



(Santos Filho; Araújo Silva; Cabral, 2017). Esse isolamento também resulta em interrupções no fluxo gênico entre as populações separadas, conforme discutido por De Queiroz (1998) e Futuyma (2009).

Considerando os benefícios dos jogos didáticos para a aprendizagem em geral e o reduzido número de estudos que avaliam a eficácia de abordagens lúdicas no ensino de evolução, especialmente no ensino de especiação, a questão que norteou este trabalho foi: como a eficácia de um jogo educativo pode ser empiricamente avaliada com o propósito de contribuir para a aprendizagem e diminuir as dificuldades enfrentadas no ensino de especiação alopátrica? O jogo foi avaliado no contexto do ensino fundamental com estudantes de uma escola da rede pública municipal, na cidade de Uruçuí, Piauí. A partir da contextualização do tema em estudo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a potencialidade do uso de um jogo educativo como estratégia didática para facilitar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos referentes à especiação alopátrica, através do contexto local. Com base em nossa hipótese, consideramos que o envolvimento ativo dos estudantes de forma lúdica e interativa pode desempenhar um papel facilitador no processo de aprendizagem relacionado à especiação e aos seus conceitos científicos.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

No contexto educacional, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para ciências naturais no ensino fundamental destaca a evolução no 9º ano, inserida na unidade temática “vida e evolução”. Nessa unidade, propõe-se o estudo e a compreensão dos processos evolutivos responsáveis pela diversidade e formas de vida no planeta. Em conformidade com as diretrizes, os alunos são instigados a desenvolver a habilidade (EF09CI11) de discutir “a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo” (Brasil, 2017, p. 351).

De acordo com Tidon e Vieira (2009), a aprendizagem da teoria da evolução ao longo da educação básica deve ser estruturada como um processo gradual, culminando na compreensão de figuras-chave como Charles Darwin, Alfred Wallace e na síntese neodarwinista como resultado. Esses autores afirmam que, dada a complexidade desse tema, o estudo da evolução demanda uma compreensão aprofundada que não se restrinja apenas ao conhecimento biológico, mas se estenda a áreas como geologia, matemática, filosofia e outras. Essa perspectiva alinha-se com as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN, 2010), que ressaltam a importância de abordagens metodológicas interdisciplinares no ambiente educacional.

Neste sentido, é válido explorar a perspectiva da contextualização de conteúdos, conforme sugerido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017). A orientação de “contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas” (BNCC, 2017, p 16) não apenas complementa a abordagem interdisciplinar, mas também destaca como o ensino de especiação pode se tornar mais envolvente e relevante para os alunos ao incorporar elementos do contexto local.

Os estudos de Santos Filho et al. (2017) oferecem uma maneira de contextualizar o tema da evolução, especificamente no que diz respeito à especiação alopátrica. Segundo os autores, a partir do relevo do Piauí, a cidade de Uruçuí destaca-se como uma das cinco regiões propícias ao fenômeno de especiação alopátrica, devido às barreiras geográficas presentes, como a Serra de Uruçuí e a Bacia Hidrográfica do Rio Uruçuí Preto.

Conforme o estudo de Carvalho et al. (2011), foi identificado nas matas de galerias da região de Uruçuí a presença da espécie de aranha-chicote [*Heterophrynus longicornis* (Butler, 1873)] até então não documentada na região. Além disso, novos registros de morcegos foram documentados,

incluindo quatro espécies previamente não catalogadas na proximidade da região no município de Ribeiro Gonçalves, conforme apontado por Maas et al. (2013).

De acordo com o estudo de Leite e Radetzke (2017)

o professor precisa construir metodologias que tomem como ponto de partida as compreensões dos alunos acerca da temática e estimular neles novas compreensões e novos significados que favoreçam a compreensão do mundo, tanto no âmbito social, político, natural ou econômico, visualizando possibilidades de transformação desse mundo (p.276).

Assim, por meio das contribuições científicas regionais, é possível ao professor discutir esses estudos no ambiente da sala de aula, visando tornar o conteúdo mais compreensível aos alunos e capacitá-los a se tornarem agentes mais ativos, críticos e participativos em sua comunidade.

