordagens contextualizadas à realidade da sala de aula, com materiais atualizados e alternativos ao livro didático para o ensino de EB.

Outrossim, Lunardi, Marques e Schetinger (2023) em estudo de revisão, identificaram a carência de materiais didáticos e práticas sobre Evolução e a dificuldade de buscar recursos pedagógicos sobre o tema.

Ademais, Goedert (2004) aponta que o trabalho com a evolução representa um momento de apreensão para os docentes, dada a possibilidade de embates entre o tema e visões criacionistas.

Lunardi, Marques e Schetinger (2023) sinalizam que um dos empecilhos mais comuns ao ensino da temática nos artigos analisados diz respeito à influência das crenças religiosas, sobretudo dos docentes.

Em vista disso, Araújo e Paesi (2021) salientam que a Evolução e religião pertencem a campos distintos, e têm objetivos diferentes, com a primeira tratando de fenômenos naturais e a segunda de aspectos além do mundo natural. Com isso, apontam ser relevante demonstrar a não incompatibilidade entre ambas para não afastar discentes religiosos do saber científico.

Araújo e Paesi (2021) ressaltam também que evidenciar a viabilidade de existência das próprias crenças, presentes inclusive em cientistas, e a inexistência de um “debate” científico entre uma crença religiosa e um teoria científica é importante para o trabalho sobre a própria natureza do conhecimento científico. Sendo que, segundo Lunardi, Marques e Schetinger (2023), a influência das crenças no ensino da evolução representa uma falha justamente nesta separação, na compreensão da natureza da Ciência.

Em vista disso, Goedert, Delizoicov e Rosa (2003) enfatizam a necessidade da formação inicial conter aspectos que promovam a compreensão da natureza do conhecimento científico pelos docentes e a relevância deste para a sociedade e discentes.

Silva (2011) relata que os alunos concluintes da licenciatura não saem preparados para ensinar a EB ou incorporá-la aos demais assuntos da Biologia.

Encontram-se também equívocos conceituais em docentes, com a visão de direcionalidade do processo evolutivo, adaptações vinculadas às necessidades dos organismos e ampla presença da ideia de Evolução limitada à seleção natural (Lunardi; Marques; Schetinger, 2023).

Além disso, Lunardi, Marques e Schetinger (2023) observaram a presença constante de dificuldades no ensino relacionadas à complexidade da teoria, com

menções à formações inadequadas — que carecem do trato desta complexidade — impossibilitando a competência de como ensiná-la.

As autoras sinalizam a proposição de algumas estratégias didáticas, mesmo que pontuais, mas que já auxiliam no entendimento da EB, entre elas, os jogos didáticos.

4.4 JOGOS DIDÁTICOS

Nessa perspectiva, o trato da complexidade e a carência de materiais oportunizam os jogos didáticos.

Segundo Herrera (2017), na atualidade, as aulas têm majoritariamente o ensino tradicional como método pedagógico, focado no behaviorismo ou também conhecido ensino transmissivo, no sentido do que Freire (1968/2019) chamou de educação bancária, do depósito de valores e conhecimentos do educador sobre o educando.

Nessa concepção, é o educador o sujeito do processo, e os educando objetos. Os indivíduos são vistos como seres de ajustamento, e quanto mais adaptados ao arquivamento os educandos estiverem, menos desenvolverão a consciência crítica que permitiria a inserção e transformação do mundo. Assim, estimula-se a aceitação e impede-se a criticidade, favorecendo o interesse dos opressores (Freire, 1968/2019).

Ante a utilização de materiais tradicionais, baixa atratividade e impossibilidade de construção do próprio conhecimento, tende-se à desmotivação pelas aulas de Ciências e Biologia. Com isso, é relevante a utilização de recursos didáticos variados, como jogos, filmes, oficinas entre outros, no sentido de motivar os educandos para novas aprendizagens e edificação de conhecimentos mais complexos. Porém, estes ainda são pouco explorados pelos docentes (Nicola; Paniz, 2016).

Castoldi e Polinarski (2009) apontam que diante das brechas deixadas pelo ensino tradicional, os recursos didático-pedagógicos podem apresentar diferencialmente o conteúdo e tornar o discente ator ativo no processo de aprendizagem. Entre estes, segundo Campos, Bortoloto e Felício (2003), estão os jogos didáticos, que para mais fomentam o trabalho em grupo, a partilha de saberes prévios e a construção de novos e mais elaborados.

Em “*Homo ludens*”, Huizinga (2000) eleva o jogo a um fator de fundamentalidade sobre tudo que se desenvolve e sobre a própria constituição da civilização. Ressalta, que para além das designações de *Homo sapiens* ou *Homo faber*, inadequadas ante a ingenuidade da pretensão racional e da falácia da exclusividade do fabrico de ferramentas, há uma terceira função, igualmente importante, encontrada tanto no ser humano quanto em demais animais: o jogo.

Huizinga (2000) aponta a abrangência do jogo, e por conseguinte sua relevância, ao colocar que:

[...] os animais não esperaram que os homens os iniciassem na atividade lúdica. É-nos possível afirmar com segurança que a civilização humana não acrescentou característica essencial alguma à idéia geral de jogo. Os animais brincam tal como os homens (Huizinga, 2000, p.5).

Burghardt (2005) corrobora ao apontar que o brincar não se limita a mamíferos e aborda que alguns jogos podem desenvolver secundariamente papéis adaptativos importantes, para manter/desenvolver e melhorar funções comportamentais e de bem-estar cognitivo e emocional. Geram aprendizado de trabalho cooperativo em grupo para a sobrevivência, para treinar ou explorar, no comprimento de regras complexas e trocas de papéis e em construções de teorias da mente (Dalton; Luongo, 2019).

Ao analisarem um artigo² sobre o aprendizado de ratos no jogo “esconde-esconde”, Dalton e Luongo (2019) apontam que brincar é um comportamento humano universal, e a resposta para: Por que jogamos? Pode ser, pois “está em nossa natureza fazê-lo”.

Kanhadilok e Watts (2014) defendem que na maioria das espécies a brincadeira ocorre sobretudo no começo da vida, mas em humanos, devido a neotenia (manutenção de atributos juvenis em indivíduos maduros) as características exploratórias permanecem, perdurando em operações lúdicas como artes ou ciências.

Para Macedo, Petty e Passos (2007), o brincar é fundamental para o desenvolvimento humano, e a criança o faz pelo próprio prazer de fazê-lo, sem busca de finalidade. Sendo por isso, crucial ao desenvolvimento, permitindo que aprenda consigo mesma e com pessoas e objetos participantes ante aos limites das

² REINHOLD, A. S. *et al.* Behavioral and neural correlates of hide-and-seek in rats. **Science**, v. 365, n. 6458, p. 1180-1183, 2019. <http://dx.doi.org/10.1126/science.aax4705>.

próprias expectativas e repertórios. Assim, os elementos estimulados “criam conflitos e projeções, concebem diálogos, praticam argumentações, resolvem ou possibilitam o enfrentamento de problemas” (Macedo; Petty; Passos, 2007, P. 14).

Para Macedo, Petty e Passos (2007), o substituto mais importante do brincar é o jogar, que representa uma brincadeira organizada, com regras e objetivos. Sendo a brincadeira uma necessidade, e o jogar sua possibilidade, ao passo que se amadurece.

Moura (2023) sinaliza que a despeito das primeiras menções de jogos na educação aludirem à Roma e Grécias antigas, é a partir da segunda metade do século XX que tem-se as teorias mais importantes para um ensino com o uso de materiais pedagógicos em que os indivíduos sejam atores ativos na aprendizagem, com Piaget, Bruner, Wallon e Vygotsky.

Para Piaget, destaca-se a imitação, a brincadeira é compreendida como ação assimiladora, participando do conteúdo da inteligência, como a aprendizagem. Para Vygotsky, os processos psicológicos formam-se em função do contexto sociocultural, sendo as brincadeiras formadas como frutos destes processos sociais. Bruner entende as brincadeiras como propiciadoras da criatividade, no sentido de levar à descoberta das regras e auxílio à apreensão da linguagem (Kishimoto, 2023).

Piaget coloca a importância do jogo no desenvolvimento como:

O jogo é, portanto, sob as suas duas formas essenciais de exercício sensório motor e de simbolismo, uma assimilação do real à atividade própria, fornecendo a esta seu alimento necessário e transformando o real em função das necessidades múltiplas do “eu”. Por isso os métodos ativos de educação das crianças exigem que se forneça às crianças todo um material conveniente, a fim de que, jogando, elas cheguem a assimilar as realidades intelectuais que, sem isso, permanecem exteriores à inteligência infantil (Piaget, 1969/1985, p. 159).

Para Vygotsky, que segundo Cordazzo e Vieira (2007) não diferenciou jogo de brincadeira, referindo-se a atividade lúdica como um todo, tal fator é relevante na aprendizagem pois:

[...] o brinquedo cria uma zona de desenvolvimento proximal da criança. No brinquedo, a criança sempre se comporta além do comportamento habitual de sua idade, além de seu comportamento diário; no brinquedo, é como se ela fosse maior do que é na realidade. Como no foco de uma lente de aumento, o brinquedo contém todas as tendências do desenvolvimento sob forma condensada, sendo, ele mesmo, uma grande fonte de desenvolvimento (Vygotsky, 1978/2007, p. 122).

Sendo, para Vygotsky, esta zona de desenvolvimento proximal criada pela brincadeira:

[...] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1978/2007, p. 97).

O potencial dos jogos de transformarem um ensino engessado em uma aprendizagem significativa e estimulante é posto por Piaget:

É pelo fato do jogo ser um meio tão poderoso para a aprendizagem das crianças, que em todo lugar onde se consegue transformar em jogo a iniciação à leitura, ao cálculo, ou à ortografia, observa-se que as crianças se apaixonam por essas ocupações comumente tidas como maçantes (Piaget, 1969/1985, p. 157-158).

Posto isto, segundo Cunha³ (1988 *apud* Campos; Bortoloto; Felício, 2003), o jogo pedagógico ou didático é aquele fabricado com o objetivo de proporcionar determinadas aprendizagens, diferenciando-se do material pedagógico, por conter o aspecto lúdico.

Gomes e Friedrich (2001, p. 390) colocam que “um jogo é chamado didático quando utilizado para atingir determinados objetivos pedagógicos”, sendo, segundo os autores, “uma alternativa para se melhorar o desempenho dos estudantes em alguns conteúdos de difícil aprendizagem”.

Neste sentido, para Kishimoto (2016) o jogo educativo compõe-se de duas funções: a lúdica, de diversão, prazer e até desprazer; e a educativa, que ensina algo que acresce os saberes e concepções. Assim, o equilíbrio entre estas é o intuito do jogo educativo, ao passo que caso haja desequilíbrio entre elas “não há mais ensino, há apenas jogo, quando a função lúdica predomina ou, o contrário,

³ Cunha, N. (1988). **Brinquedo, desafio e descoberta**. Rio de Janeiro: FAE.

quando a função educativa elimina todo hedonismo, resta apenas o ensino” (Kishimoto, 2016, p. 19).

Os jogos didáticos envolvem-se e potencializam aspectos integrados da aprendizagem como: (1) a cognição, e assim desenvolvem a inteligência e a personalidade, que são bases para a formulação do conhecimento; (2) propiciam a socialização, isto é, o aprendizado da vida em grupo, permitindo reconhecer os aspectos dos agrupamentos sociais, em que há valores, regras e metas; (3) favorecem a afeição, uma vez que o prazer presente gera relações afetivas positivas, alcançando a sensibilidade, estima e amizade. Evidencia-se a associação entre todos os aspectos na afeição, pois esta relaciona-se à motivação, socialização e à cognição, por meio da sensibilidade, que facilita os atributos intelectuais; (4) promovem a motivação e maior entusiasmo, devido a evocar situações que instigam a curiosidade e o questionamento; e (5) fomentam a criatividade, uma vez que o jogar a requer e o jogar a produz, sendo esta um caminho para ação de todos os aspectos aludidos (Miranda, 2002).

Em consonância com Campos, Bortoloto e Felício (2003) os jogos didáticos podem ser usados para aproximar os discentes do saber científico, experienciando, mesmo que potencialmente, a resolução de problemas enfrentados de fato pela humanidade.

São relevantes, portanto, ao ensino-aprendizagem de Ciências e Biologia, que compõem-se de conteúdos abstratos e de difícil entendimento, tratados de modo tradicional, com memorização e sem contextualização (Campos; Bortoloto; Felício, 2003).

Nesta perspectiva salienta-se que:

[...] por aliar os aspectos lúdicos aos cognitivos, entendemos que o jogo é uma importante estratégia para o ensino e a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos, favorecendo a motivação interna, o raciocínio, a argumentação, a interação entre alunos e entre professores e alunos (Campos; Bortoloto; Felício, 2003, p. 59).

Porém, Gomes e Friedrich (2001) apontam que o uso de jogos para fins didáticos teve de vencer a rejeição advinda do ideário de irrelevância para a formação, dada a associação ao prazer. Com isso, demorou para ser aceito no meio educacional.

Em pesquisa sobre o tema jogos didáticos, nas edições de 2007-2015 do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Fonseca e Cardoso (2017) evidenciaram a proposição predominante de jogos para os Ensinos Fundamental e Médio. Considerando a proposição de 4% para o Ensino Superior sem significância. Os autores apontam a ilogicidade deste fato, pois são recursos adaptáveis a todas as modalidades e níveis de ensino e defendem o emprego de metodologias distintas também para o Ensino Superior.

Associa-se comumente o lúdico à educação infantil, mas este pode permear diversos níveis de ensino, até a pós-graduação, pois qualquer ato de ensino-aprendizagem deve conter alegria, bem-estar e prazer (Grossi, 2017).

Grenier (2010), ressalta que ante uma ampla gama de autores reconhece-se de longa data a relevância dos jogos e brincadeiras na aprendizagem e desenvolvimento e como facilitadores da aprendizagem e entendimento de assuntos complexos. Todavia, aponta que a despeito da relevância de jogos e brincadeiras no aprimoramento da aprendizagem de adultos estes ausentam-se nos debates sobre a educação dos adultos.

Forbes (2021) avaliou a experiência de alunos do Ensino Superior diante de abordagens lúdicas e revelou que jogos/brincadeiras: são desvalorizados/subutilizados no ensino superior; promovem melhores relações e um ambiente mais acolhedor; removem obstáculos à aprendizagem; geram afeto positivo e motivação e conduzem a uma postura aberta e engajada para melhores aprendizagens.

A autora relata que no meio acadêmico os jogos/brincadeiras são vistos equivocadamente por educadores como passíveis de impactar a credibilidade ou desperdiçar tempo de conteúdo. Destacando que tais educadores talvez os negligenciam pela incompreensão do lúdico na aprendizagem (Forbes, 2021).

Os docentes relatam que a formação inicial é fundamental para aprender sobre jogos didáticos. Porém, não obtêm este conhecimento em suas formações, sendo difícil durante a prática. Assim, as universidades precisam promover mudanças nas formações iniciais (Higueras-Rodríguez *et al.*, 2024).

4.5 ENSINO DE CIÊNCIAS E INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

Para Sasseron e Carvalho (2011a), o ensino de Ciências deve priorizar a inserção dos alunos em uma nova cultura – a científica, por meio da denominada “enculturação científica”. Ou ainda, através da “alfabetização científica”, possibilitar que possam ampliar suas visões de mundo e a concepção dos acontecimentos, e através dos saberes e do fazer científico, atuar de forma consciente na sociedade.

No entanto, para os mesmos objetivos, Santos (2007) aponta a preferência de utilização do termo letramento, uma vez que segundo o autor, a alfabetização científica na escola, habitualmente relaciona-se ao domínio da linguagem das Ciências no que tange apenas à leitura de informações científicas e tecnológicas. De modo que em contrapartida, o letramento refere-se ao seu uso prático e social, e possibilita em um contexto empírico do cotidiano, que um cidadão cientificamente letrado não apenas domine a linguagem científica, enquanto alfabetizado, mas que além de dominá-la utilize-a socialmente, enquanto letrado cientificamente. Pois, para Soares (2009, p.47) alfabetização é a “ação de ensinar/aprender a ler e a escrever”, e letramento o “estado ou condição de quem não apenas sabe ler ou escrever, mas cultiva e exerce as práticas sociais que usam a escrita”.

Desta forma, Lederman N.G., Lederman J.S. e Antink (2013) ressaltam que os educadores de Ciência passaram a conceber a noção, de que para os alunos estarem bem preparados na tomada de decisões conscientes e fundamentadas, sobre problemas pessoais e sociais, com base científica, precisam compreender a proveniência e os limites do conhecimento científico. Com isso, segundo os autores, o entendimento da natureza da Ciência e da investigação científica são os preceitos fundamentais do intuito moderno do letramento científico (*scientific literacy*).

Sendo assim, visando tais aspectos no ensino de Ciências, Trivelato e Tonidandel (2015), defendem que o ensino investigativo destoa do foco conteudista, e almeja a aproximação com a cultura científica. As atividades pautadas em tal forma de ensino devem incluir a “motivação e o estímulo para refletir, discutir, explicar e relatar, o que promoverá as características de uma investigação científica” (Trivelato; Tonidandel, 2015, p. 103). Uma vez que, nas investigações promovidas por cientistas, naturalmente estão englobados: um problema, dados, conhecimentos prévios, proposições e avaliações de hipóteses, a noção e controle das variáveis, o

relacionamento entre as informações e a formulação de uma explicação (Sasseron, 2013). Portanto, a investigação relaciona-se ao propósito docente de tornar os estudantes atores ativos na edificação da compreensão dos saberes científicos, de modo que discutam e busquem solucionar problemas empregando raciocínios comparativos, analíticos e avaliativos, comumente encontrados na prática científica (Sasseron, 2015). Assim, a investigação científica e a investigação científica escolar confluem (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

Para tal, Sasseron (2015) propõe o uso de sequências de ensino investigativas, concebidas como a sucessão de atividades e aulas com a promoção de uma investigação em determinado assunto, relacionando-o a conceitos, práticas e demais âmbitos sociais e do saber. Neste contexto, os docentes devem agir para que tanto a prática experimental como a textual sejam calcadas em investigação, e apresentem um problema evidente a ser solucionado.

Neste aspecto, para Lederman N.G., Lederman J.S. e Antink (2013) um profundo entendimento discente só é concebível, se estes compreenderem de fato a natureza da Ciência e a investigação científica. Contudo, os autores salientam que os alunos não compreenderão a investigação científica apenas “fazendo Ciência”, mas que apesar de fazê-la ser um ponto inicial importante, devem sobretudo refletir e promover discussões sobre as formas de tais investigações, os pressupostos presentes e como estes refletem os resultados.

4.6 ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A forma como se dá uma investigação, de modo a possibilitar a confecção e elucidação de ideias, presume um processo crucial: a argumentação (Sasseron, 2013). Nesse sentido, de acordo com Jiménez-Aleixandre e Erduran (2007), o que Darwin fez em “*A origem das espécies*” foi uma longa argumentação, como ele próprio o caracterizou: “todo este volume constitui uma longa argumentação” (Darwin, 1859/1994, p.333). O que segundo as autoras, evidencia o argumento como parte estruturante da formulação do saber científico. E demonstra, diante da obra do naturalista, a observação de diferentes aspectos da argumentação, como a justificação, por meio de teorias pré-existentes e dados empíricos de sua viagem, a persuasão, perante a comunidade científica e o senso comum, e o debate e

contraposição de ideias, como se deu na apresentação de sua teoria (Jiménez-Aleixandre; Erduran, 2007).

Sendo assim, Jiménez-Aleixandre e Erduran (2007) propõem que em qualquer aspecto a argumentação é parte inerente à Ciência, e deve ser incluída no ensino de Ciências. Não como solução única, mas com potencial para aprimorar o aprendizado de questões complexas – como a análise de evidências – que seriam pouco prováveis ao não se considerar a argumentação.

Com isso, pode-se definir a argumentação como:

[...] qualquer processo por meio do qual a análise de dados, evidências e variáveis permite o estabelecimento de uma afirmação que relaciona uma alegação e uma conclusão, ou seja, um argumento. Tal relação pode estar associada a justificativas e refutações que garantam ser a afirmação mais ou menos forte (Sasseron, 2013, p. 46-47).

Corroborando com tal concepção, Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2003), caracterizam argumentação “como a capacidade de relacionar dados e conclusões, de avaliar afirmações teóricas à luz de dados empíricos ou de outras fontes” (p. 361, tradução nossa).⁴

Pode-se estabelecer a relação do argumento como processo e produto e a necessidade do aprendizado:

O argumento pode ser concebido tanto como um processo – no qual as pessoas se engajam em debater afirmações contraditórias ou opostas – quanto como um produto – uma linha de raciocínio que justifica uma afirmação. Ambos se inter-relacionam, já que estão embutidos no argumento como produto os processos de suportar ou refutar a afirmação. Não se nasce com o talento de argumentar, mas é uma habilidade que se desenvolve na prática intensiva e que pode ser potencializada se os indivíduos tomam consciência das regras envolvidas na elaboração desse discurso e no papel da argumentação em construir conhecimentos e valores (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017, p. 17).

Portanto, diversos trabalhos na área do ensino de Ciências, têm utilizado um método para análise da argumentação em sala de aula: o Padrão Argumentativo de Toulmin - *Toulmin's Argument Pattern* (TAP) (Jiménez-Aleixandre; Bugallo-Rodríguez; Duschl, 2000; Sasseron; Carvalho, 2011b).

⁴ la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes.

4.7 TOULMIN E O PADRÃO ARGUMENTATIVO

Toulmin destoa da Lógica clássica, dos primores unicamente técnicos, pois coloca que a Ciência da Lógica, ao longo da sua história, divergiu da análise das questões práticas, do tratamento e crítica dos argumentos, tornando-se um estudo tão alheio a preocupações imediatamente aplicáveis, quanto a alguns eixos da Matemática pura (Toulmin, 2006).

Desta forma, propõe a relação entre a Ciência e as descobertas produzidas, questionando-se como os argumentos se dão no cotidiano, ao avaliarmos sua robustez e sua conclusão, de maneira prática (Toulmin, 2006). Aborda assim, que argumentos podem ser produzidos para fins diversos, não necessariamente em defesa de uma asserção. Porém, sobretudo, interessa-lhe os argumentos justificatórios, que servem de apoio a asserções, de modo a verificar suas estruturas esperadas, os méritos que sustentam, e a fim de possibilitar sua avaliação, classificação e crítica (Toulmin, 2006). Sendo assim, para o autor, “os argumentos têm a função de corroborar alegações” (Toulmin, 2006, p.17).

Posto isto, ao questionar-se sobre o que está envolvido no estabelecimento de conclusões por meio da elaboração de argumentos, Toulmin propõe um padrão de análise, a partir de um *Layout*, visando verificar a estrutura de um argumento, os seus componentes e a inter-relação entre tais (Toulmin, 2006).

Portanto, determina que “uma asserção original apóia-se em fatos apresentados que se relacionam a ela” (Toulmin, 2006, p.140). Com isso, a partir de *dados* (D), que são fatos utilizados para buscar fundamentar uma alegação, tenta-se estabelecer os méritos dessa alegação ou *conclusão* (C). Deste modo, para passar dos *dados* (D) iniciais à *conclusão* (C) apresentada, necessita-se uma justificação, por meio de outra proposição, que é uma afirmação geral, hipotética, ou seja, uma *justificativa* (J), que age de modo a garantir essa ponte entre dados e conclusão (Toulmin, 2006).

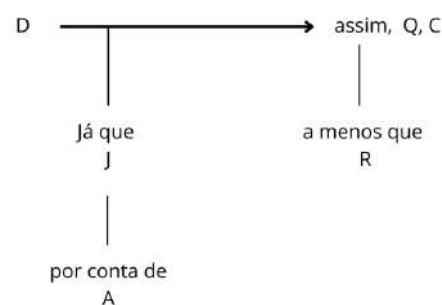
Entretanto, Toulmin (2006) ressalta que pode ser insuficiente apenas apresentar dados, justificativas e uma conclusão, sem explicitamente demonstrar o grau de força que os dados fornecem às conclusões em função das justificativas. Precisa-se assim, de um *qualificador modal* (Q), que indica a força que a *justificativa* (J) confere à conclusão (C). O que ocorre por intermédio de um advérbio, como:

“necessariamente” conclui-se, ou “presumivelmente” conclui-se. Ademais, para Toulmin (2006), tem-se ainda momentos em que é necessário deixar de lado o poderio cedido pela justificativa, empregando a *refutação* (R), que contesta a força de tal *justificativa* (J).

Por fim, Toulmin (2006) aponta que na iminência da própria garantia ser contestada, faz-se necessário a inserção de um *apoio* (A) à justificação. Enquanto as justificativas são colocações hipotéticas, os apoios são afirmações factuais, que denotam a autoridade da justificativa, evidenciando os motivos para torná-la aceitável. Sintetizando, para Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014, p. 151), o apoio “é uma garantia baseada em alguma autoridade, uma lei jurídica ou científica, por exemplo, que fundamenta a justificativa”.

O modelo geral do padrão de Toulmin encontra-se apresentado nas Figuras 1 e 2, com todos os seus elementos relacionados.

