

LITORÁLIA: UM JOGO DIGITAL PARA O ENSINO- APRENDIZAGEM DE BIODIVERSIDADE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM UM ECOSISTEMA LITORÂNEO

Gabriel Ponciano de Miranda

Programa de Pós-Graduação em Computação, Comunicação e Artes (PPGCCA), Universidade
Federal da Paraíba

gabrielpmjp@gmail.com | ORCID 0000-0002-2654-8846

Ed Porto Bezerra

Centro de Informática, Universidade Federal da Paraíba
ed_porto@uol.com.br | ORCID 0000-0003-4772-9870

Resumo

O mundo sofre uma crise ecológica grave, causada em sua maior parte por influência da ação humana sobre os ecossistemas. O Brasil, como detentor da maior biodiversidade da Terra, possui papel essencial na recuperação e transformação do atual estado ambiental. Entretanto, o ensino de Biodiversidade na educação básica vem enfrentando obstáculos, o que dificulta o desenvolvimento de um pensamento ambientalista nos estudantes. Procurando um auxílio na Aprendizagem Baseada em Jogo Digital, este artigo tem como objetivo fundamentar e descrever o desenvolvimento e funcionamento de um protótipo de “Litorália”, um jogo para o ensino de Biodiversidade e Educação Ambiental de ambientes litorâneos. O método de pesquisa utilizado neste estudo foi o *Design Science Research* que visa a criação de artefatos para a solução de problemas práticos por um processo iterativo. A partir disso, o *game design* foi elaborado e três protótipos iniciais foram implementados através da *game engine* Unity. As etapas de validação demonstraram que as mecânicas de diálogo e fotografia podem ser efetivas no engajamento dos estudantes e, conseqüentemente, no processo de ensino-aprendizagem de Biodiversidade e Educação Ambiental.

Palavras-chave: Jogos sérios; Biologia; Conservação; Ecologia; Cultura oceânica.

Abstract

The world suffers from a severe ecological crisis caused mostly by the human influence on the ecosystems. As guardian of the largest biodiversity of the Earth, Brazil plays an essential role on the recovery and transformation of the recent environmental status. However, the teaching of Biodiversity in basic education has faced obstacles, which hampers the development of an environmental thinking by the students. Looking for a solution on Game-Based Learning, this paper aims to theorize and describe the development and functioning of an prototype of “Litoralia”, a game for the learning of Biodiversity and Environmental Education of coastal environments. The research method was Design Science Research, which addresses the creation of artifacts by an iterative cycle to solve practical problems. Thereby, the game design was made, and three initial prototypes were implemented in the game engine Unity. The validation phases demonstrate that both the dialogue and photography mechanics have the potential to be effective on the engagement of the students and in the teaching-learning process of Biodiversity and Environmental Education.

Keywords: Serious games; Biology; Conservation; Ecology; Ocean literacy.

O Brasil na Crise Ambiental Global

A biodiversidade do território brasileiro abriga a maior riqueza de espécies do planeta. Um estudo de Lewinsohn e Prado (2005) estima que no Brasil existam de 170 a 200 mil espécies, um número que representa quase 10% de toda a biodiversidade da Terra. Outro dado que chama a atenção é que duas das 25 áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade estão no Brasil: o Cerrado e a Mata Atlântica (Myers et al., 2000).

Ao lado disso, o mundo passa por uma grave crise ambiental devido, em maior parte, à ação humana nos sistemas ecológicos. Segundo o relatório mais atual da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, 2019), os maiores agentes de mudanças ambientais aceleraram durante os últimos 50 anos. Além disso, metas de conservação e sustentabilidade delineadas para 2030 não serão atingidas, ao menos que exista uma transformação drástica em fatores econômicos, sociais, políticos e tecnológicos. Isso leva a uma urgência na



implementação de ações mitigatórias dos impactos humanos no meio-ambiente. Tal dicotomia reflete a responsabilidade das lideranças políticas e sociais do Brasil no cenário ambiental recente. Entretanto, as ações legislativas e fiscalizadoras tomadas pelo governo federal a partir do ano de 2019 vão contra os esforços necessários para o restabelecimento do equilíbrio dos sistemas naturais e resultam em fortes impactos na biodiversidade e no bem-estar da população (Barbosa et al., 2021).

A Educação Ambiental e de Biodiversidade no Brasil

O ensino eficiente das Ciências Naturais na educação básica em um cenário de crise ecológica mundial se apresenta como essencial para uma mudança no trajeto do impacto humano na biosfera. Essa mudança passa pelas concepções de crianças e adolescentes sobre meio-ambiente e Ecologia que podem catalisar atitudes conservacionistas e ambientalistas.

A Educação Ambiental, como disciplina das Ciências Naturais, atua em contextos formais e informais com o intuito de desenvolver o pensamento crítico sustentável e, segundo Carvalho (2017), produz “reflexões, concepções, métodos e experiências que visam construir novas bases de conhecimento e valores ecológicos nessa e em futuras gerações.” Diferenças de discurso e pensamento ao longo de décadas e culturas fizeram com que a Educação Ambiental fosse abordada de diferentes maneiras, o que deu origem a muitas correntes, cada uma com suas concepções e intenções (Sauvé, 2005). Mas, apesar de existir alguma discordância no enfoque, muitas correntes da Educação Ambiental tratam como extremamente importante o conhecimento acerca da biodiversidade.

Entretanto, a aplicação do conteúdo de Biodiversidade em escolas de ensino básico ainda passa por obstáculos. Um estudo de Romeiro e colaboradores (Romeiro et al., 2020) comparou respostas de estudantes de uma escola metropolitana e uma escola litorânea acerca de espécies da fauna marinha da região. Foi concluído que ambas as médias de acerto não ultrapassaram 45%, com a escola litorânea tendo desempenho ainda inferior. Savietto e colaboradores (2014) também avaliaram escolas litorâneas de educação básica e encontraram uma inabilidade em apontar relações entre os seres vivos deste ambiente e de indicar impactos causados pelos próprios estudantes ao ecossistema costeiro. Outro estudo (Zanini et al., 2020) mostra que, ao desenharem paisagens da Mata Atlântica, estudantes do último ano da educação básica retratam espécies exóticas como leão, tigre e coala, além da ausência do ser humano

nesse ecossistema. Esses exemplos evidenciam o sentimento de não pertencimento dos alunos ao ambiente natural, o que pode causar falta de entendimento e irresponsabilidade no manejo de recursos naturais (Vining et al., 2008).

Para alcançar melhores resultados na educação, organizações e governos incentivam cada vez mais um ensino protagonizado pelo aprendiz (BRASIL, 2018; UNESCO, 2017). Essa abordagem é fruto de uma mudança no padrão da filosofia da educação a partir do final da década de 1970, de modelo behaviorista, tendo o professor como simples transmissor de conteúdo e o aluno como memorizador, para um modelo construtivista (Vasconcelos et al., 2003). Assim, as experiências vividas pelos estudantes durante o ensino passam a ser muito mais significativas, pois o aprendiz participa ativamente, desenvolvendo habilidades de pensamento crítico e formando cidadãos aptos a construir um futuro sustentável (UNESCO, 2017).