O currículo do Piauí, voltado para a educação infantil e fundamental, destaca a necessidade de as escolas criarem e gerenciarem as condições e recursos apropriados para facilitar a aprendizagem. Isso inclui a seleção de metodologias, estratégias, recursos didáticos e tecnológicos que engajem os estudantes (Piauí, 2020). Na perspectiva de garantir aprendizagens essenciais, os documentos normativos ressaltam a importância do esforço por parte dos educadores e do sistema educacional na elaboração de planejamentos e estratégias didáticas diversificadas. Essas estratégias buscam promover a aprendizagem criativa e significativa, facilitando a compreensão do conteúdo abordado ao longo dos anos.

O conceito de alfabetização científica, conforme proposto por Sasseron e Carvalho (2011), ganha relevância nesse contexto. A alfabetização científica não se restringe ao domínio de conceitos científicos, mas envolve também a capacidade de utilizar esse conhecimento para interpretar o mundo e tomar decisões informadas. Nesse sentido, o desenvolvimento de competências científicas nos alunos, como o pensamento crítico, a argumentação e a resolução de problemas, é essencial para que eles possam atuar como cidadãos conscientes e engajados na sociedade.

De acordo com Cachapuz et al. (2005), o professor desempenha um papel importante no desenvolvimento de novos conhecimentos didáticos que facilitem uma aprendizagem mais estimulante. Contudo, observamos a resistência de muitos professores em abandonar práticas pedagógicas tradicionais devido às desafiadoras condições de trabalho, optando, em muitos casos, por utilizar os livros didáticos, que demandam menos esforços (Krasilchik, 2008). Nesse contexto, Pinho (2000, p.181) destaca a necessidade de o professor “criar um cenário menos agressivo ao dogmatismo apresentado pelos livros textos”.

Nesse sentido, os jogos didáticos podem ser fortes aliados do ensino, atuando como recursos facilitadores no processo de ensino-aprendizagem em conteúdos considerados pelos alunos como difíceis de assimilar, como os processos de especiação, que, na maioria das salas de aulas, são abordados apenas de forma expositiva, utilizando-se apenas dos livros didáticos e aprendizagem mecânica. Ao argumentar sobre a proposta da ludicidade no ensino, Kishimoto (1993) e Brenelli (1996), afirmam que, por trazer uma motivação interna, o jogo facilita a exploração, a construção e aprimora os processos cognitivos do aluno, favorecendo assim a aprendizagem. Outros autores que se dedicam ao tema apresentam sugestões neste sentido. Falkembach (2007) afirma que qualquer atividade lúdica ensina de maneira mais eficiente, uma vez que as informações são transmitidas de diversas maneiras, estimulando simultaneamente vários sentidos. Isso não apenas diverte e engaja os alunos, mas também estimula o pensamento, a criatividade e a curiosidade (Miranda, 2001; Vygotsky, 2007; Longo, 2012; Ferreira e Santos, 2019).

### 3. O PRODUTO EDUCACIONAL

O jogo didático intitulado “Até que uma barreira nos separe” foi desenvolvido com o objetivo de envolver os alunos e ajudá-los a compreender a noção e a importância da separação geográfica na evolução de novas espécies, proporcionando uma abordagem prática por meio da análise do contexto local da região. O jogo também visou avaliar o impacto dessa estratégia em sala de aula.

O jogo completo é composto por 47 cartas e um tabuleiro, ambos confeccionados no programa Microsoft Word® e no aplicativo Canvas, em dimensões proporcionais, utilizando papel cartão chambril A4. As imagens utilizadas para a ilustração das cartas foram obtidas na internet e em artigos científicos, sendo posteriormente impressas, recortadas em dimensões de nove centímetros de altura por seis centímetros de largura, e plastificadas (Figura 1).

Figura 1 - As cartas e o tabuleiro do jogo.



Fonte - autores (2023).

As cartas foram categorizadas em três grupos: 1) **Grupo de 9 cartas denominadas “cartas espécies”**: Fazem referência às espécies de aranha *Heterophrynus longicornis*, encontradas em Uruçuí, no Piauí, e à espécie de morcego *Micronycteris hirsuta* (Peters, 1869), encontrada na região da mata de galeria, no município de Ribeiro Gonçalves, também no Piauí; 2) **Grupo de 36 cartas representando mutações aleatórias**: Estas cartas representam as mutações que geram novos fenótipos e 3) **Grupo de 8 cartas representando barreiras geográficas**: Estas cartas ilustram as barreiras físicas que influenciam o processo de especiação.