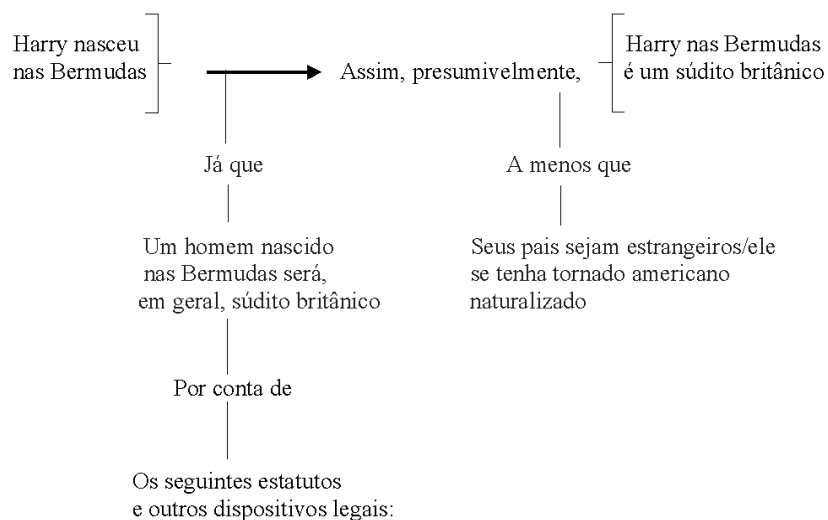
FIGURA 1 - PADRÃO ARGUMENTATIVO DE TOULMIN



FONTE: Adaptado de Toulmin (2006).

Consequentemente, a fim de torná-lo mais inteligível, Toulmin exemplifica-o da seguinte maneira na Figura 2.

FIGURA 2 - PADRÃO ARGUMENTATIVO DE TOULMIN EXEMPLIFICADO



FONTE: Toulmin (2006).

Por conseguinte, Nascimento e Vieira (2008), ressaltam que mesmo o padrão não sendo cunhado especificamente à educação, seu propósito aplica-se a tal área, e que diversos autores no ensino de Ciências o utilizam realizando adaptações conforme o contexto.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 PARTICIPANTES E DELINEAMENTO DA PESQUISA

A metodologia embasou-se em uma abordagem de enfoque misto, ou seja, de caráter quali-quantitativo. Visando a análise completa, buscou correlacionar as abordagens, uma vez que “a vantagem da integração consiste em retirar o melhor de cada uma para responder uma questão específica” (Paranhos *et al.*, 2016, p. 389). Quanto ao delineamento geral da pesquisa, configura-se como de cunho quase-experimental.

A amostra consistiu em duas turmas da graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná - UFPR, mais especificamente da disciplina de “Evolução para os Ensinos Fundamental e Médio”, nos períodos matutino e noturno, na qual os discentes perpassam o ensino evolutivo para o nível básico e são estimulados a desenvolverem estratégias de ensino da temática. Foi selecionada pois, primeiramente configura um ambiente de ensino-aprendizagem para aprimorar-se o ensino de Evolução, e também pois o jogo poderia ser um meio para inovarem e melhorarem suas práticas, o que reflete uma das justificativas da pesquisa. Assim como, por ser uma disciplina com aceitação e flexibilidade das regentes, e na qual o jogo poderia, no futuro, ser um material usual para o ensino.

Devido a um número amostral reduzido na pesquisa, decidiu-se tratar as duas turmas como amostra única, representando uma amostra de alunos de graduação em Ciências Biológicas que estavam cursando uma disciplina em comum. O respaldo para poder tratar as duas como uma amostra é dado pelos Testes de Mann-Whitney e Fisher, expressos nos resultados, que mostram a partir das respostas aos questionários, que as duas populações (manhã e noite) não diferem significativamente.

Deste modo, a pesquisa contou com um total de 36 participantes (N=36), que responderam o questionário prévio (Apêndice H) e participaram do jogo. Porém, nem todos responderam o questionário posterior (Apêndice I), no qual obteve-se um total de 26 participantes (n=26).

O presente estudo, junto aos instrumentos de coleta de dados, jogo (Apêndice A) e Registros de Consentimento Livre e Informado (RCLI) (Apêndice J) foram encaminhados e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa – Ciências

Humanas e Sociais da UFPR (CEP/CHS), sob o CAAE: 83316524.0.0000.0214, e parecer: 7.120.689.

5.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados questionários prévios e posteriores e a gravação do áudio dos jogadores durante o jogo.

Foi confeccionado um questionário prévio (Q-I) com sete questões de múltipla escolha, relacionadas a conhecimentos que se supunham ser mobilizados pelo jogo, a fim de verificar o conhecimento em EB, e uma questão argumentativa, para avaliação da qualidade prévia e posterior da argumentação, totalizando oito questões. Tal qual, confeccionou-se um questionário posterior (Q-II), com as mesmas oito questões, porém acrescido da presença de duas questões abertas relacionadas a sensação de participar do jogo e sobre sua aplicabilidade para o ensino de EB. Foram confeccionadas e incluídas também cinco questões em escala *Likert*, buscando identificar aspectos de motivação, diversão, uso do jogo no Ensino Superior, possibilidades de adaptação para o Ensino Básico e sobre o modelo de ensino argumentativo. Por fim, inseriu-se uma questão aberta opcional, sobre comentários ou sugestões, totalizando-se 16 questões no Q-II.

Optou-se por utilizar questões de questionários elaborados especificamente para a análise do conhecimento em EB e testados e validados em contexto de pesquisas. Assim, selecionou-se questões, entendidas como aptas a avaliar os conhecimentos presentes no jogo, de dois questionários: (1) *Evolution Education Questionnaire on Acceptance and Knowledge* (EEQ) (Beniermann *et al.* 2021); (2) *Conceptual Inventory of Natural Selection* (CINS) (Anderson; Fisher; Norman, 2002).

O questionário EEQ refere-se a um instrumento desenvolvido para aplicação em toda a Europa, disponível em 23 idiomas, para aplicação em alunos calouros do Ensino Superior, contudo, aponta que foi validado para grupos adicionais, estendendo-se desde o Ensino Médio até professores em exercício, indicado para avaliação em contexto internacional (Beniermann *et al.*, 2021). O CINS avalia o conhecimento em seleção natural, valendo-se de distratores comuns e foi usado para alunos não graduados, porém já foi empregado para avaliar o conhecimento entre alunos de graduação de Biologia de diferentes anos (Athanasiou; Mavrikaki; 2013).

As questões 1 e 5 dos questionários Q-I e Q-II são oriundas do EEQ, enquanto as questões 2, 3, e 4 advém do CINS. As questões 6, 7 e 8 foram elaboradas pelo autor, com base no referencial teórico, ante o entendimento da carência de mais questões relativas aos temas do jogo, não vislumbradas nos questionários citados.

Elaborou-se a questão 6 a fim tratar do caráter do isolamento reprodutivo dos pássaros do jogo, devido ao efeito da pleiotropia (gene com influência em mais de uma característica fenotípica) usando para tal o exemplo do experimento da *Drosophila pseudoobscura* (Ridley, 2007, p. 410). Por outro lado, a questão 7 buscou tratar da irradiação adaptativa presente no jogo, a partir do exemplo da irradiação de peixes ciclídeos em lagos africanos (Ridley, 2007, p. 664).

Já a questão 8, foi elaborada no intuito de analisar a argumentação, por intermédio do TAP, e versa sobre uma investigação que demanda a solução de um problema a partir da elaboração e avaliação de hipóteses, verificação de variáveis e formulação de uma explicação, ou seja, um argumento. Foram inseridos vários dados (D) na questão para a realização da argumentação. Seu referencial é o caso da mariposa *Biston betularia*, presente nos textos de Freeman e Herron (2009), Ridley (2007) e ASU (2023).

Por fim, valeu-se também como instrumento de coleta de dados da gravação do áudio durante o jogo. Escolheu-se de modo aleatório um grupo em uma turma. Tal coleta se deu a partir do smartphone do autor, posicionado em uma carteira ao lado do grupo, intentando-se o registro das discussões geradas e temas mobilizados de fato durante o jogo, para posterior análise.

5.3 ANÁLISE DOS DADOS

Para a análise das questões fechadas (1-7) do Q-I e Q-II, foi atribuído um escore, a partir do gabarito, considerando respostas erradas = 0 e corretas = 1. Sendo o escore máximo = 7 e o mínimo = 0. O nível de significância (α) empregado em todas análises estatísticas foi de 0,05 (5%).

Deste modo, a partir do escore de cada participante, para o pré o pós questionário, foi aferida a normalidade da amostra pelo teste de Shapiro-Wilk no software RStudio. A hipótese nula (H_0) pontua que os dados seguem distribuição normal, enquanto a alternativa (H_1) de que não a seguem.

Como cada observação da primeira amostra (respostas ao Q-I) não foi pareada com a da segunda amostra (respostas ao Q-II) devido ao número diferentes de respondentes e ao anonimato, tratou-se os dados como amostras independentes (não pareadas).

A fim de verificar se o desempenho individual foi melhor no Q-II em relação ao Q-I, foi empregado o teste de Mann-Whitney, para analisar se uma das populações obteve valores maiores que a outra (H1), ou se elas apresentam a mesma mediana (H0).

No intuito de analisar se houve diferença global na proporção total de acertos em relação a erros do Q-I para o Q-II, e também se houve diferença na proporção de acertos e erros entre cada questão, foi empregado o teste exato de Fisher. Este utiliza tabelas de contingência 2x2, sendo indicado para amostras pequenas (maior precisão que qui-quadrado) e independentes, para verificar se as proporções para uma variável diferem entre os valores da outra variável (McDonald, 2024; Wiki R, 2021).

Já para análise das questões abertas 9, 11 e 16 do Q-II e da transcrição do áudio do momento do jogo, empregou-se o método de análise de conteúdo, descrito como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 1977, p. 42).

Mais precisamente, utilizou-se a técnica da análise de conteúdo temática (ACT), a qual, segundo Bardin (1977, p. 105): “consiste em descobrir os «núcleos de sentido» que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição podem significar alguma coisa para o objectivo analítico escolhido”.

Para Minayo (2004, p. 208), “A noção de TEMA (*sic*) está ligada a uma afirmação a respeito de determinado assunto. Ela comporta um feixe de relações e pode ser graficamente apresentada através de uma palavra, uma frase, um resumo”.

Baseado na divisão das etapas da ACT descrita por Bardin (1977) e sintetizada por Minayo (2004) seguiu-se assim no presente trabalho:

1. Pré-análise - foram formulados os objetivos do estudo e a partir destes, três tarefas seguiram-se:
 - 1.1. Leitura flutuante: Contato exaustivo com o material das respostas e áudio e impregnação com o seu conteúdo.
 - 1.2. Organização do *Corpus*: o *Corpus* do estudo configurou todos os questionários Q-II e a transcrição do áudio do jogo, neste, separando-se momentos em que são discutidas questões fundamentais para a investigação do caso pelos alunos. Realizou-se a tabulação das respostas abertas do Q-II em planilhas do *Google Sheets*, e a transcrição do áudio pelo software *Good Tape Transcription*.
 - 1.3. Referenciação do *Corpus*: atribuiu-se um código para cada participante respondente das questões abertas como P1, P2...P26, e um código para cada aluno presente no grupo que jogou o jogo: A1, A2, A3, A4 e A5.
2. Exploração do material - consistiu na codificação material:
 - 2.1. Codificação: a fim de vislumbrar os núcleos de compreensão, realizou-se a transformação dos dados brutos definindo-se as unidades de registro (unidades básicas que representam a categoria) como sendo as frases significativas nas respostas ao Q-II, representantes do tema destas respostas. E a unidade de contexto (que embasa e contextualiza a unidade de registro) como a resposta completa à questão. Para o jogo, as unidades de registro foram as frases significativas em uma discussão fundamental da investigação e as de contexto a fala completa dos participantes neste momento.
 - 2.2. Categorização: primeiramente, em função da particularidade dos dados, definiu-se para as questões 9 e 11 “Atitudes” em relação às unidades de contexto, sendo estas Positivas, Negativas ou Ambivalentes, uma vez que se referem a opiniões ou sensações em relação ao jogo. A categorização se deu pelo agrupamento das unidades de registro semelhantes sob um título comum que descreve tais temas. Ademais, para as questões 9 e 16 atribuíram-se Subcategorias, já que se notou, pela natureza dos questionamentos, a

presença de informações relevantes não contempladas pelas Categorias ou Atitudes.

3. Tratamento dos resultados obtidos e interpretações:

- 3.1. As Atitudes, Categorias e Subcategorias foram quantificadas e submetidas a operações estatísticas simples (porcentagem), explicitando as informações obtidas e servindo de base para a proposição de inferências e interpretações do estudo.

Já para a questão 8 do Q-I e Q-II, referente a comparação da argumentação, a análise se deu a partir do TAP (Toulmin, 2006) e com base no proposto por Erduran *et al.*, (2004) e adaptado por Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), de que quanto mais elementos do TAP um argumento contém, mais elaborado ele é, e se um argumento apresenta maior frequência de justificativa (J) ou apoio (A) ele é mais elaborado que outro. Assim, a ordem de complexidade dos argumentos foi:

- i. CDJ (conclusão-dado-justificativa);
- ii. CDJA (conclusão-dado-justificativa-apoio);
- iii. CDJR (conclusão-dado-justificativa-refutação);
- iv. CDJQ (conclusão-dado-justificativa-qualificador);
- v. CDJAQ (conclusão-dado-justificativa-apoio-qualificador);
- vi. CDJAQR (conclusão-dado-justificativa-apoio-qualificador-refutação).

Em concordância com Zohar e Nemet (2002) argumentos sem justificativas não são considerados válidos. Assim, foram comparadas as combinações de TAP e a frequência de Justificativas e Apoios prévios e posteriores.

Deste modo, para a análise, imprimiu-se a íntegra da resposta de cada participante à questão 8, para o Q-I (n=36) e Q-II (n=26), totalizando 62 argumentos. Com estes impressos, foram sendo realizadas separações do texto com marcações para verificar a presença dos componentes do TAP. Para tal, foram consideradas as descrições de cada componente explicitadas por Toulmin (2006), item 4.7 deste trabalho, e a exemplificação do TAP, Figuras 1 e 2.

Adicionalmente, para a identificação de cada componente buscou-se para cada argumento responder as questões postas por Toulmin (2006): a partir dessa conclusão (C) “o que você tinha para seguir em frente”, quais os dados (D)? E,

“como você chegou até aí”, dos dados para a conclusão, qual a justificativa desse passo? Os Qualificadores foram considerados como advérbios presentes nos argumentos; Refutações como as contestações à justificativa; e os Apoios como as afirmações categóricas, de fato, de explicitação da autoridade da justificativa, podendo ser baseado em algum conhecimento científico, por exemplo sobre a EB.

Por fim, no que tange às questões 10, 12, 13, 14 e 15 do Q-II, em escala *Likert*, estas foram analisadas a partir da descrição dos percentuais obtidos em um gráfico único gerado no software RStudio.

5.4 ELABORAÇÃO DO JOGO DIDÁTICO DETETIVES DA EVOLUÇÃO

O jogo (Apêndice A) foi elaborado no software *Canva* e baseia-se no exemplo clássico da irradiação adaptativa e evolução dos bicos dos tentilhões de Galápagos, usando como referencial os textos de León *et al.*, (2014), Freeman e Herron (2009) e Ridley (2007). Primeiramente, foi realizada a leitura de diferentes exemplos evolutivos, e com isso, o exemplo dos tentilhões nos referenciais acima foi estudado minuciosamente. Notou-se, que o exemplo poderia enquadrar-se em uma lógica investigativa e argumentativa.

Considerando toda a problemática envolvendo o ensino-aprendizagem de EB presente no corpo deste estudo, buscou-se ao elaborar o jogo — baseando-se nas recomendações para o ensino evolutivo de Tidon e Lewontin (2004) — um material que trabalhasse a EB de modo integrativo, com diferentes conhecimentos evolutivos e aludisse também sobre a construção da Ciência e o que se considera verdade para esta. A melhor maneira encontrada foi um jogo que tornasse o aluno ator ativo de sua aprendizagem (Freire, 1968/2019) e fosse pautado no ensino investigativo e argumentativo, sobre como se dá a construção da Ciência e sobre como gerar e compreender criticamente as explicações deste campo (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017).

Foi pensado para promover uma investigação sobre um tema real em EB, inserindo os discentes em um problema enfrentado pela pesquisa evolutiva, aproximando-os da prática científica. Assim, a proposta guia os alunos na resolução de um problema, contendo dados, mobilização de saberes prévios, criação e avaliação de hipóteses, análise de variáveis e formulação de uma explicação em

forma de argumento, preceitos relacionados à própria prática científica (Sasseron, 2013).

Os aspectos da lógica investigativa empregada, de um caso, cartas e pistas, foram embasados na dissertação de Tuler (2019), de um jogo investigativo sobre a evolução do cérebro humano.

Deste modo, a partir da pesquisa de Peter e Rosemary Grant, descrita nos materiais de estudo, buscou-se uma adaptação, usando pássaros que migraram para ilhas, se irradiaram e adaptaram. Contudo, sem nomeá-los, alterando-se localidades e realizando-se algumas simplificações, porém mantendo o cerne de medidas, cantos e alimentação, para que fosse de fato representativo da realidade. O primeiro passo foi a criação da identidade visual do jogo, optou-se por cores azul e verde, que remetesse ao um ambiente insular, de flora cercada pelo mar. Utilizou-se uma imagem topográfica das ilhas Galápagos (*Wikimedia commons*) como fundo, para igualmente situar o ambiente. A escolha do logo (Figura 3) foi pensada para estimular a investigação e resolução de um caso, inspirado em personagens como Sherlock Holmes.

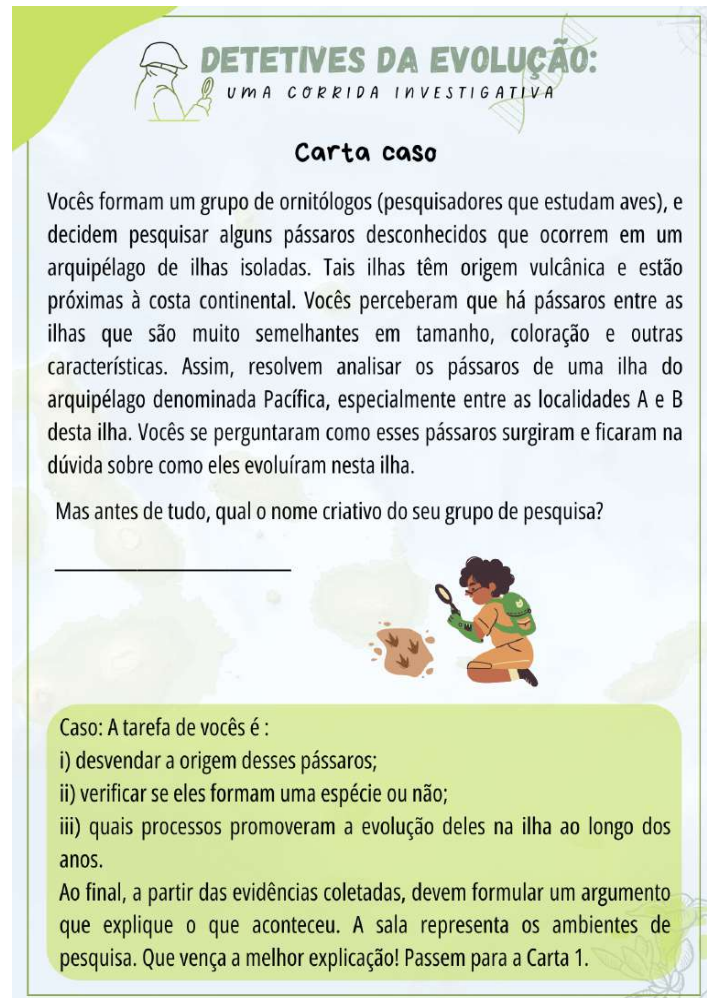
FIGURA 3 - LOGO DO JOGO



FONTE: O autor (2024).

Por conseguinte, elaborou-se a carta caso, em papel A4 (Figura 4), proporcionando aos alunos a interpretação do papel de ornitólogos. Descreve-se o contexto e os resultados esperados, a partir das tarefas. Salienta-se o fato das ilhas estarem próximas ao continente, para estimular a percepção de migração, e descreve-se a grande semelhança entre os pássaros (Freeman; Herron, 2009) e a ocorrência conjunta, a fim de gerar a dúvida de se representam uma ou duas espécies. É solicitado um nome para a equipe para gerar maior divertimento ao compartilhar-se os nomes dos grupos na defesa do argumento, uma vez que Miranda (2002) aponta a criatividade e socialização como fatores importantes dos jogos didáticos.

FIGURA 4 - CARTA CASO



DETETIVES DA EVOLUÇÃO:
UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Carta caso

Vocês formam um grupo de ornitólogos (pesquisadores que estudam aves), e decidem pesquisar alguns pássaros desconhecidos que ocorrem em um arquipélago de ilhas isoladas. Tais ilhas têm origem vulcânica e estão próximas à costa continental. Vocês perceberam que há pássaros entre as ilhas que são muito semelhantes em tamanho, coloração e outras características. Assim, resolvem analisar os pássaros de uma ilha do arquipélago denominada Pacífica, especialmente entre as localidades A e B desta ilha. Vocês se perguntaram como esses pássaros surgiram e ficaram na dúvida sobre como eles evoluíram nesta ilha.

Mas antes de tudo, qual o nome criativo do seu grupo de pesquisa?

Caso: A tarefa de vocês é:

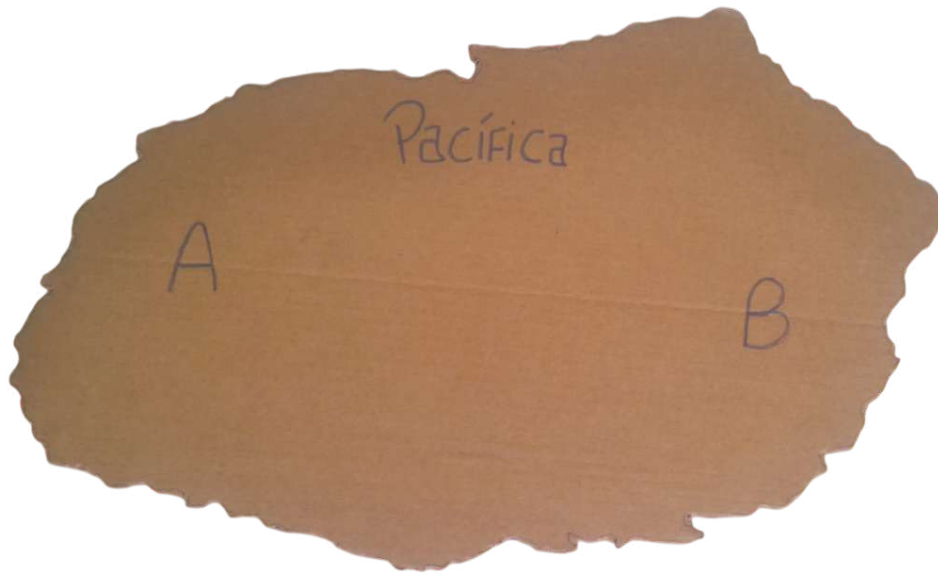
- i) desvendar a origem desses pássaros;
- ii) verificar se eles formam uma espécie ou não;
- iii) quais processos promoveram a evolução deles na ilha ao longo dos anos.

Ao final, a partir das evidências coletadas, devem formular um argumento que explique o que aconteceu. A sala representa os ambientes de pesquisa. Que vença a melhor explicação! Passem para a Carta 1.

FONTE: O autor (2024).

O local “ilha” (Figura 5, modelo Apêndice C), foi elaborado para que a investigação fosse mais palpável e interativa, esta foi desenhada e recortada em caixa de papelão, com base no mapa da ilha de Santa Cruz, em Galápagos. Nesta foi indicado o nome da ilha “Pacífica”, e as localidades “A” e “B”, de preferência dos pássaros.

FIGURA 5 - A ilha: Pacífica



FONTE: O autor (2024).

Sequentemente, buscou-se imagens (Figura 6 e Apêndice F), que representassem os tentilhões e sua semelhança, escolhendo como exemplo o Tentilhão rasteiro [de bico] grande (*Geospiza magnirostris*) denominado “Pássaro 1” e o Tentilhão rasteiro [de bico] médio (*Geospiza fortis*) - “Pássaro 2” pela semelhança e proximidade evolutiva. Escolheu-se também a imagem de uma Rola-das-Galápagos (*Zenaida galapagoensis*) - “Pássaro 3” para ser um grupo externo de comparação. As imagens foram obtidas do site *BioDiversity4All* e *Wikimedia commons* e contam com licença *Creative Commons* CC BY-NC 4.0 e CC BY-SA 2.0. As imagens foram vetorizadas pelos softwares *Studio - Creative fabrica* e *Recraft AI*, a fim de serem trabalhadas no programa *Inkscape*, onde foi editado o tamanho do bico. Os Pássaros 1 e 2 contaram com quatro exemplares cada, com tamanhos de bico diferentes, editados precisamente em centímetros no programa *Inkscape*, para representar a variação individual presente nas populações e possibilitar, através do cálculo da média, estimar-se o tamanho do bico para os pássaros no jogo. Os tamanhos de bico foram: Pássaro 1: 1,5 cm; 1,5 cm; 1,3 cm; 1,7 cm; média = 1,5 cm. Pássaro 2: 1 cm; 1 cm; 0,8 cm; 1,2 cm; média = 1 cm. Assim, foram impressos e recortados e cedidos junto ao mapa aos estudantes.

