

O JOGO “BIOSOLO” PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE CRIANÇAS

Verônica de Castro Leal¹

Ricardo Argenton Ramos²

Paulo Roberto Ramos³

Resumo: Um dos aspectos fundamentais para a sustentabilidade ambiental é o cuidado que se deve ter com o solo. Assim, o objetivo desse trabalho é apresentar o desenvolvimento de um protótipo de alta fidelidade de jogo para dispositivos móveis, visando à Educação Ambiental de um público-alvo infantil de 6 a 11 anos. A construção do jogo considerou a psicologia do desenvolvimento, a qualidade no processo de desenvolvimento do software e os atributos da unidade instrucional. O protótipo de alta fidelidade foi avaliado por profissionais de 4 áreas relacionadas ao jogo e os resultados mostraram uma boa usabilidade e aplicável ao ensino da fauna do solo para crianças.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Psicologia do Desenvolvimento; Educação; Game; Engenharia de Software.

Abstract: One of the fundamental aspects for environmental sustainability is the care that must be taken with the soil. Thus, the objective of this work is to present the the development of a high-fidelity prototype of a game for mobile, aiming at the environmental education of a children's target audience from 6 to 11 years old. The construction of the game considered the psychology of development, the quality in the software development process and the attributes of the instructional unit. The high-fidelity prototype was evaluated by professionals from 4 areas related to the game and the results showed that the game has good usability and is applicable for the purpose of teaching soil fauna to children.

Keywords: Environmental education; Developmental Psychology; Education; Game; Software Engineering.

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco. E-mail: veronicastroleal@gmail.com,

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4861900108234073>

² Universidade Federal do Vale do São Francisco. E-mail: ricardo.aramos@univasf.edu.br,

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6190953685221120>

³ Universidade Federal do Vale do São Francisco. E-mail: paulo.ramos@univasf.edu.br,

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9107135900230723>

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 5: 224-238, 2022.

Introdução

Os solos fornecem serviços ambientais que permitem a vida, tais como sequestro de carbono, regularização do clima, ciclagem de nutrientes, regulação de enchentes, habitat de vários organismos etc. (OHKURA; MURATA, 2018). Assim, cuidar do solo é uma das premissas bases para garantir uma melhor qualidade de vida a todos no planeta Terra. Portanto, ensinar ao cidadão como esses serviços são importantes para a vida e como preservá-los é o desafio para os educadores. Gal e Gan, (2021) e Del Rey *et al.* (2021) mostram que educar crianças sobre os cuidados com o meio ambiente é vantajoso e tem se mostrado mais eficiente, pois além de aprenderem mais cedo os cuidados, também transportam o conhecimento adquirido, geralmente em escolas, para a sua casa e família.

Dentro do ensino de solos entender as características da fauna que compõem parte do solo é de fundamental importância (BRUM; SCHUHMACHER, 2015). Conhecer a função desses organismos ajudará a criança no futuro saber como melhor tratar esse solo (DEL REY *et al.*, 2021). Desde a bastante tempo, Swift *et al.* (1979) classificam tais organismos em 3 grandes grupos de acordo com o seu tamanho, o primeiro grupo é a Microfauna, onde podem ser encontrados os fungos, bactérias, entres outros. Já no segundo grupo, a Mesofauna, podem ser encontrados os filos Acari (ácaros), Collembola, entre outros. Por fim, o terceiro grupo é da Macrofauna, que é composto pelos filos dos Megadrili (minhocas), Coleoptera, entre outros. Estes organismos são essenciais para a saúde do solo, sendo importante entender e saber preservá-los, além de serem bioindicadores da qualidade do solo (SILVA *et al.*, 2021).

A Educação Ambiental torna-se mais eficiente na medida em que é estabelecida de forma continuada e integrativa, junto às práticas pedagógicas, atividades lúdicas e experiências de vida dos educandos. Estas práticas educativas colaboram com o processo de formação escolar dos estudantes, mas também forjam a responsabilidade socioambiental e de cidadania (MARCHIORATO, 2018). Ensinar tais conceitos para crianças se torna um grande desafio (DEL REY *et al.*, 2021), e muitos projetos mostram que utilizar a prática tem sido uma forma efetiva de ensino/aprendizagem (GAL; GAN, 2021). Outros trabalhos mostram que recursos como palestras, jogos e workshops também apresentaram resultados positivos (GÜLER YILDIZ *et al.*, 2021). A utilização de aplicativos em dispositivos móveis está se tornando uma opção plausível para o ensino, com o aumento da disponibilidade e a facilidade de distribuição dos recursos (HERODOTOU, 2018).

O Uso de jogos digitais interativos é uma atividade popular entre crianças, assim se torna uma oportunidade utilizar esse recurso também para o ensino (LAÉRCIO; FONSECA, 2022; RICKER; RICHERT, 2021). Assim, esse tema se torna bastante interessante quando se considera que professores tem cada vez mais utilizado jogos digitais para complementar as suas aulas. Uma pesquisa de 2019 nos Estados Unidos mostrou que 47% dos professores de 3º

a 8º ano do ensino fundamental utilizam jogos digitais mais de uma vez por semana (VEJA; ROBB, 2019). Já no período de pandemia, considerando que os professores tiveram de se adaptar ao ensino remoto, essa estratégia de ensino aumentou muito e estudos mostraram a eficiência do uso de jogos (DOS SANTOS *et al.*, 2022; NIETO-ESCAMEZ; ROLDÁN-TAPIA, 2021).

