

Concepções em biotecnologia ambiental e a proposição de um jogo didático baseado no *design*

Conceptions in environmental biotechnology and the proposal of a didactic game based on design

Concepciones en biotecnología ambiental y la propuesta de un juego didáctico basado en design

Joice Aline Freiberg (jaf.freiberg@gmail.com)

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, Rio Grande do Sul, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-9086-9882>

Rafael Marian Callegaro (rafaelm.callegaro@gmail.com)

Universidade Federal do Pampa, São Gabriel, Rio Grande do Sul, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-4858-5186>

Resumo

Esta proposta didática aborda o processo de construção de um jogo *online* a partir do *Design Thinking*, buscando-se diagnosticar o reconhecimento de aplicações biotecnológicas pelos discentes do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio público estadual, e promover a compreensão das aplicações da biotecnologia ambiental por meio de um jogo *online*. A partir das cinco etapas do *Design Thinking*, (1) realizamos a análise da abordagem da biotecnologia em livros didáticos – empatizar; (2) identificamos a necessidade de aproximação da biotecnologia ao cotidiano dos discentes – (re)definir; (3) projetamos uma maneira interessante e lúdica – idear, por meio do (4) jogo *online* elaborado na plataforma *Kahoot* – prototipar; e (5) validamos o jogo com os discentes – testar. Na etapa testar, o jogo didático foi validado em um encontro remoto e síncrono em que percebemos as concepções dos discentes sobre a biotecnologia ambiental (Questionário 1), apresentamos conceitos e aplicações da biotecnologia no cotidiano (aula expositiva), propomos e avaliamos o jogo didático (Questionário 2). Percebeu-se que os discentes compreendem o conceito de biotecnologia, porém apresentam dificuldades de associá-lo com aplicações práticas do cotidiano. O jogo promoveu a aprendizagem dos discentes de forma lúdica, e pode ser utilizado como um recurso de avaliação da aprendizagem.

Palavras-chave: Aplicações Biotecnológicas; *Design Thinking*; Recurso Didático.

Abstract

This didactic proposal addresses the process of building an online game based on Design Thinking, seeking to diagnose the recognition of biotechnological applications by students in the 1st, 2nd and 3rd years of public state high schools, and to promote the understanding of the applications of environmental biotechnology through an online game. Based on the five stages of Design Thinking, (1) we analyzed the approach to biotechnology in textbooks – empathize; (2) identified the need to bring biotechnology

closer to students' daily lives– (re)define; (3) designed an interesting and playful way – ideate, through the (4) online game developed on the Kahoot platform – prototype; and (5) validated the game with students – test. In the test stage, the educational game was validated in a synchronous meeting in which we observed students' conceptions about environmental biotechnology (Questionnaire 1), presented concepts and applications of biotechnology in everyday life (lecture), and proposed and assessed the educational game (Questionnaire 2). It was noted that students understand the concept of biotechnology, but have difficulty associating it with practical applications in everyday life. The game promoted students' learning in a playful way and can be used as a resource for assessing learning.

Keywords: Biotechnological Applications; Design Thinking; Teaching Resource.

Resumen

Esta propuesta didáctica aborda el proceso de construcción de un juego en línea basado en *Design Thinking*, que buscó diagnosticar el reconocimiento de las aplicaciones biotecnológicas por parte de estudiantes de 1º, 2º y 3º año de la escuela secundaria pública estatal, y promover la comprensión de las aplicaciones de la biotecnología ambiental a través de un juego en línea. A partir de las cinco etapas del *Design Thinking*, (1) analizamos el abordaje de la biotecnología en los libros de texto – empatizar; (2) identificamos la necesidad de acercar la biotecnología a la vida cotidiana de los estudiantes – (re)definir; (3) diseñamos una manera interesante y lúdica – idear, a través de (4) juego *online* creado en la plataforma *Kahoot* – prototipo; y (5) validamos el juego con los estudiantes – prueba. En la etapa de prueba, el juego didáctico fue validado en un encuentro sincrónico en el que comprendimos las concepciones de los estudiantes sobre biotecnología ambiental (Cuestionario 1), presentamos conceptos y aplicaciones de la biotecnología en la vida cotidiana (clase expositiva), y propusimos y evaluamos las estrategias didácticas – juego (Cuestionario 2). Se observó que los estudiantes comprenden el concepto de biotecnología, pero tienen dificultades para asociarlo con aplicaciones prácticas cotidianas. El juego promovió el aprendizaje de los estudiantes de forma lúdica y puede utilizarse como recurso de evaluación del aprendizaje.

Palabras-clave: Aplicaciones Biotecnológicas; *Design Thinking*; Recurso Didáctico.

INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade, a utilização de metodologias ativas tem desafiado os docentes na elaboração de propostas de ensino e aprendizagem, nas quais o discente torna-se protagonista e responsável pela construção do conhecimento. Nesse contexto, a proposição de metodologias ativas pode se valer de conceitos estratégicos para a sua elaboração, como o *Design Thinking*. Esse conceito é definido como uma abordagem centrada no ser humano que busca a inovação e uma forma criativa de compreender o

mundo, apoiando-se no *designer* para criar soluções integradas às necessidades das pessoas (Ideo, 2012).

