

O JOGO DIGITAL OIKOS BRASIL E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA CRIANÇAS

Thais Scotti do Canto-Dorow¹

Nicolas de Souza Brandão de Figueiredo²

Maritza Vestena Cerezer³

Rosemar de Fátima Vestena⁴

Resumo: Este trabalho objetiva apresentar o jogo digital "Oikos Brasil", elaborado com o intuito de mediar saberes ambientais na educação básica. "Oikos Brasil" é uma coletânea de seis jogos, cada um apresentando um bioma brasileiro, com suas principais problemáticas ambientais. Após a conclusão do jogo digital, este foi aplicado em dinâmica com alunos do ensino fundamental e, a partir dessa experiência, responderam a um questionário com a temática de biodiversidade, ecologia e problemas ambientais brasileiros. Espera-se que o "Oikos Brasil" sirva de subsídio para a qualificação do ensino e aprendizagem, aproximando alunos do conteúdo e da oportunidade para tornarem-se cidadãos críticos, capazes de repensar suas ações ambientais.

Palavras-chave: Tecnologia Digitais, *Hotspots*, Ensino de Ciências.

Abstract: This paper aims to present the digital game "Oikos Brazil", designed to mediate environmental knowledge in basic education. "Oikos Brazil" is a collection of six games, each presenting a Brazilian biome, with its main environmental problems. After the completion of the digital game, this was applied in dynamics with elementary school students and, from this experience, answered a questionnaire with the theme of biodiversity, ecology and environmental problems in Brazil. It is expected that "Oikos Brazil" will serve as a subsidy for the qualification of teaching and learning, bringing students closer to the content and opportunity to become critical citizens, able to rethink their environmental actions.

Keywords: Digital Technologies, *Hotspots*, Science Teaching.

¹ Universidade Franciscana. E-mail: thaisdorow@gmail.com

² Universidade Franciscana. E-mail: nicolas.figueiredo@ufn.edu.br

³ Universidade Franciscana. E-mail: maritzacerezer@gmail.com

⁴ Universidade Franciscana. E-mail: rosemarvestena@gmail.com

Introdução

O Brasil é o país mais biodiverso do mundo, possuindo uma riqueza de cerca de 120 mil espécies de invertebrados e 8930 espécies de vertebrados. Desta total, 734 espécies são de mamíferos, 1983 de aves, 732 de répteis não aviários (tartarugas, jabutis, cágados, serpentes, lagartos e jacarés), 973 anfíbios, 3150 peixes continentais e 1358 peixes oceânicos (ICMBIO, 2015). O principal fator que permite esta grande diversidade de espécies é a presença de uma diversa riqueza de habitats e micro-habitats, distribuídos em Biomas (Pampa, Mata Atlântica, Caatinga, Amazônia, Pantanal e Cerrado) ao longo dos 8.510.000 km² do território brasileiro. Cada um desses biomas apresenta diferentes tipos vegetacionais, relevos e áreas de encontros entre si (ecótonos) que criam adversidades, facilidades e fontes de recursos para as mais diversas formas de vida.

Todavia, atualmente, cerca de 1173 espécies estão listadas como espécies ameaçadas de extinção, sendo 110 mamíferos, 243 aves, 80 répteis não aviários, 41 anfíbios, 353 peixes ósseos, 55 peixes cartilaginosos, 1 agnata (peixe-bruxa) e 299 invertebrados (IUCN, 2022). Essa perda e degradação de biodiversidade é consequência direta da ocupação humana no território brasileiro. Ao longo dos últimos 500 anos, o país passou por diferentes ciclos comerciais, que ainda se baseiam na extração de recursos naturais (ciclo do pau-brasil, ciclo do minério, ciclo da borracha, ciclo do petróleo), conversão de solos (ciclo da cana-de-açúcar, ciclo do café, ciclos dos cereais e pecuária) (Alho *et al.*, 2019). Além disso, há os processos de urbanização e construção de rodovias (Ribeiro; Foppa, 2023).