Adiciona-se a popularidade dos jogos digitais a disponibilidade dos dispositivos móveis. No ano de 2019 o Brasil possuía 234 milhões de aparelhos capazes de executar aplicativos (smartphones) de acordo com o Centro de Pesquisa Aplicada da Fundação Getúlio Vargas⁴ (FGVCia). Já em relação a quantidade dos aplicativos móveis, na loja da Google Play e Apple Store somam cerca de 5 milhões de acordo com o site Statistics⁵. Destes, cerca de 30% são voltados para a área da educação ou seja 1,5 milhões. Assim, esses números mostram que hoje o mercado de aplicativos para o ensino está bastante aquecido e se tornou uma excelente oportunidade para ser utilizado como mecanismo de apoio a educação.

Entretanto, a construção de um aplicativo ou um jogo para a área da Educação Ambiental para ser efetivo em seus propósitos deve-se considerar alguns pontos, tais como: Como os requisitos da área de Educação Ambiental foram obtidos? Foram consideradas as melhores práticas da Engenharia de Software? Como os aspectos específicos do público-alvo do jogo foram considerados? Para responder tais questões exige-se uma interdisciplinaridade.

Para alcançar os requisitos da área de Educação Ambiental é preciso utilizar uma metodologia que considere a construção de um software como objeto instrucional, esse é o caso do método ENgAGED (*Educational Game Development*) (BATTISTELLA; GRESSE VON WANGENHEIM, 2016). Esse método de construção de software também permite que sejam utilizadas as boas práticas da Engenharia de Software, garantindo assim a qualidade do que é produzido. Já para considerar os aspectos específicos do público-alvo do jogo é preciso entender em qual fase do desenvolvimento cognitivo se encontram os jogadores, neste caso na terceira infância. Uma estratégia é relacionar o jogo a ser desenvolvido com as capacidades cognitivas das crianças no estágio operatório-concreto de Piaget (CEVOLANE *et al.*, 2017; OOGARAH-PRATAP *et al.*, 2020).

Assim, tomou-se a decisão de desenvolver o protótipo funcional e testá-lo por especialistas. Devido a situação de pandemia, utilizar crianças para testar o jogo não era algo plausível, assim o jogo foi avaliado de maneira on-line por profissionais das áreas que envolvem o jogo, tal situação já é amplamente utilizada em outros trabalhos conhecidos na literatura (AL FATTA *et al.*, 2018; KLOCK *et al.*, 2019). Gerar um protótipo funcional de alta

⁴ <https://eaesp.fgv.br/ensinoeconhecimento/centros/cia/pesquisa>

⁵ <https://www.statista.com/statistics/276623/number-of-apps-available-in-leading-app-stores/>

fidelidade e executável (com algumas limitações) tem a vantagem de ser mais rápido de ser construído e modificado, e é possível que pessoas que não são da área de computação possam contribuir na construção, sendo ideal para um jogo Interdisciplinar.

Outra vantagem do protótipo funcional é que quando se usa ferramentas de alta fidelidade (como no caso da ferramenta *Figma*), é possível reutilizar as configurações das telas quando for construir o jogo final. As reutilizações vão desde as cores e bem como a localização real dos objetos (DE SOUZA BAULE *et al.*, 2020). As desvantagens vêm principalmente na necessidade de instalar softwares adicionais para poder executar o protótipo e devido algumas das suas devidas limitações operacionais.

Portanto, o objetivo deste artigo é apresentar um protótipo de jogo que foi desenvolvido para o público infantil (6 a 11 anos) considerando as peculiaridades do desenvolvimento cognitivo da 3ª infância e com o conteúdo relacionado a fauna do solo, chamado BioSolo. Deste modo, deseja-se responder a seguinte questão de pesquisa: “O protótipo funcional do jogo BioSolo é apropriado para o público infantil aprender a fauna do solo do ponto de vista de profissionais sobre os aspectos pedagógicos e de usabilidade?”.

Com a aplicação prática do jogo será possível não apenas o conhecimento lúdico desta fauna presente no solo em correspondência com os conhecimentos experienciados em sala de aula, mas, sobretudo, exercitar a educação e a responsabilidade ambiental, na medida em que as crianças são sensibilizadas para a preservação destes elementos indispensáveis para o equilíbrio ambiental do solo. Ademais esta correspondência com os conhecimentos trabalhados em sala de aula poderá potencializar o desempenho dos estudantes junto à formação de suas competências e habilidades (DE SOUZA BARBOSA; TERRA DE OLIVEIRA, 2020).

Materiais e Métodos

A metodologia utilizada no presente trabalho considerou as boas práticas da engenharia de software e o foco em atender a funcionalidade do ponto de vista educacional, assim foi feita uma adaptação da metodologia ENgAGED (*Educational Game Development*) que é uma metodologia para desenvolvimentos de jogos que tenham fins educacionais (BATTISTELLA; GRESSE VON WANGENHEIM, 2016). A adaptação foi justamente no fato de incluir aspectos interdisciplinares e na fase de desenvolvimento do jogo em que foi feito o protótipo executável.

