

“Explorando a Fronteira”: PWA Educativa para Incentivar a História Regional

Thiago F. S. Mendonça¹, Thiago V. Alencar¹

¹Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)
Av. Costa e Silva, s/nº – 79070-900 – Campo Grande – MS – Brazil

thiago.ferreira@ufms.br, thiago.vilalva@ufms.br

Abstract. *Aiming to develop a pilot game by using Progressive Web Application, this article supports the teaching and learning process for 3rd-grade students in schools in Ponta Porã - MS. The development process utilized Digital Information and Communication Technologies, enhancing contemporary learning experiences. As a result, this study presents the interface, functionalities, and PWA implementation of the serious game, demonstrating its practical effectiveness.*

Resumo. *Objetivando desenvolver um jogo piloto por meio da Progressive Web Application, para apoiar o processo de ensino-aprendizagem de alunos do 3º ano do Ensino Fundamental das escolas de Ponta Porã - MS, este artigo apresenta um quiz denominado “Explorando a Fronteira”. O processo de desenvolvimento foi baseado nas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, que elevam a experiência de aprendizagem nos tempos modernos. Como resultado, este trabalho apresenta a interface do jogo sério, suas funcionalidades e a apresentação da PWA, mostrando sua eficiência de forma aplicada.*

1. Introdução

Nos dias atuais, especialmente no cenário educacional, percebe-se que há uma crise motivacional. Grande parte das instituições de ensino, independente do nível de educação, tem encontrado dificuldades para obter o engajamento de seus estudantes utilizando recursos educacionais tradicionais. Considerando a realidade da nova geração e o modelo de ensino-aprendizagem atual, é possível observar a distância como os estudantes percebem e vivenciam a realidade e como as instituições tratam essa mesma realidade (Tolomei 2017). Os alunos se mostram desinteressados pela forma como as informações são apresentadas hoje.

No Brasil, em 2019, uma importante iniciativa foi aprovada. Trata-se da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe o professor como aquele que assume o papel de mediador da aprendizagem e estimula o engajamento e interação dos alunos na escola, utilizando técnicas metodológicas voltadas para o desenvolvimento da autonomia e personalização, como vem predizendo a cultura *maker*, as metodologias ativas e a gamificação, entre outros recursos, que buscam estimular o engajamento de alunos e professores (BNCC 2018) (Busarello 2016).

A chegada da nova BNCC nas escolas públicas e particulares, provocou mudanças significativas no fazer pedagógico do professor e das instituições, além de alterações nos materiais didáticos, pois tornou-se necessário repensar as práticas pedagógicas para adequar-se às novas orientações. Além disso, em janeiro de 2023, em concordância com

a BNCC, foi sancionada a Lei No 14.533, que em seu artigo terceiro, aprova e deixa claro o papel da tecnologia na educação. A lei descreve que a educação digital escolar tem como objetivo garantir a inserção da educação digital nos ambientes escolares, em todos os níveis e modalidades, a partir do estímulo ao letramento digital e informacional (Congresso Nacional 2023).

Neste novo cenário, busca-se utilizar recursos atuais que ampliam o conhecimento para além da sala de aula, com pesquisas constantes que estimulam o questionamento dos estudantes, levando-os a uma visão mais criativa. Em relação às Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), sabe-se que são resultado de mudanças socioculturais no século XXI. A democratização do acesso à internet permitiu a troca de informações entre pessoas de qualquer parte do mundo. Com isso, para que os alunos desenvolvam habilidades necessárias no mundo contemporâneo, o ambiente da sala de aula não pode ficar limitado a um espaço físico (dos Santos et al. 2020).

TDIC possibilitam, por exemplo, a condução de aulas de maneira muito mais dinâmica, interativa e colaborativa em comparação ao passado. Para isso, torna-se necessário reavaliar as práticas pedagógicas tradicionais, o que representa um desafio para os docentes contemporâneos: integrar os recursos disponíveis em TDIC às metodologias de ensino e aprendizagem. Essa já é uma necessidade consolidada, tendo em vista os avanços tecnológicos no campo da informação e comunicação, além do crescente uso dessas ferramentas pelos jovens. Diante disso, é inevitável refletir sobre o papel do professor nesse contexto digital. Compreende-se que o professor não perde sua posição central, mas passa a contar com novas oportunidades e ferramentas para enriquecer o processo educativo (Schuartz and Sarmento 2020).