A Aprendizagem Baseada em Jogos como Ferramenta de Suporte

A maioria dos autores ressalta a Aprendizagem Baseada em Jogo (ABJ) como sendo o jogo aplicado com objetivos de aprendizagem (OA) definidos (Plass et al., 2015). Apesar disso, a ABJ é apenas uma denominação entre outras, como jogos sérios e jogos aplicados, que colocam o jogo como um artefato elaborado com um objetivo além do entretenimento (Vasconcellos et al., 2017). Ela tem se mostrado uma área com tendência crescente e com resultados satisfatórios em aplicações desde a educação básica até o ensino superior. Tal satisfação se mostra não apenas no desempenho acadêmico, mas também no desenvolvimento de habilidades de inovação, comunicação, pensamento crítico e criatividade (Qian & Clark, 2016).

O sucesso dos jogos como mídia, ferramenta educacional e artefato cultural vem em parte da retórica procedimental, termo cunhado por Bogost (2007). Essa expressão conceitua uma abordagem persuasiva, exclusiva dos jogos, que se manifesta através dos sistemas, regras e processos, em contrapartida a outras mídias que são focadas em imagem, texto e áudio. Inclusive, o jogo digital se apropria tanto de retóricas características de outras mídias, como da própria retórica procedimental para assim atrair o jogador (Bogost, 2007).

Entretanto, muitas aplicações de ABJ fazem mau uso da retórica procedimental, implementando regras, sistemas e mecanismos que não se relacionam com o conteúdo didático. Isso culmina em jogos que mascaram atividades de aprendizagem tradicionais, pautadas na memorização e condicionamento do aprendiz, diminuindo o entusiasmo e



o engajamento no material (Passarelli et al., 2019; Silva & Fernandes, 2015). Esse fato vai ao encontro da seguinte afirmação de Santos e Alves (2020): jogos de entretenimento, quando usados em uma abordagem pedagógica, costumam ser mais efetivos do que jogos sérios educacionais sem um *game design* adequado. Esse contexto clama por jogos educacionais feitos sob medida do conteúdo didático a ser abordado, integrando as regras e mecânicas ao tema visto em sala de aula. Esta integração, quando realizada de maneira efetiva, deve proporcionar ao estudante uma experiência motivadora com um material de ensino robusto, incentivando o processo de ensino-aprendizagem.

Jogos Digitais e o Ensino de Biodiversidade

Alguns estudos indicam que existe uma certa carência no desenvolvimento de jogos para o ensino de Biologia, sobretudo daqueles que abordam o conteúdo de Biodiversidade. Uma revisão sistemática realizada por Campos e Ramos (2020) analisou as publicações entre os anos de 2007 e 2017 voltadas para a aplicação de jogos digitais no ensino de Ciências Naturais. Vinte e nove estudos passaram pela triagem final e destes nenhum tratava especificamente do conteúdo de Biodiversidade nem do estudo de ecossistemas costeiros ou marinhos. Adita e colaboradores (2021) também realizaram uma revisão sistemática sobre o tema, no período de 2010 a 2019, com alguns termos distintos e uma base de dados diferente. Os autores não utilizaram o termo Biodiversidade para classificar os tópicos abordados pelas 47 publicações.

Esses dados não são prova de que não existem jogos digitais educacionais sendo estudados e aplicados por grupos de pesquisa ao redor do mundo, pois tais estudos podem ter sido publicados somente em literatura cinzenta, anais de congresso ou outras fontes não indexadas. Porém, essas referências são um indicativo da escassez de aplicações na área de Biodiversidade.

Litorália como Ferramenta Educacional

Tendo como plano de fundo a crise ecológica global; o cenário da Educação Ambiental no Brasil e a ABJ como uma alternativa educacional promissora, este artigo tem o objetivo de apresentar um protótipo de “Litorália”, um jogo de exploração e fotografia em um ecossistema litorâneo. Esta aplicação possui mecânicas de fotografia e diálogos de múltipla escolha e visa o ensino de Biodiversidade e Educação Ambiental em um ecossistema costeiro do Brasil.

Materiais e Métodos

Materiais pedagógicos

Para a escolha de conteúdos didáticos e definição dos objetivos de aprendizagem foram consultados materiais de diferentes fontes. Entretanto, dois elaborados pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) se apresentaram como mais relevantes.

O primeiro é o documento “Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (UNESCO, 2017) que norteia a comunidade educacional global sob ótica da Agenda 2030 da UNESCO para o Desenvolvimento Sustentável. A partir desta discussão, dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram definidos. Estes objetivos são ilustrados na Figura 1.



Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável definidos pela UNESCO para a Agenda 2030 (UNESCO, 2017).

É essencial citar que os ODS vão ao encontro do conceito entendido pelo artefato e alguns deles denotam especificamente concepções sobre Educação Ambiental e Biodiversidade, como os ODS 13 e 15.

O segundo material de grande importância é o “Cultura oceânica para todos: kit pedagógico” (UNESCO, 2020). Esse documento é fruto de uma série de iniciativas promovidas pela UNESCO, que visam o desenvolvimento da cultura oceânica ao redor do mundo durante a década de 2020 até 2030, decretada a “Década dos Oceanos”. A cultura oceânica visa aumentar o entendimento da influência que os oceanos possuem na sociedade e vice-versa. Essa tarefa tem como etapa apresentar e discutir a Ecologia e Biodiversidade de ambientes marinhos e costeiros em contextos educacionais, sendo eles formais ou informais. Esse objetivo deixa clara a relevância do tema e do material



para o desenvolvimento do artefato pretendido.

Método de pesquisa

O método escolhido para a condução da pesquisa foi o *Design Science Research* (DSR). Seus objetivos podem ser sintetizados por: “(1) desenvolver um artefato para resolver um problema prático num contexto específico e (2) gerar novos conhecimentos técnicos e científicos” (Pimentel & Filippo, 2020). Esse método foi originalmente descrito por Mário Bunge, em 1980, e desde então muitos pesquisadores se dedicaram a atualizar sua teoria, resultando em uma literatura extensa e bem definida do assunto (Dresch et al., 2015). A Figura 2 apresenta as etapas da DSR.