A abordagem do *Design Thinking* pode ser utilizada como uma estratégia para a elaboração de aulas e uma metodologia ativa para mediar o conhecimento. Segundo Filatro e Cavalcanti (2017), o *Design Thinking* é uma abordagem profundamente humana, pois, ao voltar-se às necessidades das pessoas, demanda um olhar sensibilizado e diferenciado para desenvolver ideias que sejam funcionais e, ao mesmo tempo, atendam às diferentes identidades emocionais dos indivíduos.

Nesse contexto de metodologias ativas de aprendizagem, o *Design Thinking* baseia-se na empatia, na colaboração e na experimentação. A partir desses pilares, são desenvolvidas soluções que perpassam cinco etapas: empatia; (re)definição; ideação; prototipação; e teste (Serpro, 2017). Diferentes áreas de ensino têm utilizado essa abordagem na concepção de jogos (Silva; Bittencourt, 2017; Fernandes; Lucena; Aranha, 2018; Lorenzi; Ribeiro; Kurtz, 2018), uma vez que estes permitem a aprendizagem por meio de uma estratégia agradável, motivadora, prazerosa e que desenvolve a socialização e as relações afetivas (Pedroso, 2009). Contudo, é imprescindível que o docente ou o desenvolvedor do jogo didático consiga encontrar um sinergismo entre a diversão e a pedagogia (Lorenzi; Ribeiro; Kurtz, 2018).

No ensino da biotecnologia, que utiliza os seres vivos para obter produtos, processos ou serviços, os jogos didáticos oportunizam a articulação de conteúdos teóricos com situações cotidianas, permitindo a construção do conhecimento sobre biotecnologia e a sua transposição, por meio de um pensamento crítico e social (Santos; Santos, 2020). Todavia, o estudo da biotecnologia ainda carece de uma abordagem abrangente no ensino médio, especialmente quando o livro didático (LD) é o principal recurso utilizado pelo professor na elaboração de suas aulas.

O LD é um importante material de apoio aos professores que encontram, neste recurso, conhecimentos sistematizados e organizados para apoiar, por exemplo, a elaboração de práticas lúdicas (Rodrigues; Campos; Pereira, 2023). Contudo, ao analisarmos a abordagem da biotecnologia no LD, percebemos a ênfase das aplicações biotecnológicas na área da genética (observação dos autores), assim como de jogos

relacionados ao tema. Não menos importante que a genética, outras áreas associadas à biotecnologia também requerem abordagens lúdicas e interativas.

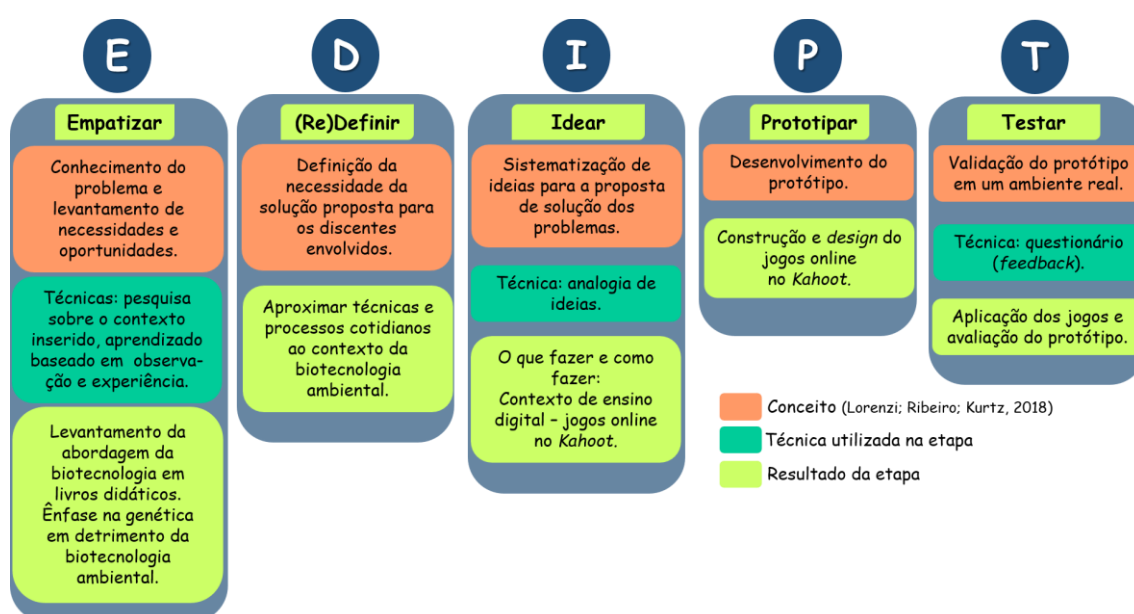
Diante das percepções do ensino em biotecnologia, pressupõe-se que muitos discentes apresentam dificuldades em relacionar e identificar o uso de organismos ou processos nas diferentes áreas da biotecnologia, seja pela utilização ampla do LD, como o principal recurso na elaboração de aulas (Fonseca; Bobrowski, 2015; Rodrigues, 2015), ou pela dificuldade em tornar os saberes em biotecnologia compreensíveis aos discentes. Além disso, a deficiência e a superficialidade da formação docente para o ensino da biotecnologia (Pinheiro; Pantoja; Salmito-Vanderly, 2017) também podem condicionar a uma abordagem mais limitada, descontextualizada e menos assertiva. Portanto, esta proposta didática aborda o processo de construção de um jogo *online* a partir do *Design Thinking*, na qual buscou-se diagnosticar o reconhecimento de aplicações biotecnológicas pelos discentes do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio público estadual, e promover a compreensão das aplicações da biotecnologia ambiental por meio de um jogo *online*.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O jogo *online* foi desenvolvido a partir da abordagem *Design Thinking*, que compreende cinco etapas: empatizar; (re)definir; idear; prototipar; e testar (Figura 1). Na primeira etapa (empatizar), foi realizada a análise do LD do ensino médio por meio da leitura integral desses volumes (Bandouk *et al.*, 2016; Catani *et al.*, 2016a, 2016b; Linhares; Gewandsznajder; Pacca, 2016). Considerando o contexto de abordagem do LD, definiu-se a necessidade de abordar a biotecnologia ambiental e suas aplicações no cotidiano dos discentes ((re)definir). Nesse sentido, foi proposto um jogo didático *online* (idear), construído na plataforma *Kahoot*¹, com recursos disponíveis na versão gratuita (prototipar).