Há pesquisadores (Assis 2015) que utilizam o termo Tecnologias Digitais da Comunicação e da Informação para se referir às tecnologias digitais conectadas a uma rede e há ainda outros (Valente 2013) que nomeiam as TDIC a partir da convergência de várias tecnologias digitais como: vídeos, softwares, aplicativos, smartphones, imagens, console, jogos virtuais, que se unem para compor novas tecnologias.

Com isso, os jogos educativos podem ser uma ferramenta para uso em sala de aula. Tem um objetivo didático explícito e podem ser adaptados ou adotados para melhorar o processo de aprendizagem (Panosso et al. 2015). Os alunos podem utilizar recursos digitais para criar os jogos, como softwares de edição de imagem e de texto. Os jogos também podem ser adaptados para uma versão digital, permitindo o uso de dispositivos tecnológicos como tablets e smartphones (Guardia 2023).

Jogos sérios têm o potencial de superar barreiras de acessibilidade e usabilidade, promovendo a inclusão no ensino básico, especialmente para estudantes com deficiência. Avaliar o impacto desses jogos no desenvolvimento do pensamento computacional, que são habilidades computacionais para resolver problemas, bem como suas contribuições emocionais e de desempenho, que pode ajudar na comunicação entre alunos da educação inclusiva. A dificuldade de interação entre professores e alunos na educação especial é um dos grandes desafios, e o uso de jogos sérios pode ser uma solução para ensinar vocabulário receptivo e apoiar o processo de ensino-aprendizagem. Esses jogos não apenas auxiliam alunos com deficiência, mas também servem como ferramentas para professores, tornando o aprendizado mais motivador e lúdico (Rodrigues et al. 2023).

Na cidade de Ponta Porã, no estado de Mato Grosso do Sul (MS), a carência de materiais didáticos para o ensino da história da cidade e do estado tem limitado a aprendizagem sobre a história e cultura local, afetando também a construção de uma identidade regional entre os alunos. A ausência de livros, documentos e recursos visuais que abordem a história política, o funcionamento das instituições e as particularidades da cidade, torna o ensino da matéria menos envolvente (O Progresso 2023) (News 2016).

Em particular, em 2016 foi criada a lei municipal que busca integrar esses conteúdos no currículo escolar, mas esbarra em uma série de desafios logísticos e financeiros. A criação de materiais específicos requer um esforço conjunto entre as instituições de ensino, o governo local e autores regionais para desenvolver um acervo educacional completo e acessível. Além disso, o treinamento adequado de professores é essencial para que possam apresentar os temas de forma didática e contextualizada, o que exige investimentos em capacitação e formação contínua.

A inclusão da história regional no currículo escolar visa conectar os alunos às suas realidades locais, promovendo a valorização de suas raízes culturais e históricas. Essa abordagem, fomentada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), busca formar cidadãos conscientes ao enfatizar o papel das comunidades na formação histórica do país. No entanto, apesar do desenvolvimento colaborativo de materiais didáticos, ainda há uma demanda por recursos mais dinâmicos, especialmente aqueles que utilizem as TDIC (Cabral et al. 2019).

Entre os materiais didáticos que buscam explorar, exibir e enriquecer o conhecimento sobre a história regional, temos o livro “Um Olhar Fronteiriço: História e Geografia”, escrito pelos professores Mirta Mabel Escovar Torraca Silva e Jonas Ariel Cantaluppi de Souza, desenvolvido para estudantes do 3º ano do Ensino Fundamental da Rede Municipal de Ponta Porã. A obra busca fornecer um entendimento sobre os aspectos históricos, geográficos e culturais da fronteira entre Ponta Porã (Brasil) e Pedro Juan Caballero (Paraguai). O projeto realizado entre 2019 e 2020 foi impulsionado pela necessidade de materiais educativos que representem as realidades únicas da região fronteiriça, visando enriquecer o conhecimento dos alunos sobre suas próprias comunidades (Ponta Porã News 2020).

Um aplicativo foi desenvolvido em 2023 (Bueno and dAmore 2023) para testar os conhecimentos sobre a história de Ponta Porã, fazendo com que os alunos obtenham mais conhecimento de uma forma mais interativa e agradável. Foi criado com conteúdo baseado no livro. Porém, ainda há espaço para aperfeiçoar essa aplicação, promovendo uma experiência de aprendizado mais dinâmica para os estudantes e mais adaptável aos recursos disponíveis aos professores.