Essas ações vêm gerando impactos diretos e indiretos, com consequências a curto, médio e longo prazo sobre a paisagem e a fauna. Em relação aos impactos sobre a paisagem, é possível citar a alteração nos cursos d'água, fragmentação de áreas florestadas e áreas alagadas (como banhados), remoção de dunas e o alongamento de áreas de praias costeiras (Wade *et al.*, 2003; Wu *et al.*, 2022). Como consequências de tais ações se tem a acentuação do efeito de borda em áreas florestadas, a degradação de parâmetros físico-químicos de qualidade ambiental, processos de eutrofização e alterações nos ciclos biogeoquímicos (Jansson; Hofmockel, 2020; Li *et al.*, 2021).

Em relação à fauna, como impactos, há a perda de indivíduos por atropelamento, caça predatória ou de retaliação e mutilação de indivíduos, isolamento de populações, queda e alterações nos padrões reprodutivos (gerando diminuição e desequilíbrio populacional e gargalos gênicos) e mudanças comportamentais (Lino *et al.*, 2019). Ainda, existem as alterações nas comunidades, como os efeitos “bottom-up” e top-down”, ou seja, perda dos produtores primários e perda de predadores de topo de cadeia alimentar, respectivamente (Piatt *et al.*, 2020).

Como medidas preventivas e mitigatórias para tais impactos, no Brasil, foi determinado que a Educação Ambiental exerça um papel fundamental para as mudanças comportamentais de produção e consumo de recursos, bem como na relação de (re)conexão de humanos com as demais espécies animais e vegetais.

Para tanto, a Lei nº 9.795/1999 da Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 1999), que estabelece que dentre os objetivos da educação ambiental no país estão em desenvolver uma compreensão do meio ambiente; democratizar a informação ambiental; e fortalecer a consciência crítica a respeito das problemáticas ambientais e sociais. Para que esses objetivos possam ser atingidos é fundamental que se invistam esforços no desenvolvimento de pesquisas, capacitação humana e na produção e divulgação de materiais educativos.

Em relação à produção e divulgação de materiais educativos, uma possibilidade é o desenvolvimento de jogos pedagógicos que apresentam seu desenvolvimento baseado no conceito de Gamificação, ou seja, conferir ao jogo uma nova característica, para além do lazer. Nesse caso, o jogo passa a ter um objetivo pedagógico a fim de, por exemplo, auxiliar alunos no aprendizado de conceitos matemáticos, biológicos ou de raciocínio lógico. Ao se introduzir um jogo em sala de aula, o docente altera o modo tradicional de ensino, podendo dar uma nova dinâmica à aula (Ribeiro *et al.*, 2020). Com a gamificação é possível atribuir às aulas elementos como pontuação, recompensa; níveis e desafios; competição; narrativa; competição e um imediato feedback dos alunos. Assim, os jogos geram impactos positivos nos estudantes como: interação social, motivação, foco, segurança, sensação de progresso, autonomia e imersão (Trommer, 2016).

Cunha *et al.* (2024) comentam que, em razão de levarem a ludicidade para a sala de aula, os jogos começam a ser pensados como um acréscimo à didática, em que o professor atribui significado ao recurso, que consiste no instrumento pedagógico. É necessário, pois, que atendam às exigências curriculares, como também estimulem o aluno a aprender de maneira sadia e descontraída. Portanto, é fundamental que o docente, comunique aos alunos que o jogo será um método de ensino que visa introduzir ou reforçar um conteúdo, e que para além de jogar, os alunos devem focar sua atenção às informações científicas presentes no jogo, e que terão de responder a questões a partir da experiência.

Um exemplo desses jogos, são os Jogos digitais (*Brazilian Symposium on Computers in Education*, 2019). As gerações mais novas estão inseridas em uma realidade de relações e raciocínios digitais, e em um contexto de vida urbano com pouco contato com a natureza. Nesse sentido, uma forma de aproximar os alunos aos conteúdos, às problemáticas ambientais e à realidade digital na qual estão inseridos, é com a criação e divulgação de jogos digitais. Dessa forma é possível trabalhar, de maneira interdisciplinar, questões como perda de espécies, conversão de solos, queimadas e até mesmo aspectos socioculturais de cada região do país.