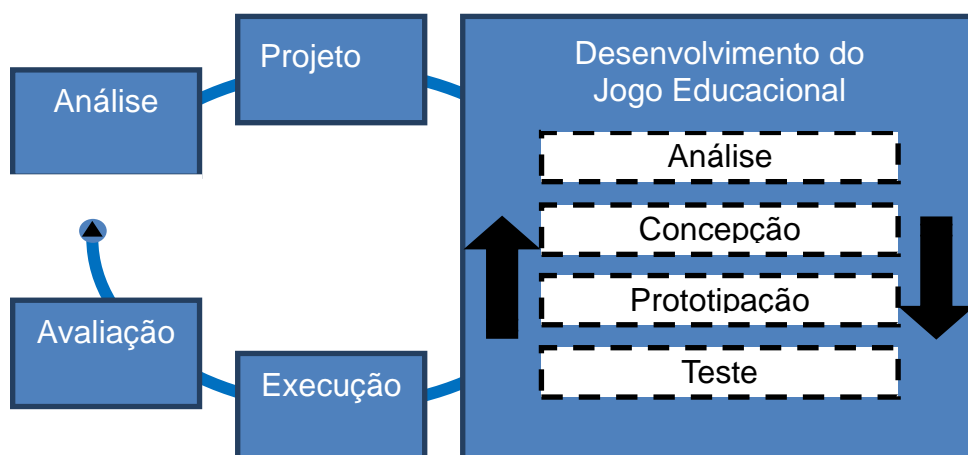


Figura 1: Visão geral do processo ENgAGED.

Fonte: adaptado de (BATTISTELLA; GRESSE VON WANGENHEIM, 2016).

Quadro 1: Descrição das fases do ENgAGED.

Fase 1. Análise da Unidade Instrucional (UI)	
A1.1 Especificar UI do jogo	Especificar o contexto da UI, como tema, pré-requisitos de aprendizagem, objetivos de aprendizagem e conteúdo programático.
A1.2 Caracterizar aprendizes	Caracterizar o público-alvo, p. ex. em termos de faixa etária, preferências de gênero de jogos, modo de interação, jogos favoritos etc. Caracterizar o ambiente, definindo a infraestrutura disponível para aplicação do jogo.
A1.2 Definir objetivo(s) de desempenho	Definir o(s) objetivo(s) que avaliam o desempenho do aluno ao final da UI. Ele(s) oferece(m) uma direção sobre a condução do conteúdo ao longo da UI.
Fase 2. Projeto da Unidade Instrucional (UI)	
A2.1 Definir avaliação do aluno	Definir como será estruturada a avaliação, para o aluno aprender com o jogo. Tipicamente a avaliação é inserida no próprio jogo, por meio de regras e também apresentando feedbacks quando o aluno acerta ou erra um determinado conceito.
A2.2 Definir conteúdo da estratégia instrucional	A estratégia instrucional é Jogo Educacional. Assim, nesta atividade define-se o conteúdo e o sequenciamento do conteúdo ao longo do jogo.
Fase 3. Desenvolvimento do Jogo Educacional	
Fase 3.1. Análise do Jogo	
A3.1.1 Levantar requisitos do jogo	Levantar os requisitos para identificação das funções e funcionalidades do jogo. Nesta atividade deve-se também definir como o conteúdo da UI, definidos na fase de projeto, serão distribuídos nos níveis do jogo.
Fase 3.2. Concepção do Jogo	
A3.2.1 Conceber o jogo	Conceber o jogo, descrevendo as principais características, como objetivos do jogo, narrativa, regras, mecânica, elementos do jogo, pontuações e feedback educacional.
Fase 3.3. Prototipação do Jogo	
A3.3.1 Produzir elementos do jogo	Produzir ilustrações ou imagens dos elementos do jogo. Produzir as ilustrações que representam os elementos do jogo. Normalmente os elementos são personagens, cenários, objetos, artefatos, menus ou janelas de opções/configurações do jogo

Continua...

...continuação.

Fase 3.4. Testes do Protótipo	
A3.5.1 Realizar testes do protótipo do jogo	Realizar testes para detecção de erros e feedbacks para melhoria do jogo. Os testes são realizados pelos criadores do jogo e especialistas (conhecedores do domínio de aplicação), permitindo assim testar os níveis e funcionalidades do jogo, além de verificar os possíveis problemas antes de sua execução (Fase 4).
Fase 4. Execução da Unidade Instrucional (UI)	
A4.1 Planejar a execução do protótipo do jogo	Planejar a execução do jogo definindo data para jogar, local onde será jogado, e equipamentos que serão utilizados ou materiais que devem ser impressos.
A4.2 Instalar o protótipo do jogo digital	Instalar o jogo conforme a sua plataforma.
A4.3 Executar o Protótipo	Executar o jogo em sala de aula, laboratório ou extraclasse.
Fase 5. Avaliação da Unidade Instrucional (UI)	
A5.1 Conduzir avaliação	Conduzir a avaliação após a execução do jogo.
A5.2 Analisar dados da avaliação	Realizar a análise dos dados coletados de acordo com o instrumento escolhido.

O ENgAGED possui como objetivo unir de forma equilibrada os processos de design do jogo e o design instrucional. Essa metodologia é constituída de cinco fases mostradas na Figura 01 e descritas com mais detalhes no Quadro 01. Na fase de avaliação, o foco foi do ponto de vista de profissionais da área de Computação, Biologia, Agronomia e Psicologia.