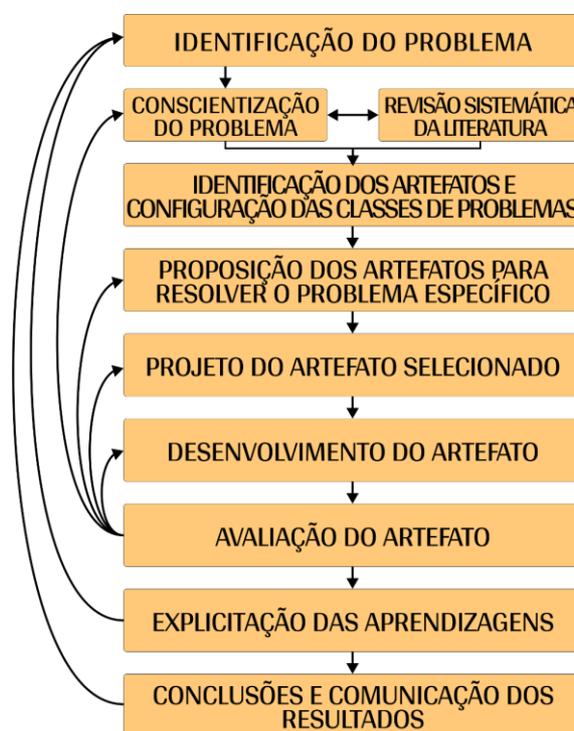


Figura 2 - Etapas da *Design Science Research* e seus produtos (Adaptado de Dresch et al., 2015).

Cada etapa produz uma documentação descrevendo as conclusões daquela fase. As setas à esquerda indicam que a DSR é um método iterativo, pois a conclusão e os produtos de algumas etapas devem servir como base para o reinício do ciclo, formando uma repetição que visa a frequente atualização e incremento do artefato pesquisado.

Para que o método DSR produza conhecimento científico e artefatos que solucionem problemas práticos, é necessário que haja uma rigidez em todos os

processos. Sobretudo vale destacar a importância da etapa de “Avaliação do artefato” que pode ser de diferentes formas: realizada pelo próprio pesquisador com argumentos encontrados em diversas bases de conhecimento, ou a partir da coleta de dados de usuários que pode ser feita através de diferentes técnicas como entrevistas, questionários e grupos focais. Essa etapa de validação produz as heurísticas contingenciais que indicam quais são as limitações, condições e utilidades do artefato atual.

Método de desenvolvimento

O projeto de desenvolvimento foi baseado no modelo “*Game Design Document para Jogos Sérios*” elaborado por Vasconcellos (2021), que divide o projeto de *game design* de um jogo sério em três dimensões: dimensão narrativa, dimensão procedimental e dimensão estética. Alguns autores teóricos de *game design* também foram úteis no projeto de desenvolvimento, como Salen e Zimmerman (2004) e Schell (2019).

A implementação dos protótipos foi realizada através da *game engine*¹ Unity, que faz uso da linguagem de programação C#. Alguns pacotes de ferramentas desenvolvidos por terceiros foram necessários para a incrementação e adição de mais funcionalidades aos protótipos. O mais importante deles é o *VIDE Dialogues*, um editor de diálogos de múltiplos caminhos. Essa ferramenta possibilitou a implementação de uma das principais mecânicas de jogo. As alterações de cada versão do projeto do *software* foram salvas em um repositório público online na plataforma *GitHub*, com o código fonte podendo ser acessado e baixado por computador com acesso à internet². A versão final de cada protótipo do jogo foi armazenada na plataforma de hospedagem de jogos e ferramentas *itch.io*, disponível para acesso a partir de qualquer navegador de rede para computadores³.

¹ *Game engines* (em tradução livre, motores de jogo) são *softwares* especializados na criação de jogos e outras aplicações digitais.

² Código fonte disponível no link: <https://github.com/gabrpm/Litoralia>.

³ Versão atual do protótipo disponível no link: <https://gabrpm.itch.io/litoralia>.



Game Design

Esta seção apresenta os resultados relativos ao projeto de *game design*, descrevendo seus conceitos e planejamento ao longo das dimensões narrativa, estética e procedimental.

Dimensão narrativa

O título escolhido foi Litorália, pois remete aos elementos do litoral brasileiro. Com o intuito de fazer com que o jogador se identifique mais com o jogo, optou-se por criar a personagem principal com nome, gênero e características físicas customizáveis. Além disso, foi atribuída a ocupação de estudante do ensino básico à personagem, uma vez que este é o público-alvo deste artefato.

A história gira em torno da personagem principal conhecendo mais profundamente o ambiente litorâneo onde vive após uma aula de Biologia. A partir daí, ela realiza ações em prol da conservação do meio-ambiente. As principais mediadoras dessas ações são sua professora de Biologia, que sugere que a personagem principal converse com outros personagens da costa que estão fazendo mal à natureza, e sua melhor amiga, que adora fotografia e sugere que ela utilize seu celular como registrador da natureza e dos problemas ambientais da cidade.

Dimensão procedimental

O jogo é situado em um ambiente virtual em 2D, com câmera em perspectiva *top-down* (de cima para baixo). Esta abordagem permite que a personagem controlada pelo jogador se desloque por todas as direções, e não apenas esquerda e direita, como no caso de um jogo de plataforma. Isso confere ao jogador uma maior capacidade de exploração horizontal. Ao mesmo tempo, evitam-se alguns custos e complicações que exigem o desenvolvimento de aplicações em 3D, como modelagem de objetos e capacidade gráfica do dispositivo destino.

O local explorado é uma cidade costeira com três ambientes principais: a costa, o mangue e o recife. A costa é caracterizada no jogo pela faixa de água, faixa de areia, e vegetação adjacente. O mangue é caracterizado pela área de vegetação terrestre do encontro do mar com o rio. O recife é uma formação rochosa que serve como habitat para várias espécies marinhas. O jogador ainda pode acessar a escola que é o local onde ele recebe as missões para avançar no jogo.

A progressão do jogo se dá através de duas séries de missões designadas à personagem principal. São elas: a) registrar as espécies da fauna e flora ocorrentes nos três ambientes do jogo e; b) conscientizar a comunidade sobre as questões ambientais do ecossistema. Estas missões são cumpridas através de duas mecânicas principais: fotografar e dialogar com personagens não jogáveis (NPCs⁴). A Figura 3 mostra um diagrama ilustrando a mecânica de fotografia.

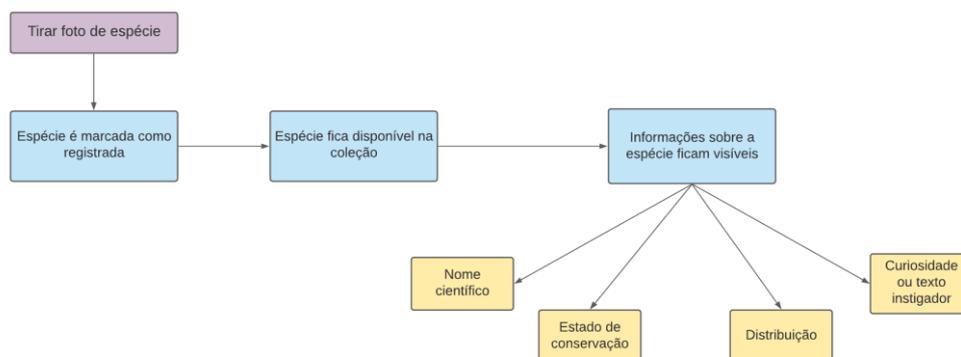


Figura 3 - Fluxograma ilustrando a mecânica de fotografia. Material elaborado pelos autores.