¹ [Kahoot](#) é uma plataforma para desenvolvimento de jogos. Os professores podem elaborar os jogos (perguntas) para tornar as aulas mais interessantes e interativas. Os jogos são acessados pelo computador ou dispositivo móvel por meio de um PIN. Ao final, o docente pode obter relatórios com indicadores do jogo, tais como percentual total de acertos, pontuação dos discentes e percentual de questões corretas. Estes relatórios podem auxiliar na avaliação da aprendizagem dos discentes, assim como auxiliar o docente na melhoria das questões propostas no jogo.

O jogo *online*² continha 15 perguntas, sendo 11 perguntas dicotômicas (verdadeiro/falso) e quatro de múltipla escolha (*quiz* com quatro alternativas). A elaboração do jogo “Biotecnologia Ambiental” baseou-se em revisão de literatura sobre as aplicações biotecnológicas como: bioindicadores; biorremediação e fitorremediação; biossensores; biocombustíveis; compostagem e vermicompostagem; e a importância da biotecnologia ambiental para os objetivos de desenvolvimento sustentável.



Fonte: elaborada pelos autores.

Figura 1 – Processo de construção do jogo didático *online* baseado na abordagem do *Design Thinking*

O processo de validação do jogo didático *online* (quinta etapa do *Design Thinking* – testar) foi realizada com 65 discentes de uma das turmas do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio de uma escola estadual pública localizada na região do Alto Jacuí, no estado do Rio Grande do Sul. A validação ocorreu na disciplina de Biologia, em julho de 2021, em encontros remotos e síncronos decorrentes do isolamento social na pandemia de COVID-

2 Clique em [“Biotecnologia Ambiental”](#) para acessar o jogo *online*.

19. Nos encontros, a validação do jogo foi estruturada em três momentos: contextualização; prática do jogo *online*; e avaliação.

A contextualização ocorreu com a apresentação da proposta didática (5 minutos), a avaliação das percepções dos discentes sobre a biotecnologia ambiental, por meio do Questionário 1 (10 minutos), e a apresentação expositiva (slides no *PowerPoint*) dos conceitos em biotecnologia e suas aplicações ambientais (30 minutos). O Questionário 1 objetivou diagnosticar os saberes em biotecnologia e suas aplicações. Esse questionário misto continha três perguntas: (1) uma pergunta de múltipla escolha com seleção única para identificar o ano do ensino médio no qual o discente estava matriculado; (2) uma pergunta dissertativa sobre o que é biotecnologia; e (3) uma pergunta de múltipla escolha de seleção múltipla ou do tipo *checklist* na qual os discentes identificaram aplicações que envolviam a biotecnologia em uma lista contendo 22 aplicações (Quadro 1).

Após a contextualização, os discentes foram instigados a participar do jogo *online* (10 minutos) e, na sequência, da avaliação deste jogo por meio do Questionário 2 (5 a 10 minutos). O Questionário 2 foi estruturado com cinco perguntas: (1) uma pergunta de múltipla escolha de seleção única para identificar o ano do ensino médio no qual o discente estava matriculado; (2) uma pergunta de múltipla escolha de seleção única utilizando a escala tipo Likert (Joshi, Kale; Chandel; Pal, 2015) para conhecer a percepção do jogo (gostei muito, gostei, indiferente, desgostei, desgostei muito, não sei informar); e três perguntas dissertativas sobre (3) a contribuição do jogo, (4) os aspectos a serem melhorados no jogo e (5) a importância de jogos didáticos para a aprendizagem.

Ambos os questionários foram elaborados no aplicativo *Google Forms*, e a participação dos discentes esteve condicionada à autorização prévia para a coleta dos dados, respeitando os princípios éticos e o anonimato (Lunardi; Marques; Schetinger, 2024), sendo os 65 sujeitos da pesquisa codificados por numeral em ordem crescente (D1, D2... D65). Para a análise dos dados, utilizamos a observação (Gil, 2008) e organizamos as respostas dos questionários em planilhas do *Microsoft Excel* para a análise descritiva dos dados (Reis; Reis, 2002).