Este trabalho propõe criar um novo aplicativo, que possa ser utilizado em diferentes tipos de dispositivos, gerando uma maior inclusão educativa, pois as instituições de ensino possuem situações financeiras distintas e, conseqüentemente, diferentes dispositivos à disposição para aulas práticas.

Enquanto as motivações para o desenvolvimento deste trabalho foram apresentadas nesta seção, a seção 2 apresenta a fundamentação teórica para que o projeto fosse realizado. A seção 3 apresenta estudos e trabalhos relacionando os temas jogos e educação. Já a seção 4, apresenta os materiais e ferramentas que foram utilizadas para a realização do projeto. O funcionamento completo do jogo, desde o cenário até aos tipos de questões

inseridas, incluindo o passo a passo a ser realizado pelo usuário, foi descrito na seção 5. Por fim, enquanto a seção 6 discute os principais resultados e pontua as dificuldades encontradas, a seção 7 apresenta as considerações finais.

2. Fundamentação Teórica

Nesta seção foram inseridas as teorias necessárias para a execução do projeto.

2.1. TDIC

O uso de tecnologias digitais, sobretudo as TDIC, ainda não é uma realidade em todas as escolas públicas do país. Muitos são os desafios a serem superados, especialmente, no que diz respeito à infraestrutura das instituições escolares, à disponibilidade de equipamentos e recursos tecnológicos (Branco et al. 2020).

As TDIC são definidas, no âmbito da educação, como um conjunto de ferramentas e recursos digitais usados para comunicação, criação, disseminação, armazenamento e gerenciamento da informação, incluindo as tecnologias como computador, internet, rádio, televisão e telefonia. Destas, a mais utilizada atualmente é o computador, por se tratar de uma ferramenta que une todas as possibilidades das demais TDIC num só instrumento (Santos 2014).

Com intuito de auxiliar no aprendizado, as TDIC podem ser instrumentos pedagógicos adicionais às aulas. Elas podem auxiliar o professor na construção do conhecimento dos seus alunos, uma vez que estas tecnologias proporcionam acesso a um grande conjunto de informações e recursos, implicando no desenvolvimento das habilidades e capacidades de avaliação, de interpretação e de reflexão crítica (Santos 2014).

2.2. Jogos Sérios em Educação (ou Educacionais)

Os Jogos Sérios (JSs), são jogos em que a educação é o objetivo principal e se utilizam da diversão e do envolvimento dos jogadores, usando o meio artístico dos jogos para alcançar um objetivo específico quer seja entregar uma mensagem, ensinar uma lição, ou prover uma experiência (Pessini et al. 2014).

Os JSs podem ser definidos como uma atividade lúdica realizada no contexto de uma realidade simulada, no qual os participantes tentam alcançar, pelo menos uma meta agindo de acordo com as regras. Sendo vistos como uma ferramenta educacional de grande potencial a ser explorado quando aplicada em sala de aula. Estes jogos voltados à educação, introduzem um modelo capaz de expor o aluno a diferentes tipos de experiências, que são conseguidas através do envolvimento do aluno, são elas: concentração, desafio, habilidades, habilidades de controle, objetivos claros, feedback, imersão e interação social (Santos et al. 2021).

Como ferramentas de apoio ao ensino, os jogos sérios modificam o modelo clássico de aprendizagem passivo, em que o aluno apenas recebe informações, permitindo que exerça sua autonomia em uma aprendizagem mais ativa. O aluno não apenas memoriza fatos, mas também ganha experiências e internaliza um modelo de como os conhecimentos e habilidades aprendidas podem ser aplicados em sua vida (Torrens et al. 2021).

Pesquisas demonstram que os jogos digitais podem ser aplicados na aprendizagem em contextos diferentes com resultados significativos para a educação. Através das

pesquisas, foi possível considerar que a disponibilização dos jogos para crianças e jovens, inicialmente, deixam-nas motivadas com as atividades propostas, mas, ao longo do desenvolvimento das atividades, é necessário o auxílio de uma pessoa externa. Deste modo, é extremamente importante que os jogos sérios sejam simples, necessitando de uma interface fácil de ser compreendida e passíveis de serem aplicados em variadas idades (dos Santos Colloca et al. 2018).