FIGURA 6 - PÁSSAROS 1, 2 E 3



FONTE: Adaptada de Lip Kee Yap (2014); George Lin (2023); Bill Siebert (2024).

Adiante, elaborou-se as demais cartas do jogo (Apêndice B), estas com 13,5 x 8,5 cm. As cartas são numeradas de 1 a 11, sendo duas de dicas especiais não numeradas, totalizando 13 cartas. A carta 1 (Figura 7) apresenta os pássaros e sua preferência de localidade.

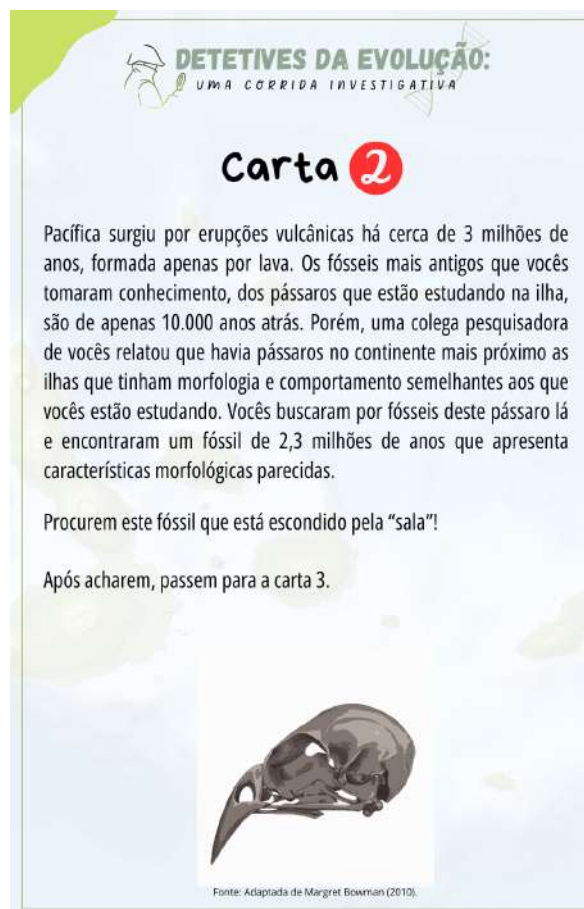
FIGURA 7 - CARTA 1



FONTE: O autor (2024).

A carta 2 explica o surgimento da ilha, almejando a concepção de que teve de ser colonizada pela vida, a partir da migração, e que essa se deu a partir do continente. Para tal sugere que façam a busca de um fóssil que está escondido pela sala. Uma vez que Miranda (2002) aponta que a instigação da curiosidade pode promover maior motivação. A sala configura o ambiente de pesquisa e é dividida em “Pacífica”, “Continente” e “Laboratório”. Espera-se que pela investigação localizem o fóssil no continente.

FIGURA 8 - CARTA 2

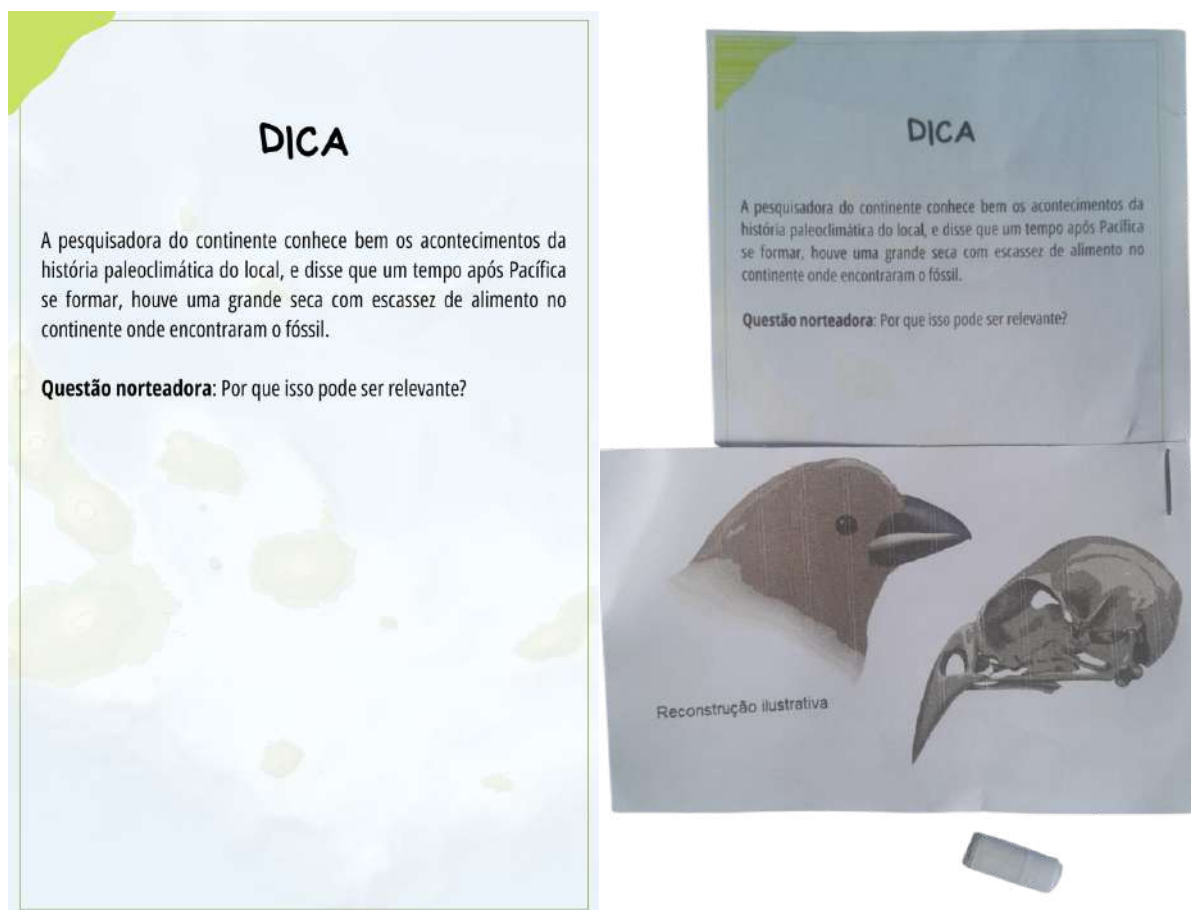


FONTE: O autor (2024).

Os pássaros (1, 2 e 3) assim como o fóssil, contêm uma sequência de DNA (Apêndice D) enrolada e aderida por fita adesiva. Estas contêm 15 bases nitrogenadas e servem para comparar o fóssil com o pássaro 1, 2 e 3. O Pássaro 1 tem 12 bases compatíveis com o fóssil, o Pássaro 2 tem 10 e o Pássaro 3 apenas duas correspondentes. Os Pássaros 1 e 2 têm oito bases correspondentes entre si e apenas duas com o Pássaro 3. A intenção é fornecer evidências de maior

proximidade genética entre o pássaro 1 e 2, como filogeneticamente próximos, e destes dois com o fóssil, revelando uma ancestralidade comum. O pássaro 3 serve como grupo de comparação para reforçar a ancestralidade comum de 1 e 2 e parentesco próximo, por ser muito distante do fóssil e de 1 e 2. Objetiva-se que estas informações sejam usadas como evidências no argumento. A comparação de bases baseia-se em uma atividade do *Teaching About Evolution And The Nature Of Science* (NAS, 1998).⁵ A dica atrelada ao fóssil refere-se à pressão que induziu os pássaros a migrarem do continente, reforçando a ideia de migração.

FIGURA 9 - FÓSSIL/CARTA DICA E EXEMPLO



FONTE: O autor (2024).

⁵NAS, National Academy of Sciences. **Teaching About Evolution and the Nature of Science**. Washington D.C: National Academies Press, 1998. 150 p. Disponível em: <https://nap.nationalacademies.org/read/5787/chapter/1>. Acesso em: 05 nov. 2023.

A carta 3 refere-se às orientações para a realização da comparação do DNA após encontrar-se o fóssil (Figura 10):

FIGURA 10 - CARTA 3

DETETIVES DA EVOLUÇÃO:
UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Carta 3

Que sorte! Conseguiram uma amostra de DNA de uma seção de gene no fóssil. Comparem as bases do DNA do **fóssil** com os Pássaros **1** e **2**. Vocês resolveram comparar o fóssil com o **Pássaro 3** também, que ocorre por perto mas não tão parecido para tirar uma dúvida...

Use a folha "Tabela 1" e anotem quantas bases são iguais (compatíveis) e quantas são diferentes (incompatíveis) entre as amostras. Compare as bases que estão exatamente na mesma posição entre os genes, no sentido: posição 1 -> posição 2, como no exemplo. Após comparar, se tiverem alguma percepção, anotem, e sigam para a carta 4.

Exemplo

	Posição 1		Posição 2
Seq 1:	ATGCTGATTGCGCTTAA		
Seq 2:	CTGATGACTGCGCTCAT		

FONTE: O autor (2024).

A carta 4 (Figura 11) refere-se ao "prêmio", uma dica (Carta 5) que está disponível no laboratório do ornitólogo de referência (mesa do aplicador). A dica, que não atribui uma tarefa, pode ser acessada depois e é ofertada no intuito de auxiliar a investigação e argumentação, pois fornece a informação de que os pássaros usam fortemente o canto para reconhecimento de parceiros para o acasalamento (UNESP, 2023)⁶.

⁶ UNESP, Universidade Estadual Paulista. **Biologia Geral das Aves:** por que as aves cantam?. 2023. Disponível em: https://www2.ibb.unesp.br/Museu_Escola/Ensino_Fundamental/Animais_JD_Botanico/aves/aves_biologia_geral_canto.htm#:~:text=Canto%3A%20sons%20melodiosos%20e%20longos,atrair%20f%C3%AAs%20para%20o%20acasalamento. Acesso em: 05 nov. 2023.

FIGURA 11 - CARTAS 4 E 5



FONTE: O autor (2024).

A carta 6 (Figura 12) diz respeito ao canto dos Pássaros 1 e 2, e fornece um QR code para cada pássaro, para que seja ouvida a vocalização e visto o espectrograma (Figura 13) destes cantos. O intuito é que por meio da escuta do canto sejam percebidas diferenças nas vocalizações, a serem corroboradas pelos espectrogramas, em que os pássaros diferem em frequência do canto em Hz e em duração em segundos. Este ponto serve de apoio ao que será detalhado no tamanho das sementes e força do bico. Relaciona-se à adaptação para um determinado tipo de dieta com a mudança na forma do bico, e com isso, por pleiotropia, a alteração do canto, gerando isolamento reprodutivo pré-zigótico, o que de fato é sustentado para os tentilhões, de onde advém o exemplo em acordo com Ridley (2007). Os cantos e espectrogramas advém do site *Xeno-Canto*, licença CC BY-NC-SA 4.0, com a citação dos respectivos autores.

FIGURA 12 - CARTA 6

DETETIVES DA EVOLUÇÃO:
UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Carta 6

Ao longo da pesquisa, vocês gravaram o canto dos pássaros e fizeram um espectrograma (imagem do sinal audível) para verificar as frequências do som ao longo do tempo. No gráfico, o eixo y representa a frequência em Khz e o x o tempo em segundos. Escaneie os QR Codes para ver os espectrogramas e ouvir a vocalização. (celular na horizontal permite ver melhor).

Discutam a comparação dos parâmetros de tempo, frequência e sonoridade. Se surgir alguma ideia é melhor anotar para não esquecer.

Após, passem para a carta 7.

Pássaro 1

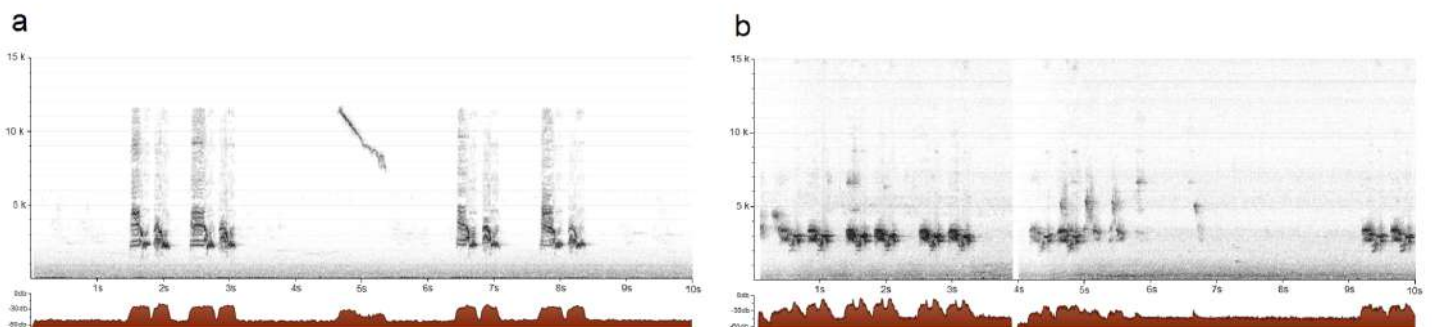


Pássaro 2



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 13 - ESPECTROGRAMAS



FONTE: DeFonso (2011); Salinas (2022).⁷
LEGENDA: a: Pássaro 1. b: Pássaro 2.

⁷ Eric DeFonso, XC105783. Acessível em www.xeno-canto.org/105783.
Jacob Guachisaca Salinas, XC731387. Acessível em www.xeno-canto.org/731387.

A carta 7 (Figura 14), e parte do jogo, fundamenta-se no artigo de León *et al.*, (2014), em que é analisada a dieta e a sobreposição de dieta em quatro espécies simpátricas de tentilhões na ilha de Santa Cruz. Evidencia-se que, em boas condições, possuem dietas semelhantes e sobrepostas e até certa medida generalistas, mas que cada espécie mantém “recursos privados” para os quais sua respectiva morfologia é mais adequada. Quando as condições são favoráveis, às espécies convergem para os melhores recursos, mas:

Quando as condições são muito más (por exemplo, seca) e os recursos alimentares se tornam globalmente raros, as espécies utilizam cada vez mais os recursos para os quais as suas morfologias estão melhor adaptadas: sementes pequenas para *G. fuliginosa*, sementes médias para *G. fortis*, sementes grandes para *G. magnirostris* [...] (León *et al.*, 2014, p. 1102).

Os autores salientam que a variação espacial também é relevante:

[...] porque os alimentos disponíveis e as dietas dos tentilhões diferem entre os locais de uma ilha. Esta variação provavelmente significa que nenhuma espécie pode ser um competidor superior para a ilha como um todo – e a dispersão contínua irá manter as metacomunidades de espécies com nichos parcialmente sobrepostos (León *et al.*, 2014, p. 1102).

Posto isto, e considerando que “A teoria de que os tamanhos das sementes controlam os tamanhos dos bicos nesses tentilhões foi confirmada” (Ridley, 2007, p. 253), já que:

Grant e Grant e colaboradores mostraram que, tanto dentro da mesma espécie como entre espécies diferentes, o tamanho do bico está correlacionado com o tamanho das sementes colhidas. Em geral, os pássaros com bicos maiores comem sementes maiores, enquanto os que têm bicos menores comem sementes menores. Isso se deve ao fato de que os pássaros com diferentes tamanhos de bicos são capazes de manipular sementes de diferentes tamanhos com maior eficiência (Freeman; Herron, 2009, p. 82).

Foi então elaborada a adaptação para o jogo, em que os Pássaros 1 e 2 ocorrem simpatricamente, e em períodos de bonança, usam recursos semelhantes. Porém, na ilha do jogo, há períodos secos e chuvosos — assim como ocorre de fato (Ridley, 2007) e no jogo, há variação na localidade das sementes nestes períodos. Assim, quando é seco, sementes grandes estão disponíveis na localidade A e pequenas na localidade B de “Pacífica”. Em períodos de chuva e vastidão de

recursos os Pássaros 1 e 2 transitam por toda ilha, comendo artrópodes e afins, mas preferem as localidades A e B, respectivamente, pois nas secas é onde conseguem acessar recursos mais facilmente de acordo com suas adaptações. Foi assim elaborado, para explicitar como se dá a coexistência simpátrica de 1 e 2, e para estimular a conclusão de que o tamanho do bico está relacionado com uma adaptação para o tamanho das sementes que eles comem.

FIGURA 14 - CARTA 7



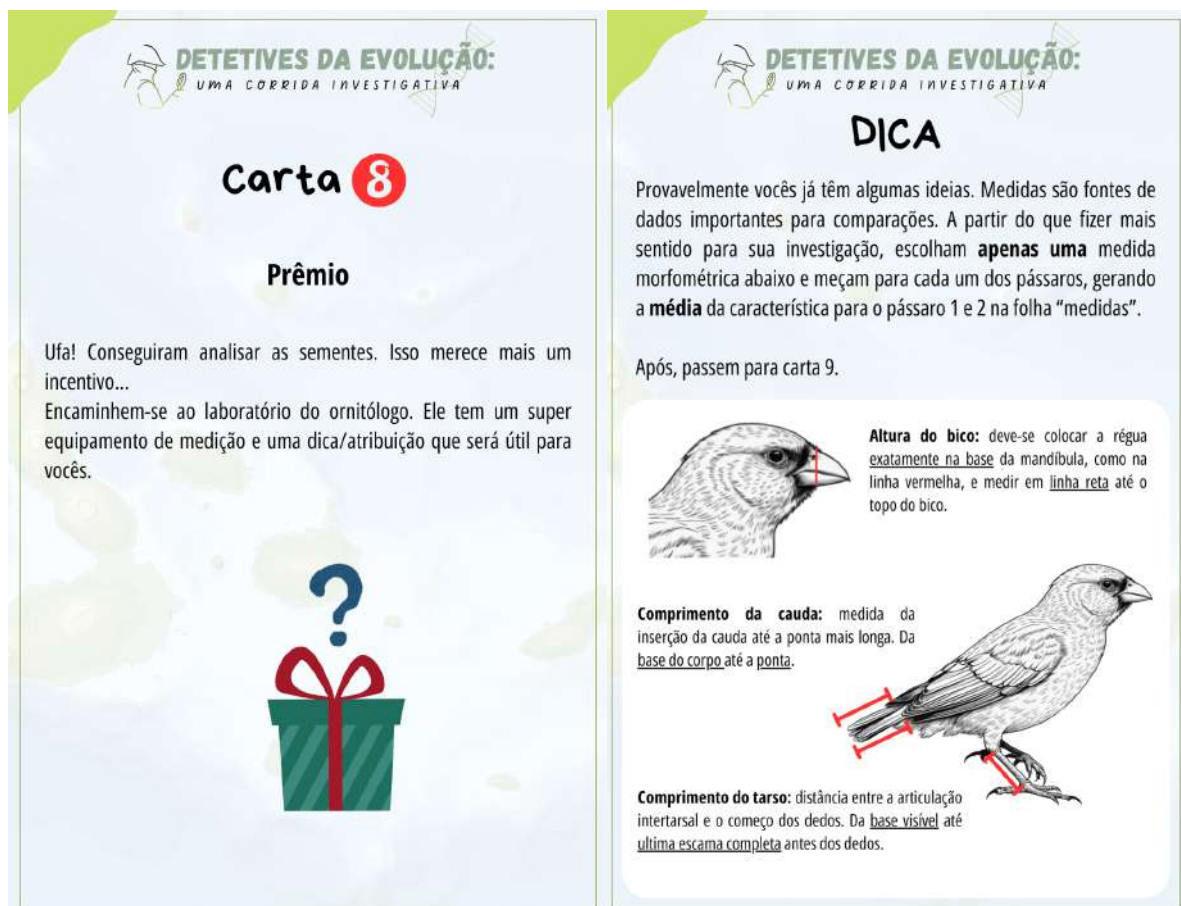
FONTE: O autor (2024).

As sementes grandes são I, III e V, enquanto as pequenas II, IV e VI. Estas são oriundas das preferências indicadas León *et al.*, (2014), e foram cortadas e alocadas no mapa em abundâncias diferentes de acordo com a localidade. Mais grandes na localidade A, onde o Pássaro 1 prefere, e mais pequenas em B, onde o 2 prefere. O tamanho das sementes foi feito em escala de acordo com as

respectivas espécies de planta, que ocorrem em Galápagos, a partir do guia *Guide to Galapagos Seeds and Propagules* (Díaz; Shepherd; Heleno, 2021).⁸

A carta 8 (Figura 15) refere-se a outro “prêmio”, que representa uma régua comum para cada grupo, que é obtida junto a uma dica, para que possam aferir a média do bico dos pássaros (e sementes, se chegarem nessa conclusão). A dica deixa livre, mas direciona para a medida morfométrica do tamanho do bico

FIGURA 15 - CARTA 8 E DICA



FONTE: O autor (2024).

A carta 9 (Figura 16) refere-se a força que os pássaros 1 e 2 conseguem imprimir ao fechar os bicos, intentando evidenciar, com o auxílio da questão norteadora, como o Pássaro 1, que tem bico visualmente mais robusto e média de

⁸ Díaz; Shepherd; Heleno. **Guide to Galapagos Seeds and Propagules**. CDF. 2021. Disponível em: https://www.darwinfoundation.org/en/documents/348/Guia_semillas_2021_ENG.pdf. Acesso em: 26 de set de 2024.

altura maior no bico, tem mais força e isso associa-se a comer sementes maiores, sendo o oposto para o Pássaro 2.

FIGURA 16 - CARTA 9

DETETIVES DA EVOLUÇÃO:
UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Carta 9

Ao realizar uma investigação com alguns testes, vocês obtiveram dados das forças que os pássaros 1 e 2 conseguem empregar ao fechar a mandíbula e maxila. Para o **Pássaro 1** essa medida foi de **255 N** e para o **Pássaro 2** de **59 N** (N=Newton).

Questão norteadora: isso pode representar ou ser reflexo de algum fator importante na história de vida e evolução dos pássaros? E por que?

Pensem e/ou anotem e passem para a carta 10.



Fonte: sadanduseless.com

FONTE: O autor (2024).

A carta 10 (Figura 17) concerne ao momento de estação reprodutiva, neste questiona-se o que poderia ser crucial para o reconhecimento de parceiros e espera-se um retorno a dica da carta 5, de chamados, para levantarem a hipótese de que se todos estão juntos, vocalizando com cantos diferentes, pode não ocorrer o reconhecimento entre parceiros, devido a diferença no canto, gerando o isolamento pré-zigótico.

FIGURA 17 - CARTA 10



FONTE: O autor (2024).

Por fim, a carta 11 solicita que sejam nomeadas as espécies, mais uma vez recorrendo-se à criatividade, porém embutindo-se a necessidade de definir se são espécies diferentes ou não, e a proximidade entre elas. Estimulado assim, pois caso não tenham atentado-se a isso, o argumento requer esta definição. Outrossim, há folhas para anotações e tabelas para serem preenchidas, com questões norteadoras, buscando-se orientar melhor a investigação, estas, junto as regras e referências encontram-se no material completo no Apêndice A.

FIGURA 18 - CARTA 11



DETETIVES DA EVOLUÇÃO:
UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Carta 11

Agora, vocês estão prestes a defender a explicação da origem e evolução desses pássaros para a comunidade científica e sociedade. Mas antes precisam nomeá-los. Sejam criativos, e criem gênero e epíteto específico (ex. *Panthera onca* - onça-pintada), podendo ser o mesmo gênero e epíteto, se consideraram ser a mesma espécie, ou o mesmo gênero e epítetos diferentes, ou gêneros e epítetos diferentes... ou seja, de acordo com o que irão defender.

Podem escrever aqui, na própria carta:

Pássaro 1: _____

Pássaro 2: _____

FONTE: O autor (2024).

Portanto, o jogo almeja a explicação de que ocorreu uma forma de especiação simpátrica, em que duas formas da espécie adaptaram-se a comer tipos diferentes de alimentos, sendo que o híbrido teria baixo valor adaptativo na estação seca, por não conseguir comer as sementes grandes ou pequenas a depender da localidade de preferência dos pássaros, o que coaduna com a explicação de Ridley:

Na especiação simpátrica, a etapa inicial é um polimorfismo que independe de espaço intrapopulacional. Por exemplo, duas formas de uma espécie podem estar adaptadas para comer alimentos diferentes. Se os cruzamentos entre as duas são desvantajosos porque os híbridos têm baixo valor adaptativo, o reforço atuará entre elas (Ridley, 2007, p. 436).

Por conseguinte, o jogo busca a percepção de que com a adaptação do bico a um tipo de semente, muda-se o canto, pois Ridley coloca que em tentilhões:

A forma do bico está associada com o tipo de canto que a ave entoia. Espécies com bicos grandes, por exemplo, não produzem trinos rápidos, como fazem as espécies com bicos pequenos. Isso pode ser uma consequência física direta do tamanho do bico [...] (Ridley, 2007, p. 412).

E como os tentilhões escolhem o parceiro baseados no canto, a mudança na dieta pode acarretar o isolamento reprodutivo, por meio da pleiotropia: “o mesmo caráter morfológico (o bico) influi na alimentação e na reprodução” (Ridley, 2007, p. 412).