Quadro 1 – Relação das sentenças sobre as aplicações biotecnológicas propostas para o reconhecimento por parte dos discentes do 1º, 2º e 3º anos do ensino médio de uma escola pública estadual

Sentença	Aplicação
S1 ⁽¹⁾	Uso de bactérias e leveduras no processo de fermentação para a produção de cervejas e pães.
S2 ⁽¹⁾	Produção de vinagre.
S3 ⁽¹⁾	Processo de fabricação de iogurte por meio da fermentação láctica.
S4 ⁽²⁾	Uso de microalgas para a produção de biodiesel.
S5 ⁽³⁾	Uso da colchicina, substância extraída de plantas do gênero <i>Colchium</i> , no tratamento da gota e da artrite.
S6 ⁽¹⁾	Uso de algas na indústria alimentícia e farmacêutica.
S7 ⁽¹⁾	Uso industrial do ágar.
S8 ⁽⁴⁾	Uso de fungos micorrízicos na agricultura visando à redução de fertilizantes.
S9 ⁽¹⁾	Produção de fitocosméticos a partir de frutas, plantas e raízes da Amazônia.
S10 ⁽²⁾	Biomonitoramento da água em um estuário utilizando a fase larval de ouriços-do-mar, que são sensíveis aos poluentes e apresentam anomalias larvais em ambientes contaminados.
S11 ⁽³⁾	Introdução de mosquitos transgênicos no ambiente para redução da população de mosquitos.
S12 ⁽³⁾	Tratamento do câncer por meio da identificação de genes relacionados a doenças.
S13 ⁽⁴⁾	Organismos geneticamente modificados.
S14 ⁽⁴⁾	Transgênicos.
S15 ⁽³⁾	Tecnologia CRISPR de edição de genes visando características de interesse.
S16 ⁽⁴⁾	Utilização de bactérias do gênero <i>Rhizobium</i> na promoção do crescimento de plantas.
S17 ⁽⁴⁾	Uso da vespa <i>Trichogramma</i> (predador) no controle de lagartas (praga).
S18 ⁽²⁾	Uso de minhocas como bioindicadores de ambientes contaminados.
S19 ⁽²⁾	Uso de plantas para extrair poluentes e pesticidas do solo.
S20 ⁽²⁾	Uso de biossensores para determinar a biodisponibilidade das substâncias químicas e seus efeitos biológicos no ambiente.
S21 ⁽⁴⁾	Compostagem de resíduos orgânicos.
S22 ⁽⁴⁾	Uso de plantas resistentes a agrotóxicos e insetos praga.

Fonte: elaborado pelos autores a partir da abordagem do LD (Bandouk *et al.*, 2016; Catani *et al.*, 2016a, 2016b; Linhares; Gewandsznajder; Pacca, 2016). Nota: ⁽¹⁾ aplicação na área da indústria; ⁽²⁾ meio ambiente; ⁽³⁾ saúde; e ⁽⁴⁾ agricultura.

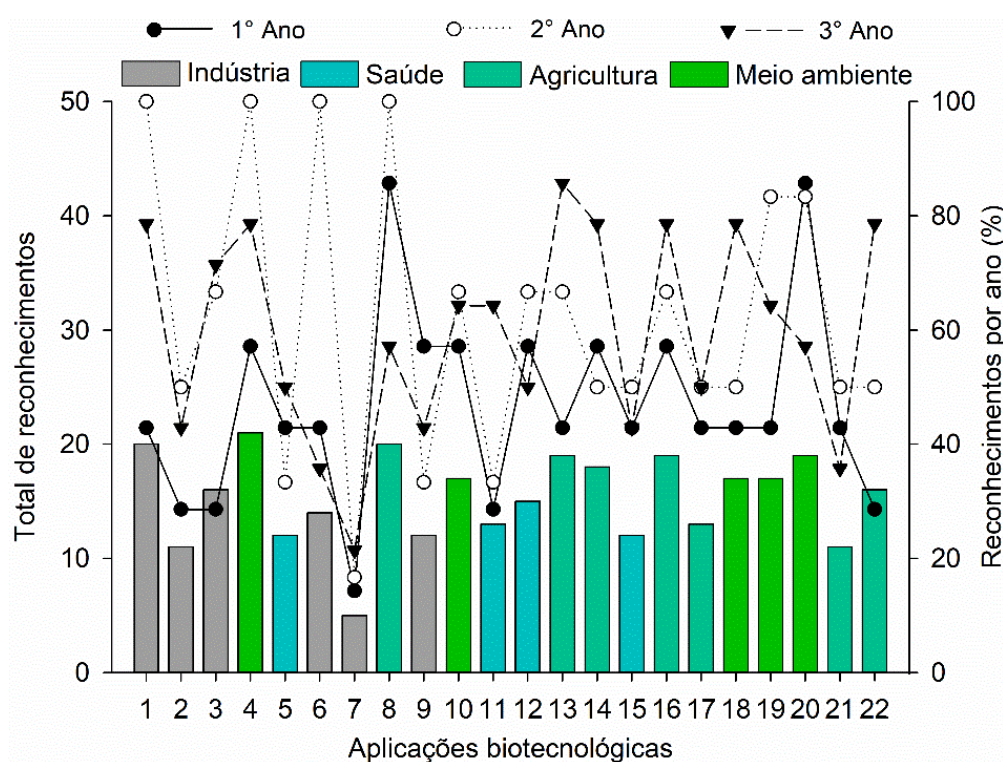
RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de validação do jogo *online*, a contextualização dos conhecimentos prévios dos discentes ($n = 27$), por meio da pergunta aberta “O que é biotecnologia?”, demonstrou que eles compreendem o conceito, mencionando que a biotecnologia é uma tecnologia (61,5%) que utiliza organismos e/ou processos (73,1%) com o objetivo de formular produtos e/ou serviços (53,8%), de forma a solucionar algum problema (11,5%) e melhorar a qualidade de vida da sociedade (7,7%). Os discentes do 3º ano demonstraram ter uma compreensão mais abrangente da biotecnologia, mencionando ser “[...] processos que são desenvolvidos através da tecnologia e de produtos que ajudam a melhorar a vida e a saúde das pessoas [...] utilizando aplicações tecnológicas nos sistemas biológicos.” (D1). Outros discentes mencionaram a biotecnologia como “[...] uma tecnologia para ajudar na melhoria da qualidade de vida das pessoas na questão da saúde” (D2), e apontaram aplicações como “[...] o uso de plantas ou seres vivos como bactérias para alguma finalidade, como no caso da penicilina” (D3). Entre os discentes do 2º ano, foi mencionada a compreensão da biotecnologia “[...] como qualquer aplicação tecnológica que utilize algo biológico” (D4), e entre os discentes do 1º ano, mencionou-se ser uma “[...] ciência que estuda a biodiversidade, as notificações celulares e a genética” (D5).