Resultados e Discussões

Nesta seção apresentados os resultados e as discussões do desenvolvimento do jogo BioSolo de acordo com as fases da metodologia ENgAgED.

Fase 1 - Análise da Unidade Instrucional

Para atender os requisitos educacionais, foi consultado o livro produzido pela EMBRAPA-Agrobiologia de Seropédica - RJ sobre a Fauna do Solo (CORREIA; OLIVEIRA, 2000) e também uma pesquisa atual sobre a fauna do solo como sendo o bioindicador de qualidade do solo (SILVA *et al.*, 2021). O livro possibilitou os requisitos iniciais do jogo e o trabalho de Silva *et al.* (2021) ajudou na escolha dos principais elementos, além da consulta a outros aplicativos de jogos para crianças com faixa etária semelhante ao proposto aqui. Assim, foi possível ter a visão de como seria a jogabilidade do BioSolo. Para caracterizar o público-alvo e definir objetivos de desempenho do jogo, foram reunidos trabalhos que tratam dos aspectos do desenvolvimento cognitivo na 3ª infância. Com isso, foi possível entender os aspectos do desenvolvimento da criança e possibilitar a construção dos desafios do jogo com base nas suas capacidades cognitivas. Assim, foram selecionadas as

seguintes capacidades para serem trabalhadas no jogo: Pensamento espacial e categorização.

A criança na terceira infância começam a desenvolver a percepção espacial de maneira mais aprimorada, possibilitando a utilização de mapas (NATHAN, 2021). No ensino essa percepção pode ser organizada de maneira que ajude a criança a entender melhor o mundo que a cerca, como no caso de saber onde se encontram alguns objetos que não podem ser vistos, mas podem ser localizados dentro de um plano espacial, tal estratégia de ensino já é utilizado na área de Educação Ambiental (TUDOR *et al.*, 2018). No jogo BioSolo a criança utilizará o pensamento espacial para localizar os organismos que estarão espalhados no solo abaixo do que normalmente poderia ser visto.

A Categorização é um outro aspecto cognitivo que permite que as crianças consigam classificar e pensar logicamente, sendo considerada uma habilidade mais complexa quando comparadas com as habilidades possíveis na segunda infância (MERRITT *et al.*, 2022). Essas inferências vêm desde o estudo de Piaget e Cook (PIAGET, 2013), em que foi mostrado que as crianças começam a entender de serialização quando conseguem colocar objetos em uma determinada ordem, como de cor, de importância, de peso entre outros. No BioSolo essa habilidade será utilizada pela criança para categorizar os organismos benéficos ao solo e os que causam algum tipo de malefício.

Fase 2. Projeto da Unidade Instrucional

A avaliação da criança é feita durante o jogo, todas as vezes que o jogador encontrar um micro-organismo uma questão sobre a sua categoria será feita. Também é feita uma avaliação que bonificará a criança que encontrar no solo o micro-organismo em um menor tempo. Já o conteúdo foi definido com o auxílio do livro base (CORREIA; OLIVEIRA, 2000; SILVA *et al.*, 2021). Também foram utilizados como base o conhecimento sobre a interatividade de games por crianças da terceira infância (RICKER; RICHERT, 2021) e sobre Educação Ambiental interdisciplinar (SCOARIZE *et al.*, 2021).

Fase 3. Desenvolvimento do Jogo Educacional

O jogo BioSolo teve a intensão de ter sua jogabilidade a mais simples possível, para atender o público-alvo, as crianças de 6 a 11 anos de idade. Assim, na tela inicial do aplicativo, Figura 2, aparece somente o nome do jogo e um menu ao lado esquerdo superior. A criança deverá buscar pelo (rastrear) pelo solo em busca dos organismos. Quando a criança encontra algum aparece o seu nome, Figura 2 (b), (c) e (d) e a criança receberá uma pontuação por isso quando ela souber categorizar se o organismo encontrado é benéfico ou não ao meio ambiente.



Figura 2: Exemplos de telas do jogo BioSolo.

Fonte: (os autores).

A primeira fase tem 6 organismos, sendo dois de cada grupo da fauna do solo. Assim que forem encontrados todos os organismos a próxima fase é liberada. O jogo BioSolo está com 4 fases nesta versão inicial. Se não houver movimento por mais de 10 segundos, algum dos organismos que não foram encontrados são revelados, entretanto não são somados esses pontos.

O objetivo de jogabilidade do BioSolo é ganhar a maior quantidade de pontos possível, o jogador conseguirá isso encontrando rapidamente todos os organismos que estão espalhados no solo e classificando-os corretamente. No final de cada fase o jogador poderá dobrar a sua pontuação se ele acertar as questões do questionário final, este questionário é feito com base nos organismos que foram encontrados e trabalhará com o raciocínio indutivo e dedutivo da criança.

Para buscar ajuda, existem duas maneiras. A primeira é quando o jogador fica 30 segundos sem movimentos, ou então quando o jogador for ao menu, localizado no canto esquerdo superior de todas as telas. Dentro dos recursos de ajuda são apresentados os passos de como o jogador deverá proceder e como faz para ganhar mais pontos.