5.4 COMO ORGANIZAR E JOGAR?

Inicialmente, com base no Apêndice E e sem o conhecimento da turma, indicar um lado da sala como sendo a ilha e o outro o continente: em “Pacífica” é onde os grupos deverão se organizar, pois estão realizando a pesquisa na ilha. Na parede oposta, deve-se colocar uma folha escrita “Continente”, e esconder-se os fósseis neste local (embaixo de carteiras, mesas, mochila, dentro de armários...) para que ao longo da investigação eles levistem e procurem, sendo orientados pela dica de que o fóssil foi achado no continente. O fóssil deve ser grampeado junto a dica da pesquisadora do continente e ter a sequência de DNA aderida. Coloca-se também uma folha no quadro escrita “Laboratório”, e organiza-se as régua e dicas na mesa do professor, pois serão orientados a buscar a ajuda do “Ornitólogo de referência”.

Posteriormente separa-se a turma em grupos de até cinco integrantes, e para cada grupo deve-se fornecer o mapa da ilha, os quatro Pássaros 1 colocados na localidade A, os quatro Pássaros 2 na localidade B e um Pássaro 3 no meio da ilha. Pelo menos um pássaro 1, 2 e 3 devem ter a sua sequência de DNA enrolada e aderida à perna. Na localidade A coloca-se mais sementes grandes, e na B mais pequenas (trabalhou-se com cerca de 20 sementes por localidade). Deve-se fornecer as cartas e as folhas do jogo. Assim segue-se a investigação e coleta de evidências para formulação do argumento (Figura 19), segundo o TAP. Antes da aplicação do jogo, o TAP foi explicado aos alunos, com um slide mostrando a estrutura básica do padrão argumentativo e também com a figura que contém o exemplo fornecido por Toulmin, encontrado nas Figuras 1 e 2.

A principal regra é que se uma carta solicita uma ação, esta deve ser realizada antes de partir para a próxima carta. “Vence” a equipe que possuir o argumento mais robusto, com evidências e apoios para sua explicação da evolução dos pássaros, atentando-se ao sentido evolutivo. O material do jogo encontra-se nos apêndices, mas para o download do material completo para jogar, nos tamanhos corretos, acessar:

https://drive.google.com/drive/folders/1jWvLBXokUGu9-3cg_9QcZBkoGC9OQemP?usp=sharing.

FIGURA 19 - FOLHA DO ARGUMENTO

Formule o argumento:

DETETIVES DA EVOLUÇÃO:
O Jogo da Corrida Investigativa

Dados (evidências)

Como suas evidências permitem chegar a conclusão?

Assim, _____

Conclusão

já que

Justificativa

Justificativa

Justificativa

Justificativa

por conta de

por conta de

por conta de

por conta de

Há algum conhecimento científico que apoie a justificativa?

Apoio

Apoio

Apoio

Apoio

a menos que

Refutação

FONTE: O autor (2024).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISE QUANTITATIVA DAS QUESTÕES FECHADAS

A partir dos escores obtidos nas questões prévias e posteriores, realizou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade, em que se encontrou o valor $p = 0,007$ para o Q-I e $p = 0,010$ para o Q-II. Sendo $p < 0,05$ rejeitou-se a normalidade e realizaram-se testes não paramétricos.

Foram realizadas análises, a partir dos escores prévios (Q-I) e posteriores (Q-II), separadamente para cada turma, avaliando a possibilidade de agregá-las nas próximas análises. Os resultados dos testes de Mann-Whitney para ambas são mostrados na Tabela 1, enquanto os resultados do teste de Fisher são expostos na Tabela 2.

TABELA 1 - RESULTADO DO TESTE DE MANN-WHITNEY, IQR, MEDIANA E PARTICIPANTES NA COMPARAÇÃO PRÉVIA E POSTERIOR EM RELAÇÃO AO SCORE PARA AS TURMAS SEPARADAS

Turma							
	Grupo	Variável	Score	n	Mediana	IQR	Valor p
Matutina	Q-I	score	84	17	5	2	0,79
	Q-II	score	53	11	5	1,5	
Noturna	Q-I	score	102	19	5	1	0,483
	Q-II	score	85	15	6	2	

FONTE: O autor (2024).
LEGENDA: Q-I: teste prévio; Q-II: teste posterior; n: número de participantes; IQR: intervalo interquartil.

TABELA 2 - RESULTADO DO TESTE DE FISHER COMPARANDO O DESEMPENHO TOTAL DE ACERTOS E ERROS PRÉVIO E POSTERIOR POR TURMA

Turma		Q-I (n=17)	Q-II (n=11)	Valor p
Matutina	Acertos	84	53	0,873
	Erros	35	24	
Noturna	Acertos	102	85	0,524
	Erros	31	20	

FONTE: O autor (2024).

LEGENDA: Q-I: teste prévio; Q-II: teste posterior.

Assim, não evidenciando-se significância estatísticas nos testes aplicados, permitindo considerar ambas como uma única população amostral, tratou-as como uma amostra de alunos de graduação em Ciências Biológicas da referida disciplina. Os resultados do teste de Mann-Whitney das turmas juntas para os escores prévios (Q-I) e posteriores (Q-II) é exposto na sequência, na Tabela 3:

TABELA 3 - RESULTADO DO TESTE DE MANN-WHITNEY, IQR, MEDIANA E PARTICIPANTES NA COMPARAÇÃO PRÉVIA E POSTERIOR EM RELAÇÃO AO SCORE PARA AS TURMAS JUNTAS

Grupo	Variável	Score	n	Mediana	IQR	Valor p
Q-I	score	186	36	5	1,25	0,73
Q-II	score	138	26	5	2,75	

FONTE: O autor (2024).

LEGENDA: Q-I: teste prévio; Q-II: teste posterior; n: número de participantes; IQR: intervalo interquartil.

A Tabela 4 expressa o resultado do Teste Exato de Fisher entre a proporção total de acerto e erros, bem como a porcentagem prévia e posterior.

TABELA 4 - DESEMPENHO TOTAL DE ACERTOS E ERROS, PRÉVIO E POSTERIOR, COM RESPECTIVAS PROPORÇÕES, E RESULTADO DO TESTE DE FISHER PARA TURMAS JUNTAS

	Q-I (n=36)	Q-II (n=26)	Valor p
Acertos	186 (73,81%)	138 (75,82%)	0,656
Erros	66 (26,19%)	44 (24,18%)	

FONTE: O autor (2024).

LEGENDA: Q-I: teste prévio; Q-II: teste posterior.

O resultado do teste de Mann-Whitney (Tabela 3) não indicou diferença significativa entre as populações pré e pós intervenção, para as questões fechadas. Foi observado um aumento do intervalo interquartil no Q-II, o que pode não necessariamente estar relacionado com a ação do jogo para produção de respostas mais diversas, mas com uma amostra de respondentes distinta da inicial.

No que se refere a avaliação global de acertos e erros pré e pós (Tabela 4), não houve diferença significativa, porém observa-se um aumento percentual no número de acertos e redução no número de erros. Vargens e El-hani (2011) ao testarem um jogo sobre Evolução também observaram ganhos no total, apesar de não significativos. O que pode apresentar um potencial, se alinhado a outras tarefas.

A Tabela 5 refere-se a análise prévia e posterior de cada questão fechada, a fim de verificar particularidades da ação do jogo em relação a diferentes assuntos expressos nas questões.

TABELA 5 - COMPARAÇÃO DE ACERTOS E ERROS POR QUESTÃO, PRÉVIO E POSTERIOR, COM RESPECTIVAS PROPORÇÕES E RESULTADO DO TESTE DE FISHER

(continua)

Questão		Q-I (absoluto)	Q-I (%)	Q-II (absoluto)	Q-II (%)	Valor p
Q1	Acertos	22	61,11%	19	73,07%	0,418
	Erros	14	38,89%	7	26,93%	
Q2	Acertos	32	88,88%	21	80,76%	0,472
	Erros	4	11,12%	5	19,24%	

Questão		Q-I (absoluto)	Q-I (%)	Q-II (absoluto)	Q-II (%)	Valor p
Q3	Acertos	30	83,33%	21	80,76%	1
	Erros	6	16,67%	5	19,24%	
Q4	Acertos	34	94,44%	25	96,15%	1
	Erros	2	5,56%	1	3,85%	
Q5	Acertos	15	41,66%	17	65,38%	0,077
	Erros	21	58,34%	9	34,62%	
Q6	Acertos	28	77,77%	19	73,07%	0,767
	Erros	8	22,23%	7	26,93%	
Q7	Acertos	25	69,44%	16	61,53%	0,591
	Erros	11	30,56%	10	38,47%	

FONTE: O autor (2024).
 LEGENDA: Q-I: teste prévio; Q-II: teste posterior.

A partir da análise por questão, embora ganhos no geral, não observou-se diferença significativa entre as questões em relação a pré e pós intervenção. As questões que obtiveram maior ganho foram Q1 e Q5, ambas do questionário EEQ (Beniermann *et al.*, 2021). A próxima que obteve melhora foi Q4.

Em função disso, depreende-se algumas interpretações. As melhoras em Q1 e Q4 podem estar relacionadas ao fato de tratarem sobre as variações individuais de indivíduos nas populações, sendo provavelmente um fator que o jogo conseguiu trabalhar bem, pois ao incluir pássaros com tamanhos de bicos distintos e solicitar que fosse realizada a medição dessas características, pode ter contribuído para a percepção dos alunos de que dentro das populações há grande variação entre os indivíduos.

Em relação às questões em que houve piora, pode representar o fato de que o jogo apresenta problemas em trabalhar tais conceitos, que não tenham ficado evidentes. Como no caso das questões Q6 e Q7, que foram elaboradas

especificamente para o jogo, tratando da pleiotropia e irradiação adaptativa, respectivamente, sendo, talvez, conceitos de maior dificuldade para os discentes.

Percebeu-se, que talvez os pontos de maior dificuldade seja justamente a questão da irradiação adaptativa e o fato de um gene atuar em mais de uma característica, além da questão da aptidão e variação individual, pois Q5 e Q1, que versam respectivamente sobre estes assuntos, apresentaram percentual baixo de acertos no questionário prévio, porém com boa melhora após a intervenção.

Outrossim, pode ser que a escolha das questões e/ou instrumentos não tenham sido ideais para avaliação, em relação às questões Q2 e Q3 do CINS. Pois Beniermann *et al.*, (2021) apontam que grande parte dos instrumentos focam em questões evolutivas únicas, como seleção natural, caso do CINS. Além de que a formação do conhecimento em Evolução tem várias dimensões, podendo o resultado depender dos conceitos avaliados. Considerando a perspectiva de conhecimentos diversos terem sido trabalhados no jogo, talvez o CINS não tenha sido adequado.

Posto isto, concorda-se com a colocação de Athanasiou e Mavrikaki (2013) de que o aprendizado conceitual em Evolução é um processo longo e abrangente, requerendo-se avançar estágios para a compreensão completa. E de que isto, segundo os autores, poderia explicar resultados de estudos com pontuações iguais, entre atividades alternativas, como investigação, e aulas convencionais. Concorde-se com Mayer e Harris (2010), de que não se deve apenas reservar um momento para jogar, mas tornar o potencial do jogo como parte do programa de ensino. Sendo assim, o jogo poderia ser utilizado dentro de uma estratégia de ensino de EB, não como ferramenta única, para tratar questões complexas.

6.2 ANÁLISE ARGUMENTATIVA SEGUNDO O TAP

A Tabela 6 expressa as diferentes combinações do padrão TAP encontradas antes e depois do jogo nos argumentos da questão 8.

TABELA 6 - COMBINAÇÕES DO TAP IDENTIFICADAS ANTES E DEPOIS DO JOGO NOS ARGUMENTOS DA QUESTÃO 8

Combinações TAP – Q-I (n=36)	C	DC	DJC	DJAC	DJQC	DJQRC
Frequência	2	6	16	6	5	1
Combinações TAP – Q-II (n=26)	C	DC	JC	JQC	DJC	DJAC
Frequência	2	3	2	1	11	7

FONTE: O autor (2024).

LEGENDA: D: dados; C: conclusão; J: justificativa; A: apoio; Q: qualificador; R: refutação.

Já a Tabela 7 evidencia a apresentação de apoios (A) em relação às justificativas (J), entre os dois momentos:

TABELA 7 - COMPARAÇÃO DE APOIO/JUSTIFICATIVA IDENTIFICADO ANTES E DEPOIS DO JOGO NOS ARGUMENTOS DA QUESTÃO 8

	Q-I (n=36)	Q-II (n=26)
TAPs com Justificativa	28	21
TAPs com Apoio	6	7
Porcentagem Apoio/Justificativa	21,42%	33,33%

FONTE: O autor (2024).

A Tabela 8 apresenta a frequência de justificativas nos argumentos do questionário antes e depois do jogo:

TABELA 8 - COMPARAÇÃO DA FREQUÊNCIA DE JUSTIFICATIVAS IDENTIFICADAS ANTES E DEPOIS DO JOGO NOS ARGUMENTOS DA QUESTÃO 8

(continua)

	Q-I (n=36)	Q-II (n=26)
TAPs com Justificativa	28	21

	Q-I (n=36)	Q-II (n=26)
TAPs com mais de uma Justificativa	11	10
Porcentagem de TAPs com mais de uma Justificativa	39,28%	47,61%

FONTE: O autor (2024).

Enquanto Erduran *et al.*, (2004) consideram um argumento mais elaborado aquele que apresenta mais componentes do TAP, Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), consideram para além disso a frequência de Justificativas e Apoios para um argumento ser considerado melhor.

O Q-I teve dois modelos mais elaborados que o Q-II (Tabela 6), por isso os argumentos prévios poderiam ser considerados mais elaborados. Porém, o foco deste estudo reside na comparação entre os modelos que apresentam justificativa, para verificar mais profundamente a qualidade, como apontado por Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014).

Primeiramente, apoiado por Zohar e Nemet (2002) que não consideram argumentos sem justificativa válidos, assim também foi feito. Deste modo, percebe-se pela Tabela 6 que houve uma redução do número de argumentos inválidos, do Q-I para o Q-II. Precisamente de 22,22% inválidos no Q-I, para 19,23% no Q-II, indicando potencial melhora no entendimento do que é um argumento após o jogo.

Na Tabela 8, nota-se que a aplicação do jogo produziu uma melhora também na frequência de justificativas nos argumentos, passando de 39,28% de argumentos com mais de uma justificativa antes, para 47,61% com mais de uma justificativa depois, indicando que ficaram mais elaborados.

A frequência de apoios para estas justificativas também aumentaram (Tabela 7) após o jogo, passando de 21,42% para 33,33%, revelando a sofisticação dos argumentos.

Tais resultados podem indicar que após a explicação do que configura um argumento e a necessidade de confeccioná-lo no contexto de uma investigação onde esperava-se que a resposta fosse cientificamente acurada para a evolução

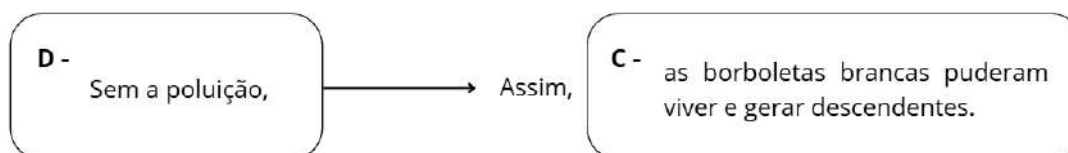
dos pássaros, os discentes foram capazes de aprimorar suas argumentações concebendo maior necessidade de justificar o passo de suas evidências para a conclusão, e apoiar mais tais justificações.

Os resultados apoiam-se na literatura, como em Erduran *et al.*, (2004) que encontraram, após intervenção, aumento nos argumentos de maior nível e diminuição dos argumentos de baixo nível. Tal qual, coaduna com o estudo de Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014), que observaram melhora nos argumentos após explicações aos alunos sobre “como argumentar”. Scarpa, Sasseron e Silva (2017) salientam que é necessária prática para aprender a argumentar, podendo o jogo ser uma estratégia para o ensino desta prática no contexto evolutivo.

Todavia, Erduran *et al.*, (2004) apontam a refutação como crucial à argumentação, com o potencial de mudar pensamentos contrários, exemplificando o debate entre um criacionista e um darwinista. Porém, esta não foi observada no pós intervenção, talvez o jogo não tenha estimulado a refutação ou a questão 8, que foi usada para verificar a argumentação, não tenha propiciado a refutação. Bem como, igualmente às autoras, foi encontrada dificuldade em separar os componentes do argumento, como entre Dados e Garantias e Garantias e Apoios, necessitando grande atenção, e guiando-se por palavras como “assim” e “já que” e suas similares, além das orientações de Toulmin (2006). Porém, ressalta-se que seria mais acurado se ao menos dois pesquisadores treinados no TAP avaliassem o argumento e concordassem, para maior precisão.

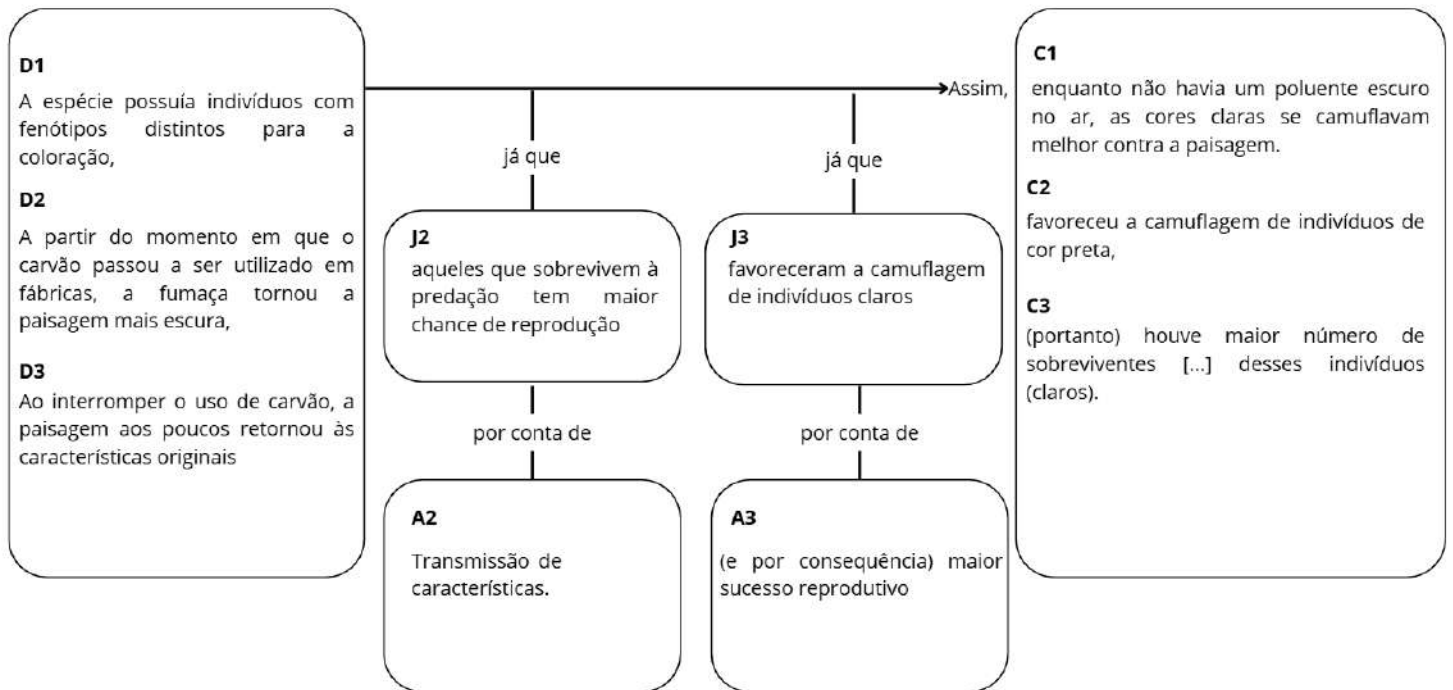
A seguir, exemplificam-se duas respostas do Q-II, nas Figuras 20 e 21, para a questão 8, que solicitava a explicação de como se deu a evolução da borboleta.

FIGURA 20 - EXEMPLO DE RESPOSTA DC



FONTE: O autor (2024).

FIGURA 21 - EXEMPLO DE RESPOSTA DJAC



FONTE: O autor (2024).

LEGENDA: D: dados; J: justificativas; A: apoios; C: conclusões.

6.4 ANÁLISE DE CONTEÚDO: QUESTÕES ABERTAS

A seguir apresentam-se as análises de conteúdo das questões 9, 11 e 16, evidenciando as Atitudes, Categorias, Subcategorias, Frequências e Unidades de Registro. Os quadros contendo as Unidades de Contexto (respostas completas) encontram-se nos Apêndices K (questão 9), L (questão 11) e M (questão 16).

O Quadro 1, adiante, diz respeito a análise de conteúdo das respostas à questão 9 no questionário posterior.

QUADRO 1 - ANÁLISE DE CONTEÚDO À Q9: COMO VOCÊ SE SENTIU AO PARTICIPAR DO JOGO DETETIVES DA EVOLUÇÃO?

(continua)

Atitude	N.º/ freq. atitude	Categoria	N.º/ freq. categoria	Subcategoria	Unidade de registro
Positiva	22 (84,61%)	Bem-estar/ conforto	6 (23,07%)	Prazeroso	"[...] legal." "[...] bem." "Bem."
				Aprendizagem significativa	"[...] positiva e agradável [...] ensino de evolução mais prático e significativo." " Tranquilo [...] compreender melhor os conceitos de evolução." "[...] interessante [...] dinâmica [...] Para aprendizagem funciona perfeitamente."
		Interesse/ curiosidade	4 (15,38%)	Vontade de jogar	Curiosidade [...]" "Curioso." "[...] muito interessante." Entusiasmado
		Surpresa	2 (7,69%)	Revisão	"[...] sabia mais do que imaginava." ⁹ "[...] sabia mais do que imaginava."
		Motivação	2 (7,69%)	Investigação	"[...] instigado a resolver os problemas [...]" A sensação de investigação foi muito bacana [...]"

⁹ Acredita-se não ser duplicata uma vez que a resposta para a questão 11 é diferente entre os dois participantes.

Atitude	N.º / freq. atitude	Categoria	N.º / freq. categoria	Subcategoria	Unidade de registro
		Divertimento	8 (30,77%)	Socialização	" Me diverti [...] interessante [...] raciocinar [...] em grupo." "[...] divertido [...] realizado em grupo." "Muito divertido [...] foi bom o trabalho colaborativo [...]"
				Reflexão	"[...] bem, achei divertido, fez refletir bastante [...]"
				Dinamismo	"[...] divertido!" "[...] divertido e dinâmico [...]" "[...] divertido [...] evolução e método científico de modo dinâmico [...]"
				Clareza	"[...] muito divertido. Com fácil entendimento do processos [...]"
Negativa	3 (11,54%)	Cansaço	3 (11,54%)	Restritivo	"[...] cansada e perdida [...] tenho um raciocínio de outra forma que não fica presa a aquelas etapas [...]" "[...] fazendo lição de casa [...]" "[...] cansativo."
Ambivalente	1 (3,85%)	Interesse / desconforto	1 (3,85%)	Questões pessoais	"[...] legal e interessante! [...] não me sinto muito a vontade com esses tipos de jogos [...]"

FONTE: O autor (2024).

Como verifica-se pelo Quadro 1, os discentes tiveram majoritariamente atitudes positivas em relação ao jogo (80,61%), o que indica o sucesso do jogo em produzir boas sensações enquanto se joga. Bem como, indica a possibilidade de sucesso nos processos de ensino-aprendizagem, pois Grossi (2017) afirma que em

qualquer destes processos deve estar presente o bem-estar, o prazer e a alegria. Sendo assim, as categorias refletem isso, em que as mais frequentes foram “Divertimento” (30,77%) e “Bem-estar/conforto” (23,07%). Foi realizada a divisão em subcategorias onde foi possível supor os motivos do jogo associados a tais sensações. Por exemplo, o “Bem-estar/conforto” foi expresso pois além do prazer o jogo proporcionou uma “Aprendizagem significativa”. Tal qual, o “Divertimento” foi associado tanto ao “Dinamismo” e “Clareza” do jogo quanto a “Socialização” com os colegas e ao fazer pensar.

Assim, percebe-se entre as categorias e as subcategorias a presença dos aspectos integrados da aprendizagem que os jogos proporcionam, segundo Miranda (2002). Pois, vislumbra-se que o jogo propicia a socialização e a afeição, diante da colaboração. Assim como, promove a curiosidade e o questionamento, por fazer pensar, visto na subcategoria “Reflexão” e gera motivação associada ao caráter investigativo, como expõe a subcategoria de “Investigação”.

Por outro lado, o jogo também despertou atitudes negativas, e ambivalentes, porém em menor frequência. Contudo, deve-se atentar para que possa ser aprimorado. Entre a ambivalente está o desconforto pela dinâmica do jogo, e entre as negativas, está a categoria de “Cansaço”. Sendo nesta apontada a “Restrição” de adequar o argumento ao padrão. O que foi encontrado também em menor frequência por Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014) quanto ao argumento, e visto por estas com preocupação, dado os benefícios da argumentação. Estas salientam que há liberdade nas características do texto, mas que justificativas, dados e conclusões são essenciais ao um texto argumentativo.