O tabuleiro é composto por representações de barreiras geográficas, como o mapa da bacia hidrográfica do rio Uruçuí Preto e a Serra de Uruçuí, áreas que provavelmente passam por processos de alopatria, conforme destacado por Santos Filho et al. (2017). O tabuleiro é dividido em quatro partes: i) A barreira fixa; ii) Os espaços reservados para colocar as cartas que representam as espécies; iii) As barreiras geográficas; iv) As mutações (intuitivas/supostas) ao longo dos anos.

Para a aplicação do jogo “Até que uma barreira nos separe”, a turma foi instruída a formar grupos de três alunos. Cada equipe recebeu um tabuleiro e as cartas, que foram montadas sobre as carteiras. Os alunos também receberam as regras do jogo, descritas no Quadro 1.



*Quadro 1 - Regras do jogo "Até que uma barreira nos separe"*

1. **Número de jogadores:** O jogo pode ser jogado com até 3 jogadores ou em 2 grupos distintos.
2. **Montes de cartas:** Existem 2 montes de cartas. O primeiro monte contém apenas cartas de espécies, enquanto o segundo contém cartas de mutação e de barreiras geográficas, ambos virados para baixo.
3. **Representação das populações:** Cada jogador representa uma população geograficamente isolada.
4. **Desenho de cartas de espécies:** Cada jogador ou grupo pode retirar uma carta de espécie por vez do primeiro monte e colocá-la no lugar designado no seu lado do tabuleiro.
5. **Desenho de cartas do segundo monte:** Cada jogador pode retirar uma carta por vez do segundo monte (cartas de mutação e de barreiras geográficas).
6. **Cartas de mutação:** Ao retirar uma carta de mutação, o jogador deve colocá-la no lugar designado no seu tabuleiro, abaixo da carta de espécie correspondente.
7. **Cartas de barreira:** Ao retirar uma carta de barreira, o jogador deve colocá-la no espaço do tabuleiro do oponente, com o objetivo de impedir o fluxo gênico entre as espécies.
8. **Reação a cartas de barreira:** A equipe que tiver uma carta de barreira em seu lado do tabuleiro deve pegar mais uma carta de espécie e colocá-la ao lado da barreira.
9. **Posicionamento de novas cartas de mutação:** A equipe que retirar uma nova carta de mutação pode colocá-la em qualquer lugar do seu lado do tabuleiro.
10. **Condições de vitória:** A equipe que conseguir uma sequência maior de cartas de mutações aleatórias em uma única espécie pode declarar que sua população evoluiu para uma nova espécie, vencendo assim o jogo.

*Fonte: autores (2023).*

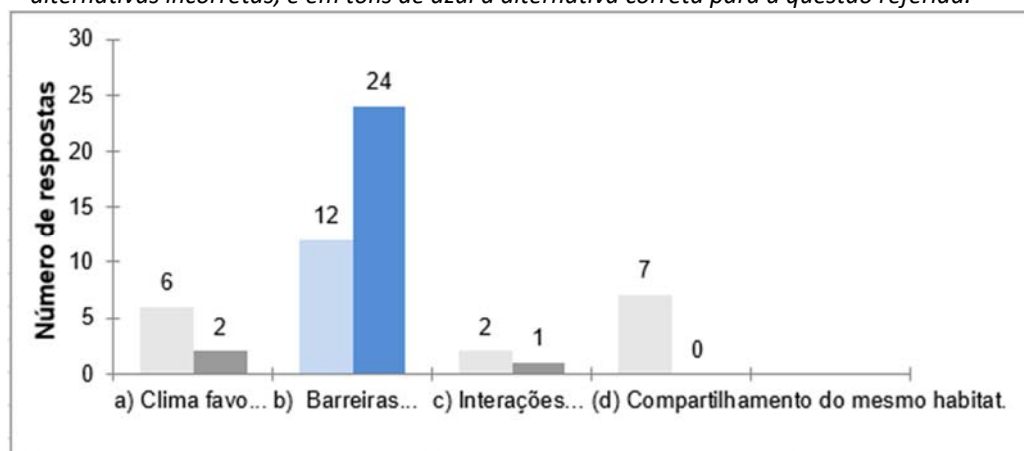
#### 4. RELATO DE APLICAÇÃO E PRINCIPAIS RESULTADOS

Este trabalho adotou uma abordagem quali-quantitativa de caráter exploratório, conforme descrito por Fontelles et al. (2009). A pesquisa foi conduzida em uma turma de 9º ano de uma escola pública de ensino fundamental no município de Uruçuí, Piauí. A escolha da turma foi motivada pelo fato de que o conteúdo em questão faz parte do currículo dessa série, sendo abordado pelo professor durante o período da pesquisa. Participaram do estudo 27 estudantes adolescentes, com idades entre 12 e 14 anos.