Ao encontrar uma espécie em um dos três ambientes do jogo, o jogador deve fotografá-la para que ela seja registrada e disponibilizada na coleção que exibe algumas informações sobre ela. A escolha por uma mecânica de fotografia é inspirada por alguns jogos de entretenimento que têm como característica principal a ação de fotografar, como *Alba: A Wildlife Adventure* (Ustwo Games, 2020) e as séries *Endless Ocean* (Arika, 2007, 2009) e *Pokémon Snap* (Bandai Namco, 2021; HAL Laboratory, 1999). É interessante notar que esses jogos possuem como tema central a vida selvagem e a natureza, mesmo que o último deles em um universo de fantasia. Poremba (2007) discute que duas das razões pelas quais fotografar é uma mecânica de jogo atrativa são os fatores explorar e colecionar. Isto é, ao procurar e encontrar um organismo ou um momento, o jogador retrata-o e faz com que aquilo se transforme em uma validação da experiência de exploração. Colecionar diversas fotos faz com que o jogador possua lembranças de experiências significativas do jogo. Em Litorália, espera-se que o jogador

⁴ NPC é uma sigla comum na comunidade de jogos digitais que significa *non-playable character* (em tradução livre, personagem não-jogável). Ela é usada para se referir a personagens ou seres no jogo que não são controlados pelo jogador.



atue como retratador da flora e da fauna litorânea, registrando experiências de jogo e dessa forma participando de uma aprendizagem significativa.

A coleção de espécies registradas representa o recurso com maior densidade de conteúdo didático. Ela traz uma imagem do organismo em ambiente natural e informações importantes sobre as espécies registradas, como nome comum, nome científico, ocorrência e risco de extinção.

A mecânica de conversa com os personagens se baseia em diálogos de texto de múltipla escolha. O jogador deve sempre escolher a argumentação certa em uma série de falas do interlocutor. Caso o jogador acerte todas as argumentações, o NPC é conscientizado, fazendo com que o jogador progrida naquela missão. Em caso de erro, aquela conversa termina, podendo ser reiniciada novamente.

O fluxograma apresentado na Figura 4 mostra como é o ciclo geral da jogabilidade.

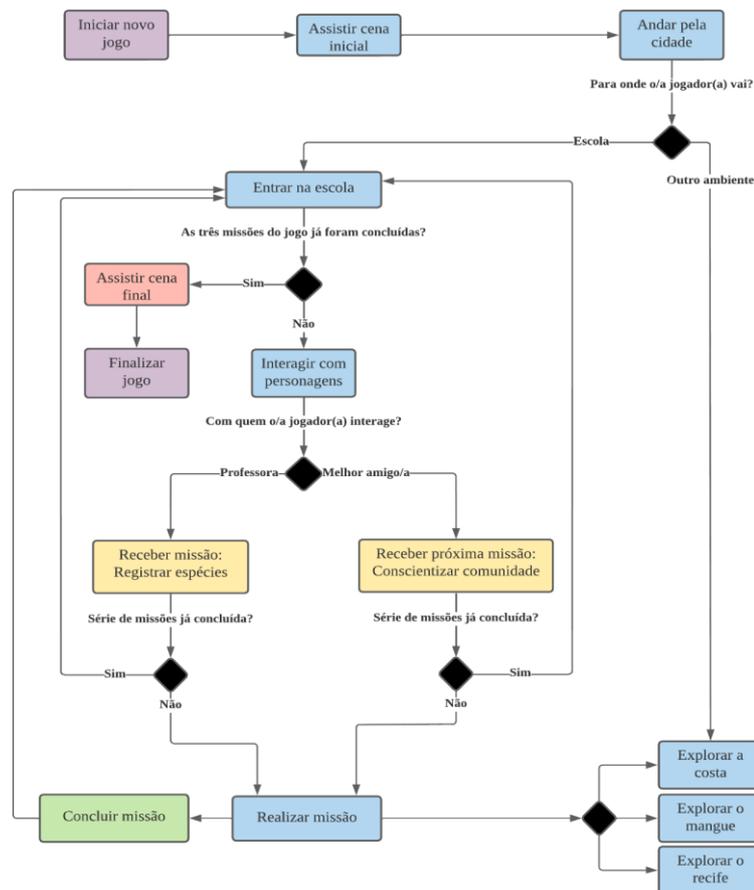


Figura 4 - Fluxograma representando o ciclo geral da jogabilidade. Material elaborado pelos autores.

Ao iniciar um novo jogo, o jogador anda pela cidade até algum lugar de sua escolha. Caso ele vá até a escola, deve então interagir com alguma personagem para que esta lhe dê uma missão. Então, o jogador deve voltar a explorar a cidade em busca de realizar as tarefas requisitadas para concluir a missão atual. Assim que o jogador completar as duas séries de missões do jogo e entrar na escola, será exibida uma cena final e então o jogo é finalizado.

Dimensão estética

A arte do jogo é em *pixel art*⁵, pois essa é uma técnica mais barata e acessível e com uma popularidade e aceitação muito alta na indústria de jogos. Entretanto, definiu-se que mesmo que a arte não seja realista, um esforço deve ser feito a fim de enfatizar características facilmente reconhecíveis em ambiente natural. O estilo musical final ainda não foi definido, porém foi decidido que ritmos brasileiros sejam abordados, tanto para que a trilha sonora tenha ligação com a ambientação, como para que a cultura local seja reconhecida.

Objetivos de Aprendizagem e ODS

Foram definidos cinco objetivos de aprendizagem para Litorália. A Tabela 1 enuncia todos eles e relaciona cada um a diferentes ODS, baseado em suas definições e sugestões de acordo com a UNESCO (2017). A presença de 7 ODS, de um total de 17, demonstra a pluralidade pedagógica intencionada pelo artefato.

⁵ *Pixel art* (em tradução livre, arte de pixel) é uma técnica artística usada para criar imagens nas quais todos os pixels visíveis na tela são colocados intencionalmente (Silber, 2015).



Tabela 1 - Os objetivos de aprendizagem do artefato e os respectivos ODS relacionados. Material elaborado pelos autores.

Objetivos de aprendizagem de Litorália	ODS relacionados
1) Explicar as principais características dos ambientes costeiros, marinhos e estuarinos do Brasil	14, 15
2) Reconhecer espécies típicas dos ecossistemas costeiro, estuarino e marinho	14, 15
3) Associar os organismos encontrados a alguma(s) de suas funções ecológicas nos ecossistemas	6, 13, 14, 15
4) Compreender quais são alguns dos problemas ambientais que afetam o ambiente costeiro, estuarino e marinho	3, 6, 11, 12, 13, 14, 15
5) Saber como proceder em algumas situações de perigo ao meio-ambiente e aos humanos	3

É possível notar que os ODS mais representados foram o 14 (Vida na Água) e o 15 (Vida na Terra), pois são estes que falam especificamente da biodiversidade aquática e terrestre e como elas impactam na sociedade.