Pode-se ver tais categorias frente à dificuldade de uma atividade englobar toda a heterogeneidade de uma turma. Assim, pode-se deixar o jogo menos cansativo e/ou adequar atividades a quem não se sentir confortável em jogar.

O Quadro 2, refere-se a percepção dos participantes quanto ao uso do jogo para o ensino-aprendizagem de EB.

QUADRO 2 - ANÁLISE DE CONTEÚDO À Q11: O QUE VOCÊ ACHOU DO JOGO DETETIVES DA EVOLUÇÃO PARA O ENSINO DE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA?

(continua)

Atitude	N.º / freq. atitude	Categoria	N.º / freq. categoria	Unidade de registro
Positiva	21 (80,77%)	Abrangente	4 (15,38%)	"[...] didático. Abrangendo os conceitos das aulas [...]" "Excelente. de fácil entendimento, bem abrangente [...] fácil de utilizá-lo com alunos do Ensino Médio [...]" "Engloba vários conteúdos [...] grupos [...] podem se ajudar e discutir [...] de forma simples." "[...] levantar diversos aspectos sobre a evolução."
		Prático/ investigativo	4 (15,38%)	"[...] aplicar os conhecimentos e elucidar os conceitos a partir da prática." "É um bom jogo [...] também sobre o método científico." "[...] modo do conhecimento [...] ser colocado em prático [...] comparação das respostas tem como fazer uma autoavaliação [...]" "[...] interessante formular hipóteses relacionadas a evolução [...]"
		Compreensível/ acessível	4 (15,38%)	"[...] com questões bem elaboradas." "[...] deu para entender bem com relação a proposta [...]" "É prático de montar o material, dinâmico e simples [...] É possível melhorar [...]" "[...] achei dinâmico, bem explicado [...]"
		Abordagem diferenciada	2 (7,69%)	"[...] com uma abordagem interessante [...]" "[...] Uma forma alternativa [...]"
		Relevante	4 (15,38%)	"Bom." "Interessante." "Ótimo." "[...] melhor na graduação."

Atitude	N.º/ freq. atitude	Categoria	N.º/ freq. categoria	Unidade de registro
		Revisão	2 (7,69%)	"[...] retomar conceitos." "[...] leve [...] fixar o conhecimento [...] relacionar conceitos."
		Colaborativo	1 (3,85%)	"Ótimo [...] conversar sobre evolução com os amigos."
Ambivalente	4 (15,38%)	Denso/ deslocado	2 (7,69%)	"[...] me divertiria muito, quando ainda estivesse aprendendo evolução [...] já tendo passado por evolução, o jogo parecia mais um dever de casa. [...]" (P1) "[...] por ter sido aplicado em uma turma que já teve contato com evolução tenha sido mais cansativo. [...] se aplicado com alunos que estão começando a ter contato [...] pode ser que funcione mais [...]" (P6)
		Raso/ deslocado	1 (3,85%)	"[...] raso [...] para ensino médio achei bom."
		Complexo	2 (7,69%)	"Achei legal [...] continha muito texto, talvez se deixasse um pouco mais breve seria mais divertido."
Negativa	1 (3,85%)			"[...] denso [...] parecia [...] uma aula prática [...]"

FONTE: O autor (2024).

Os licenciandos tiveram majoritariamente atitudes positivas quanto ao uso do jogo para o ensino de EB (80,77%), o que indica que o material tem potencial para ser empregado no ensino desta temática na graduação. Dentre as categorias positivas identificadas, o jogo foi considerado sobretudo abrangente, investigativo, compreensível e relevante, com frequência de 15,38% em cada uma destas. A categoria “Abrangente” foi agrupada por envolver respostas sobre os diferentes tipos de conceitos e conhecimentos relacionados à Evolução. A categoria “Prático/investigativo” indica que desperta o caráter do método científico e levantamento de hipóteses. Tal qual, foi identificado como inteligível e fácil de montar (“Compreensível/acessível”) e importante para retomar conceitos evolutivos (“Revisão”).

Todavia, em menor frequência, atitudes ambivalentes e negativas também estiveram presentes. Curiosamente, neste aspecto houve a categorização como

‘Raso/deslocado’, entendendo-se que estaria melhor alocado no Ensino Médio, e como “Denso/deslocado”, por ser considerado maçante. Tal ambiguidade pode refletir o próprio carácter da heterogeneidade de percepções.

Somando-se as categorias de “Denso/deslocado” e “Complexo”, tem-se 15,38%, o que indica que o jogo poderia ser simplificado em suas etapas, e sobretudo na quantidade de texto, para que fosse mais atrativo e menos cansativo. Pois, segundo Kishimoto (2016) deve-se haver um equilíbrio entre o ensino e a ludicidade nos jogos didáticos, para que não se elimine toda a diversão, diferencial dos jogos, e o torne apenas mais uma atividade tradicional de ensino.

É importante destacar como na categoria “Denso/deslocado” as respostas de de P1 e P6 coadunam, indicando que por já se ter “passado” por Evolução o jogo não seria ideal. Contudo, tais respostas vão de encontro a um dos maiores empecilhos no ensino evolutivo, que é justamente tratá-lo como um conteúdo único, a ser vencido. Considerando ainda ser uma turma da disciplina de “Evolução para os Ensinos Fundamental e Médio”. Diversos autores e documentos orientadores enfatizam a necessidade do ensino integrado, como os DCN (Brasil, 2001) que apontam a necessidade da Biologia Evolutiva ser um eixo integrador na graduação, assim como Tidon e Lewontin (2004), que colocam a importância do carácter unitivo. Cestaro, Kleinke e Furtado-Alle (2020) frente a resultados no ENEM, destacam a necessidade de ser um ensino gradativo, como o eixo de Ecologia.

Porém, como aponta Araújo (2017) essa concepção é praticamente inexistente, o que pode reforçar e orientar a concepção de que a Evolução é apenas mais um assunto, como nas respostas, pois é o que se observa na prática. Assim, é imperativo que seja trabalhada de modo integrado e o jogo poderia ser uma ferramenta para enfatizar diferentes assuntos em contextos de disciplinas como Zoologia, Ecologia entre outras.

O Quadro 3, expressa a análise das respostas referente à questão optativa de sugestões ou observações sobre o jogo.

QUADRO 3 - ANÁLISE DE CONTEÚDO À Q16: ALGUMA OBSERVAÇÃO OU SUGESTÃO EM RELAÇÃO AO JOGO?

Categoria	N.º/ freq. categoria	Subcategoria	Unidade de registro
Bem adequado ao Ensino Superior	4 (66,67%)	Inovador	"[...] criatividade!"
		Equilibrado	"[...] Melhor jogo do qual participei [...] Está bem equilibrado [...] nível de dificuldade, conceitos abordados e tempo [...]"
		Simplificação para o Ensino Médio	"[...] muito interessante para [...] o ensino superior para o ensino médio [...] um pouco complexo." "[...] fácil aplicabilidade no ensino superior. [...] no ensino básico, teria que ser bem simplificado [...]"
Necessário ajustar ao Ensino Superior	2 (33,33%)	Alteração do caso evolutivo	"[...] para alunos de biologia [...] algum outro modelo [...] já temos alguma noção devido aos tentilhões de Darwin [...]"
		Simplificação para o Ensino Superior	"[...] mais direto e breve, com frases menores e menos etapas."

FONTE: O autor (2024).

No Quadro 3 — a partir da categorização da questão opcional do questionário — do total de respondentes (n=6), 66,67% acharam que o jogo está bem adequado ao Ensino Superior, quanto ao nível, complexidade e temas, culminando na categoria “Bem adequado ao Ensino Superior”. Contudo, destas, duas respostas foram agrupadas na subcategoria “Simplificação para o Ensino Médio”, por entenderem que para que o jogo possa ser aplicado no nível básico, precisa de adaptações.

Ademais, duas respostas foram agrupadas na categoria “Necessário ajustar ao Ensino Superior” (33,33%), uma na subcategoria de simplificação, reforçando que talvez o jogo precise de reduções nos textos e etapas, como já aludido anteriormente. Sendo um fator importante, para que não se torne maçante e perca a ludicidade.

Por fim, a outra subcategoria refere-se a “Alteração do caso evolutivo”, por entender que tratando-se de um caso conhecido não seria tão ideal à graduação.

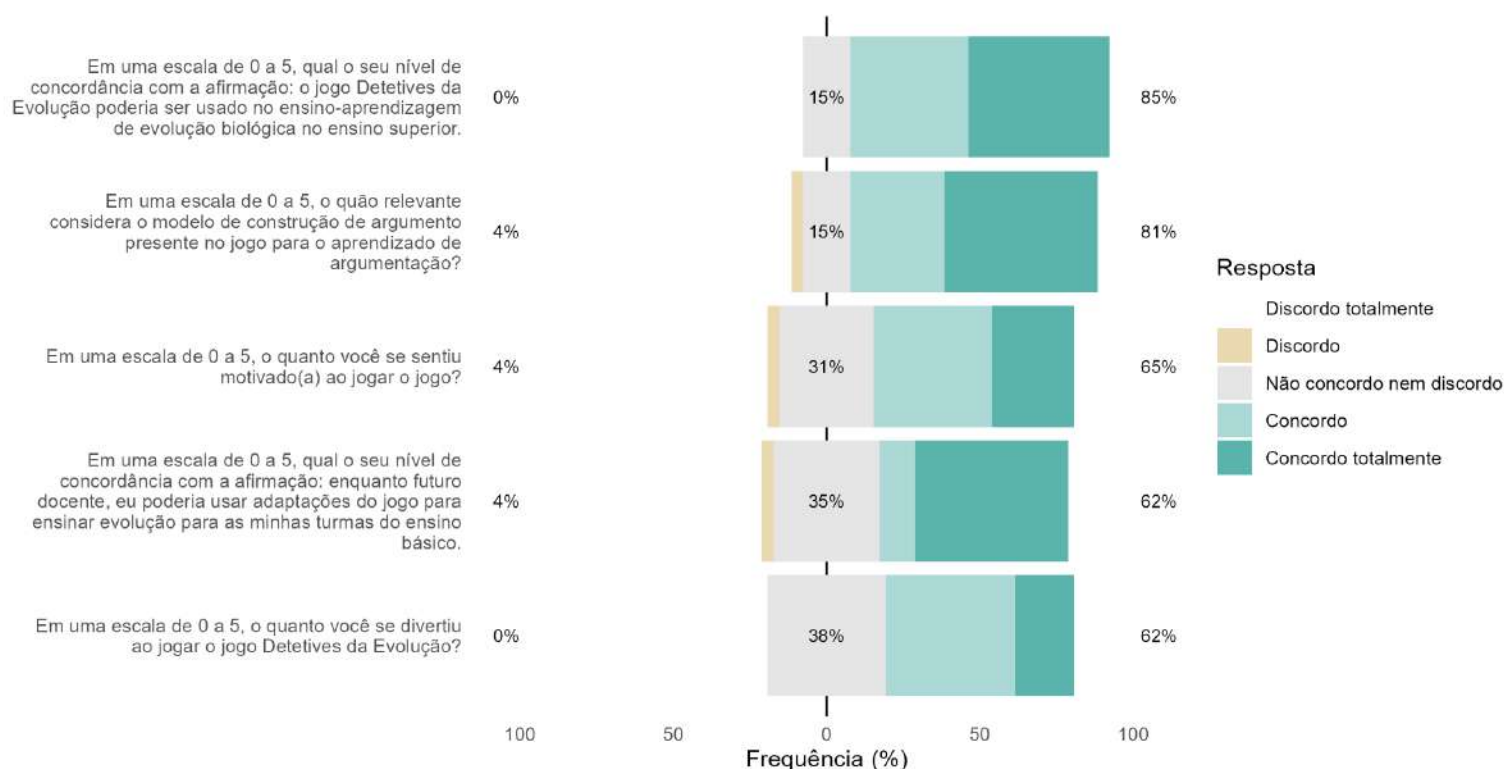
Posto isto, no sentido das adaptações, o jogo pode ser manejado, pois apresenta aspectos de modularidade no que se refere ao(a) aplicador(a)/docente, já que, a modularidade é entendida em função de como um sistema complexo pode ser dividido em diferentes partes (módulos) com a possibilidade de serem recombinaados de diferentes maneiras (Baldwin, 2015). Neste sentido, o jogo permite que sejam incluídos ou retirados componentes.

Por exemplo, poderia ser acrescida a questão da seleção sexual nos pássaros, incluindo-se fêmeas e machos, tornando-o mais complexo, ou outro fator evolutivo, como mutação ou deriva. O caso poderia ser alterado para outro exemplo, ou ainda, um caso por grupo. Tal qual, podem ser retirados componentes evolutivos da investigação, a fim de simplificá-lo, ou torná-lo mais curto. Isto é, é plenamente adaptável pelo aplicador, podendo privilegiar um determinado assunto ou nível de aprendizagem dentro do ensino evolutivo, Básico ou Superior. Com isso, pensando em uma aplicação no Ensino Básico, poderiam ser reduzidos o número de dados e etapas e alterar a especiação para alopátrica, de mais fácil compreensão, usando o próprio espaço da sala para representar alguma barreira geográfica.

6.3 ANÁLISE DA ESCALA *LIKERT*

A seguir, no Gráfico 1, é realizada a análise das questões do Q-II em escala *Likert* que foram elaboradas a fim de verificar o nível de concordância sobre aspectos de empregabilidade do jogo e mensurar a motivação e diversão proporcionadas pelo material. A escala variou de 0 a 5, sendo 0 “discordo totalmente” e 5 “concordo totalmente”. Como não houve respostas no nível 0, de discordância máxima, o gráfico mostra apenas a partir do nível “discordo” como maior discordância, seguido de “não concordo nem discordo”, “concordo” e “concordo totalmente”.

GRÁFICO 1 - QUESTÕES *LIKERT*



FONTE: O autor (2024).

Corroborando a análise de conteúdo das questões abertas, houve grande aceitação do jogo pelos licenciandos, uma vez que não foram observadas respostas no nível discordo totalmente, bem como porcentagem não passando de 4% no nível discordo, em três questões. Assim, as respostas refletiram predominantemente a aceitação da relevância e empregabilidade do jogo.

A resposta com maior nível de concordância, sobre a utilização do jogo no Ensino Superior para a Evolução, revela que os graduandos acreditam ser uma ferramenta eficaz e útil para o ensino desta temática no curso, o que pode viabilizar seu uso por docentes em diferentes disciplinas.

Destaca-se a aparição da relevância do TAP para o aprendizado da argumentação em segundo lugar. Demonstrando que os discentes vislumbram ser um modelo capaz de aprimorar esta capacidade, o que corrobora com a melhora dos argumentos encontrada neste estudo.

A penúltima posição em relação ao seu uso no Ensino Básico coaduna com as sugestões supracitadas, de que há uma necessidade de adaptação para este nível de ensino.

Verifica-se que o jogo foi capaz de gerar grande motivação, possivelmente por destoar de atividades tradicionais, que segundo Nicola e Paniz (2016) não geram atratividade e construção do próprio conhecimento, levando a desmotivação.

A última posição em relação à diversão, apresentando neutralidade mais ampla, deve ser atentada para adequações do jogo, para que gere mecanismos em que os discentes se divirtam mais enquanto jogam, talvez com prêmios, aleatoriedade, menos etapas, entre outros. Todavia, não suprimindo o ensino, como destacado por Kishimoto (2016).

Posto isto, aparenta ser uma material bem aceito e com potencial de tornar os alunos atores ativos da aprendizagem de Evolução, com maior entusiasmo, podendo ser usado no Ensino Superior, considerando as adequações. Cabendo, para isso, o distanciamento do modelo bancário criticado por Freire (1968/2019) e a quebra da concepção de irrelevância de jogos no Ensino Superior (Forbes, 2021).

6.4 ANÁLISE DAS DISCUSSÕES DURANTE O JOGO

A partir da análise do áudio e percepções da aplicação, notou-se que o jogo dura em média 60 minutos, com mais 15 minutos para a exposição dos argumentos. O áudio analisado no Quadro 4 contém 73 minutos e foram usados como unidades de registro as discussões julgadas mais relevantes na investigação do grupo para a solução do caso. Com isso, foram identificados os principais temas abordados pelo grupo em sua investigação.

QUADRO 4 - CATEGORIZAÇÃO DOS TEMAS PRINCIPAIS DEBATIDOS PELO GRUPO DURANTE O JOGO

(continua)

Tema	Unidade de registro
Relações filogenéticas	A3: O maior grau de parentesco, né? Quanto mais base tiver igual, maior o grau de parentesco. Beleza. A2: É, realmente os únicos que são mais próximos assim é o 1 e o 2. Porque o 3 tá muito distante geneticamente. A3: Porque a genética deles é muito diferente, o 2 é mais semelhante.
Diferenciação na vocalização	A1: Nossa, é muito mais, canta muito mais esse aqui.. A3: anota lá, 2 apresenta maior frequência e o tempo de canto é maior também, né? A4: uhum. A3: Nos X, né? Mais longos. Então, o indivíduo 2 apresenta maior frequência e maior tempo de canto.
Distinção na variabilidade de recursos	A3: É, você tem mais variedade de sementes na localidade B, né? Oh, se você comparar na qualidade A, você tem só quatro tipos de sementes. Na B você tem um número maior de tipos de sementes. Uma variedade maior de sementes ali na B, né. A1: Eu acho que dá pra gente botar isso.
Variação do bico em relação a variação do recurso	A3: só uma característica? [para medir] A4: só uma A3: então acho que é a altura do bico, né? porque vai determinar [...] o que ele pode engolir. A1: Sim, sim, total. A3: Então você tem maior variabilidade de bico porque ela tem maior variabilidade de sementes. Aqui como os bicos são mais parecidos, por quê? Porque o número... a variabilidade de sementes aqui era menor. A4: uhum. A1: Sim.
Relação da força do bico com o tamanho das sementes	A3: Então, exatamente porque ele tem o bico maior, ele consegue quebrar as sementes maiores. Quais são as sementes maiores aqui? Vamos ver. Cadê as outras? Só para não... 1, 3, a 5, e a 4. Cadê a 2? deixa eu ver 2
Relação entre localidade, sementes e bicos	A3: então na localidade A existe, as sementes são maiores. Então teoricamente ele precisa de um bico mais forte para poder quebrar essas sementes. A1: Sim. A3: É o maior bico.

QUADRO 4 - TEMAS PRINCIPAIS DEBATIDOS PELO GRUPO

(continuação)

Tema	Unidade de registro
Canto como caráter de reconhecimento	A1: Há algum atributo que investigaram que poderia ser fundamental nesse processo? Pensem e passem para a carta 11. A3: O canto, né? A1: Ou o cheiro. A3: É, é que o nosso foi o canto, né? Que foi a informação que a gente recebeu, né? Então ali, capaz de ser cheiro, e tal... para nós a informação foi o canto. Então, né? O canto que vai ser a identificação deles, né? A3: A informação que nós temos é sobre a questão do canto. A1: que a gente coletou dados.
Barreira reprodutiva pré-zigótica	A2: Então, mas será que o canto não seria um fator que não possibilitaria essa reprodução entre os dois? A3: É, porque assim, pra eles cruzarem, eles vão ter que se reconhecer. A2: Sim. A3: Senão não vai nem o cruzamento.
Especiação	A1: Porque nada impede deles serem diferentes o suficiente, mas gerarem híbridos. A2: Sim, é isso que eu estou falando. Talvez híbridos e até híbridos de inférteis, entendeu? Talvez geneticamente. A3: temos quantas bases iguais entre um e o dois? A3: São 8 em 15. A2: Isso, 8 em 15. Que é um pouquinho mais da metade. Um a mais da metade. A4: Eu diria que são espécies diferentes. A2: Então, eu tenderia a falar que são espécies diferentes. A3: Você vai considerar que você tem ali praticamente 50% de diferença do DNA entre eles. A2: Praticamente 50%. A3: Eu consideraria espécie diferente.
Ancestralidade comum	A1: Mas o fóssil não entra no DNA? Não sei, porque tem o fato de que a gente sabe que esses dois aqui, provavelmente, tem esse como... Como é que chama? A4: Ancestral comum.

QUADRO 4 - TEMAS PRINCIPAIS DEBATIDOS PELO GRUPO

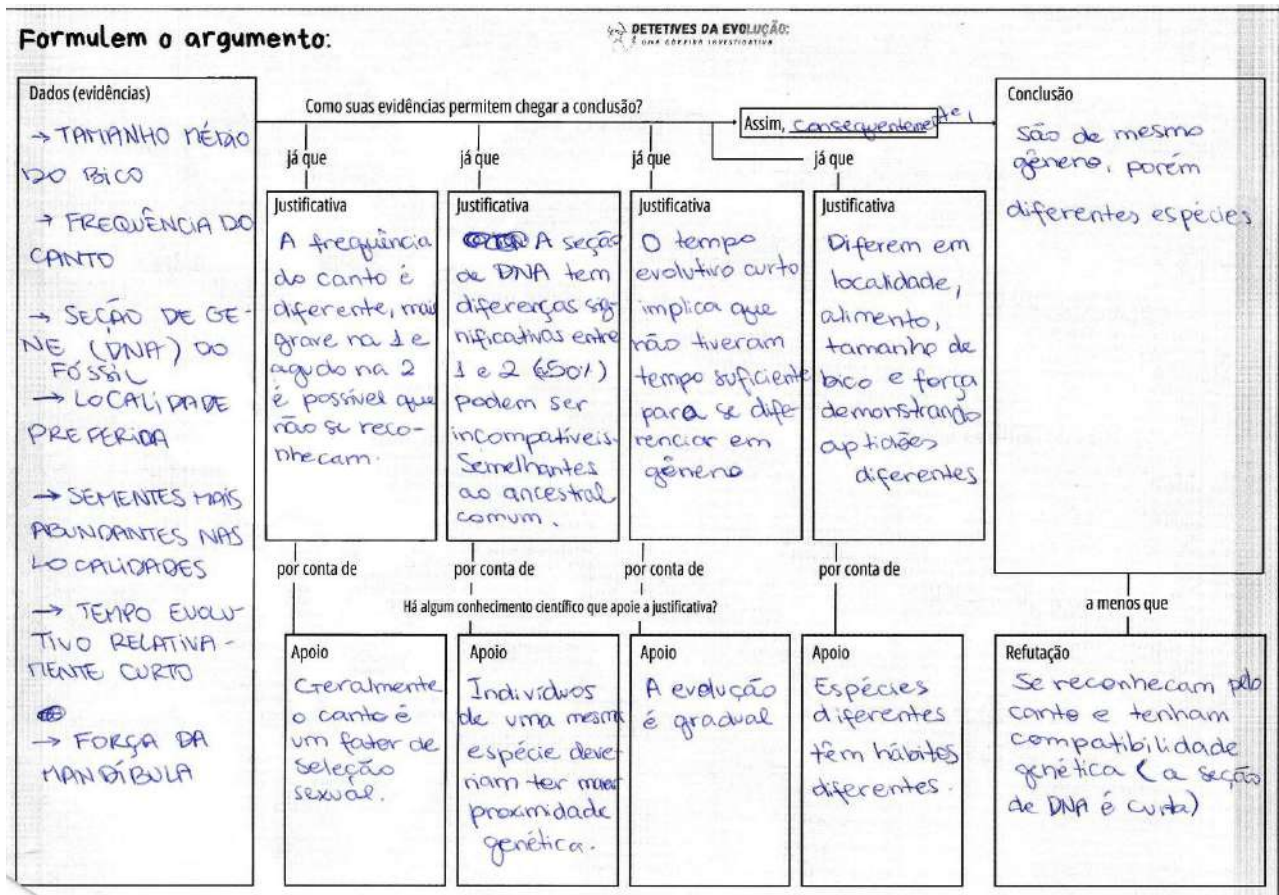
(conclusão)

Tema	Unidade de registro
Ancestralidade comum	A2: Ancestral comum, obrigado. A3: Sim, sim, vai ser por causa da comparação genética, né?
Divergência recente	A2 Eu acho que é isso. Hum, ó outra evidência. O tempo de separação deles é curto. Eles estão na ilha apenas há 10 mil anos. Isso em tempo evolutivo é pouco tempo. A3:relativamente curto... mas ainda apresentam um certo grau de semelhança genética.
Refutação caso se reconheçam pelo canto	A2:E a diferença genética não for tão grande assim, talvez a gente ainda refuta. A1: Porque eles são mais semelhantes do que comparar eles com 3. A4: Sim. A2: Refutação, a menos que... A1: Eles reconheçam o canto... A2: Eles reconheçam o canto e tenham compatibilidade genética. Certo? A1: Sim. A1: E pode ser que essa mudança da vocalização não seja tão diferente. A3: Então, se houver ainda reconhecimento entre eles, pode até haver o cruzamento. Se não houver, já nem cruza.

FONTE: O autor (2024).

Depreende-se pelas discussões, que diferentes temáticas e conhecimentos prévios devem ser mobilizados para a investigação, e que há o agrupamento de evidências e construção de hipóteses. Embora não tenha sido percebida melhora na refutação na avaliação das questões do Q-II, pela análise da discussão, parece que o jogo a favorece. Contudo, talvez não tenha bastado para edificar a concepção de importância na argumentação, como no caso da justificativa e apoio que aumentaram. A seguir, na Figura 22 é exposto o argumento gerado ao final do jogo pelo referido grupo analisado.