Ao analisar as manifestações acerca do conceito de biotecnologia, percebe-se que os discentes do 3º ano do ensino médio apresentam articulações entre o conceito e suas aplicações, no sentido de facilitar a vida das pessoas e promover a qualidade de vida na sociedade. Reconhece-se também o que foi observado por Cavanagh, Hood e Wilkinson (2005), em que os discentes estabeleceram uma relação da biotecnologia com a saúde, e não apenas com os organismos geneticamente modificados associados a culturas agrícolas. A partir das manifestações conceituais dos discentes analisadas neste estudo, percebe-se que o conceito da biotecnologia é aprimorado ao longo dos anos do ensino médio, ressaltando a importância da construção do conhecimento e letramento científico no processo educativo.

As aplicações biotecnológicas reconhecidas pelos discentes (Figura 2) foram, em sua maioria, relacionadas com as seguintes aplicações: microalgas para a produção de biodiesel (77,8%); fungos micorrízicos na agricultura visando à redução de fertilizantes (74,1%); organismos geneticamente modificados (70,4%); bactérias do gênero

Rhizobium na promoção do crescimento de plantas (70,4%); e biossensores para determinar a biodisponibilidade das substâncias químicas e seus efeitos biológicos no ambiente (70,4%). O uso de bactérias e leveduras no processo de fermentação para a produção de cervejas e pães foi reconhecido por 74,1% dos discentes, assim como no estudo desenvolvido por Cavanagh, Hood e Wilkinson (2005), em que essa aplicação obteve o maior percentual de reconhecimento (75,9%).



Fonte: elaborada pelos autores. Nota: as cores das barras indicam as diferentes áreas da biotecnologia e os anos do ensino médio são identificados pelas linhas com marcadores.

Figura 2 – Aplicações biotecnológicas (barras) (n = 22) identificadas pelos discentes (n=27) e reconhecimento (%) destas aplicações pelos discentes do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio

Entre as turmas, os discentes do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio reconheceram em média 46,7%, 62,1% e 54,4% das aplicações biotecnológicas. Todos os discentes do 2º ano reconheceram corretamente quatro aplicações relacionadas à área da indústria e ao meio ambiente (Figura 2). Tais aplicações envolveram a produção de pães e cervejas, o

uso de algas para biocombustíveis, o uso de algas na indústria alimentícia e farmacêutica, assim como o uso de fungos micorrízicos. No 1º ano do ensino médio, 85,7% dos discentes reconheceram o uso de fungos micorrízicos e dos biossensores. No 3º ano, 85,7% dos discentes reconheceram o uso de organismos geneticamente modificados, o uso de plantas resistentes a agrotóxicos e insetos praga (78,6%), e o uso de transgênicos (78,6%).

Nossos resultados demonstram um bom conhecimento dos discentes sobre os benefícios da aplicação de microrganismos no meio ambiente. No entanto, Boas e Moreira (2012) observaram que, entre as escolas pesquisadas, cerca de 40 % dos discentes desconhecem os benefícios do uso de microrganismos na decomposição da matéria orgânica e como fixadores de nitrogênio atmosférico. Estes autores perceberam que há uma ênfase do LD ao abordar os microrganismos como causadores de doenças. Porém, salientam a importância do docente como mediador desse conhecimento, ao constatar que os discentes de escolas que utilizam o mesmo LD perceberam que os microrganismos promovem mais benefícios que malefícios.