A Tabela 2 indica como o jogo tem a intenção de alcançar os objetivos de aprendizagem. No decorrer do jogo, o jogador-aprendiz deve experienciar momentos que corroborem com o progresso de cada um dos objetivos, sendo esperado dele a habilidade de realizar cada uma das proposições enunciadas acima ao final da jogatina. Isso passa por uma harmonia entre as dimensões narrativa, estética e procedimental que visa engajar e chamar a atenção do estudante.

Tabela 2 - Objetivos de aprendizagem (OA) de Litorália e como eles serão alcançados.

Material elaborado pelos autores.

OA	Como o objetivo será alcançado?
1)	Através da associação dos fatores bióticos e abióticos encontrados nos ecossistemas. A mecânica de fotografia tem como objetivo a fixação da imagem destes fatores pelo estudante. Além disso, a mecânica de diálogo pede do jogador um julgamento correto de afirmações que possuem conteúdo pertinente a este tema.
2)	Através da combinação da mecânica de fotografia de espécies com uma arte que evidencie caracteres reconhecíveis dos organismos abordados. Além disso, a coleção com as espécies registradas mostra ao jogador uma imagem do organismo em ambiente natural e informações importantes sobre ele.
3)	Através do posicionamento correto das espécies no cenário e de diálogos. Identificar o local de um organismo já é um indício do papel daquela espécie naquele ecossistema. Para que a função ecológica destes fique clara, conversas com NPCs sobre determinados seres serão presentes. O painel de informações das espécies também traz dados e materiais nesse sentido.
4)	Através das mecânicas de diálogo, de fotografia dos textos no painel de informação das espécies. Muitas conversas existentes no jogo se referem a quais são os problemas ambientais e como mitigá-los. Os <i>links</i> dos painéis de cada espécie também podem possuir vídeos com informações acerca do tema.
5)	Através da narrativa e de informações sobre as espécies na coleção. Algumas situações do jogo são perigos aos humanos (p. e. uma caravela na praia). Nessas situações, NPCs descrevem os perigos e o que fazer.

Também é importante pontuar que a autonomia do jogador em Litorália é uma marca importante em como se dá a aprendizagem do jogo. A possibilidade de escolha da linha de argumentação utilizada pelo usuário nas conversas com NPCs traz um direcionamento guiado pelo jogador. Também o fato deste escolher como e em que ordem fotografar diferentes espécies garante uma autonomia de exploração do jogo. Além destes, outros elementos do jogo como movimentar-se pelo cenário, explorar diferentes regiões do mapa e conversar com personagens distintos no tempo e na ordem que desejar confere ao jogo uma abordagem construtivista, fugindo do modelo tradicional *behaviorista* e centralizando as escolhas no estudante, proporcionando assim uma aprendizagem significativa.



Litorália

Os resultados desta seção são referentes à terceira iteração pelo ciclo da DSR. É importante citar que os artefatos resultantes dos ciclos anteriores passaram pela etapa de validação. Um dos protótipos anteriores foi avaliado por professores de educação básica que testaram o *software* durante sessões de jogo e foram posteriormente entrevistados. Os avaliadores ressaltaram o potencial do projeto do jogo na Educação Ambiental de estudantes de educação básica e indicaram um modelo centrado no aprendiz, sugerindo uma abordagem construtivista. Com a avaliação dos especialistas as heurísticas contingenciais foram definidas e uma nova versão foi projetada.

Ao iniciar esta versão do protótipo, o usuário visualiza uma tela informativa, indicando as instruções de movimentação e de interação com personagens. A Figura 5 mostra esse painel de instruções.

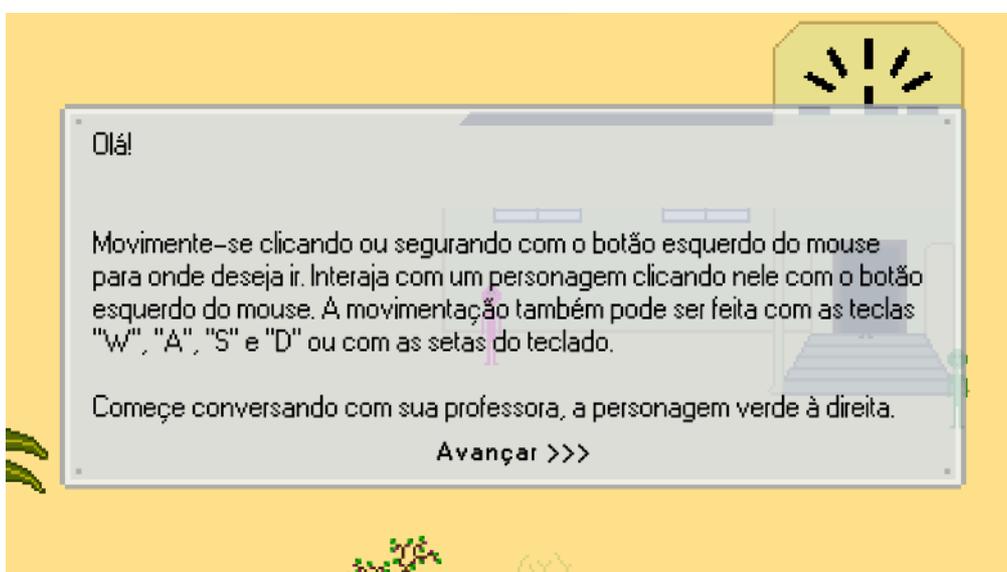


Figura 5 - Tela inicial de Litorália. Material elaborado pelos autores.

Logo em seguida o jogador é direcionado a um painel de customização do seu personagem. Nele, o jogador pode escolher, como mostra a Figura 6, um nome (Figura 6a), o gênero e a cor do personagem (Figura 6b). Os diálogos do jogo se adaptam às customizações escolhidas. Esse é um dos recursos chave para o interesse dos estudantes na aplicação, uma vez que customizar seu personagem, ou avatar, leva um sentimento de autonomia ao jogador, o que resulta em um maior engajamento em relação ao jogo (Kim et al., 2015). Todavia, é necessário ressaltar que esta é uma primeira versão dos recursos customizáveis do jogo. Portanto, mais funcionalidades

devem ser adicionadas, como a escolha de roupas e características físicas, com o intuito de aprimorar o artefato e incluir uma diversidade maior do público-alvo.