A partir do exposto, e diante dos problemas ambientais que se acentuam no Brasil e no mundo, como contribuir com a Educação Ambiental para mitigar o avanço dessa situação? O objetivo deste trabalho é o de apresentar o jogo digital “Oikos Brasil”, que foi elaborado com o intuito de mediar saberes ambientais na educação básica e contribuir com a formação de cidadãos críticos, para repensarem nas suas ações sobre o meio em que vivem.

Metodologia de desenvolvimento do jogo “Oikos Brasil”

O jogo “Oikos Brasil” foi desenvolvido na Universidade Franciscana (UFN), Santa Maria, RS, Brasil. O processo de elaboração do jogo foi realizado por uma equipe multidisciplinar composta por acadêmicos do curso de Graduação em Jogos Digitais da UFN – desenvolvedores do “software”; artista digital particular – desenvolvedora das artes do jogo; e discentes e docentes do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFN, com formação em Ciências Biológicas – consultoria e curadoria a respeito das informações biológicas e ecológicas presentes no jogo. Para o desenvolvimento do jogo, o projeto teve aporte financeiro do Fundo Social SICREDI.

A tipologia do jogo segue a classificação de Grando (1995), como um Jogo Pedagógico (JP). A escolha por um JP é justificada por este apresentar uma intencionalidade didático-pedagógica, ou seja, busca auxiliar docentes e a alunos no processo de ensino e aprendizagem.

“Oikos Brasil” destaca-se para a sensibilização ambiental de seu público-alvo, alunos do ensino fundamental. “Oikos Brasil” é uma coletânea de seis jogos, cada um apresentando um bioma brasileiro (Pampa, Mata Atlântica, Caatinga, Amazônia, Pantanal e Cerrado), com suas principais problemáticas ambientais, sendo os jogos com diferentes níveis de complexidade.

Para a produção do “Oikos Brasil” observou-se as etapas da dinâmica de elaboração de produtos educacionais sistematizadas por Rizzatti *et al.* (2020). Estas compreendem a fase de preconcepção (problema real detectado em um determinado contexto e perspectiva metodológica), a fase de pesquisa propriamente dita de ordem bibliográfica e qualitativa (referencial teórico, metodologia, público-alvo e alinhamento às necessidades de ensino e aprendizagem), fase de análise e sínteses (organização das informações e novas pesquisas), fase de prototipação (piloto do jogo), fase de avaliação do produto (validação em primeira instância com o público-alvo de ordem qualitativa), a fase de análise dos resultados de aplicação junto ao público-alvo, a fase de revisão do produto e a fase de replicabilidade (disponibilização para o uso aos interessados). Assim sendo, para as duas últimas fases (revisão do produto e replicabilidade) o jogo foi validado mediante banca qualificada na área na “VI Mostra Gaúcha de Produtos Educacionais”⁵

Outrossim, além da divulgação do jogo em anais de eventos, busca-se um maior impacto do “Oikos Brasil” via socialização, tanto no meio acadêmico, quanto na busca pela inserção social junto às escolas. Por este motivo, ainda se faz necessário a divulgação em periódicos científicos da área, a disponibilização de oficinas didáticas com o uso do jogo em eventos, bem como, a hospedagem em repositórios de produtos educacionais.

⁵ Disponível nos anais do evento pelo link:

<<https://www.upf.br// uploads/Conteudo/Mostra%20ga%C3%BAcha%202022/OIKOS%20BRASIL.pdf>>.

Em sala de aula, o jogo foi apresentado a alunos do ensino fundamental de uma escola pública, Rio Grande do Sul, Brasil. Ao longo da atividade, os alunos puderam jogar o “Oikos Brasil” e, a partir das informações encontradas no jogo, responderam a um questionário contendo perguntas a respeito de conceitos ecológicos envolvendo biomas, biodiversidade de fauna e flora, cadeias tróficas e problemas ambientais oriundos de ações antrópicas.

Resultados e discussão

O jogo “OIKOS Brasil”

“OIKOS Brasil” é uma coletânea de seis jogos, um para cada bioma brasileiro e está disponível de forma gratuita⁶. Para cada bioma tem-se um tipo de jogo com um conjunto de fauna, flora e vegetação regional, formando uma paisagem que resulta num cenário com biodiversidade característica.