FIGURA 22 - ARGUMENTO FINAL DO JOGO



FONTE: O autor (2024).

Percebe-se que a explicação de como se deu a evolução dos pássaros não foi tão explicitada, como e por que chegaram, como divergiram, a forma de especiação, ou seja, o fator histórico. Foi tratada a solução a partir do momento atual, de serem duas espécies ou não, e como argumentar sobre isso. Embora outros grupos possam ter explorado o fator histórico de diferentes maneiras, é importante considerar possíveis adequações na proposta para que fomente mais a historicidade dos acontecimentos. Pois, segundo Futuyma (2002), o estudo de Evolução visa determinar a história da vida na Terra e descrever os agentes causadores do curso da Evolução, promotores desta história.

Outrossim, durante as argumentações do jogo, a partir da defesa dos grupos, percebeu-se não possuir uma única resposta estritamente correta, pode-se defender que os Pássaros formam uma única espécie, duas completamente separadas ou ainda que estão em processo de especiação, ocasionalmente podendo gerar híbridos, a depender de como justifica-se a passagem das evidências para a

conclusão. Pois, fora do jogo, pode ocorrer de alguns tentilhões gerarem híbridos (Freeman; Herron, 2009) o que é, neste sentido, uma oportunidade para o(a) docente trabalhar juntamente com o jogo os conceitos de espécie e especiação.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho almejou, a partir de um estudo quase-experimental com duas turmas de licenciatura em Ciências Biológicas, a aplicação de um jogo didático investigativo e argumentativo, a verificação da diferença de aprendizagem em EB e construção de argumentos, e consequentemente, a usabilidade e relevância de tal jogo no Ensino Superior de Ciências Biológicas.

Dentre os principais resultados destaca-se que após a aplicação do jogo houve uma diminuição, mesmo que pequena, no número de argumentos “inválidos” e um aumento importante na frequência de justificativas e apoios nos argumentos. Indicando uma possível melhora na construção de argumentos.

No que concerne à sua empregabilidade e ludicidade, não foram observadas discordâncias totais, e houve pouquíssimas discordâncias. Os licenciandos majoritariamente concordaram com o uso no Ensino Superior, com atitudes positivas frente às diferentes características promovidas pelo jogo. Conceberam a importância do TAP para a argumentação, corroborando a melhora dos argumentos e acharam-no passível de utilização com seus alunos no Ensino Básico, a partir de adequações.

No que tange à ludicidade, o jogo foi considerado pela maioria dos participantes como motivante e divertido, com predominância de atitudes e sensações positivas, como divertimento e bem-estar/conforto, associadas a diferentes motivos vivenciados. Porém, encontram-se indicações de adequação a serem atentadas, para torná-lo menos denso, cansativo e restritivo.

Foi visto que o jogo trabalha diferentes temáticas dentro do ensino evolutivo e promove a investigação, identificação e organização de evidências e a formulação de hipóteses, por meio de um trabalho colaborativo, relacionando a própria prática científica.

Em relação à diferença de aprendizagem, apesar de um pequeno aumento global nos acertos, não se observaram diferenças significativas totais, individuais ou em questões específicas. O que pode relacionar-se às próprias limitações do estudo e a dificuldade de construção de conceitos em Evolução, que consiste em um processo gradativo de ensino-aprendizagem.

No que tange às contribuições do presente estudo, primeiramente, tem-se a contribuição teórica de avançar as pesquisas relacionadas a testes mais rigorosos

quanto a jogos didáticos, pois segundo Vargens e El-hani (2011) comumente poucos estudos os avaliam objetivamente, considerando situações reais de sala de aula, sendo necessário estudos experimentais ou quase-experimentais, com abordagens quali-quantitativas. Além do mais, progride as discussões sobre o ensino argumentativo, uma vez que segundo Sá, Kasseboehmer e Queiroz (2014) carecem trabalhos no âmbito nacional sobre o assunto. Ainda mais no ensino evolutivo, que pode se beneficiar sobremaneira, sendo importante para avançar análises da eficácia do uso de jogos com investigação e argumentação no ensino de EB.

Ademais, pode ter a contribuição prática de constituir uma nova ferramenta de ensino de EB na graduação, ou servir de incentivo para a constituição de novas, visto a crise apresentada no ensino evolutivo, com formação docente precária, carência de materiais didáticos e compreensão da teoria.

Quanto às limitações da presente pesquisa, destaca-se, primeiramente, que esta contou com uma amostra pequena, dificultando a consistência do desenho quase-experimental, e também não houve controle, o que dificulta qualquer colocação mais conclusiva. Ademais, para maior acurácia e redução de vieses nas análises dos argumentos, seria necessário mais de um pesquisador treinado, para chegar-se a um consenso sobre a presença dos componentes do TAP. Além de ser necessário repensar a aferição do conhecimento “evolutivo”.

Posto isto, como recomendações para futuros trabalhos, sugere-se mais testes em diferentes contextos. Sugere-se uma análise frente a uma amostra maior, mais representativa, preferencialmente com diferentes turmas de uma mesmo docente, para evitar vieses, como defendido também por Vargens e El-hani (2011). Tal qual, seria importante uma análise em turmas com menor progressão no curso, para verificar se resultados mais destacados são visualizados em aplicação como introdução a certas temáticas. Ao analisar a argumentação seria importante a avaliação de dois ou mais pesquisadores independentes, para maior segurança dos resultados. Recomenda-se ainda, o teste do jogo junto a dinâmicas de aulas pensadas sobre ele, com discussões que envolvam a argumentação gerada. Além do que, como orientado por Vargens e El-hani (2011), sobre limitantes na avaliação dos conceitos, poderiam ser utilizadas outras ferramentas de avaliação da aprendizagem, junto aos questionários, como mapas conceituais, em que poderia ser verificada a aprendizagem dos temas do jogo.

8 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. R.; CHAVES, A. C. O ensino de biologia evolutiva: as dificuldades de abordagem sobre evolução no ensino médio em escolas públicas do estado de Rondônia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, IV, 2014. Anais [...]. p. 1-12. Disponível em: <http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/ensino-de-biologia/01408135602.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

ANDERSON, D. L.; FISHER, K. M.; NORMAN, G. J. Development and evaluation of the conceptual inventory of natural selection. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 10, p. 952-978, 2002. DOI. 10.1002/tea.10053.

ATHANASIOU, K.; MAVRIKAKI, E. Conceptual Inventory of Natural Selection as a Tool for Measuring Greek University Students' Evolution Knowledge: differences between novice and advanced students. *International Journal Of Science Education*, [S.l.], v. 36, n. 8, p. 1262-1285, nov. 2013. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2013.856529>.

AZEVEDO, R. C.; MOTOKANE, M. T. A evolução nos livros didáticos do ensino fundamental aprovados pelo MEC: uma reflexão a partir da análise de duas coleções. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, VIII, 2011. Anais [...]. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0641-1.pdf. Acesso em: 4 set. 2020.

ARAÚJO, L. A. L. (org.). **Evolução Biológica: da pesquisa ao ensino**. Porto Alegre: Editora Fi, 2017. 520 p. Disponível em: <http://www.editorafi.org>. Acesso em: 25 jun. 2024.

ARAÚJO, L. A. L.; PAESI, R. A. Parece simples mas não é equívocos comuns sobre evolução. In: VIEIRA, G. C.; ARAÚJO, L. A. L. (org.). **Ensino de Biologia: uma perspectiva evolutiva**. Porto Alegre: Instituto de Biociências da UFRGS, 2021. p. 1-324.

ASU, Arizona State University. **Ask A Biologist**. 2023. Disponível em: <https://askabiologist.asu.edu/>. Acesso em: 29 nov. 2023.

BURGHARDT, G. **The Genesis of Animal Play**: testing the limits. London, The MIT Press, 2005. 520 p. DOI. <https://doi.org/10.7551/mitpress/3229.001.0001>.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental (5ª a 8ª séries). 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>. Acesso em: 01 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Base Nacional Comum Curricular**. 2017. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=851

21-bncc-ensino-medio&category_slug=abril-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. 2002. Disponível em: https://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_CNMT.pdf. Acesso em: 30 abr. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Orientações Curriculares Para O Ensino Médio**. 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 01 maio. 2020.

BRASIL. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas. **Parecer CNE/CES nº 1.301/2001**. Brasília, 06 de novembro de 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2024.

BENIERMANN, A. *et al.* Evolution Education Questionnaire on Acceptance and Knowledge (EEQ) - Standardised and ready-to-use protocols to measure acceptance of evolution and knowledge about evolution in an international context. **Zenodo**, [S.L.], p. 1-22, fev. 2021. <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.4554742>.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BIZZO, N.; MOLINA, A. El mito darwinista en el aula de clase: un análisis de fontes de información al gran público. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 3, p. 401-416, 2004. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132004000300007>.

BALDWIN, C. Y. Modularity and Organizations. **International Encyclopedia Of The Social & Behavioral Sciences**, [S.L.], p. 718-723, 2015. Elsevier. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/b978-0-08-097086-8.73062-5>. Acesso em: 25 de novembro de 2024.

CESTARO, D. C.; KLEINKE, K. U.; FURTADO-ALLE, L. Uma análise do desempenho dos participantes e do conteúdo abordado em itens de genética e biologia evolutiva do exame nacional do ensino médio (ENEM): implicações curriculares. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 503-536, 26 dez. 2020. DOI. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p503>.

CHAVES, S. N. Evolução de idéias e idéias de evolução: a evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de biologia do ensino secundário. 1993. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas.

CORDAZZO, Scheila Tatiana Duarte; VIEIRA, Mauro Luís. A brincadeira e suas implicações nos processos de aprendizagem e de desenvolvimento. **Estudos e**

Pesquisas em Psicologia, UERJ, Rio de Janeiro, v. 07, n. 1, p. 92-104, abr. 2007. Disponível em: <http://www.revispsi.uerj.br/v7n1/artigos/pdf/v7n1a09.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2024.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Caderno dos Núcleos de Ensino**, [S.L.], v. 47, n. 1, p. 47-60, jan. 2003.

COTONHOTO, L. A.; ROSSETTI, C. B.; MISSAWA, D. D. A. A importância do jogo e da brincadeira na prática pedagógica. **Construção psicopedagógica**, v. 27, n. 28, p. 37-47, 2019. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-69542019000100005&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 15 de julho de 2024.

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A utilização de Recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Ponta Grossa, PR, 2009. Disponível em: http://www.pg.utfpr.edu.br/sinect/anais/artigos/8%20Ensinodecienciasnasseriesinicias/Ensinodecienciasnasseriesinicias_Artigo2.pdf. Acesso em: 15 jul. 2024.

DALAPICOLLA, J.; SILVA, V. D.; GARCIA, J. F. Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 150-172, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-211720175170107>.

DARWIN, C. **Origem das espécies**. Tradução de E. Amado. Belo Horizonte: Villa Rica, 1994.

DARWIN, C. R. **On the origin of species**. New York: D. Appleton and Company, 1859.

DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. **The American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p. 125-129, 1973. DOI: 10.2307/4444260.

DRIVER, R.; NEWTON, P.; OSBORNE, J.. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, [S.L.], v. 84, n. 3, p. 287-312, maio 2000. [http://dx.doi.org/10.1002/\(sici\)1098-237x\(200005\)84:33.0.co;2-a](http://dx.doi.org/10.1002/(sici)1098-237x(200005)84:33.0.co;2-a).

DALTON, Ryan P; LUONGO, Francisco. Play May Be a Deeper Part of Human Nature Than We Thought. **Scientific American**. [S.L.], p. 1-1. out. 2019. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/play-may-be-a-deeper-part-of-human-nature-than-we-thought/>. Acesso em: 27 jul. 2024.

ERDURAN, S.; SIMON, S.; OSBORNE, J. TAPping into argumentation: developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. **Science Education**. v. 88, n. 6, p. 915-933, 4 out. 2004. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.20012>.

FORBES, L. The Process of Playful Learning in Higher Education: a phenomenological study. **Journal Of Teaching And Learning**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 57-73, maio 2021. DOI. <http://dx.doi.org/10.22329/jtl.v15i1.6515>.

FREEMAN, S.; HERRON, J. C. **Análise evolutiva**. 4. ed. Tradução de M. R. Borges-Osoório e R. Fischer. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FUTUYMA, D. J. **Evolução, ciência e sociedade**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética, 2002.

FONSECA, C. V.; CARDOSO, K. A. Jogos didáticos e pesquisa em ensino de Ciências da Natureza: estudo documental em edições do ENPEC (2007-2015). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI, 2017 Anais [...]. p. 1-14, 03. Florianópolis. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1889-1.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 71. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019. 256 p.

GEFAELL, J. *et al.* Acceptance and knowledge of evolutionary theory among third-year university students in Spain. **Plos One**, [S.L.], v. 15, n. 9, p. 1-19, set. 2020. DOI. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0238345>.

GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. A contribuição dos Jogos Didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 1., 2001, Rio de Janeiro. Anais [...] Rio de Janeiro: EREBIO, 2001. p. 389-392.

GRENIER, R. S. All work and no play makes for a dull museum visitor. **New Directions For Adult And Continuing Education**, [S.L.], v. 2010, n. 127, p. 77-85, set. 2010. DOI. <http://dx.doi.org/10.1002/ace.383>.

GOEDERT, L.; DELIZOICOV, N. C.; ROSA, V. L. A formação de professores de biologia e a prática docente - o ensino de evolução. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IV, 2003. Anais [...]. p. 1-11. Disponível em: <http://www.fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL012.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2020.

GOEDERT, L. A Formação do Professor de Biologia na UFSC e o Ensino da Evolução Biológica. 2004. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/101549>. Acesso em: 07 jul. 2024.

GROSSI, M. G. R. O lúdico na aprendizagem de alunos de cursos técnico, graduação e mestrado: relatos de experiências. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 1689-1709, set. 2017. DOI. <http://dx.doi.org/10.21723/riaee.v12.n.3.2017.8510>.

GUTIÉRREZ, M.R. El juego: Una herramienta importante para el desarrollo integral del niño en Educación Infantil. 2017. 45 f. Tese (Mestrado) - Curso de Educação Infantil, Universidad de Cantabria, [S.L.], 2017. Disponível em: <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/11780>. Acesso em: 15 de julho de 2024.

HERRERA, B. M. Aplicación de juegos didácticos como metodología de enseñanza: una revisión de la literatura. **Pensamiento Matemático**, [S. L.], v. 7, n. 1, p. 75-92, abr. 2017. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6000065>. Acesso em: 20 de junho de 2024.

HIGUERAS-RODRÍGUEZ, L. *et al.* Initial Training in the Use of Didactic Game Strategies: what do practising teachers say? **International Journal Of Instruction**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 283-302, abr. 2024. DOI. <http://dx.doi.org/10.29333/iji.2024.17216a>.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. 4. ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000. 162 p.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUSTAMANTE, J. D. Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 21, n. 3, p. 359-370, 2003. Disponível em: <https://core.ac.uk/reader/38990750>. Acesso em: 02 mai. 2020.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; ERDURAN, S. Argumentation in science education: an overview. In: ERDURAN, S.; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. (Ed.). **Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research**. p. 1-295. Springer Science + Business Media, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2>.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUGALLO-RODRÍGUEZ, Á.; DUSCHL, R. "Doing the lesson" or "doing science": argument in high school genetics. **Science Education**, v. 84, n. 6, p. 757-792, 2000. DOI: 10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F.

KANHADILOK, P.; WATTS, M. Adult play-learning: observing informal family education at a science museum. **Studies In The Education Of Adults**, [S.L.], v. 46, n. 1, p. 23-41, mar. 2014. DOI. <http://dx.doi.org/10.1080/02660830.2014.11661655>.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 2023. p. 1-207. *E-book*. ISBN 9786555553918.

KISHIMOTO, T. M. **O jogo e a educação infantil**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2016. p. 1-63. *E-book*. ISBN 9788522127245.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S.; ANTINK, A. Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, v. 1, n. 3, p. 138-147, 2013. Disponível em: <https://ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/19/19>. Acesso em: 17 jul. 2020.

LUNARDI, L. ; MARQUES, K. C. D.; SCHETINGER, M. R. C. Ensino de evolução biológica e formação docente. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S.L.], v. 16, n. 02, p. 1468-1490, 11 dez. 2023. DOI. <http://dx.doi.org/10.46667/renbio.v16i2.1156>.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. In: **Enseñanza de las Ciencias**, VII, 2005, [S.L.]. Núm. Extra, 2005. p. 1-4. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRA320letcie.pdf. Acesso em: 18 de junho de 2024.

MEDEIROS, T. D.; MAIA, E. D. A teoria da evolução: as dificuldades encontradas na relação ensino-aprendizagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, IX, 2013. Anais [...]. p. 1-8. Águas de Lindóia. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1132-1.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2020.

MACEDO, L.; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. **Os jogos e o lúdico na aprendizagem escolar**. Porto Alegre: Artmed, 2007. *E-book*. ISBN 9788536310060. MOURA, M. O. de. A séria busca no jogo: do lúdico na Matemática. In: KISHIMOTO, T.M. (Org.) **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 2023. p. 1-207. *E-book*. ISBN 9786555553918.

MIRANDA, Simão de. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Linhas Críticas**, [S.l.], v. 08, n. 14, p. 21-34, jun. 2002. DOI. <https://doi.org/10.26512/lc.v8i14.2989>.

MCDONALD, John H. **2.7: Fisher's Exact Test**. 2024. University of Delaware. Disponível em: [https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Statistics/Biological_Statistics_\(McDonald\)/02%3A_Tests_for_Nominal_Variables/2.07%3A_Fisher%27s_Exact_Test](https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Applied_Statistics/Biological_Statistics_(McDonald)/02%3A_Tests_for_Nominal_Variables/2.07%3A_Fisher%27s_Exact_Test). Acesso em: 25 nov. 2024.

MINAYO, M. C. De S. **O Desafio Do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa Em Saúde**. São Paulo: Editora Hucitec, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000400030>. Acesso em: 25 de novembro de 2024.

MAYER, Brian; HARRIS, Christopher. **Libraries Got Game: aligned learning through modern board games**. Chicago: American Library Association, 2010. 145 p.

NASCIMENTO, S. S.; VIEIRA, R. D. Contribuições e limites do padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, p. 1-20, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4018>. Acesso em: 03 mai. 2020.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. *Revista NEaD-Unesp*, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016. Disponível em:

<https://typeset.io/pdf/a-importancia-da-utilizacao-de-diferentes-recursos-didaticos-4zu05iovl.pdf>. Acesso em: 25 de julho de 2024

OLEQUES, L. C. *et al.* Evolução biológica como eixo integrador no ensino de biologia: concepções e práticas de professores do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIAS, VIII, 2011. Anais [...]. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1066-1.pdf. Acesso em: 03 set. 2020.

OLIVEIRA, G. D.; BIZZO, N. Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 1, p. 57-79, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4124>. Acesso em: 03 set. 2020.

PIAGET, Jean. **Psicologia e Pedagogia**. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária, 1985. 183 p.

PARANHOS, R.; *et al.* Uma introdução aos métodos mistos. **Sociologias**, v. 18, n. 42, p. 384-411, ago. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/15174522-018004221>.

RIDLEY, M. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 16, n. 3, p. 147-170, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172014160307>.

SANTOS, W. L. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. p. 1-152. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, p. 49-67, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 01 mai. 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>.

SOARES, M. **Letramento: um tema em três gêneros**. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M. B. e. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. **Tópicos Educacionais**. Recife, v. 23, n. 1, p. 7-27, jan/jun. 2017. DOI. <http://dx.doi.org/10.51359/2448-0215.2017.230486>.

SMITH, M. U.; SIEGEL, H.; MCINERNEY, J. D. Foundational issues in evolution education. **Science & Education**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 23-46, jan. 1995. DOI. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00486589>.

SILVA, M. G. B. da. Um Estudo Sobre A Evolução Biológica como Eixo Norteador do Processo de Formação do Professor de Biologia. 2011. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2011. Disponível em: <https://ppgefhc.ufba.br/pt-br/um-estudo-sobre-evolucao-biologica-como-eixo-norteador-do-processo-de-formacao-do-professor-de>. Acesso em: 05 ago. 2024.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572004000100021>.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

TRIVELATO, S. L.; TONIDANDEL, S. M. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, p. 97-114, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>.

TULER, N. T. Desenvolvimento De Um Jogo Investigativo Sobre Evolução Do Cérebro Humano No Ensino Médio. 2019. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, 2019. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/11102/1/888334.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2023.

TEIXEIRA JUNIOR, P. R. Diretrizes curriculares nacionais para o ensino superior: a lógica das competências em foco. **Crítica Educativa**, Sorocaba, v. 6, n. 1, p. 1-18, dez. 2020. DOI. 10.22476/revcted.v6.id483.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VARGENS, M. M. F; NIÑO-EL-HANI, C. Análise dos efeitos do jogo Clipseitacideos (Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio acerca da evolução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 143-168, mar. 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4131>. Acesso em: 25 de novembro de 2024.

ZAMBERLAN, E. S.; SILVA, M. R. O ensino de evolução biológica e sua abordagem em livros didáticos. **Educação & Realidade**, p. 187-212, 2012. DOI: 10.1590/2175-623613967.

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 1, p. 35-62, 2002. DOI: 10.1002/tea.10008.

Wiki R. **TESTE exato de Fisher**. [S.l.], 10 de dezembro de 2021. Disponível em: https://www.ufrgs.br/wiki-r/index.php?title=Teste_exato_de_Fisher. Acesso em: 25 de novembro de 2024.

APÊNDICE A - JOGO DETETIVES DA EVOLUÇÃO



DETETIVES DA EVOLUÇÃO:

UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Carta caso

Vocês formam um grupo de ornitólogos (pesquisadores que estudam aves), e decidem pesquisar alguns pássaros desconhecidos que ocorrem em um arquipélago de ilhas isoladas. Tais ilhas têm origem vulcânica e estão próximas à costa continental. Vocês perceberam que há pássaros entre as ilhas que são muito semelhantes em tamanho, coloração e outras características. Assim, resolvem analisar os pássaros de uma ilha do arquipélago denominada Pacífica, especialmente entre as localidades A e B desta ilha. Vocês se perguntaram como esses pássaros surgiram e ficaram na dúvida sobre como eles evoluíram nesta ilha.

Mas antes de tudo, qual o nome criativo do seu grupo de pesquisa?



Caso: A tarefa de vocês é :

- i) desvendar a origem desses pássaros;
- ii) verificar se eles formam uma espécie ou não;
- iii) quais processos promoveram a evolução deles na ilha ao longo dos anos.

Ao final, a partir das evidências coletadas, devem formular um argumento que explique o que aconteceu. A sala representa os ambientes de pesquisa. Que vença a melhor explicação! Passem para a Carta 1.



Organização das ideias antes do argumento (se necessário)

[illegible]

Tabela 1

DNA do fóssil comparado com:	Nº de compatíveis	Nº de incompatíveis
Pássaro 1		
Pássaro 2		
Pássaro 3		

Questão norteadora: o que a similaridade ou diferença das bases pode indicar?





DETETIVES DA EVOLUÇÃO:

UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Tabela 2

Local A	Nº de sementes	Obs.?	Local B	Nº de sementes	Obs. ?
I			I		
II			II		
III			III		
IV			IV		
V			V		
VI			VI		

Questão norteadora: Há algum padrão observado nestes dados?





Medidas

Vocês capturaram 4 pássaros 1 e 4 pássaros 2. Meçam a medida morfométrica escolhida e obtenham a média dela para o pássaro 1 e 2.

$$m = \frac{\text{soma dos termos}}{\text{número de termos}}$$

Os pássaros foram identificados como 1a, 1b, 1c, 1d e 2a, 2b, 2c e 2d (olhem atrás deles). (Os milímetros da régua devem ser considerados. Os valores aparecerão inteiros, ou terão no máximo uma casa decimal, como 1 cm, 1,2 cm, 0,5 cm, apenas exemplos ilustrativos).

$$\frac{1a(\quad) + 1b(\quad) + 1c(\quad) + 1d(\quad)}{4} =$$

$$\frac{2a(\quad) + 2b(\quad) + 2c(\quad) + 2d(\quad)}{4} =$$

Questão norteadora: Há algum padrão nos valores? As médias são diferentes? Qual a relevância? Os valores e a média podem se associar com a história de vida (sobrevivência/reprodução) dos pássaros?





DETETIVES DA EVOLUÇÃO:

UMA CORRIDA INVESTIGATIVA



Regras

1. Devem ser formados grupos de até 5 integrantes, que irão receber os materiais do jogo. O grupo deve eleger um membro que ficará responsável pelas cartas, devendo lê-las em voz alta para todo o seu grupo e passá-la aos demais integrantes.
2. O grupo deve eleger um membro para ler o argumento.
3. Demais tarefas podem ser divididas a critério do grupo.
4. O jogo tem duração de até 1 hora de meia.
5. Serão cerca 75 min para coleta de evidências, análise de dados e escrita do argumento explicativo. E mais 15 min para exposição dos argumentos pelos grupos.
6. Após uma carta ser lida, se esta exigir algo a ser feito, a próxima só poderá ser lida quando a tarefa exigida estiver cumprida.
7. As cartas lidas devem ficar em um monte separado e podem ser acessadas quantas vezes for necessário ao longo do jogo.
8. A interpretação das ações faz parte do jogo.
9. Ao final do tempo decorrido as explicações serão expostas, vencerá a partida o grupo que tiver o argumento mais completo para o que ocorreu/ocorre com os pássaros. Lembrando, um bom argumento é aquele que possui mais evidências sólidas e coerentes o corroborando!