Inicialmente, consideramos que os discentes poderiam apresentar alguma dificuldade em compreender as aplicações biotecnológicas em outras áreas, visto que o LD analisado apresentava ênfase nas aplicações genéticas. Diferentemente do esperado, 48,1% dos discentes reconheceram a introdução de mosquitos transgênicos no ambiente como uma aplicação biotecnológica. Contudo, menos de um terço dos discentes do 2º ano do ensino médio (28,6%) identificou essa aplicação biotecnológica, evidenciando que o conceito de transgênicos e as suas aplicações necessitam ser reconstruídos com os discentes em todos os anos do ensino médio.

Mesmo que o uso de transgênicos seja amplamente divulgado pela mídia, Pedrancini *et al.* (2008) apontaram que o ensino por memorização, destituído de significado, tem dificultado a compreensão desse assunto. Assim como ocorreu com a introdução de mosquitos transgênicos no ambiente, também houve um menor reconhecimento, especialmente pelos discentes do 2º ano, da aplicação biotecnológica na produção de vinagre (28,6%), no processo de fabricação de iogurte por meio da fermentação láctica (28,6%) e no uso industrial do ágar (menos de 20% pelos discentes do

1º, 2º e 3º ano). A dificuldade de reconhecimento da biotecnologia aplicada em produtos presentes no cotidiano dos discentes, como o vinagre e o iogurte, evidencia a desarticulação dos conteúdos com a realidade.

Além da compreensão de conceitos, há uma limitação em observar e identificar situações reais que aplicam esses conceitos. Conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), um dos objetivos do ensino em ciências da natureza é promover a compreensão e a apropriação de expressões, de forma a garantir o uso da terminologia científica em processos e conceitos (Brasil, 2018). Nesse sentido, cabe ao docente promover estratégias metodológicas que priorizem o ensino e aprendizagem ativa dos discentes, capacitando-os a compreender e mobilizar o conhecimento dos conceitos e a utilizar estes nas diferentes áreas da ciência.

A proposta do jogo *online* “Biotecnologia Ambiental” objetivou a compreensão das aplicações biotecnológicas de forma lúdica, o engajamento dos discentes e a possibilidade de utilizar o jogo como um recurso de avaliação da aprendizagem. Ao analisar o desempenho das turmas nas questões do jogo, percebemos que as turmas do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio obtiveram um desempenho satisfatório, acertando 89,5%, 86,5% e 72,1% das questões, respectivamente. Entre os tipos de questões, os discentes apresentaram maior dificuldade nas questões de múltipla escolha (65,3%) em relação às questões dicotômicas de verdadeiro e falso (89,0%). Entre as questões do *quiz*, os discentes apresentaram maior dificuldade na análise dos saberes da biotecnologia ambiental e sua associação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Nas turmas, 12%, 33% e 25% dos discentes do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio estabeleceram a relação de que a biotecnologia ambiental pode auxiliar na erradicação da fome; na agricultura sustentável; na saúde e bem-estar; na vida na água; na água potável e saneamento; na energia acessível e limpa; na vida na terra; nas cidades e comunidades sustentáveis; no consumo e produção responsáveis; e nas ações contra as mudanças climáticas. A dissociação da biotecnologia com os ODS revela a necessidade de uma abordagem integrativa dos objetivos da Agenda 2030 nos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, assim como a articulação entre os 17 objetivos para que as metas estabelecidas sejam alcançadas.

A questão foi proposta buscando a reflexão dos saberes em biotecnologia e como a aplicação da biotecnologia na área ambiental poderia auxiliar a sociedade a construir os ODS. Conforme Abowardah, Labib, Aboelnagah e Nurunnabi (2024), o conceito de desenvolvimento sustentável é parcialmente compreendido pelos discentes, que, por vezes o associam apenas às questões ambientais, desconsiderando os aspectos sociais e econômicos. Salientamos que a própria educação é um dos 17 ODS (4 – Educação de qualidade) e desempenha um importante meio para o desenvolvimento sustentável, ao promover a aprendizagem e a formação de cidadãos críticos de suas responsabilidades na sociedade.

Nesse contexto, ao pensar um recurso didático, como o jogo *online*, compete ao docente planejar e estabelecer os objetivos da aprendizagem (Hodges *et al.*, 2021) e incluir estratégias que estimulam a análise, a reflexão e a conexão dos saberes com o cotidiano dos discentes e a vida em sociedade. As tecnologias digitais integram o contexto da educação contemporânea e, a exemplo do jogo, podem tornam visíveis os resultados, os avanços e as dificuldades dos discentes (Moran, 2018), além de permitir o desenvolvimento de suas habilidades cognitivas e a promoção de efeitos motivadores (Victal; Menezes, 2015).