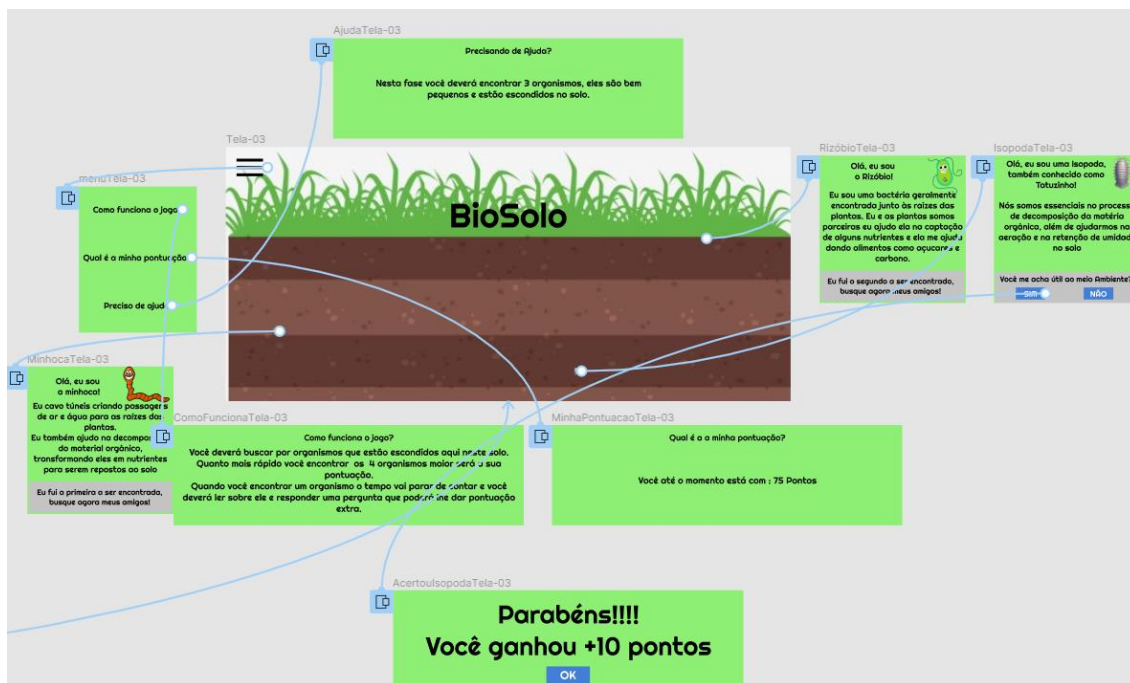


Figura 3: Logística Implementada na primeira tela do Protótipo do BioSolo.

Fonte: (os autores).

Utilizando a ferramenta de prototipação *Figma* foi possível implementar toda a lógica do jogo, com exceção do tempo de espera de 30 segundos para mostrar a ajuda. A figura 3 mostra o modo de desenvolvedor, enquanto na figura 2 é mostrado o modo do usuário final. Assim, no modo desenvolvedor é possível criar as telas com os pontos que devem ser ligados à outras telas. Dando assim ao usuário final a percepção da dinâmica do jogo.

Nesta fase de desenvolvimento a última etapa foi a de testes do protótipo, para isso os próprios criadores se apropriaram de executar o protótipo e verificar se os requisitos estavam completos. Com isso, novas adições de requisitos foram feitas e textos dos menus foram modificados. Assim, foi possível deixar o protótipo finalizado para fazer a execução da Unidade Instrucional.

Fase 4. Execução da Unidade Instrucional

Nesta fase, foi feito um planejamento de como o protótipo deveria ser avaliado e considerando não perder a sua jogabilidade. Para isso, foi instalado o aplicativo "*Figma – prototype mirror share*" que pode ser encontrado tanto para as plataformas Android como para a plataforma IOS. Com esse aplicativo instalado no celular é possível que se compartilhe o protótipo e assim o usuário final consegue ter uma experiência de jogabilidade no seu próprio celular. Por fim, foi feito um vídeo explicando como instalar o aplicativo e também como executar o jogo BioSolo.

Fase 5. Avaliação da Unidade Instrucional (UI)

Assim como apontado em (PETRI; GRESSE VON WANGENHEIM, 2017) a maioria dos jogos digitais educacionais são avaliados pela perspectiva de especialistas, deste modo a avaliação é feita pelos especialistas da área em que o jogo se propõe a atuar. No caso do BioSolo, por ele ter características interdisciplinares a proposta foi encontrar especialistas em 4 áreas. Assim, por conveniência e afinidade foram selecionados 4 da área de Biologia, 2 de Agronomia, 3 de psicologia e 3 de Computação. A quantidade de participantes se baseou nos resultados do trabalho de Nielsen, (2000) que afirma que os melhores resultados de avaliação de usabilidade são obtidos através de testes a partir de 5 usuários.

O instrumento de avaliação utilizado para responder à pergunta norteadora “O protótipo funcional do jogo BioSolo é apropriado para o público infantil aprender a fauna do solo do ponto de vista de especialistas sobre os aspectos pedagógicos e de usabilidade?” foi feito com base na Ferramenta Pedagógica para Avaliação Ergonômica de Software Educativo (*Pedagogical Ergonomic Tool for Educational Software Evaluation* - PETESE), feita por Coomans e Lacerda (2015).

Toda a avaliação foi feita de maneira on-line e os participantes tiveram, além do vídeo que explicou como instalar o aplicativo *Figma* e como executar o protótipo do jogo, uma reunião on-line com os autores deste trabalho. Nesta reunião foram sanadas as dúvidas e foi apresentado o instrumento de avaliação, além dos objetivos do jogo e também para quem ele se destina. Por fim, foram dadas as instruções de como preencher os formulários on-line. Cada formulário, além do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) continham as perguntas do PETESE e uma pergunta aberta em que o avaliador poderia escrever sugestões para melhoria do jogo.