Para avaliar a efetividade do jogo educativo, foram utilizados um questionário pré-diagnóstico e um pós-teste, ambos compostos por quatro perguntas objetivas e contextualizadas sobre o processo de especiação alopátrica. A intervenção consistiu em duas atividades: a) uma aula expositiva e b) uma aula prática com a aplicação do jogo didático.

O estudo foi desenvolvido com 27 alunos do 9º ano do ensino fundamental de uma escola pública de Uruçuí-PI. A faixa etária dos alunos variou entre 14 e 16 anos, sendo 14 (52%) do sexo feminino e 13 (48%) do sexo masculino. A primeira questão dos questionários Q1 e Q2 apresentava o seguinte enunciado: "O Rio Uruçuí Preto e a Serra de Uruçuí são locais que foram definidos como prováveis áreas de Especiação Alopátrica. A serra possui uma ampla superfície tabular reelaborada, plana ou levemente ondulada, limitada por escarpas abruptas que atingem cerca de 600 metros, e a Bacia Hidrográfica do Rio Uruçuí Preto é drenada pelo rio Uruçuí Preto e pelos seus afluentes. A justificativa para essas áreas terem a possibilidade de ocorrência de especiação alopátrica é favorecida devido a: a) Clima favorável; b) Barreiras geográficas; c) Interações sociais; d) Compartilhamento do mesmo habitat." No Q1, 12 alunos responderam corretamente (letra B), enquanto no Q2, 24 alunos acertaram (letra B), observando-se uma diferença estatisticamente significativa entre os acertos de Q1 e Q2 ( $p = 0,0001$ ) (Figura 2).

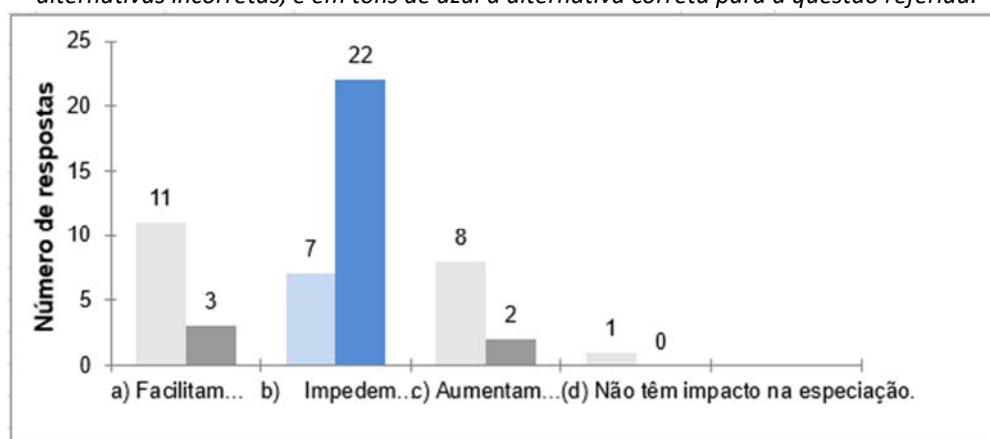
Figura 2 - Respostas dos alunos em relação à primeira questão. As respostas em cores mais claras foram obtidas no Q1, e as respostas em cores mais escuras foram obtidas no Q2. Em tons de cinza simboliza-se a alternativas incorretas, e em tons de azul a alternativa correta para a questão referida.



Fonte - autores (2023).

O enunciado da segunda questão dos questionários Q1 e Q2 era: “O processo de formação de uma nova espécie é chamado de especiação e pode ocorrer de várias maneiras. As barreiras geográficas podem contribuir para a formação de novas espécies, pois: a) Facilitam a troca genética entre populações; b) Impedem a troca de genes entre os indivíduos e promovem o isolamento reprodutivo; c) Aumentam a competição entre as espécies; d) Não têm impacto na especiação.” No Q1, sete alunos acertaram a questão (letra B), enquanto no Q2, 22 alunos acertaram (letra B), também observando-se uma diferença estatisticamente significativa entre os acertos de Q1 e Q2 ( $p = 0,00001$ ) (Figura 3).