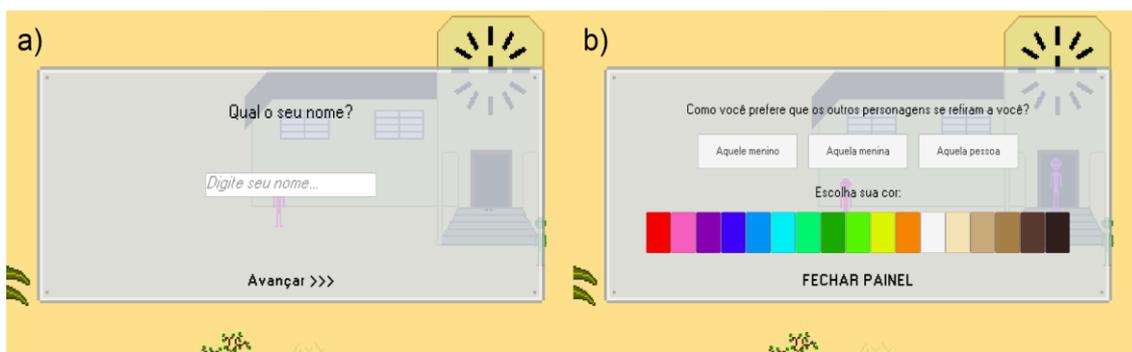


Figura 6 - Painel de customização. a) Escolha de nome; b) Escolha de gênero e cor.
Material elaborado pelos autores.

Para controlar a personagem principal, o jogador deve dar um clique ou segurar o botão esquerdo do mouse para onde quer ir. Alternativamente, o jogador pode mover-se através das teclas “W”, “A”, “S” e “D”. Caso queira interagir com um personagem, o jogador deve clicar nele e um painel de diálogo será aberto. Então o jogador deve avançar as falas do NPC e, como mostra a Figura 7, escolher a sua resposta entre três alternativas de resposta. O painel de diálogos mostra o rosto e o nome dos interlocutores, além de um indicador da alternativa a ser selecionada como resposta do jogador.

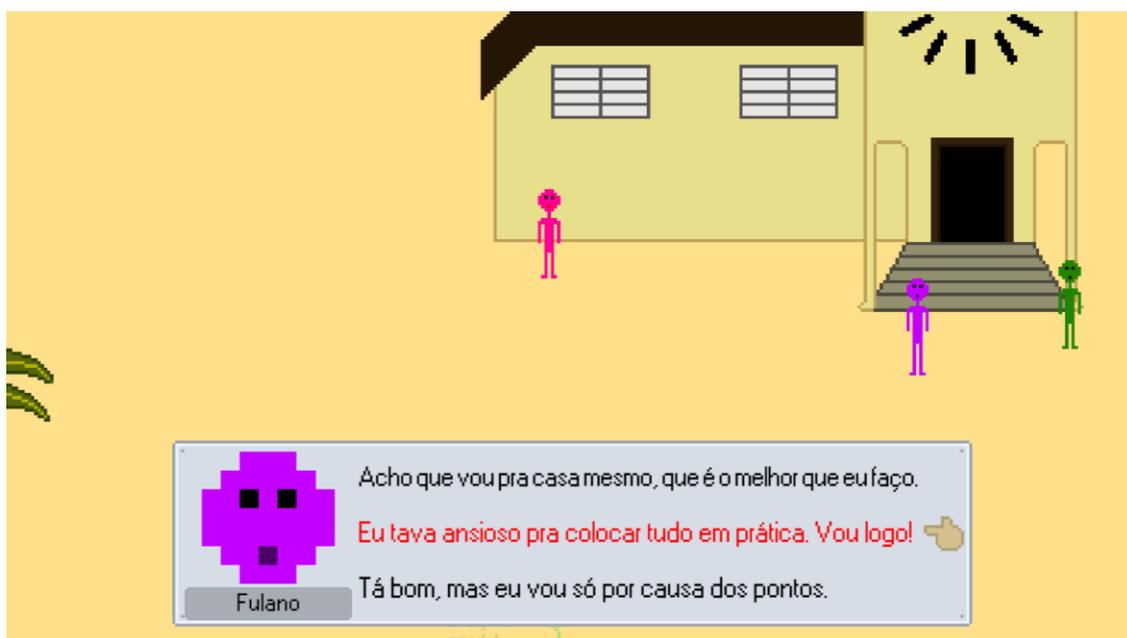


Figura 7 – Alternativas de resposta em diálogo com NPC.



A Figura 8 mostra o modo fotografia desta versão. Para ativá-lo, o jogador deve clicar no botão direito do mouse. Nesse momento, a tela escurece deixando visível somente um quadrado no centro, simulando a área da foto de uma câmera fotográfica. Além disso a câmera se aproxima para onde está o cursor, que se transforma em um indicador em forma de cruz. Este indicador mostra se a espécie focada já foi ou não registrada ao ficar vermelho ou verde, respectivamente. Ao clicar no botão direito do mouse, uma foto é tirada e um flash disparado. Se o registro feito for de uma espécie não registrada, ela fica disponível na coleção e uma notificação aparece para o jogador. Caso o jogador queira sair do modo fotografia, ele deve novamente clicar no botão direito do mouse.



Figura 8 - Modo fotografia. Material elaborado pelos autores.

A interface visível enquanto o jogador explora o mapa pode ser vista na Figura 9. Três botões são dispostos no canto inferior direito para acessar a câmera (ativar o modo fotografia), a coleção de espécies e as missões do jogo. No canto superior esquerdo se encontra um painel de dados com o nome e cor do personagem principal, a quantidade de NPCs com quem o jogador interagiu e o número de espécies registradas.



Figura 9 - Interface de jogo. Material elaborado pelos autores.

Para acessar a coleção, o jogador deve apertar no botão “Coleção” no canto inferior direito. Este botão ativa o painel apresentado na Figura 10a. Ele exibe as espécies já registradas em colorido e as não registradas em cinza, além da quantidade de seres vivos já registrados e o número total de espécies que existem no jogo. Clicando com o botão esquerdo em alguma espécie disponível, o painel de informações é aberto. As Figuras 10b, 10c e 10d mostram o painel de informações de espécies no qual foi implementado um sistema de abas com três seções: “Ficha Técnica”, “Ocorrência e Ameaça” e “Informações”. Este sistema foi feito com o intuito de aproveitar melhor o espaço, viabilizando a adição de uma boa quantidade de informações sobre a espécie em questão, como fatos importantes e a classificação taxonômica. Há também um texto *flavour*⁶ pressionável que leva para uma página da internet com algum vídeo ou texto sobre aquela espécie.

No caso de querer visualizar as missões, o botão “Missões” deve ser acionado. Quando isso ocorre, todas as missões ativas e as já realizadas pelo jogador são mostradas, com seu título, descrição e progresso.

⁶ Tradução livre do inglês, texto de sabor, é um texto presente em componentes de jogos de cartas ou tabuleiro que não estão relacionados com as regras ou mecânica e servem somente para contextualizar o jogador no tema ou em algum universo objetivado pelo autor do jogo.



Figura 10 - Coleção e painel de informações. a) Coleção de espécies registradas; b) Aba "Ficha Técnica"; c) Aba "Ocorrência e Ameaça"; d) Aba "Informações". Material elaborado pelos autores.