Boa Sorte, divirtam-se!



DETETIVES DA EVOLUÇÃO:

UMA CORRIDA INVESTIGATIVA



Material para o(a) aplicador(a) - recursos utilizados

Reconstrução do fóssil



Fonte: BOUDREAU, Sarah. Darwin's Finches Keep Evolving. 2023. Visible Body. Disponível em: <https://www.visiblebody.com/blog/darwins-finches-keep-evolving>. Acesso em: 10 out. 2024.

Fóssil



Fonte: BOWMAN, Margaret. **Cactospiza skull illustration**. 2010. California Academy of Sciences. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/50170571@N02/4910918385/in/photostrea>. Acesso em: 10 out. 2024.

Pássaro 1



Fonte: YAP, Lip Kee. File:Large Ground Finch.jpg. 2014. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Large_Ground_Finch.jpg. Acesso em: 25 nov. 2024.

Pássaro 2



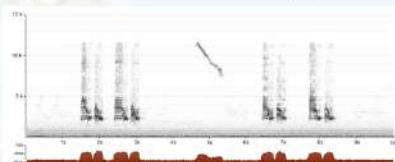
Fonte: LIN, George. BioDiversity4All: geospiza fortis. Geospiza fortis. 2023. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/observations/234423106>. Acesso em: 25 nov. 2024.

Pássaro 3

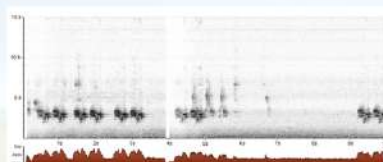


Fonte: SIEBERT, Bill. BioDiversity4All: rola-das-galapagos zenaida galapagoensis. Rola-Das-Galapagos Zenaida galapagoensis. 2024. Disponível em: <https://www.biodiversity4all.org/people/billsiebert>. Acesso em: 25 nov. 2024.

Espectrograma sonoro e vocalização - pássaro 1 e 2: Xeno-Canto.



Fonte: Eric DeFonso, XC105783. Acessível em www.xeno-canto.org/105783.



Fonte: Jacob Guachisaca Salinas, XC731387. Acessível em www.xeno-canto.org/731387.

Sementes "privadas" - Pássaro 1.



Fonte: LEÓN *et al.*, (2014)

Sementes "privadas" - Pássaro 2.



Fonte: LEÓN *et al.*, (2014)

Sequências dos genes - escritas em tiras de papel, enroladas e grudadas com fita adesiva nos pássaros e fóssil.

Sequência do fóssil:

Posição 1 Posição 2
A-G-G-C-C-G-G-T-C-C-A-A-C-C

Sequência do Pássaro 1

Posição 1 Posição 2
A-G-G-C-T-G-G-C-A-C-C-A-A-C-A

Sequência do Pássaro 2

Posição 1 Posição 2
A-G-C-C-A-C-C-T-T-C-C-A-A-C-C

Sequência do Pássaro 3

Posição 1 Posição 2
A-C-C-A-G-T-T-C-C-A-G-G-T-T-G

Gabarito:

Pássaro 1: 3 não correspondem (12 correspondem)

Pássaro 2: 5 não correspondem (10 correspondem)

Pássaro 3: 13 não correspondem (2 correspondem)

Formule o argumento:

DETETIVES DA EVOLUÇÃO:
UMA CORRIDA INTELIGENTÍSSIMA

Dados (evidências)	Como suas evidências permitem chegar a conclusão?				Conclusão
	já que	já que	já que	já que	
	Justificativa	Justificativa	Justificativa	Justificativa	
	por conta de	por conta de	por conta de	por conta de	
	Há algum conhecimento científico que apoie a justificativa?				
	Apoio	Apoio	Apoio	Apoio	Refutação

Assim, _____

a menos que

APÊNDICE B - CARTAS DO JOGO

**DETETIVES DA EVOLUÇÃO:**
UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Carta 1

Na ilha, há pássaros que vocês inicialmente chamaram de **Pássaros 1** e **Pássaros 2**. Eles podem transitar por toda a ilha e ocorrem juntos, mas preferem as localidades **A** e **B**, respectivamente, que vocês escolheram para analisar.

Olhem bem para eles, e passem para a Carta 2.

Pássaro 1



Fonte: Adaptada de Lip Kee Yap (2014).

Pássaro 2



Fonte: Adaptada de George Lin (2023).

**DETETIVES DA EVOLUÇÃO:**
UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Carta 2

Pacífica surgiu por erupções vulcânicas há cerca de 3 milhões de anos, formada apenas por lava. Os fósseis mais antigos que vocês tomaram conhecimento, dos pássaros que estão estudando na ilha, são de apenas 10.000 anos atrás. Porém, uma colega pesquisadora de vocês relatou que havia pássaros no continente mais próximo as ilhas que tinham morfologia e comportamento semelhantes aos que vocês estão estudando. Vocês buscaram por fósseis deste pássaro lá e encontraram um fóssil de 2,3 milhões de anos que apresenta características morfológicas parecidas.

Procurem este fóssil que está escondido pela “sala”!

Após acharem, passem para a carta 3.



Fonte: Adaptada de Margret Bowman (2010).

DICA

A pesquisadora do continente conhece bem os acontecimentos da história paleoclimática do local, e disse que um tempo após Pacífica se formar, houve uma grande seca com escassez de alimento no continente onde encontraram o fóssil.

Questão norteadora: Por que isso pode ser relevante?



DETETIVES DA EVOLUÇÃO:
UMA CORRIDA INVESTIGATIVA

Carta 3

Que sorte! Conseguiram uma amostra de DNA de uma seção de gene no fóssil. Comparem as bases do DNA do **fóssil** com os Pássaros **1** e **2**. Vocês resolveram comparar o fóssil com o **Pássaro 3** também, que ocorre por perto mas não tão parecido para tirar um dúvida...

Usem a folha "Tabela 1" e anotem quantas bases são iguais (compatíveis) e quantas são diferentes (incompatíveis) entre as amostras. Compare as bases que estão exatamente na mesma posição entre os genes, no sentido: posição 1 -> posição 2, como no exemplo. Após comparar, se tiverem alguma percepção, anotem, e sigam para a carta 4.

Exemplo

Posição 1

Posição 2

Seq 1: **ATGCTGATTGCGCTTAA**
Seq 2: **CTGATGACTGCGCTCAT**



Carta 4

Prêmio

Muito bem! Conseguiram analisar o DNA, isso merece uma recompensa...

Encaminhem-se ao laboratório do ornitólogo referência mundial. Ele se entusiasmou e quer participar como colaborador. Tem uma dica que poderá ser útil.



Carta 5

Dica

“As espécies utilizam os sentidos para reconhecer outros membros da própria espécie. Podem usar a aparência, chamados, comportamento e cheiros (a estrutura física ou fisiológica pode estar envolvida na capacidade de produzi-los). A contribuição de cada fator para o reconhecimento varia de acordo com a espécie e o grau que ela depende do sentido”.

Pensem um pouco se isso afetaria a pesquisa de vocês e passem para carta 6. Talvez seja preciso voltar aqui depois...



Carta 6

Ao longo da pesquisa, vocês gravaram o canto dos pássaros e fizeram um espectrograma (imagem do sinal audível) para verificar as frequências do som ao longo do tempo. No gráfico, o eixo y representa a frequência em Khz e o x o tempo em segundos. Escaneie os QR Codes para ver os espectrogramas e ouvir a vocalização. (celular na horizontal permite ver melhor).

Discutam a comparação dos parâmetros de tempo, frequência e sonoridade. Se surgir alguma ideia é melhor anotar para não esquecer.

Após, passem para a carta 7.

Pássaro 1



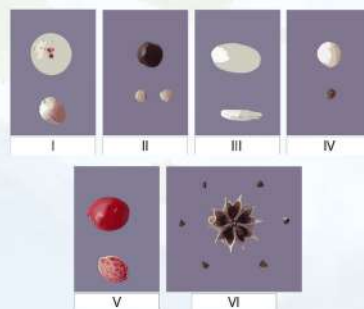
Pássaro 2



Carta 7

As estações nas ilhas são divididas em períodos secos e chuvosos, nos períodos de abundância de alimentos em decorrência da grande umidade há uma disponibilidade de artrópodes e uma variedade de sementes, permitindo a generalização da dieta. Mas em anos em que a estação úmida não é tão úmida a maioria dos recursos se tornam escassos e os “recursos privados”, acessados diferencialmente, tornam-se muito importantes por muito mais tempo.

Após presenciarem um ano de estação **seca intensa** e estação **úmida fraca**, façam um levantamento da abundância de cada tipo de semente em cada localidade e escrevam no espaço apropriado da folha “Tabela 2”. Após, passem para a carta 8.



Fonte: Adaptada de León et al. (2014).



Carta 8

Prêmio

Ufa! Conseguiram analisar as sementes. Isso merece mais um incentivo...

Encaminhem-se ao laboratório do ornitólogo. Ele tem um super equipamento de medição e uma dica/atribuição que será útil para vocês.



DICA

Provavelmente vocês já têm algumas ideias. Medidas são fontes de dados importantes para comparações. A partir do que fizer mais sentido para sua investigação, escolham **apenas uma** medida morfométrica abaixo e meçam para cada um dos pássaros, gerando a **média** da característica para o pássaro 1 e 2 na folha “medidas”.

Após, passem para carta 9.



Altura do bico: deve-se colocar a régua exatamente na base da mandíbula, como na linha vermelha, e medir em linha reta até o topo do bico.

Comprimento da cauda: medida da inserção da cauda até a ponta mais longa. Da base do corpo até a ponta.



Comprimento do tarso: distância entre a articulação intertarsal e o começo dos dedos. Da base visível até última escama completa antes dos dedos.

Carta 9

Ao realizar uma investigação com alguns testes, vocês obtiveram dados das forças que os pássaros 1 e 2 conseguem empregar ao fechar a mandíbula e maxila. Para o **Pássaro 1** essa medida foi de **255 N** e para o **Pássaro 2** de **59 N** (N=Newton).

Questão norteadora: isso pode representar ou ser reflexo de algum fator importante na história de vida e evolução dos pássaros? E por que?

Pensem e/ou anotem e passem para a carta 10.



Fonte: sadanduseless.com

Carta 10

Hora de reproduzir!

Após presenciarem a estação de seca intensa e a de umidade baixa, vocês presenciaram também um período de reprodução. Misturem os pássaros pela ilha e pensem nos fatores envolvidos em uma estação reprodutiva. Há algum atributo que investigaram que poderia ser fundamental nesse processo?

Pensem e passem para a carta 11.



Carta **1 1**

Agora, vocês estão prestes a defender a explicação da origem e evolução desses pássaros para a comunidade científica e sociedade. Mas antes precisam nomeá-los. Sejam criativos, e criem gênero e epíteto específico (ex. *Panthera onca* - onça-pintada), podendo ser o mesmo gênero e epíteto, se consideraram ser a mesma espécie, ou o mesmo gênero e epítetos diferentes, ou gêneros e epítetos diferentes... ou seja, de acordo com o que irão defender.

Podem escrever aqui, na própria carta:

Pássaro 1: _____.

Pássaro 2: _____.

APÊNDICE C - MODELO DO MAPA DA ILHA



APÊNDICE D - SEQUÊNCIAS DE DNA

Fóssil

Posição 1

Posição 2

A	G	G	C	C	G	G	T	C	C	C	A	A	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

P1

Posição 1

Posição 2

A	G	G	C	T	G	G	C	A	C	C	A	A	C	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

P2

Posição 1

Posição 2

A	G	C	C	A	C	C	T	T	C	C	A	A	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

P3

Posição 1

Posição 2

A	C	C	A	G	T	T	C	C	A	G	G	T	T	G
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Fóssil

Posição 1

Posição 2

A	G	G	C	C	G	G	T	C	C	C	A	A	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

P1

Posição 1

Posição 2

A	G	G	C	T	G	G	C	A	C	C	A	A	C	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

P2

Posição 1

Posição 2

A	G	C	C	A	C	C	T	T	C	C	A	A	C	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

P3

Posição 1

Posição 2

A	C	C	A	G	T	T	C	C	A	G	G	T	T	G
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

PACÍFICA

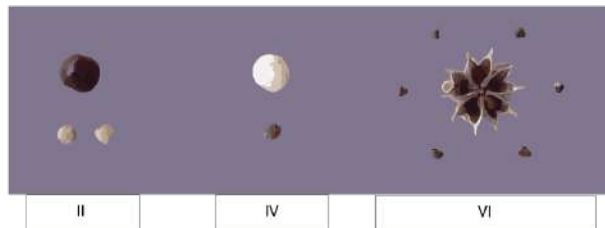
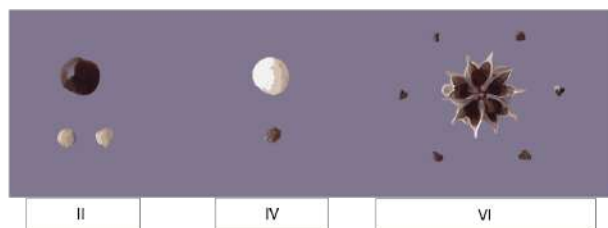
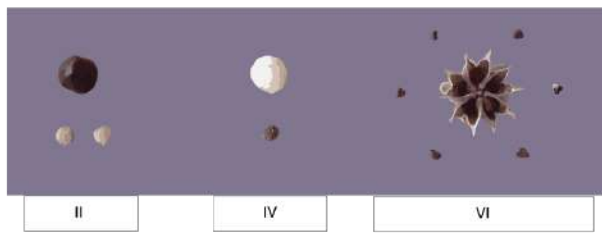
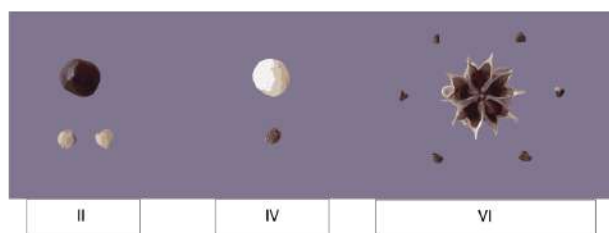
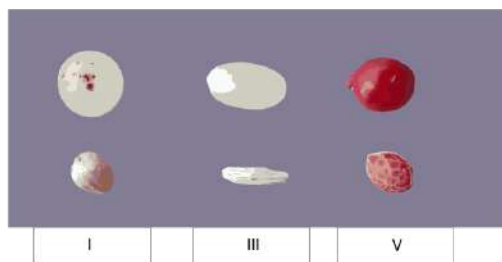
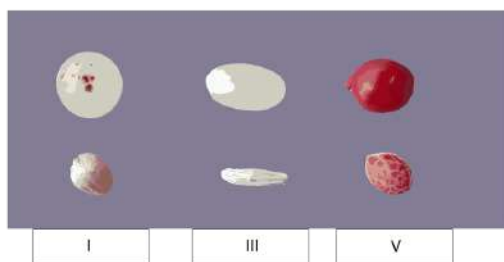
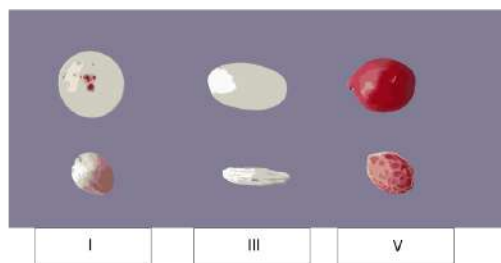
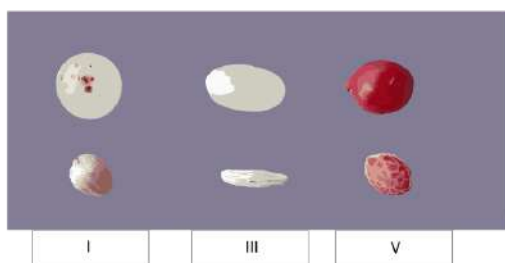
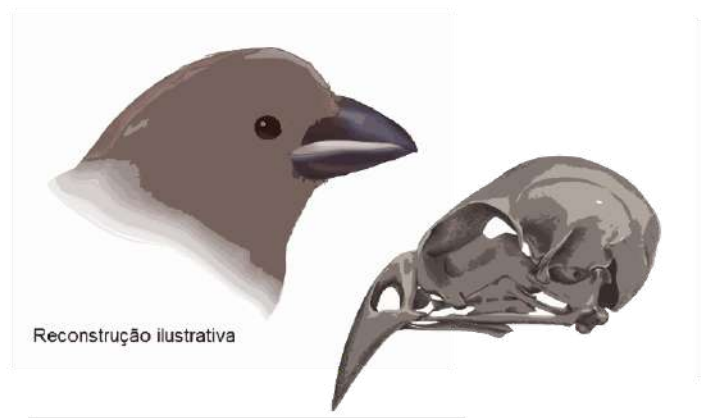
CONTINENTE

LABORATÓRIO

APÊNDICE F - PÁSSAROS DO JOGO



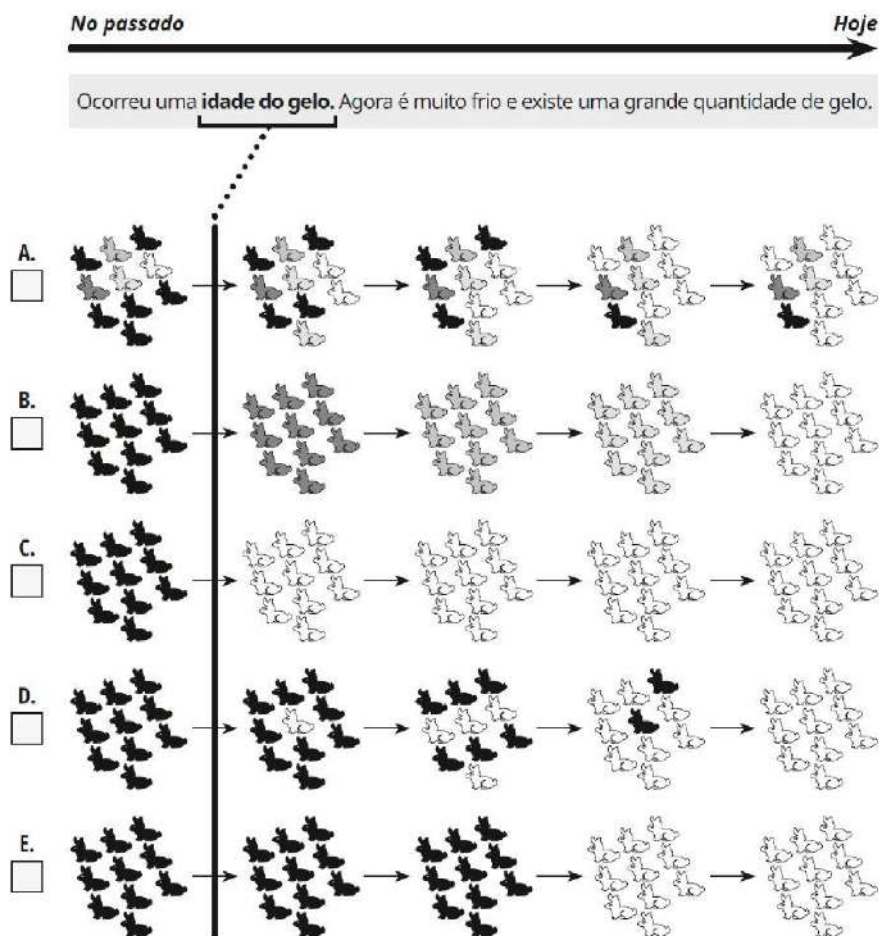
APÊNDICE G - SEMENTES, FÓSSIL E RECONSTRUÇÃO



APÊNDICE H - QUESTIONÁRIO PRÉVIO (Q-I)

Olá, este é o nosso questionário de pesquisa. Pedimos que leia e responda com atenção e assinale apenas uma resposta por questão. O questionário é anônimo. Sua colaboração é muito importante, obrigado por participar!

1. Qual destes cenários, que ilustram a evolução a longo prazo de uma população em resposta a alterações ambientais drásticas (idade do gelo), é mais provável?



Lagartos das Ilhas Canárias (questões 2 a 4).

As Ilhas Canárias consistem em sete ilhas logo a oeste do continente africano. As ilhas foram gradualmente colonizadas pela vida: plantas, lagartos, aves etc. Três espécies diferentes de lagartos encontradas nas ilhas são similares a uma espécie encontrada no continente africano (Thorpe & Brown, 1989). Por esta razão, os cientistas supõem que os lagartos viajaram da África para as Ilhas Canárias flutuando em troncos de árvores levados para o oceano.



Fonte: Anderson, Fisher e Norman (2002).Wikimedia Commons (2024).

2. O que você acha que acontece entre os lagartos de uma certa espécie quando o suprimento de alimento é limitado?

- a) Os lagartos cooperam para encontrar alimento e compartilham o que encontram.
- b) Os lagartos lutam pela comida disponível e os lagartos mais fortes matam os mais fracos.
- c) É provável que mudanças genéticas que possibilitem aos lagartos consumir novas fontes alimentares sejam reduzidas.
- d) Os lagartos menos bem sucedidos na competição por alimento provavelmente morrerão de fome e má nutrição.

3. O que poderia fazer com que uma espécie se transformasse em três espécies ao longo do tempo?

- a) Grupos de lagartos encontraram diferentes ambientes insulares, então os lagartos precisaram se tornar novas espécies com características diferentes para sobreviver.
- b) Grupos de lagartos devem ter sido isolados geograficamente de outros grupos e mudanças genéticas aleatórias devem ter se acumulado nessas populações de lagartos ao longo do tempo.
- c) Pode haver pequenas variações, mas todos os lagartos são essencialmente iguais e todos são membros de uma única espécie.
- d) Para sobreviver, diferentes grupos de lagartos precisaram se adaptar às diferentes ilhas e, assim, todos os organismos de cada grupo evoluíram gradualmente para se tornarem uma nova espécie de lagarto.

4. Populações de lagartos são constituídas de centenas de lagartos individuais. Qual afirmação descreve o grau de similaridade que eles provavelmente apresentam.

- a) É provável que todos os lagartos na população sejam quase idênticos.
- b) Todos os lagartos na população são idênticos uns aos outros externamente, mas há diferenças em seus órgãos internos, por exemplo, em como eles digerem o alimento.

c) Todos os lagartos na população compartilham muitas similaridades, mas há diferenças em características como o tamanho do corpo e o comprimento das garras.

d) Todos os lagartos na população são completamente únicos e não compartilham características com os outros lagartos.

5. Os biólogos geralmente usam a expressão “o mais apto” quando falam de evolução. Abaixo estão descritos quatro leões macho (George, Ben, Spot e Sandy). Qual destes leões considera ser o mais apto? Consulte a tabela abaixo.

Nome	George	Ben	Spot	Sandy	Não sei.
Tamanho (inclui a cauda)	3 m	2,55 m	2,7 m	2,7 m	
Peso	173 kg	160 kg	162 kg	160 kg	
Número total de crias que teve durante a sua vida	19	25	20	20	
Idade do leão quando morreu	13 anos	16 anos	12 anos	9 anos	
Número de crias que sobreviveram até à idade adulta	13	14	14	19	
Comentários	O George era muito grande e muito saudável. Era o leão mais forte.	O Ben teve o maior número de crias e maior número de fêmeas no seu harém.	Quando a área onde o Spot vivia foi destruída pelo fogo, este foi capaz de mover a sua prole para uma nova área e alterou os seus hábitos alimentares.	O Sandy morreu com uma infecção resultante de um corte no pé.	
O leão “mais apto” é:	☐	☐	☐	☐	☐

6. Considere o seguinte experimento: um grupo de drosófilas (mosca-das-frutas) coletadas de uma mesma população natural e separadas em 8 populações para cultivo em laboratório, 4 em meio nutritivo de amido, e 4 em meio nutritivo de maltose. Foram assim cultivadas, separadas, por muitas gerações. Qual das alternativas reflete o que pode ter ocorrido após a passagem do tempo?

a) Todas as 8 populações morreram logo no início, pois não estavam adaptadas a consumir apenas um tipo de recurso alimentar.

b) Algumas moscas criadas no amido e algumas criadas na maltose poderiam, respectivamente, apresentar uma maior facilidade natural de digerir essas substâncias, formando uma prole que herdou essa característica. Gerando adaptação alimentar. Caso, após as gerações as moscas com as diferentes

adaptações alimentares fossem colocadas juntas novamente, certamente se reproduziriam e iriam gerar prole com as duas adaptações.

c) As moscas que foram colocadas no meio com amido e no meio com maltose precisaram desenvolver adaptações para sobreviver nestas novas condições e gerar descendentes. Desenvolveram assim adaptação alimentar para digerir o melhor recurso onde cresceram.

d) Algumas moscas criadas no amido e algumas criadas na maltose poderiam, respectivamente, apresentar uma maior facilidade natural de digerir essas substâncias, formando uma prole que herdou essa característica. Gerando adaptação alimentar. Caso, após as gerações as moscas com as diferentes adaptações alimentares fossem colocadas juntas novamente, poderia ocorrer de não se reproduzirem pois os genes da adaptação alimentar poderiam envolver-se também na preferência de escolha de parceiro.