Com o uso dos formulários on-line foi possível associá-los diretamente a uma planilha e com esses dados foram gerados os gráficos das Figuras 4 e 5. O instrumento PETESE é dividido em 2 conjuntos de perguntas. O primeiro conjunto são perguntas relacionadas aos aspectos pedagógicos do Jogo (Figura 4). Já o segundo conjunto são perguntas relacionadas a usabilidade do jogo.

Assim, analisando os resultados, apresentados na Figura 4, o BioSolo tem os objetivos educacionais bem definidos, de autoanálise, avaliação, tarefas e nível de dificuldade adequado ao público-alvo. Esses resultados são esperados quando se considera que foi utilizada a metodologia ENgAGED (BATTISTELLA; GRESSE VON WANGENHEIM, 2016) para a construção do jogo, pois tal metodologia é focada na Unidade Instrucional. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Brito et al. (2020) que também utilizam a mesma metodologia para a construção de um jogo para ensinar informações nutricionais para crianças.

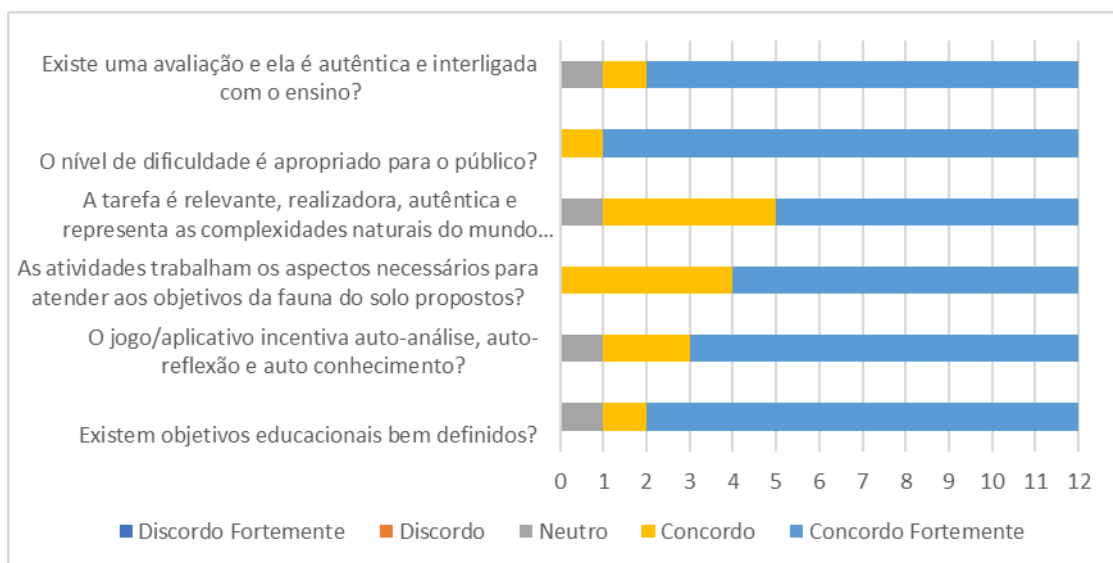


Figura 4: Avaliação dos Aspectos Pedagógicos.

Fonte: (os autores)

Na Figura 5 é possível ver que os recursos de ajuda, as instruções de uso, as interações com o sistema e o controle sobre o sistema tiveram uma boa avaliação. Assim, o resultado da avaliação da usabilidade mostrou que o BioSolo é possível de ser usado, entretanto a avaliação do recurso de feedback, apesar de ser empregado, não foi unânime nas avaliações. Este resultado se deve ao objetivo do jogo de não dar o feedback na hora. O jogo premia o jogador que acertar as questões, porém, somente no final são mostradas as pontuações com as respostas corretas e erradas.