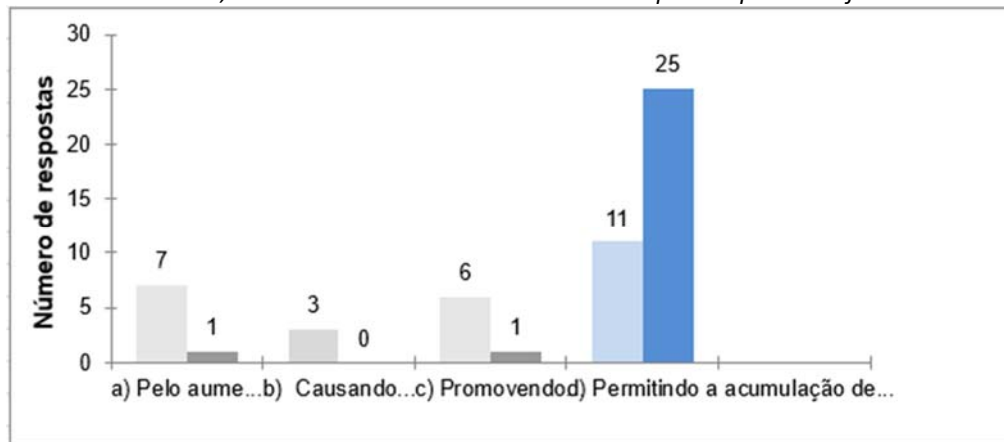
Figura 3 - Respostas dos alunos em relação à segunda questão. As respostas em cores mais claras foram obtidas no Q1, e as respostas em cores mais escuras foram obtidas no Q2. Em tons de cinza simboliza-se a alternativas incorretas, e em tons de azul a alternativa correta para a questão referida.



Fonte - autores (2023).

A terceira questão dos questionários Q1 e Q2 tinha o seguinte enunciado: “Como a combinação de seleção natural e mutações aleatórias ao longo do tempo pode levar à formação de novas espécies? a) Pelo aumento da semelhança genética entre as populações; b) Causando a extinção de todas as espécies envolvidas; c) Promovendo a reprodução indiscriminada; d) Permitindo a acumulação de diferenças genéticas que levam ao isolamento reprodutivo.” No Q1, 11 alunos responderam corretamente (letra D), enquanto no Q2, 25 alunos acertaram (letra D), mais uma vez observando-se uma diferença estatisticamente significativa entre os acertos de Q1 e Q2 ( $p = 0,0001$ ) (Figura 4).

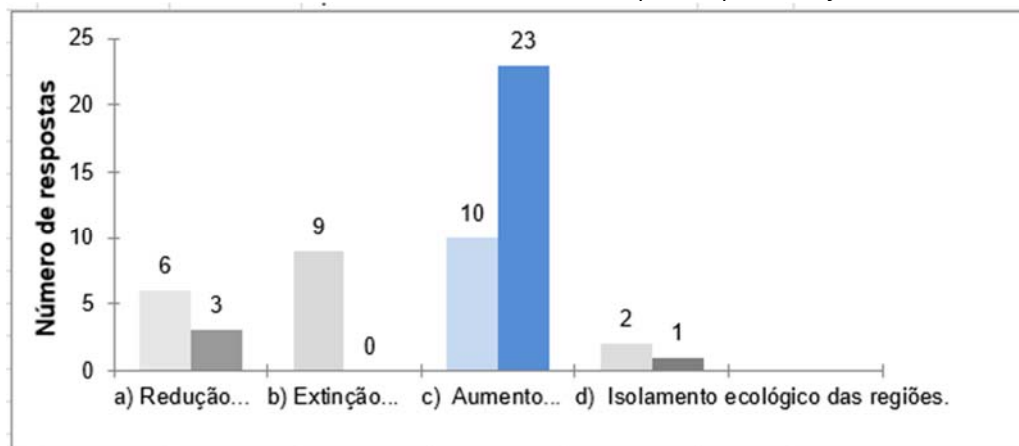
Figura 4 - Respostas dos alunos em relação à terceira questão. As respostas em cores mais claras foram obtidas no Q1, e as respostas em cores mais escuras foram obtidas no Q2. Em tons de cinza simboliza-se a alternativas incorretas, e em tons de azul a alternativa correta para a questão referida.