2.3. PWA

Para o desenvolvimento de jogos, existem plataformas que desempenham um papel fundamental na criação de experiências interativas e imersivas.

A Unity é uma das mais populares e amplamente utilizadas atualmente. Lançada em 2005, essa ferramenta evoluiu significativamente, tornando-se poderosa para desenvolvedores independentes e grandes estúdios. Sua popularidade se deve, em parte, à sua flexibilidade e ao suporte a múltiplas plataformas, que permite a criação de jogos para dispositivos móveis, consoles, PC e até realidade virtual (VR) e aumentada (AR) (FreeCodeCamp 2019) (Technologies 2023).

A Unity ajuda os alunos a visualizar objetos em vez de apenas ver o código. A interface dinâmica e visual torna o aprendizado de programação mais envolvente e divertido gerando interesse pelo assunto (Unity Technologies 2024).

O desenvolvimento de jogos também pode ser realizado através da construção de PWA (*Progressive Web Application*). As PWAs são aplicações web que combinam as melhores características dos websites e aplicativos nativos. Desenvolvidas com HTML, CSS e JavaScript, são projetadas para funcionar dentro de navegadores e proporcionar uma experiência similar a um aplicativo nativo sem necessidade de instalação via lojas de aplicativos (FlowMatters 2024).

Uma PWA também pode utilizar APIs (*Application Programming Interface*) da Web para interagir com os recursos de hardware de um dispositivo. No entanto, a funcionalidade desses aplicativos pode variar dependendo do navegador utilizado, já que nem todos oferecem suporte completo às mesmas APIs. No cenário em que todas as APIs necessárias são compatíveis, uma PWA pode alcançar o mesmo nível de funcionalidade que um aplicativo móvel convencional (SimiCart 2024).

Os navegadores modernos já oferecem amplo suporte ao acesso completo à câmera e ao microfone do usuário. Além das funcionalidades básicas, em alguns navegadores, é possível utilizar recursos avançados, como configurações detalhadas da câmera, detecção de formas, localização por GPS e reconhecimento de voz (SimiCart 2024).

PWAs priorizam acessibilidade e leveza, otimizadas para dispositivos com menos recursos. Visam oferecer uma navegação rápida e intuitiva, com foco na experiência de usuário e integração com o navegador (FlowMatters 2024).

As aplicações do tipo PWA evoluíram nos últimos anos, ganhando destaque por sua compatibilidade entre plataformas. Essas aplicações combinam o melhor dos sites e dos aplicativos nativos, oferecendo funcionalidades avançadas (Google Developers 2021; Google Developers 2020; Magazine 2018; Mozilla Developer Network 2024), tais como:

- Funcionalidade offline: Essas aplicações podem funcionar sem conexão à

internet, armazenando dados em cache.

- Instalação no dispositivo: Podem ser “instaladas” na tela de um dispositivo, sem a necessidade de passar por lojas de aplicativos como a Google Play ou a App Store.
- Desempenho rápido: São otimizadas para carregar rapidamente, mesmo em redes de baixa qualidade.
- Notificações *push*: Podem enviar notificações aos usuários, semelhante à aplicativos nativos.

Essas características fazem das PWAs uma solução flexível, acessível e econômica para desenvolvedores e empresas que desejam atingir um público amplo, sem comprometer a experiência do usuário.

Outra característica fundamental das PWAs é sua independência de sistemas operacionais específicos. As tecnologias como *Service Workers* e *App Manifest*, são essenciais para criar aplicações que funcionem em diversos dispositivos e sistemas operacionais, incluindo iOS, Android e desktops. Apesar das limitações em recursos como notificações *push* no iOS, as PWAs oferecem manutenção simplificada e custos reduzidos em comparação com apps nativos (Bitcot 2024).

Service Workers são ferramentas amplamente utilizadas em aplicações web, especialmente em PWAs, para oferecer funcionalidade offline. Agem como intermediários entre a aplicação e a rede, interceptando solicitações de rede de forma assíncrona. Utilizando APIs como *Cache Storage* e *IndexedDB*, os *Service Workers* armazenam recursos localmente, permitindo o acesso a conteúdos mesmo sem conexão. Além disso, os *Service Workers* gerenciam eventos como *fetch* (requisições de rede) e *push* (notificações), garantindo uma experiência contínua para o usuário em cenários offline (Mozilla Developer Network 2023) (Inviqa 2023).