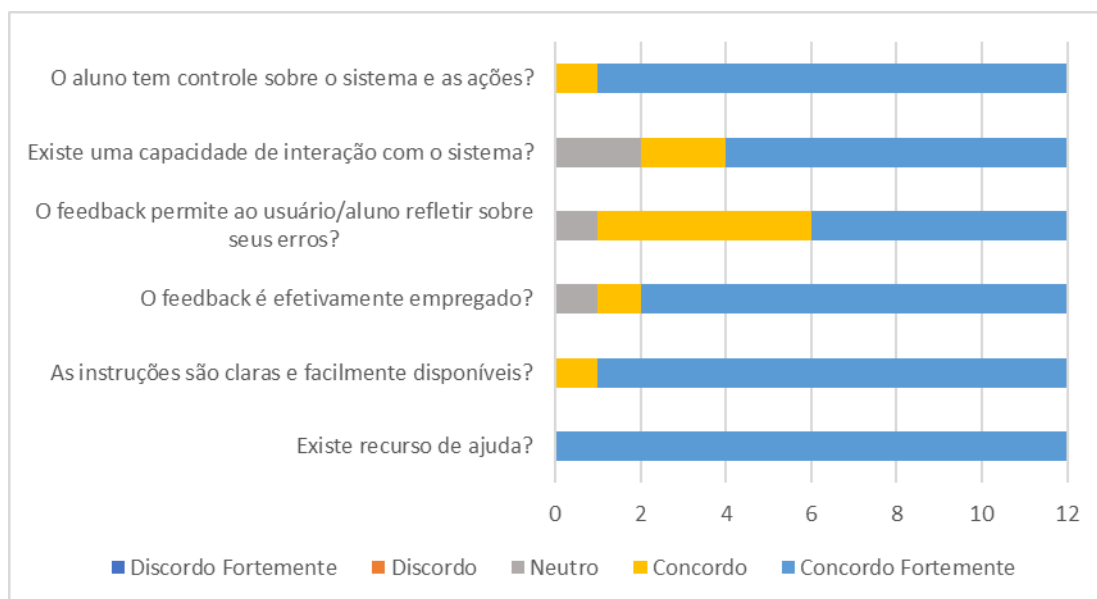


Figura 5: Avaliação da Usabilidade.

Fonte: (os autores)

Ter uma boa usabilidade é o primeiro passo para que um jogo se torne atrativo para os jogadores e que assim facilite o seu processo de ensino e aprendizagem. No trabalho de Mendes *et al.* (2019) os autores comentam que a efetividade do uso de ferramentas interativas para o ensino de solo está diretamente ligada à sua apresentação e facilidade de uso.

Por fim, foi feita a análise das respostas a pergunta aberta, em que os avaliadores inseriram sugestões ou opiniões sobre o jogo. Na maioria das sugestões foram dadas ideias de novos requisitos que poderiam ser inseridos no jogo, como no caso de inserir não somente elementos referentes a fauna, mas também objetos como pilhas e tipos de plásticos que podem contaminar o solo e também são importantes para a identificação dos prejuízos ao meio ambiente pelos jogadores. Todas as sugestões deverão ser analisadas e futuramente compor uma nova fase do jogo BioSolo.

Considerações Finais

O protótipo do jogo BioSolo aqui apresentado se mostrou possível de ser um apoio ao ensino de Solos para crianças no tema relacionado a fauna do solo. Visto que as ferramentas de apoio a educação por meio digital têm sido de extrema importância com o crescimento do Ensino a Distância. Destaca-se, que o jogo foi feito e avaliado de maneira interdisciplinar, considerando os requisitos de boas práticas para a qualidade de desenvolvimento de software, seguindo as recomendações contidas em (ANDRADE *et al.*, 2017).

Com a interação das crianças com conhecimentos novos de forma lúdica e mediada pelas tecnologias, como no caso do jogo proposto, é possível a aprendizagem efetiva com a repetição dos conteúdos e o desenvolvimento dos conhecimentos a partir de caracterização e apreensão dos conceitos e informações (NIETO-ESCAMEZ; ROLDÁN-TAPIA, 2021). Ainda mais na fase da infância marcada pela apreensão de novos conhecimentos, onde a aprendizagem faz parte das estruturas mentais de apreensão do saber (CEVOLANE *et al.*, 2017; OOGARAH-PRATAP *et al.*, 2020). Assim, destaca-se que na elaboração do jogo houve a preocupação com as habilidades possíveis para a idade do Jogador.

A proposta do jogo é colaborar com novos conhecimentos socioambientais, mas também aproximar os praticantes de novas posturas e compromissos com a preservação ambiental, valorizando os aspectos do mundo natural por meio das representações midiáticas e simbólicas próprias dos jogos tecnológicos (SANTOS *et al.*, 2021). A adaptação do método de desenvolvimento do jogo educacional para considerar aspectos interdisciplinares deverá ser útil a outras áreas que também necessitem construir um jogo educacional.

Referências

AL FATTA, H.; MAKSUM, Z.; ZAKARIA, M.H. Systematic literature review on usability evaluation model of educational games: Playability, pedagogy, and mobility aspects. **Journal of Theoretical and Applied Information Technology**. [S.l: s.n.], 2018

ANDRADE, M.V.M.; ARAÚJO JR., C.F.; SILVEIRA, I.F. Estabelecimento de critérios de qualidade para aplicativos educacionais no contexto dos dispositivos móveis (M-Learning). **EaD em Foco**, v. 7, n. 2, 6 Set 2017.

BATTISTELLA, P.E.; GRESSE VON WANGENHEIM, C. Games for Teaching Computing in Higher Education - A Systematic Review. **IEEE Technology and Engineering Education (ITEE)**, v. 1, n. 3, 2016.

BRITO, L.F. *et al.* Nutrikids: jogo sério para o desenvolvimento do conhecimento nutricional em crianças e adolescentes Nutrikids: Serious game for the development of nutritional knowledge in children and adolescents. **RELATEC. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 19, n. 1, p. 93–106, 3 Jul 2020.

BRUM, W.P.; SCHUHMACHER, E. O Tema Solo no Ensino Fundamental: concepções alternativas dos estudantes sobre as implicações de sustentabilidade/The Theme Soil in Elementary Education: students' alternative conceptions about the implications of sustainability. **Revista de Educomunicação Ambiental**, v. 5, n. 1, p. 1–22, 2015.

CEVOLANE, L. *et al.* Desenvolvimento humano: um esboço da perspectiva de Jean Piaget. **Rev Dimensão Acadêmica**, v. 2, n. 1, p. 63–78, 2017.