7. Considerando a chegada de parte de uma população de peixes a um lago que se encheu apenas recentemente, qual alternativa descreve melhor o que poderia ocorrer ao longo do tempo?

a) A população destes peixes aumentaria drasticamente, uma vez que não haveria competidores no local, tampouco competição entre os próprios peixes.

b) Os peixes logo seriam extintos no local, pois todos competiriam pelo mesmo recurso e não conseguiriam gerar prole nem para repor eles próprios, muito menos para aumentar a população.

c) Com o surgimento recente do lago, provavelmente não existiriam competidores, e haveriam muitos recursos não explorados, de modo que esta população ancestral irradiaria-se em várias outras espécies que poderiam usar esses recursos distanciando-se da competição interna inicial.

d) Ao chegar ao lago, cada peixe do grupo precisaria criar novas adaptações para poder consumir aqueles novos recursos, pois não estavam adaptados a nenhum deles em seu ambiente de origem.

8. Em uma certa cidade, era muito comum a presença de uma borboleta totalmente branca, que seu pai, quando era criança, achava bonita, mas tinha dificuldade de enxergá-la pousada entre os líquens brancos nas árvores, assim como os pássaros que a predavam. Porém, quando adolescente, em um certo dia de caminhada no bosque, encontrou uma borboleta da mesma espécie totalmente preta, nunca registrada. Ele seguiu a vida e acabou trabalhando em uma fábrica que queimava carvão, mas odiava aquela fuligem escura que impregnava casas e bosques, então manteve o hobby de observar insetos para se distrair. O tempo passou, a cidade se

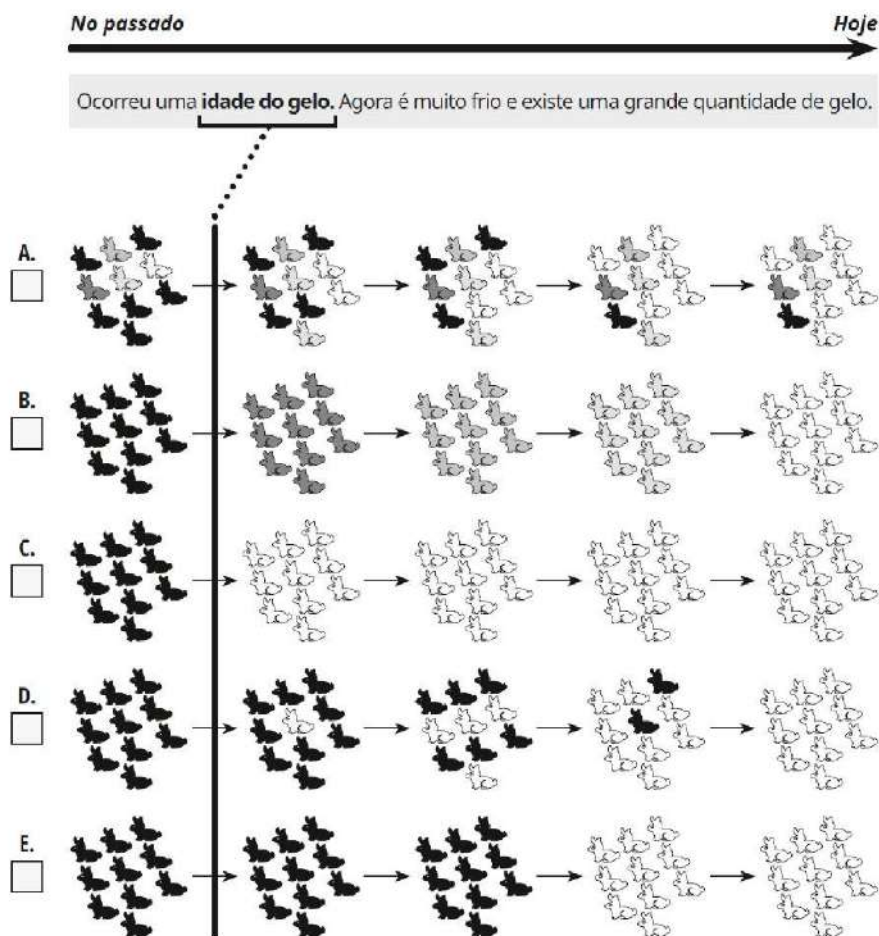
This image shows a single sheet of white paper with horizontal blue ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

1-A; 2-D; 3-B; 4-C; 5-D; 6- D; 7-C

APÊNDICE I - QUESTIONÁRIO POSTERIOR (Q-II)

Olá, este é o nosso questionário de pesquisa. Pedimos que leia e responda com atenção e assinale apenas uma resposta por questão. O questionário é anônimo. Sua colaboração é muito importante, obrigado por participar!

1. Qual destes cenários, que ilustram a evolução a longo prazo de uma população em resposta a alterações ambientais drásticas (idade do gelo), é mais provável?



Lagartos das Ilhas Canárias (questões 2 a 4).

As Ilhas Canárias consistem em sete ilhas logo a oeste do continente africano. As ilhas foram gradualmente colonizadas pela vida: plantas, lagartos, aves etc. Três espécies diferentes de lagartos encontradas nas ilhas são similares a uma espécie encontrada no continente africano (Thorpe & Brown, 1989). Por esta razão, os cientistas supõem que os lagartos viajaram da África para as Ilhas Canárias flutuando em troncos de árvores levados para o oceano.



Fonte: Anderson, Fisher e Norman (2002).Wikimedia Commons (2024).

2. O que você acha que acontece entre os lagartos de uma certa espécie quando o suprimento de alimento é limitado?

- a) Os lagartos cooperam para encontrar alimento e compartilham o que encontram.
- b) Os lagartos lutam pela comida disponível e os lagartos mais fortes matam os mais fracos.
- c) É provável que mudanças genéticas que possibilitem aos lagartos consumir novas fontes alimentares sejam reduzidas.
- d) Os lagartos menos bem sucedidos na competição por alimento provavelmente morrerão de fome e má nutrição.

3. O que poderia fazer com que uma espécie se transformasse em três espécies ao longo do tempo?

- a) Grupos de lagartos encontraram diferentes ambientes insulares, então os lagartos precisaram se tornar novas espécies com características diferentes para sobreviver.
- b) Grupos de lagartos devem ter sido isolados geograficamente de outros grupos e mudanças genéticas aleatórias devem ter se acumulado nessas populações de lagartos ao longo do tempo.
- c) Pode haver pequenas variações, mas todos os lagartos são essencialmente iguais e todos são membros de uma única espécie.
- d) Para sobreviver, diferentes grupos de lagartos precisaram se adaptar às diferentes ilhas e, assim, todos os organismos de cada grupo evoluíram gradualmente para se tornarem uma nova espécie de lagarto.

4. Populações de lagartos são constituídas de centenas de lagartos individuais. Qual afirmação descreve o grau de similaridade que eles provavelmente apresentam.

- a) É provável que todos os lagartos na população sejam quase idênticos.
- b) Todos os lagartos na população são idênticos uns aos outros externamente, mas há diferenças em seus órgãos internos, por exemplo, em como eles digerem o alimento.

c) Todos os lagartos na população compartilham muitas similaridades, mas há diferenças em características como o tamanho do corpo e o comprimento das garras.

d) Todos os lagartos na população são completamente únicos e não compartilham características com os outros lagartos.

5. Os biólogos geralmente usam a expressão “o mais apto” quando falam de evolução. Abaixo estão descritos quatro leões macho (George, Ben, Spot e Sandy). Qual destes leões considera ser o mais apto? Consulte a tabela abaixo.

Nome	George	Ben	Spot	Sandy	Não sei.
Tamanho (inclui a cauda)	3 m	2,55 m	2,7 m	2,7 m	
Peso	173 kg	160 kg	162 kg	160 kg	
Número total de crias que teve durante a sua vida	19	25	20	20	
Idade do leão quando morreu	13 anos	16 anos	12 anos	9 anos	
Número de crias que sobreviveram até à idade adulta	13	14	14	19	
Comentários	O George era muito grande e muito saudável. Era o leão mais forte.	O Ben teve o maior número de crias e maior número de fêmeas no seu harém.	Quando a área onde o Spot vivia foi destruída pelo fogo, este foi capaz de mover a sua prole para uma nova área e alterou os seus hábitos alimentares.	O Sandy morreu com uma infecção resultante de um corte no pé.	
O leão “mais apto” é:	☐	☐	☐	☐	☐

6. Considere o seguinte experimento: um grupo de drosófilas (mosca-das-frutas) coletadas de uma mesma população natural e separadas em 8 populações para cultivo em laboratório, 4 em meio nutritivo de amido, e 4 em meio nutritivo de maltose. Foram assim cultivadas, separadas, por muitas gerações. Qual das alternativas reflete o que pode ter ocorrido após a passagem do tempo?

a) Todas as 8 populações morreram logo no início, pois não estavam adaptadas a consumir apenas um tipo de recurso alimentar.

b) Algumas moscas criadas no amido e algumas criadas na maltose poderiam, respectivamente, apresentar uma maior facilidade natural de digerir essas substâncias, formando uma prole que herdou essa característica. Gerando adaptação alimentar. Caso, após as gerações as moscas com as diferentes

adaptações alimentares fossem colocadas juntas novamente, certamente se reproduziriam e iriam gerar prole com as duas adaptações.

c) As moscas que foram colocadas no meio com amido e no meio com maltose precisaram desenvolver adaptações para sobreviver nestas novas condições e gerar descendentes. Desenvolveram assim adaptação alimentar para digerir o melhor recurso onde cresceram.

d) Algumas moscas criadas no amido e algumas criadas na maltose poderiam, respectivamente, apresentar uma maior facilidade natural de digerir essas substâncias, formando uma prole que herdou essa característica. Gerando adaptação alimentar. Caso, após as gerações as moscas com as diferentes adaptações alimentares fossem colocadas juntas novamente, poderia ocorrer de não se reproduzirem pois os genes da adaptação alimentar poderiam envolver-se também na preferência de escolha de parceiro.

7. Considerando a chegada de parte de uma população de peixes a um lago que se encheu apenas recentemente, qual alternativa descreve melhor o que poderia ocorrer ao longo do tempo?

a) A população destes peixes aumentaria drasticamente, uma vez que não haveria competidores no local, tampouco competição entre os próprios peixes.

b) Os peixes logo seriam extintos no local, pois todos competiriam pelo mesmo recurso e não conseguiriam gerar prole nem para repor eles próprios, muito menos para aumentar a população.

c) Com o surgimento recente do lago, provavelmente não existiriam competidores, e haveriam muitos recursos não explorados, de modo que esta população ancestral irradiaria-se em várias outras espécies que poderiam usar esses recursos distanciando-se da competição interna inicial.

d) Ao chegar ao lago, cada peixe do grupo precisaria criar novas adaptações para poder consumir aqueles novos recursos, pois não estavam adaptados a nenhum deles em seu ambiente de origem.

8. Em uma certa cidade, era muito comum a presença de uma borboleta totalmente branca, que seu pai, quando era criança, achava bonita, mas tinha dificuldade de enxergá-la pousada entre os líquens brancos nas árvores, assim como os pássaros que a predavam. Porém, quando adolescente, em um certo dia de caminhada no bosque, encontrou uma borboleta da mesma espécie totalmente preta, nunca registrada. Ele seguiu a vida e acabou trabalhando em uma fábrica que queimava carvão, mas odiava aquela fuligem escura que impregnava casas e bosques, então manteve o hobby de observar insetos para se distrair. O tempo passou, a cidade se

11. O que você achou do jogo Detetives da Evolução para o ensino de Evolução Biológica?

12. Em uma escala de 0 a 5, o quanto você se sentiu motivado ao jogar o jogo?

	0	1	2	3	4	5	
Pouco	()	()	()	()	()	()	Muito

13. Em uma escala de 0 a 5, qual o seu nível de concordância com a afirmação: o jogo detetives de evolução poderia ser usado no ensino-aprendizagem de evolução biológica no ensino superior.

	0	1	2	3	4	5	
Discordo	()	()	()	()	()	()	Concordo

14. Em uma escala de 0 a 5, qual o seu nível de concordância com a afirmação: enquanto futuro docente eu poderia usar adaptações do jogo para ensinar evolução para as minhas turmas.

	0	1	2	3	4	5	
Discordo	()	()	()	()	()	()	Concordo

15. Em uma escala de 0 a 5, o quão relevante considera o modelo de construção de argumento presente no jogo para o aprendizado de argumentação?

	0	1	2	3	4	5	
Pouco	()	()	()	()	()	()	Muito

16. (opcional) Alguma sugestão em relação ao jogo?

GABARITO:

1-A; 2-D; 3-B; 4-C; 5-D; 6- D; 7-C

APÊNDICE J - REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E INFORMADO

REGISTRO DE CONSENTIMENTO LIVRE E INFORMADO (RCLI)

Título do Projeto: Detetives da Evolução: Um Jogo Didático Investigativo e Argumentativo para o Ensino-Aprendizagem de Evolução Biológica no Ensino Superior.

Pesquisadora responsável: Lupe Furtado Alle.

Pesquisador assistente: Wesley Gomes Bojarski.

Você está sendo convidado/a a participar de uma pesquisa. Este documento, chamado “Registro de Consentimento Livre e Informado” visa assegurar seus direitos como participante da pesquisa. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para tirar suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou depois de assiná-lo, você poderá buscar orientação junto à equipe de pesquisa. Você é livre para decidir participar e pode desistir a qualquer momento, sem que isto lhe traga prejuízo algum.

A pesquisa intitulada Detetives da Evolução: Um Jogo Didático Investigativo e Argumentativo para o Ensino-Aprendizagem de Evolução Biológica no Ensino Superior, tem como objetivo verificar se a utilização de um jogo didático investigativo/argumentativo pode melhorar a aprendizagem de evolução biológica e a construção de argumentos no Ensino Superior.

Participando do estudo você está sendo convidado/a a:

- i) Continuar frequentando normalmente a disciplina na qual está matriculado/a, não sendo necessário se deslocar para outro local. O estudo será aplicado no decorrer da disciplina, com momentos cedidos para a aplicação dos questionários e jogo
- ii) Responder um questionário prévio para verificar o conhecimento que possui antes da aplicação do jogo; participar enquanto jogador/a do jogo didático em uma equipe e gerar uma solução em forma de argumento escrito pelo grupo; ter o áudio gravado das conversas durante o jogo (opção de consentimento neste documento), para verificar os conteúdos que ele trabalha; responder um questionário posterior, para verificar os conhecimentos após a aplicação do jogo;
- iii) Estar ciente de que os questionários serão anônimos e durarão cerca de 20 a 30 minutos cada, e o jogo, com codificação dos áudios, cerca de uma hora e meia.

Desconfortos e riscos:

i) Desconfortos e riscos: possíveis desconfortos que pode experimentar são, principalmente relacionados a possibilidade de ansiedade e/ou cansaço para responder os questionários, constrangimento para expor ideias ou opiniões durante o jogo e cansaço ou ansiedade no decorrer da resolução do jogo. Os riscos relacionam-se a a possibilidade de acabar sendo identificado, mesmo tomados os máximos cuidados para a manutenção do sigilo

ii) Providências e cautelas: para evitar identificações ou ansiedade e constrangimentos os questionários serão anônimos e os áudios codificados, com atribuição de algarismos ou letras, e serão analisados em suas transcrições, não o conteúdo da voz. Para evitar cansaço o questionário e jogo não serão extensos.

iii) Forma de assistência e acompanhamento: será dada assistência a participantes que acreditarem que possam ter sido identificados, com retirada da análise.

iv) Benefícios: tem-se a possibilidade de auxiliar na melhoria do ensino-aprendizagem de evolução biológica e da construção e compreensão de argumentos no ensino superior, podendo ajudar na melhoria da compreensão científica de futuros profissionais, sobretudo licenciados, contribuindo para um futuro aprimoramento do Ensino Básico. Tendo como benefício indireto a possibilidade de ampliação de sua própria visão de evolução biológica e argumentação.

Os dados obtidos para este estudo serão utilizados unicamente para essa pesquisa e armazenados pelo período de cinco anos após seu término, sob responsabilidade do (a) pesquisador (a) responsável (Resol. 510/2016).

Forma de armazenamento dos dados: digital, em HD.

Sigilo e privacidade: Você tem garantia de manutenção do sigilo e da sua privacidade durante todas as fases da pesquisa, exceto quando houver sua manifestação explícita em sentido contrário. Ou seja, seu nome nunca será citado, a não ser que você manifeste que abre mão do direito ao sigilo.

() Permito a gravação de imagem, som de voz e/ou depoimentos unicamente para esta pesquisa e tenho ciência que a guarda dos dados são de responsabilidade do(s) pesquisador(es), que se compromete(m) em garantir o sigilo e privacidade dos dados.

() Não permito a gravação de imagem, som de voz e/ou depoimentos para esta pesquisa.

Ressarcimento e indenização: o estudo não terá nenhuma despesa para você, será realizado durante o próprio horário e sala de aula da disciplina que frequenta.

Diante de eventual despesa, você será ressarcido pela equipe de pesquisa. Diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, você terá a garantia ao direito à indenização

Resultados da pesquisa: Você tem direito de conhecer os resultados desta pesquisa. O trabalho final, com a análise dos resultados, será enviado a você no e-mail que indicar ao final.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a equipe de pesquisa:

Pesquisador(a) responsável: Lupe Furtado Alle.

Endereço: Centro Politécnico, Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81531-980. Setor de Ciências Biológicas, Departamento de Genética, 3º andar, sala 43.

Telefone: (41) 3361-1554.

E-mail: lupealle@ufpr.br

O Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP/CHS) da Universidade Federal do Paraná é um órgão que avalia e acompanha os aspectos éticos de pesquisas envolvendo seres humanos. Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas deste estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do CEP/CHS. Nossos contatos: Rua General Carneiro, 460 – Edifício D. Pedro I – 11º andar, sala 1121, Curitiba – Paraná, Telefone: (41) 3360 – 5094, e-mail cep_chs@ufpr.br.

Você tem o direito de acessar este documento sempre que precisar. Para garantir seu direito de acesso ao RCLI, este documento é elaborado em duas vias, sendo que uma via deverá ficar com você e outra com o/a pesquisador/a.

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais da UFPR sob o número CAAE nº83316524.0.0000.0214, aprovada mediante o parecer nº 7.120.689.

Consentimento livre e informado:

Após ter lido este documento com informações sobre a pesquisa e não tendo dúvidas, informo que aceito participar.

Nome do/a participante da pesquisa:

(Assinatura do/a participante da pesquisa)

E-mail: _____

Data: ____/____/____

APÊNDICE K - UNIDADES DE CONTEXTO DA QUESTÃO 9

Unidade de contexto
"achei legal." (P7)
"Muito bem." (P21)
"Bem." (P16)
"Foi uma experiência positiva e agradável. Que tornaria o ensino de evolução mais prático e significativo". (P2)
"Tranquilo, é um bom exercício para compreender melhor os conceitos de evolução". (P14)
"Achei interessante, gostei da dinâmica e jogaria novamente. Para aprendizagem funciona perfeitamente". (P13)
"Curiosidade durante a prática". (P8)
Curioso." (P9)
"Achei o jogo muito interessante." (P23)
"Entusiasmado." (P3)
"Senti que sabia mais do que imaginava." (P5)
"Senti que sabia mais do que imaginava." (P10)
"Me senti instigado a resolver os problemas propostos pelo jogo." (P12)
"A sensação de investigação foi muito bacana. O jeito que foi aplicado também." (P17)
"Me diverti e foi interessante ter que raciocinar conjuntamente em grupo." (P15)
"Achei divertido principalmente porque foi realizado em grupo." (P4)
"Muito divertido, o tempo passou bem rápido, sinal que foi legal. Foi bom o trabalho colaborativo, sentir o conhecimento como útil e discuti-lo." (P20)
"Me senti bem, achei divertido, fez refletir bastante a respeito de todos os assuntos abordados." (P25)
"Gostei, achei divertido!" (P11)
"Muito divertido e dinâmico, gostei de jogar." (P24)
"Foi divertido, trouxe os temas de evolução e o método científico de modo dinâmico e agradável." (P26)
"Foi muito divertido. Com fácil entendimento dos processos envolvidos no mecanismo de evolução." (P18)

Unidade de contexto
"Um pouco cansada e perdida na parte da elaboração de propor argumentação. Entendo o objetivo, mas para mim essa parte não funcionou, já que tive/ tenho um raciocínio de outra forma que não fica presa a aquelas etapas. Gostaria que houvesse outras formas que explorassem a construção da argumentação." (P6)
"Como se eu estivesse fazendo lição de casa. Desculpa." (P1)
"Um pouco cansativo." (P22)
"Achei a proposta muito legal e interessante! Mas particularmente, não me sinto muito a vontade com esses tipos de jogos (apenas questões pessoais)." (P19)

APÊNDICE L - UNIDADES DE CONTEXTO DA QUESTÃO 11

Unidade de contexto
"Muito divertido e didático. Abrangendo os conceitos das aulas que tivemos." (P17)
"Excelente. de fácil entendimento, bem abrangente em relação aos conceitos. Seria muito fácil de utilizá-lo com alunos do Ensino Médio. (Gostaria muito de ter uma cópia para utilizar com meus alunos? - Como eu consigo? -Por Favor!!!)." (P18)
"Engloba vários conteúdos de forma divertida, com a dinâmica de grupos os alunos sempre podem se ajudar e discutir sobre conteúdo de forma simples." (P13)
"Acho que seria muito interessante e efetivo em levantar diversos aspectos sobre a evolução." (P2)
"Achei uma boa forma de aplicar os conhecimentos e elucidar os conceitos a partir da prática." (P25)
"É um bom jogo, não apenas para ensinar sobre a evolução, mas também sobre o método científico." (P26)
"Achei bom modo do conhecimento adquirido ser colocado em prático, em comparação das respostas tem como fazer uma autoavaliação ao ver pontos que o jogador não pensou." (P15)
"achei muito interessante formular hipóteses relacionadas a evolução e tentar traçar caminhos evolutivos e possíveis ancestralidades." (P23)
"Bem interessante e com questões bem elaboradas." (P19)
"Foi um jogo bem interessante, deu para entender bem com relação a proposta apresentada." (P16)
"É prático de montar o material, dinâmico e simples. É possível melhorar a dinâmica das cartas e como o texto era desenvolvido. É um ótimo jogo." (P14)
"Gostei bastante, achei dinâmico, bem explicado e gostei muito das dicas escondidas." (P11)
"Achei um jogo divertido e com uma abordagem interessante sobre evolução." (P12)
"Interessante. Uma forma alternativa de abordar conceitos de evolução." (P8)
"Bom." (P3)
"Interessante." (P7)
"Ótimo." (P21)

Unidade de contexto
"Acho que se aplica melhor na graduação." (P24)
"Achei interessante, uma maneira de retomar conceitos." (P25)
"Achei interessante, é uma forma leve de fixar o conhecimento adquirido e relacionar conceitos." (P10)
"Ótimo, é bom dividir nossos conhecimentos, poder conversar sobre evolução com os amigos." (P20)
"Na matéria de evolução eu me divertiria muito, quando ainda estivesse aprendendo evolução. O conceito é bacana e eu gostei como várias pistas apontam para a mesma resposta, mas eu não me diverti pois já tendo passado por evolução, o jogo parecia mais um dever de casa. Eu gostei que ele era bonito e bem desenhadinho." (P1)
"Compreendo a dinâmica, mas não é um jogo que tive vontade de jogar. Talvez por ter sido aplicado em uma turma que já teve contato com evolução tenha sido mais cansativo. Acredito que se aplicado com alunos que estão começando a ter contato com o assunto pode ser que funcione mais, numa forma mais investigativa, sem que conheçam tanto os termos anteriormente." (P6)
"Achei um pouco raso, mas pensando que é um ensino para ensino médio achei bom." (P22)
"Achei legal, todavia o jogo parecia bastante com atividades e provas realizadas, principalmente porque continha muito texto, talvez se deixasse um pouco mais breve seria mais divertido." (P4)
"Bastante denso, parecia que estava em uma aula prática de genética ou evolução." (P9)

APÊNDICE M - UNIDADES DE CONTEXTO DA QUESTÃO 16

Unidade de contexto
"Parabéns pela criatividade!" (P10)
"Jogo foi ótimo. Melhor jogo do qual participei durante as aulas. Está bem equilibrado em relação ao nível de dificuldade, conceitos abordados e tempo para realizar a sua aplicação com os alunos. (gostaria muito de ter um para utilizar com meus alunos.)" (P18)
"achei muito interessante para ser abordado para o ensino superior para o ensino médio talvez seja um pouco complexo." (P23)
"A proposta do jogo é interessante e de fácil aplicabilidade no ensino superior. Porém, no ensino básico, teria que ser bem simplificado, pois o tempo de aula é curto." (P12)
"Pensando que o jogo fosse aplicado para alunos de biologia, talvez fosse legal utilizar algum outro modelo biológico que não pássaros em ilhas para ilustrar, inovando um pouco naquilo que já temos alguma noção devido aos tentilhões de Darwin. De maneira geral, parabéns, tudo foi bem pensado!" (P9)
"Como dito antes, acredito que o jogo poderia ser mais direto e breve, com frases menores e menos etapas." (P4)