A página inicial do jogo apresenta o mapa do Brasil e seus seis biomas, com acesso direto pela localização do bioma. Em cada local (bioma) abre-se um jogo e uma situação problema (degradação ambiental) característica daquele ambiente. Também, ao acessar o local do bioma de interesse, o jogo disponibiliza informações complementares como localização geográfica no território brasileiro, condições geológicas (clima e relevo), fauna e flora característicos.

Em cada bioma, distribuídos pelas regiões brasileiras, partindo do Sul rumo ao Norte do Brasil tem-se diferentes estratégias e dinâmicas de jogo, que vão se tornando cada vez mais complexos para o jogador. Assim, o jogo propõe diferentes desafios e tem o potencial de despertar o interesse de distintas faixas etárias de crianças na busca de conhecimentos rumo à consciência da preservação ambiental. Também, ao acessar o jogo, docentes e alunos encontrarão um “menu” com informações básicas a respeito do jogo e as opções de seleção do bioma que será jogado (Figura 1).



Figura 1: Menu inicial do jogo “Oikos Brasil”.

Fonte: dos autores.

⁶ Disponível pelo link: <<https://simmer.io/@cadona/oikosbrasil>>.

Ao iniciar o jogo, por exemplo, ao selecionar o bioma Pampa, o jogador encontrará um jogo de quebra-cabeça, em que terá que montar o corpo de uma ave campestra - *Vanellus chilensis* (quero-quero) ou *Athene cunicularia* (coruja-buragueira). A dinâmica ocorrerá por um tempo em que, para vencer o jogo, o aluno terá que realizar a montagem da ave antes que um agricultor ao arar a terra, passe por cima dos ovos da ave (Figura 2). Dessa forma, o aluno se depara com a temática da conversão de solos, questão importante para o Pampa, pois esta é uma região em que as culturas de grãos, soja e arroz irrigado se desenvolveram exponencialmente, além da pecuária extensiva.

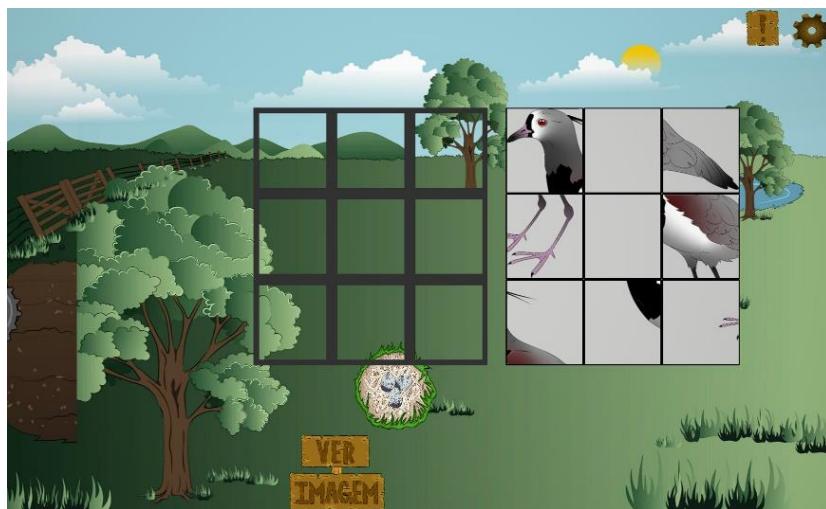


Figura 2: “Oikos Brasil” - bioma Pampa.

Fonte: dos autores.

Nesse jogo relacionado ao Pampa, o docente poderá trabalhar questões como monocultura, policultura, diversidade de espécies campestras, uso de agrotóxicos e secantes utilizados em monoculturas e seus impactos sobre a flora, fauna e saúde humana.