COOMANS, S.; LACERDA, G.S. PETESE, a Pedagogical Ergonomic Tool for Educational Software Evaluation. **Procedia Manufacturing**, v. 3, p. 5881–5888, 1 Jan 2015. Acesso em: 26 jun 2022.

CORREIA, M.E.F.; OLIVEIRA, L.C.M. Fauna de solo: aspectos gerais e metodológicos. **Estudos Avançados**, v. 14, n. 38, 2000.

DE SOUZA BARBOSA, G.; OLIVEIRA, C.T. Educação Ambiental na Base Nacional Comum Curricular. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 37, n. 1, p. 323–335, 17 Abr 2020.

DE SOUZA BAULE, D. *et al.* Recent progress in automated code generation from gui images using machine learning techniques. **Journal of Universal Computer Science**, v. 26, n. 9, 2020.

DEL REY, R. *et al.* Environmental education: effects on knowledge, attitudes and perceptions, and gender differences. **International Research in Geographical and Environmental Education**, 2021.

Revbea, São Paulo, V. 17, Nº 5: 224-238, 2022.

DOS SANTOS, A.L.; ROSA, O. A importância da educação socioambiental em tempos de pandemia: estratégias e experiências para o ensino remoto. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 349–368, 2022.

GAL, A.; GAN, D. Imagine a school: Children draw and explain the ideal environmental school. **Australian Journal of Environmental Education**, v. 37, n. 3, 2021.

GÜLER YILDIZ, T. *et al.* Education for sustainability in early childhood education: a systematic review. **Environmental Education Research**. [S.l.: s.n.], 2021

HERODOTOU, C. Young children and tablets: A systematic review of effects on learning and development. **Journal of Computer Assisted Learning**. [S.l.: s.n.], 2018

KLOCK, A.C.T.; GASPARINI, I.; PIMENTA, M.S. **Designing, Developing and Evaluating Gamification**: An Overview and Conceptual Approach. [S.l.: s.n.], 2019.

LAÉRCIO, F.G.S.; FONSECA, L.R. Proposta de Jogo Educativo para Educação Ambiental no Ensino Básico. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 9–27, 2022.

MARCHIORATO, H.B. Educação Ambiental: a tecnologia a favor da natureza. **Kínesis - Revista de Estudos dos Pós-Graduandos em Filosofia**, v. 10, n. 23, 2018.

MENDES, T.A.; DE MELLO, N.A.; DA ROCHA CAMPOS, J.R. Uso de ferramentas interativas de ensino para a Educação em Solos: um estudo de caso em escolas municipais de Pato Branco–PR. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 36, n. 1, p. 163–184, 2019.

MERRITT, E.G. *et al.* A systematic literature review to identify evidence-based principles to improve online environmental education. **Environmental Education Research**, v. 28, n. 5, 2022.

NATHAN, M.J. **Foundations of embodied learning**: A paradigm for education. [S.l.]: Routledge, 2021.

NIELSEN, J. **Why You Only Need to Test with 5 Users**. Disponível em: <<https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/>>. Acesso em 24 e agosto de 2022.

NIETO-ESCAMEZ, F.A.; ROLDÁN-TAPIA, M.D. Gamification as Online Teaching Strategy During COVID-19: A Mini-Review. **Frontiers in Psychology**. [S.l.: s.n.], 2021

OHKURA, T.; MURATA, T. Explanations of the Revised World Soil Charter (2015) for the conservation of soil resources. **Pedologist**, v. 62, n. 2, p. 73–80, 2018.

OOGARAH-PRATAP, B.; BHOLOA, A.; RAMMA, Y. Stage Theory of Cognitive Development - Jean Piaget. **Science Education in Theory and Practice**, 133-148, 2020.

PETRI, G.; GRESSE VON WANGENHEIM, C. How games for computing education are evaluated? A systematic literature review. **Computers & Education**, v. 107, p. 68–90, 1 Abr 2017.

PIAGET, J. **Origin of Intelligence in the Child**. [S.l: s.n.], 2013.

RICKER, A.A.; RICHERT, R.A. Digital gaming and metacognition in middle childhood. **Computers in Human Behavior**, v. 115, p. 106593, 1 Fev 2021.

SANTOS, J.; VENTURA, S.; ALBERTO DE VASCONCELOS, C. Projetos Criativos Ecoformadores: Relações entre Tecnologia e Educação Ambiental no Ensino. **Interacções**, v. 17, n. 58, p. 117–142, 21 Dez 2021.

SCOARIZE, M.M.R.; CONTIERI, B.B.; DELANIRA-SANTOS, D.; ZANCO, B.F.; BENEDITO, E. An interdisciplinary approach to address aquatic environmental issues with young students from Brazil. **International Research in Geographical and Environmental Education**, v.31, n.1, pp.38-52, 2021.

SILVA, R.M. *et al.* Soil macrofauna as a bioindicator of soil quality in successional agroforestry systems. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, 2021.

SWIFT, M.J.; HEAL, O.W.; ANDERSON, J.M. Decomposition in terrestrial ecosystems. **Studies in Ecology**, v. 5, 1979.

TUDOR, A.D. *et al.* Mobile virtual reality for environmental education. **Journal of Virtual Studies**, v. 9, n. 2, 2018.

VEGA, V.; ROBB, M.B. **The Common Sense census**: Inside the 21st-century classroom. San Francisco, CA: Common Sense Media, p. 5–55, 2019.