Após o jogo, os discentes responderam às questões do Questionário 2 (*feedback*). A participação dos discentes reduziu nesta atividade, porém os que se mantiveram presentes participaram efetivamente. Quanto à percepção do jogo, 68,2% dos discentes gostaram muito e 31,8% gostaram do jogo. Entre os anos do ensino médio, a proporção de discentes que gostaram muito foi maior no 2º ano (85,7%), seguido pelo 1º ano (66,7%) e 3º ano (50%). A aprovação do jogo por 95,5% dos discentes (um não soube informar) indica a contribuição positiva deste jogo para a aprendizagem. Entre as contribuições, os discentes mencionaram que o jogo foi um estratégia “melhor”, “(mega) interessante”, “diferente”, “interativa” e “divertida” de aprender. Um discente do 3º ano mencionou que o jogo permitiu avaliar o seu conhecimento: “[...] refletir e pensar mais sobre a biotecnologia e toda sua importância” (D6). Entre os discentes do 1º ano, o jogo foi apontado como “[...] uma forma divertida e diferente de aprender, fazendo com que fique ainda mais claro o conteúdo passado” (D7).

As percepções dos discentes sobre o jogo *online* corroboram Santos e Santos (2020), ao afirmarem que o uso de jogos didáticos promove a interatividade, a ludicidade e a criatividade, facilitando o aprendizado de conteúdos de difícil compreensão. Esses autores salientam que o jogo didático, alinhado aos objetivos de ensino e aprendizagem, permite aproximar os sujeitos dos propósitos pedagógicos, tornando a construção do conhecimento mais significativa. Ademais, no contexto da biotecnologia, os jogos também possibilitam abordar temas contemporâneos que instigam o interesse e a atenção dos discentes.

As percepções do jogo e as contribuições para a aprendizagem evidenciam a importância que os jogos possuem no processo de ensino e aprendizagem. Todos os discentes se posicionaram favoráveis ao uso de jogos, enfatizando que: o jogo “[...] chama mais atenção, e conseguimos por meio dele avaliar nosso desempenho e habilidades” (D10); que “[...] os jogos didáticos facilitam o processo de aprender” (D11); o jogo é “[...] muito importante! Com jogos, nós fixamos mais rápido o conteúdo, além de ser uma ferramenta prática e divertida!” (D12); “[...] nos animamos mais com essas ideias diferentes de aprender, e, muitas vezes, isso que nos faz aprender melhor!” (D13). Essas manifestações corroboram Bissolotti, Nogueira e Pereira (2014), enfatizando as contribuições dos jogos para a motivação e engajamento dos discentes no processo de ensino e aprendizagem.

Quanto ao uso de jogos na educação, a crescente popularização da gamificação não se justifica apenas pelo uso de estratégias divertidas e de entretenimento, pois esses elementos isoladamente não conduzem ao aprendizado (Kapp, 2012). Nesse sentido, o uso de jogos se torna efetivo quando concilia necessidades de aprendizagem com situações específicas (Kapp, 2012; Santos; Santos, 2020), ou seja, a gamificação é apenas um elemento integrado a um propósito de aprendizagem.

Durante a construção do jogo *online*, o momento de contextualização (aula expositiva), realizado anteriormente ao jogo, foi fundamental na construção dos saberes em biotecnologia ambiental e para que a estratégia do jogo contribuísse ao aprendizado dos discentes. Desenvolver um jogo implica abordar um assunto de forma mais interessante e divertida, buscando melhorar o processo de aprendizagem. Ao pensar em

um jogo, o docente deve estabelecer os objetivos da aprendizagem e escolher o tipo de jogo mais adequado para a finalidade. Aqui, os discentes reportaram que o jogo permitiu fixar, reforçar, memorizar e exercitar os conteúdos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos que a abordagem *Design Thinking* é uma estratégia apropriada para pensar propostas lúdicas no contexto educacional. Entre as cinco etapas, a empatia foi fundamental para a identificação da carência na abordagem da biotecnologia ambiental no LD e para pensar no jogo *online* e sua validação. Mesmo que parcialmente, os discentes do ensino médio da escola pública estadual demonstraram compreender o conceito de biotecnologia e as suas aplicações na área ambiental. Dessa forma, a validação do jogo *online* permitiu um momento de contextualização dos saberes e a compreensão da biotecnologia ambiental de forma interessante e divertida.

Cabe ressaltar que a proposta deste jogo *online* pode ser utilizada pelo docente como um recurso didático e para a avaliação da aprendizagem, visto que, ao final do jogo, há a possibilidade de verificar quais assuntos os discentes apresentam mais dificuldade e ainda necessitam ser desmistificados. Os jogos contribuem para a aprendizagem dos discentes, mas este elemento precisa, necessariamente, articular-se a uma contextualização e a um propósito de aprendizagem.

Agradecimentos

À Escola Estadual de Educação Básica General Osório e à professora Vera Lúcia Rother Meinen, pela oportunidade de realizar a validação do jogo *online* com os discentes. Agradecemos ao professor Diego de Souza e à Universidade Franciscana, pelo apoio acadêmico no desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABOWARDAH, Eman S.; LABIB, Wafa; ABOELNAGAH, Hader; NURUNNABI, Mohammad. Students' perception of sustainable development in higher education in Saudi Arabia. *Sustainability*, v. 16, n. 4, p. 1483, 2024.

BANDOUK, Antônio Carlos *et al.* **Ser protagonista:** Biologia, 3º ano Ensino Médio. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

BISSOLOTI, Katielen; NOGUEIRA, Hamilton Garcia; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis. Potencialidades das mídias sociais e da gamificação na educação a distância.

Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 12, n. 2, p. 1-11, 2014.