A segunda opção de jogo, é o bioma Mata Atlântica. Esse é um dos hotspots mundiais, ou seja, local com grande número de espécies, grande número de espécies endêmicas, elevado número de espécies ameaçadas de extinção e com fortes pressões ambientais. No caso desse bioma, o primeiro a ter a ocupação europeia no país, a principal causa da perda de diversidade biológica é a perda de habitats causada pelo desmatamento, restando, atualmente, menos de 12 % de sua cobertura vegetal original. Ao acessar esse jogo, o aluno encontrará novamente um jogo de quebra-cabeça. Contudo, diferentemente do Oikos Pampa, no Oikos Mata Atlântica, a dinâmica ocorrerá com dicas expressas por características gerais da anatomia do animal a ser montado. E para obter êxito no jogo, o aluno terá que finalizar o quebra-cabeça antes que um lenhador realize a derrubada da floresta (Figura 3).



Figura 3: “Oikos Brasil” - bioma Mata Atlântica.

Fonte: dos autores.

Para esse jogo, o docente pode introduzir conteúdos a respeito da diversidade de flora, fauna, fragmentação de florestas, efeito de borda, estágios de sucessão ecológica, recursos hídricos. Outras possibilidades são os efeitos da conversão de florestas complexas em florestas cultivadas, como no caso da silvicultura.

Por sua vez, ao optar por jogar o Oikos Caatinga, o aluno encontrará o jogo de maior complexidade, bem como o problema ambiental mais complexo, a desertificação. Nesse jogo, a dinâmica ocorrerá no sistema de simulação de vida, em que o jogador irá simular uma lavoura, uma fazenda, em que para evitar a desertificação, e consequente extinção da *Cyanopsitta spixii* (ararinha-azul), deverá estruturar um sistema de policultura com rotação cultural (Figura 4).



Figura 4: “Oikos Brasil” - bioma Caatinga.

Fonte: dos autores.

Dentre as possibilidades de conteúdos, o docente poderá abordar a própria desertificação, questões multidisciplinares envolvendo química (adubos e fertilizantes), matemática (crescimento vegetal, produção alimentar, matemática financeira), geografia (relevos e solos), biologia (adaptações evolutivas a climas extremos, introdução de espécies exóticas e a bioética na conservação de espécies ameaçadas de extinção e extintas na natureza).

Em relação ao Oikos Amazônia, esse é um dinâmico jogo de coleta de itens que visa a temática da extração de recursos naturais e a conservação de espécies guarda-chuva, ou seja, espécies que desempenham um papel central no ecossistema e sua conservação irá resguardar a conservação de outras espécies. Nesse caso há uma competição entre a espécie de maior porte e a de menor porte (Figura 5).



Figura 5: “Oikos Brasil” - bioma Amazônia.

Fonte: dos autores.

Nesse cenário, o docente poderá trabalhar na área de biologia com a caça predatória, unidades de conservações, competição inter e intraespecífica, estrutura populacional, relações de mutualismo, nutrição; questões físicas como gravidade e voo; na matemática poderá introduzir assuntos como geometria, formas geométricas e estatística; na química poderá trabalhar com açúcares, toxinas, pigmentação de tecidos; e na história, com a cultura de povos originários.

Por sua vez, no Oikos Pantanal, o aluno encontrará a temática do desequilíbrio ambiental provocado pela perda de predadores de topo de cadeia. Nessa dinâmica, o objetivo será manter uma comunidade aquática em equilíbrio ecológico (Figura 6). Aqui, o docente poderá abordar temas como a introdução de espécies exóticas, esgotamento de recursos pesqueiros, caça de retaliação, bioestatística, soma, adição e eutrofização.

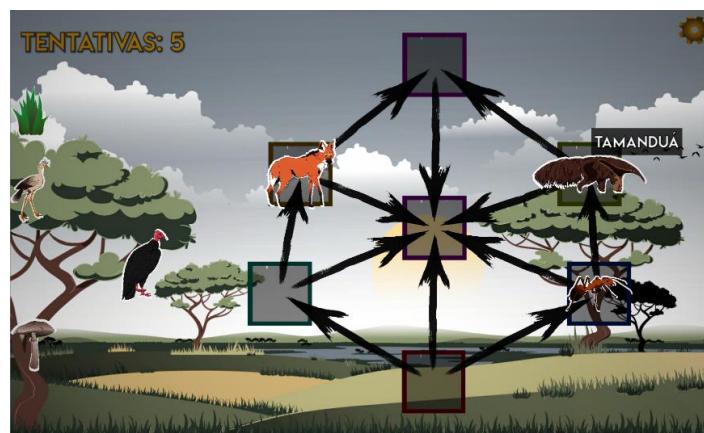


Figura 6: “Oikos Brasil” - bioma Pantanal.