O ambiente de interação do jogo é mostrado pela Figura 11. O mapa do jogo é caracterizado por uma grande faixa costeira. Ao norte do mapa é encontrado o estuário, representado pelo encontro do mar com o rio. A presença desses dois ecossistemas permite a inserção de um número maior de espécies do que os protótipos anteriores. Todavia, é preciso citar a ausência do ambiente recifal, importante no planejamento do artefato. Este ecossistema deve conter espécies marinhas que o jogador não encontra normalmente na costa. A abordagem dos três ecossistemas no jogo vai ajudar o estudante a ter uma visão sistêmica da ecologia dos ecossistemas litorâneos, garantindo uma aprendizagem mais integrada. Esta versão do artefato possui 16 espécies diferentes que estão dispostas em locais no mapa que condizem com seu habitat. Cada uma delas possui sua representação em *pixel art*, com algumas características marcantes retratadas.

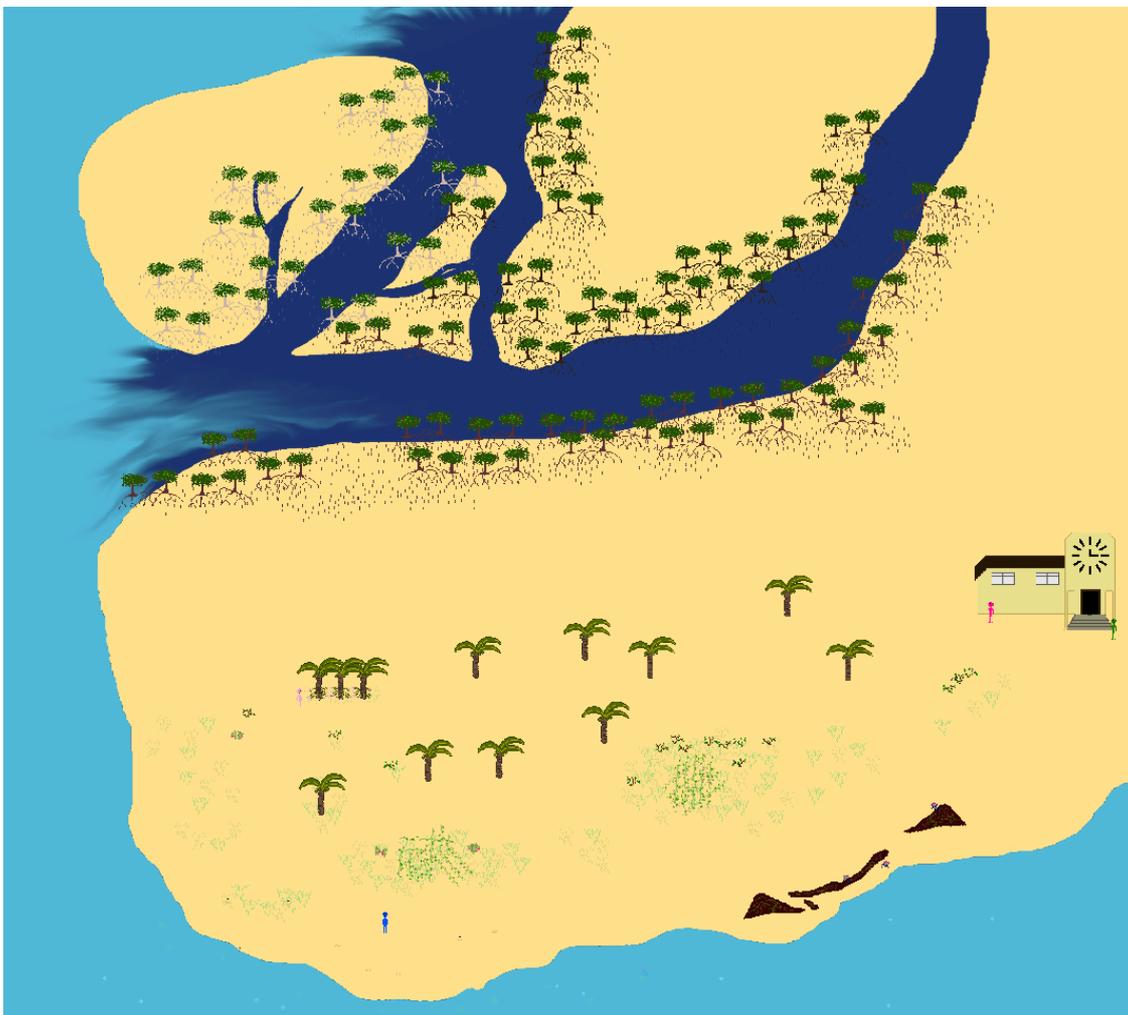


Figura 11 - Mapa do jogo. Material elaborado pelos autores.

A construção a Leste do mapa é a escola. O *game design* elaborado prevê que seja esse o local onde o jogador recebe as missões principais do jogo. Entretanto, nessa versão ela ainda não possui funcionalidade. Tematicamente é o local onde estão as duas personagens que passam missões ao jogador: sua amiga Rosinha, que passa as missões relacionadas a fotografar a fauna e flora do local, e a sua professora, que passa missões com o intuito de conversar com a comunidade local acerca do meio-ambiente.

Na área Oeste do mapa, é possível ver dois NPC: um azul e uma rosa. Estes personagens fazem parte da missão de conscientizar a comunidade. Ao interagir com o personagem azul, o jogador participa de diálogos sobre o despejo de lixo no ambiente aquático e seus perigos para a saúde humana. A NPC rosa tem diálogos relacionados aos perigos da introdução de espécies exóticas e à importância da mata de restinga para o ecossistema costeiro.



Considerações Finais e Trabalhos Futuros

Este artigo descreveu parte do processo de desenvolvimento e alguns resultados da prototipagem do artefato Litorália que visa o ensino de Biodiversidade e Educação Ambiental de ecossistemas litorâneos. Além disso, foram delimitados os contextos da crise ambiental global e da atual situação acerca do ensino de Biodiversidade e Educação Ambiental no Brasil. Esse cenário, junto com a teoria acerca da Aprendizagem Baseada em Jogos, ajuda a entender o porquê de Litorália possuir um potencial no processo de ensino-aprendizagem no ensino básico.

Os resultados obtidos indicam a adequação das mecânicas e sistemas implementados aos objetivos educacionais ODS 13 e ODS 15, definidos a partir dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável indicados pela UNESCO. Entretanto, avanços ainda devem ser feitos em novas repetições do ciclo da DSR, com o intuito de gerar artefatos que solucionem o problema da Educação Ambiental em ambientes litorâneos mais eficientemente. Por isso, mesmo que em versões anteriores tenham sido identificadas potencialidades no uso de Litorália como ferramenta de auxílio na Educação Ambiental e ensino de Biodiversidade, a versão descrita neste artigo também deve ser avaliada por especialistas e pelo público-alvo com o intuito de identificar como o jogo pode impactar no processo de conscientização e mudança de comportamento social dos jogadores.

É essencial também sugerir atividades complementares que levem o estudante a ter um contato mais próximo ao ambiente natural, como aulas práticas de campo ou a céu aberto. Dessa forma, o aprendiz pode praticar lições ensinadas durante as sessões de jogo fora deste contexto e o professor pode estimar uma mudança de comportamento dos estudantes em prol do meio ambiente. Práticas assim devem ser consideradas para as próximas etapas de avaliação de Litorália, focando na análise da mudança de comportamento e pensamento conservacionista proporcionada pelo jogo.