BOAS, Rogério Custódio Vilas; MOREIRA, Fatima Maria de Souza. Microbiologia do solo no Ensino Médio de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 295-306, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular:** educação é base. Brasília, 2018.

CATANI, André *et al.* **Ser protagonista:** Biologia, 1º ano Ensino Médio. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016a.

CATANI, André *et al.* **Ser protagonista:** Biologia, 2º ano Ensino Médio. 3 ed. São Paulo: Edições SM, 2016b.

CAVANAGH, Heather; HOOD, Jennie; WILKINSON, Jenny. Riverina high school students' views of biotechnology. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 2, p. 1-7, 2005.

FERNANDES, Kleber Tavares; LUCENA, Márcia Jacyntha Nunes Rodrigues; ARANHA, Eduardo Henrique da Silva. Uma experiência na criação de Game Design de jogos digitais educativos a partir do *Design Thinking*. **Renote - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2018.

FILATRO, Andrea; CAVALCANTI, Carolina Costa. **Design Thinking na educação presencial, a distância e corporativo:** na educação presencial, a distância e corporativa. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

FONSECA, Viviane Barneche; BOBROWSKI, Vera Lucia. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, v. 17, n. 2, p. 496-509, 2015.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas SA, 2008.

HODGES, Georgia Wood *et al.* Pedagogy, partnership, and collaboration: a longitudinal, empirical study of serious educational gameplay in secondary biology classrooms. **Journal of Science Education and Technology**, v. 30, n. 3, p. 331-346, 2021.

IDEO. **Design Thinking for Educators**. 2nd ed. 2012. Disponível em: <https://page.ideo.com/design-thinking-edu-toolkit>. Acesso em: 19 out. 2024.

JOSHI, Ankur; KALE, Saket; CHANDEL, Satish; PAL, Dinesh Kumar. Likert Scale: Explored and Explained. **British Journal of Applied Science & Technology**, v. 7, n. 4, p. 396-403, 2015.

KAPP, Karl Marshall. **The gamification of learning and instruction:** game-based methods and strategies for training and education. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia Hoje**. 3 ed. São Paulo: Ática, 2016.

LORENZI, Fabiana; RIBEIRO, Vinícius Vargas; KURTZ, Gabriela Birnfeld. RPG Educacional para o ensino de Design Thinking. In: **SBGAMES**, nº 17, 2018, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: SBC, 2018. p. 1239-1248.

LUNARDI, Larissa; MARQUES, Keiciane Canabarro Drehmer; SCHETINGER, Maria Rosa Chitolina. A utilização de cartoons para investigar as concepções dos licenciandos em Ciências Biológicas sobre processos evolutivos. **Revista Insignare Scientia**, v. 7, n. 3, p. 129-234, 2024.

MORAN, José. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (Org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 34-76.

PEDRANCINI, Vanessa Daiana *et al.* Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. **Ciência & Educação**, v. 14, n. 1, p. 135-146, 2008.

PEDROSO, Carla Vargas. Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**, nº 9, **ENCONTRO SUL BRASILEIRO DE PSICOPEDAGOGIA**, nº 3, 2009, Curitiba. Anais. Curitiba: PUCPR, 2009. p. 3182-3190.

PINHEIRO, João Paulo Silva; PANTOJA, Lydia Dayanne Maia; SALMITO-VANDERLEY, Carmina Sandra Brito. Ensino de biotecnologia: o conhecimento docente e abordagem na perspectiva do exame nacional do ensino médio. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, v. 12, n. 2, p. 776-792, 2017.

REIS, Edna Afonso; REIS, Ilka Afonso. **Análise Descritiva de Dados**. 1 ed. Belo Horizonte: Relatório Técnico do Departamento de Estatística da UFMG, 2002.

RODRIGUES, Bruna de Mattos; LIMA, Luís Fernando Paiva; AMARAL, Janine Bochi do. A utilização de jogos lúdicos durante o estágio curricular em ciências: contribuições para o processo de aprendizagem. **Revista Insignare Scientia**, v. 6, n. 2, p. 380-394, 2023.

RODRIGUES, Larissa Zancan. **O professor e o uso do livro didático de biologia**. 2015. 238 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.

SANTOS, Elaine Fernanda dos; SANTOS, Sindiany Suelen Caduda dos. Biotecnologia na sala de aula: aprendizagem através do jogo didático “bases para biotecnologia e caminhos para eletroforese”. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 76-95, 2020.

SERVIÇO FEDERAL DE PROCESSAMENTO DE DADOS (SERPRO). **Design Thinking**: como a confiança criativa pode mudar (e impulsionar) a sua forma de resolver problemas. [S. l.]: SERPRO, 2017.

DOI: 10.36661/2595-4520.2025v8n1.14481

SILVA, Isabel Cristina Siqueira da; BITTENCOURT, João Ricardo. Proposta de metodologia para o ensino e desenvolvimento de jogos digitais baseada em *Design Thinking*. **Educação Gráfica**, v. 20, n. 1, p. 222-233, 2017.

VICTAL, Enza Rafaela De Nadai; MENEZES, Crediné Silva de. Avaliação para aprendizagem baseada em jogos: proposta de um framework. In: **SBGAMES**, nº 14, 2015, Teresina. Anais. Teresina: SBC, 2015. p. 970-977.