Fonte: dos autores.

Por fim, o Oikos Cerrado, nesse jogo a problemática encontrada serão as queimadas, e o ponto de partida será a construção de uma cadeia alimentar. Para concluir o objetivo, o aluno terá que realizar a tarefa antes que o fogo avance sobre o Cerrado (Figura 7). Nesta dinâmica o docente poderá introduzir temas como perda de habitat, queimadas, chuvas ácidas, eutrofização, perda de recurso naturais, problemas de saúde pública decorrente da poluição do ar.



Figura 7: “Oikos Brasil” - bioma Cerrado.

Fonte: dos autores.

“Oikos Brasil” na sala de aula

Para testagem do jogo, junto ao público-alvo (estudantes do ensino fundamental), a equipe desenvolvedora do jogo, contou com a parceria de uma professora do quinto ano de uma escola da rede municipal de Santa Maria, RS, uma vez que o objetivo da fase de testagem de um jogo busca verificar a forma de implementação junto ao público-alvo para detectar fragilidades e potencialidades na operacionalização do próprio jogo.

Assim, na sala de informática da referida escola, os estudantes puderam interagir com o jogo, acompanhados pela docente que envolveu o jogo como mediador de conhecimentos ecológicos. Os integrantes da equipe que desenvolveram o referido jogo participaram como observadores.

Para este fim, a professora ministrou previamente ao jogo uma aula com o tema biomas brasileiros. Em outra aula, os estudantes foram apresentados ao jogo e, após, responderam a um questionário organizado para a sistematização dos conteúdos. Aqui, destaca-se a fase de testagem do jogo. O Quadro 1 ilustra o momento de testagem e a interação dos estudantes com o jogo.

Quadro 1: Momento de interação dos estudantes com o jogo “Oikos Brasil” (testagem do jogo).

MOMENTO DA ATIVIDADE NA ESCOLA	
	<p>Primeiro contato com o jogo “Oikos Brasil”</p> <p>Nesse primeiro momento os alunos receberam as instruções da atividade, o questionário e puderam selecionar qual bioma iriam jogar, dentre os seis distribuídos no território brasileiro.</p>
	<p>Alunos durante a dinâmica do jogo</p> <p>Após o primeiro contato e escolha do bioma, os alunos encontraram as informações a respeito do bioma selecionado, como localização, número de espécies animais presentes, espécies endêmicas e ameaçadas. Nesse momento, também puderam socializar informações e esclarecer dúvidas.</p>
	<p>Alunos respondendo ao questionário</p> <p>No último momento, os alunos responderam ao questionário utilizando seus conhecimentos prévios, o que foi aprendido na aula teórica e com as informações que obtiveram ao jogar o “Oikos Brasil”.</p>

Fonte: os autores.

Percebeu-se, a partir da testagem do “Oikos Brasil”, que o jogo foi o principal mediador de conceitos referentes à educação ambiental. Para esse fim, a professora se valeu de uma prévia aula acerca dos biomas brasileiros e, posterior ao jogo, houve a retomada dos estudos via questionário (Marques, 2020). Também, foi possível implementar uma metodologia mais ativa em que o aluno se tornou um protagonista e não mero espectador de aulas teóricas (Rocha; Farias, 2020). Assim, houve uma maior identidade com o modo de vida das atuais gerações, especialmente, as crianças que estão mais conectadas com jogos digitais como forma de lazer. As marcas emocionais que o jogo pode imprimir à aprendizagem no ensino de ciências só têm sentido se superar a dicotomia entre pensar e sentir, entre afeto e cognição. No entanto, no processo de ensino e aprendizagem é preciso que o conteúdo presente no jogo ajude o estudante a entender a realidade (Messeder Neto; Moradillo, 2017). De acordo com Fortuna (2003), enquanto o aluno joga ele desenvolve a iniciativa, a imaginação, o raciocínio, a memória, a autonomia e acirra a atenção e a curiosidade.