Diante disto, as seguintes atividades estão previstas como trabalhos de futuras iterações: adição do ecossistema de recifes; a implementação do áudio do jogo; a inserção de mais recursos customizáveis como roupas, rostos, cabelos e porte físico; o aumento no conteúdo de espécies e discussões ambientais; a elaboração do ambiente da escola e a validação do artefato por estudantes.

É interessante concluir afirmando que a importância de Litorália também se dá pela ausência de mecânicas tradicionais. Tais sistemas são centrados no *behaviorismo*

e mascaram ações maçantes e repetitivas da sala de aula, não tratando o aprendiz como protagonista. Assim, são incentivadas mais aplicações de jogos na educação básica com uma perspectiva que enfatiza a retórica procedimental, proporcionando mais escolhas, engajamento e interesse dos estudantes.

Referências Bibliográficas

- Adita, A., Ratnaningtyas, A., Nugraheni, E., & Srisawasdi, N. (2021). Game-based Biology Learning: A Systematic Review of the Literature during 2010-2019. *Journal of Education Khon Kaen University*, 44(2), 1–18. <https://doi.org/10.14456/edkkuj.2020.x>
- Arika (2007). *Endless Ocean*. Nintendo.
- Arika (2009). *Endless Ocean: Blue World*. Nintendo.
- Bandai Namco (2021). *New Pokémon Snap*. Nintendo.
- Barbosa, L. G., Alves, M. A. S., & Grelle, C. E. V. (2021). Actions against sustainability: Dismantling of the environmental policies in Brazil. *Land Use Policy*, 104, 105384. <https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2021.105384>
- Bogost, I. (2007). Persuasive Games: The Expressive Power of Video Games. In *New York*.
- Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular*.
- Carvalho, I. C. de Moura. (2017). *Educação Ambiental A Formação Do Sujeito Ecológico*. Cortez Editora e Livraria Ltda.
- Dresch, A., Lacerda, D. P., & Antunes, J. A. V. (2015). Design science research: A method for science and technology advancement. In *Design Science Research: A Method for Science and Technology Advancement* (1st ed.). Bookman. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07374-3>
- HAL Laboratory. (1999). *Pokémon Snap*. Nintendo.
- IPBES. (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.6417333>
- Kim, K., Schmierbach, M. G., Bellur, S., Chung, M. Y., Fraustino, J. D., Dardis, F., & Ahern, L. (2015). Is it a sense of autonomy, control, or attachment? Exploring the effects of in-game customization on game enjoyment. *Computers in Human Behavior*, 48, 695–705. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.011>
- Lewinsohn, T. M., & Prado, P. I. (2005). How many species are there in Brazil? In *Conservation Biology*, 19(3). <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00680.x>



- Myers, N., Mittermeyer, R. A., Mittermeyer, C. G., da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, *403*(6772), 853–858. <https://doi.org/10.1038/35002501>
- Passarelli, M., Dagnino, F. M., Earp, J., Manganello, F., Persico, D., Pozzi, F., Bailey, C., Perrotta, C., Buijtenweg, T., & Haggis, M. (2019). Educational games as a motivational tool: Considerations on their potential and limitations. *CSEU 2019 - Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education*, *1*. <https://doi.org/10.5220/0007586503300337>
- Pimentel, M., & Filippo, D. (2020). Design Science Research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos. *RE@D - Revista de Educação à Distância e Elearning*, *3*(1), 37–61.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of Game-Based Learning. *Educational Psychologist*, *50*(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>
- Poremba, C. (2007). Point and shoot: Remediating photography in gamespace. *Games and Culture*, *2*(1). <https://doi.org/10.1177/1555412006295397>
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, *63*, 50–58. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Romeiro, D. H. L., Silva, C. D. D. da, Cavalcante, B. P., & Santos, D. B. dos. (2020). Percepção ambiental de estudantes de comunidades litorâneas e metropolitanas sobre o Ambiente Marinho e sua conservação. *Nature and Conservation*, *13*(4). <https://doi.org/10.6008/cbpc2318-2881.2020.004.0015>
- Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). *Rules of Play - Game Design Fundamentals*. The MIT Press.
- Sauvé, L. (2005). Uma cartografia das correntes em educação ambiental. In M. Sato & C. Isabel (Eds.), *Educação ambiental: pesquisa e desafios* (pp. 17–44). Artmed.
- Savietto, S. F., Katon, G. F., Towata, N., Berchez, F. A. de S., & Ursi, S. (2014). Ambientes marinhos e costeiros: qual a percepção de estudantes de escolas do Litoral Norte de São Paulo? *Revista Da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia*, *7*.
- Schell, J. (2019). The art of game design: A book of lenses, 3rd edition. In *The Art of Game Design: A Book of Lenses, 3rd Edition*. <https://doi.org/10.1201/b22101>
- Silber, D. (2015). *Pixel art for game developers* (1st ed.). CRC Press.

- Silva, A. V. B., & Fernandes, F. (2015). Leitura em jogo: considerações sobre o ensino de literatura e jogos digitais no Paraná. *Revista Língua&Literatura*, 17(30).
- UNESCO (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives* (p. 62). https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000247444&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_82603519-4d73-431c-9324-8e0dcc1b6b1e%3F_%3D247444eng.pdf&locale=en&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000247444/PDF/247444eng.pdf#815_18_Learning%20Objectives_int_En.indd%3A.121497%3A366
- UNESCO (2020). *Cultura oceânica para todos: kit pedagógico*. UNESCO Digital Library. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373449>
- Ustwo Games. (2020). *Alba: A Wildlife Adventure*. Plug In Digital.
- Vasconcellos, M. S. de. (2021). *Game Design Document (GDD) para Jogos Sérios*. <https://drive.google.com/file/d/1N20mBICQ2OWYEohKMaD5Dx8ZtXlbTu9w/view?usp=sharing>
- Vasconcellos, M. S. de, Carvalho, F. G. de, Barreto, J. O., & Atella, G. C. (2017). As Várias Faces dos Jogos Digitais na Educação. *Informática Na Educação: Teoria & Prática*, 20(4 dez). <https://doi.org/10.22456/1982-1654.77269>
- Vasconcelos, C., Praia, J. F., & Almeida, L. S. (2003). Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, 7(1), 11–19. <https://doi.org/10.1590/s1413-85572003000100002>
- Vining, J., Merrick, M. S., & Price, E. A. (2008). The distinction between humans and nature: Human perceptions of connectedness to nature and elements of the natural and unnatural. *Human Ecology Review*, 15(1).
- Zanini, A. M., Vendruscolo, G. S., Milesi, S. V., Zanin, M., Beatris, S., & Zakrzewski, B. (2020). Percepções de estudantes do Sul do Brasil sobre a biodiversidade da Mata Atlântica. *Interciência*, 45(1), 15–22.