Fonte - autores (2023).

A quarta questão dos questionários Q1 e Q2 apresentava o seguinte enunciado: “No Estado do Piauí, as formações vegetais sofrem a influência de diferentes ecossistemas, como a Amazônia, o Cerrado e a Caatinga. Qual é o principal impacto dos diferentes ecossistemas presentes no território piauiense? As alternativas eram: a) Redução da diversidade biológica; b) Extinção de espécies; c) Aumento da diversidade biológica; d) Isolamento ecológico das regiões.” No Q1, 10 alunos acertaram (letra C), enquanto no Q2, 23 alunos acertaram (letra C), mostrando uma diferença estatisticamente significativa entre os acertos de Q1 e Q2 ( $p = 0,0002$ ) (Figura 5).

Figura 5 - Respostas dos alunos em relação à quarta questão. As respostas em cores mais claras foram obtidas no Q1, e as respostas em cores mais escuras foram obtidas no Q2. Em tons de cinza simboliza-se a alternativas incorretas, e em tons de azul a alternativa correta para a questão referida.

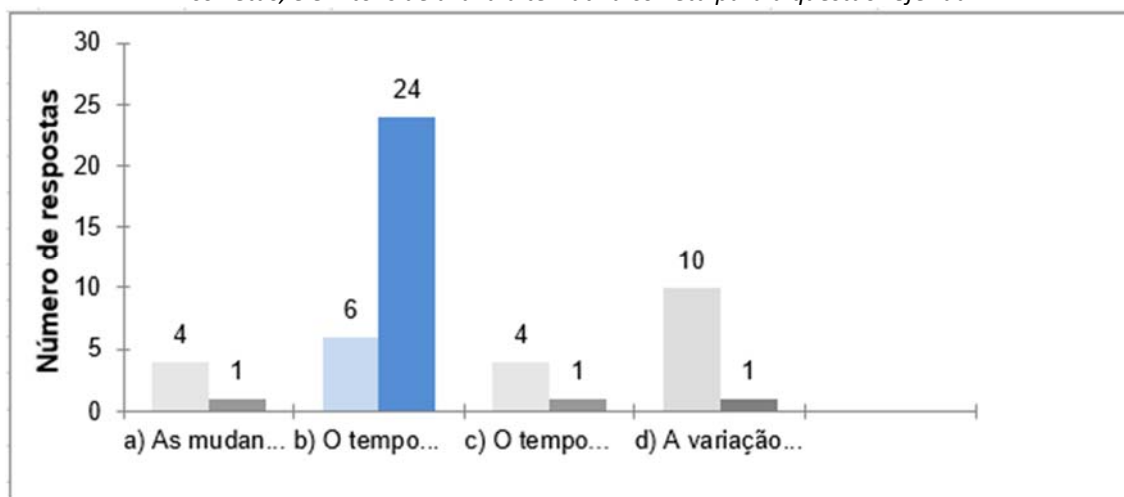


Fonte - autores (2023).

A quinta questão dos questionários Q1 e Q2 continha o seguinte enunciado: “Devido ao aparecimento de uma barreira geográfica, duas populações de uma mesma espécie ficaram isoladas por milhares de anos, tornando-se diferentes. De que maneira o tempo, ao longo de milhares de anos, impactou o processo de especiação entre as duas populações isoladas? As alternativas eram: a) As mudanças genéticas ocorreram instantaneamente; b) O tempo permitiu a acumulação de diferenças genéticas e morfológicas nas populações; c) O tempo não desempenhou um papel significativo nas mudanças morfológicas; d) A variação morfológica foi influenciada apenas pela barreira geográfica.” No Q1, seis alunos acertaram (letra B), enquanto no Q2, 24 alunos acertaram (letra B), com uma

diferença estatisticamente significativa observada entre os acertos de Q1 e Q2 ( $p = 0,00001$ ) (Figura 6).

Figura 6 - Respostas dos alunos em relação à quinta questão. As respostas em cores mais claras foram obtidas no Q1, e as respostas em cores mais escuras foram obtidas no Q2. Em tons de cinza simboliza-se a alternativas incorretas, e em tons de azul a alternativa correta para a questão referida.