Os estudantes, ao escolherem um bioma, em primeiro momento para iniciar a interação com o “Oikos Brasil”, optam por um ou outro, por possíveis afinidades prévias com espécies ou com a paisagem do bioma em questão, ou por curiosidade. Após a proposta provocada por um bioma, sentem-se desafiados a buscarem outro, e assim acabam por experenciarem saberes de todos os seis biomas disponibilizados pelo “Oikos Brasil”.

A interação das crianças com o jogo ratificou-se pelo fato de ele propor várias situações de jogabilidade e problemas ambientais que irão estimulá-las de diferentes formas e, paralelamente acionar conhecimentos já introduzidos em aula ou agregar novos conceitos e situações a serem construídas.

O jogo digital “Oikos Brasil”, além de provocar a consolidação de conhecimentos numa perspectiva de educação ambiental, apresenta-se como um instigador ao pensamento crítico, às reflexões a respeito das ações cotidianas, sensibilizando alunos a adotarem ações mais sustentáveis em seu dia a dia.

Considerações finais

Este trabalho objetivou apresentar o jogo digital “Oikos Brasil”, elaborado com o intuito de mediar saberes ambientais na educação básica. O jogo demonstrou ser um promissor recurso didático mediador nos processos de ensino e de aprendizagem de conceitos ecológicos numa perspectiva interdisciplinar à Educação Ambiental.

Por meio do jogo, os alunos puderam desenvolver, de forma ativa e lúdica uma nova relação com os conteúdos apresentados e com as dinâmicas disponibilizadas no jogo, no sentido norte sul dos biomas, em crescente complexidade de jogabilidade, de desafios e conceitos ambientais. Os alunos, ao experenciarem o “Oikos Brasil”, puderam encontrar uma fonte de busca por conhecimento, sendo, portanto, um mobilizador e catalizador de novos conceitos científicos, afetivos e sociais com o meio que os cercam.

Ressalta-se que o jogo não deve ser visto como um substituto de conteúdos, mas, sim, como um recurso didático complementar, disponível principalmente aos docentes, como mediador nos processos de ensino e aprendizagem. Portanto, é importante que nesse processo não se reduza apenas ao jogo, que seja agregado junto a uma sequência de ações didáticas, como um momento de aula e pesquisa teórica, um momento para jogo e um momento de sistematização de conhecimentos e, se possível, uma atividade fora de sala de aula, como exemplo, uma saída técnica orientada no entorno na escola ou em uma Unidade de Conservação, para que o aluno possa ter um contato real, com o conteúdo aprendido e não apenas virtual.

Agradecimentos

À CAPES, pelo apoio financeiro com a bolsa de pesquisa doutorado PROSUC/CAPES, do segundo autor.