Fonte - autores (2023).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa demonstrou que a utilização do jogo didático “Até que uma barreira nos separe” constituiu-se em uma estratégia eficaz para auxiliar a aula expositiva, contribuindo significativamente para superar as dificuldades dos alunos na compreensão do conteúdo de especiação alopátrica. Essa conclusão é respaldada pela melhoria observada no desempenho dos alunos entre os questionários Q1 e Q2, conforme evidenciado nas nossas análises.

Além disso, o jogo didático permitiu aos alunos visualizarem, de forma interativa e contextualizada, o processo de especiação alopátrica, ilustrando como populações podem evoluir de forma independente devido ao isolamento geográfico e à acumulação de mutações genéticas. Esse recurso não apenas ampliou o leque de estratégias didáticas disponíveis para o ensino de ciências, mas também explorou o potencial lúdico da educação, despertando um maior interesse pela disciplina e proporcionando aos alunos um contato mais significativo com a alfabetização científica.

## 6. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.
- BRENELLI, R. P. Jogo como espaço para pensar. Papirus Editora, 1996. 27p.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; PESSOA DE CARVALHO, A.M.; PRAIA, J.; VILCHES, A. A necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARVALHO, L.; OLIVEIRA-MARQUES, F.; SILVA, P. *Arachnida, Amblypygi, Heterophrynus longicornis* (Butler, 1873): Distribution extension for the state of Piauí northeastern Brazil. Check List, v. 7, n. 3, p. 267-269, 2011.
- CURRÍCULO DO PIAUÍ: um marco para educação do nosso estado: educação infantil, ensino fundamental Rio de Janeiro: FGV Editora, 2020. 314 p.



DE ANDRADE LEITE, F.; RADETZKE, F.S. Contextualização no ensino de ciências: compreensões de professores da educação básica. *Vidya*, v. 37, n. 1, p. 273-286, 2017.

DE PINHO ALVES FILHO, J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno brasileiro de ensino de Física*, v. 17, n.2, p. 174-182, 2000.

DE QUEIROZ, K. The general lineage concept of species, species criteria, and the process of speciation. *Endless forms: species and speciation*, Oxford University Press, pp. 57-75. 1998.

DOBZHANSKY, T. Biology, molecular and organismic. *American Zoologist*, v. 4, p. 443-452, 1964.

FALKEMBACH, G.A.M. O lúdico e os jogos educacionais. In: *Mídias na educação-Módulo 13*, 2007, Rio Grande do Sul. Disponível em: <[http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura\\_1.pdf](http://penta3.ufrgs.br/midiasedu/modulo13/etapa1/leituras/arquivos/Leitura_1.pdf)>. Acesso em: 06 nov. 2023.

FARIAS, R.R.S.; CASTRO, A.A.J.F. Fitossociologia de trechos da vegetação do complexo de Campo Maior, Campo Maior, PI, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 18, p. 949-963, 2004.

FERREIRA, A.A.S.N.; DOS SANTOS, C.B. A ludicidade no ensino da biologia. *Revista de psicologia*, v. 13, n. 45, p. 847-861, 2019.

FUTUYMA, D. 2009. *Biologia evolutiva*, 3 ed. Funpec, Ribeirão Preto

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 4ª ed., São Paulo: Editora Edusp, 2008.

LONGO, V.C.C. Vamos jogar? Jogos como recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. *Caderno de Textos FCC*, v. 35, p. 131-159, 2012.

MAAS, A.C.S.; DIAS, D.; POL, A.; MARTINS, M.A.; ARAÚJO, R.M.; GIL, B.B.; SCHUTTE, M.; PERACCHI, A.L. New records of bats for the state of Piauí, northeastern Brazil (Mammalia: Chiroptera). *CheckList*, v. 9, n. 2, p. 445-449, 2013.

MIRANDA, S. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Linhas Críticas*, v. 8, n. 14, p. 21–34, 2002.

SANTOS FILHO, F.S.; DE ARAÚJO SILVA, J.F.; CABRAL, L.J.R.S. Áreas preferenciais para alopatria com base no relevo do Piauí (Brasil): um estudo inferencial. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 10, n. 3, p. 799-811, 2017.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO Anna Maria Pessoa de. Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. *ComCiência*, n. 107, 2009.

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