Referências

- ALHO, Cleber; MAMENDE, Simone; BENITES, Maristela; ANDRADE, Bruna; SEPÚLVEDA, José. Threats to the biodiversity of the Brazilian Pantanal due to land use and occupation. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, p. 1-22, 2019.
- BRASIL. **Lei nº 9795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 26 nov. 2023.
- BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTERS IN EDUCATION, 30., 2019, Brasília. **Anais** [...] Brasília: Universidade de Brasília, 2019. 1052 p. Disponível em: <<http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/index>>. Acesso em: 02 set. 2023.
- CUNHA, Marcus Vinícius dos Santos; SILVA, Anderson Fontes da; ESPOSTI, Miguel Arcanjo Gama Degli; VIANA, Romulo da Silva; TOT, Maria Eugênia. Jogos pedagógicos como ferramenta educacional – Juruti: domínio das águas. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 248-260, 2024.
- FORTUNA, Tânia Ramos. Jogo em aula: recurso permite repensar as relações de ensino aprendizagem. **Revista do Professor**, Porto Alegre, v. 19, n. 75, p. 15- 19, 2003.
- GRANDO, Regina Celia. **O jogo e suas possibilidades metodológicas no processo ensino-aprendizagem da Matemática.** 1995. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253786>>. Acesso em: 18 set. 2023.
- ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Biodiversidade. **Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção.** 2015. Disponível em: <<https://www.icmbio.gov.br/cepsul/destaques-e-eventos/492-lista-de-espécies-ameacadas-saiba-mais.html>>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- IUCN. União Internacional para a Conservação da Natureza. **The IUCN Red List of Threatened Species.** 2022. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 29 nov. 2023.
- JANSSON, Janet; HOFMOCKEL, Kirsten. Soil microbiomes and climate change. **Nature Reviews Microbiology**, v. 18, n. 1, p. 35-46, 2020.
- LI, Yi; SHANG, Jiahui; ZHANG, Chi; ZHANG, Wenlong; NIU, Lihua; WANG, Longfei; ZHANG, Huanjun. The role of freshwater eutrophication in greenhouse gas emissions: a review. **Science of the Total Environment**, v. 768, p. 144582, 2021.
- LINO, Ana; FONSECA, Carlos; ROJAS, Danny; FISCHER, Erich; PEREIRA, Maria João Ramos. A meta-analysis of the effects of habitat loss and fragmentation on genetic diversity in mammals. **Mammalian Biology**, v. 94, p. 69-76, 2019.

MARQUES, Joana Patrícia Bernardo. **Avaliação do conhecimento de desperdício alimentar em crianças do 1º ciclo do ensino básico.** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) - Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, 2020. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.8/5036>>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MESSEDER NETO, Hélio da Silva.; MORADILLO, Edilson Fortuna de. O jogo no ensino de química e a mobilização da atenção e da emoção na apropriação do conteúdo científico: aportes da psicologia histórico-cultural. **Ciência e Educação**, v. 23, n. 2, p. 523-540, 2017.

PIATT, John et al. Extreme mortality and reproductive failure of common murres resulting from the northeast Pacific marine heatwave of 2014-2016. **PLOS ONE**, v. 15, n. 1, p. e0226087, 2020.

RIBEIRO, Douglas José da Silva; FOPPA, Carina Catiana. Educação Ambiental e Ecologia de Estradas, um diálogo possível para o ensino de biologia. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 40, n. 2, p. 173-194, 2023.

RIBEIRO, Vinicius G.; ZABADAL, Jorge; TROMMER, Tâmisa; SILVEIRA, André Luís Marques da. Emprego de técnicas de gamificação na Educação Científica: relato de uma intervenção como apoio à Estatística. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, e146911840, 26 p., 2020.

RIZZATTI, Ivanize Maria; MENDONÇA, Andrea Pereira; MATTOS, Francisco; RÔÇAS, Gizelle; SILVA, Marcos André B. Vaz da; CAVALCANTI, Ricardo. Jorge; OLIVEIRA, Rosemery Rodrigues. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO: Docência em Ciências**, v.5, n.2, p.1-17, 2020.

ROCHA, Carlos José Trindade; FARIA, Sidilene Aquino. Metodologias ativas de aprendizagem possíveis ao ensino de ciências e matemática. **REAMEC-Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 69-87, 2020.

TROMMER, Tamisa. **Gamificasse**: proposta de protótipo instrucional para planejamento de atividades gamificadas no ensino de Design. 2016. Dissertação (Mestrado em Design). Centro Universitário Ritter dos Reis. UniRitter, Porto Alegre, 2016. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3818135>. Acesso em: 12 dez. 2023.

WADE, Timothy; RIITTERS, Kurt; WICKHAM, James; JONES, Bruce. Distribution and causes of global forest fragmentation. **Conservation Ecology**, v. 7, n. 2, 2003

WU, Wenting; ZHI, Chao; GAO, Yiwei; CHEN, Chunpeng; CHEN, Zuqi; SU, Hua; LU, Wenfang; TIAN, Bo. Increasing fragmentation and squeezing of coastal wetlands: Status, drivers, and sustainable protection from the perspective of remote sensing. **Science of the Total Environment**, v. 811, p. 152339, 2022.