Outra ferramenta de extrema importância para a criação de uma PWA é o arquivo *Web App Manifest*, um componente crucial para PWAs, permite que aplicações web se comportem como aplicativos nativos quando instaladas. Contém informações como nome do app, ícones, cores de tema, URL inicial e modo de exibição, garantindo uma integração fluida com o sistema operacional. Além disso, recursos como ícones adaptáveis e configurações de atalhos aprimoram a experiência do usuário. Este arquivo também define metadados que tornam o aplicativo instalável e personalizável, ajudando a alinhar a navegação com as expectativas do usuário nativo (Learn 2024) (Mozilla 2024).

Em setores como e-commerce e educação, as PWAs têm se mostrado vantajosas ao melhorar o alcance móvel e o desempenho em redes de baixa qualidade. Empresas como Starbucks e Trivago, por exemplo, utilizam PWAs para permitir que os usuários naveguem e façam pedidos em cenários offline, o que melhora a experiência do cliente e aumenta as taxas de engajamento e retenção. Essas aplicações reduzem barreiras ao permitir que os usuários contornem as lojas de aplicativos tradicionais, simplificando o processo de instalação e possibilitando atualizações automáticas a cada visita (NearForm 2020) (AppYourself 2020).

3. Trabalhos Correlatos

A seguir destacam-se três trabalhos que conversam com o tema deste projeto:

1. **O jogo “Folk Adventures: Defenda o Bioma Pantaneiro e suas Lendas em um Jogo Sério de Aventuras Folclóricas”** apresenta o desenvolvimento de um jogo sério com foco na preservação do bioma Pantanal e na valorização de suas lendas folclóricas. O jogo busca educar o público infantil por meio de uma narrativa interativa que envolve animais e elementos naturais característicos da região. Utilizando quizzes e desafios, promove conscientização ambiental e cultural (Santos et al. 2021).
2. **O jogo “Math Dreams: Adaptação de Modelo e de Boas Práticas de ICC em um Jogo Sério de Matemática Básica”** apresenta o desenvolvimento de um jogo educacional voltado para o ensino de matemática básica para crianças. Utiliza práticas reconhecidas em Interação Humano-Computador (IHC) para criar uma experiência interativa e lúdica. O jogo foi projetado como um protótipo, utilizando um modelo cíclico simplificado em relação ao tradicional design de jogos, e incluiu a aplicação de feedback dos usuários para refinar o produto (Santos et al. 2022).
3. **O trabalho “Desbravando a Divisa: Um Quiz Educativo”** apresenta o desenvolvimento de um jogo sério no formato de quiz, com foco na história regional de Ponta Porã e do estado do Mato Grosso do Sul. Este jogo foi inspirado no livro “Um Olhar Fronteiriço: História e Geografia” e busca promover o aprendizado de forma lúdica e interativa, utilizando tecnologias digitais. O projeto foi elaborado usando a plataforma Unity, envolvendo o uso de perguntas variadas (como verdadeiro ou falso, alternativas e questões discursivas) que incentivam o protagonismo dos estudantes no processo de aprendizagem. Além disso, o jogo oferece feedback imediato e adapta-se a diferentes estilos de ensino e aprendizagem, sendo uma ferramenta eficaz para reforçar o vínculo dos alunos com sua comunidade local e seu patrimônio histórico-cultural (Bueno and dAmore 2023).

Esse último foi o projeto do qual se originou o novo desenvolvimento, com a reformulação e a reimplementação do jogo “Desbravando a Divisa”, substituindo a abordagem baseada na Unity pelo desenvolvimento como uma PWA. Essa mudança visa melhorar limitações identificadas no uso da Unity, como a dependência de instalações específicas para cada plataforma e a necessidade de dispositivos com maior capacidade de processamento. A PWA, por sua vez, oferece vantagens significativas: É multiplataforma por natureza, funcionando diretamente em navegadores modernos, seja em dispositivos móveis, desktops ou tablets, sem a necessidade de instalação. Além disso, as PWAs são leves, rápidas e permitem atualizações contínuas de forma mais simples. Essa abordagem não apenas amplia a acessibilidade do jogo a um público mais diversificado, mas também reduz a complexidade técnica para o usuário final, promovendo uma experiência mais fluida e universal.

4. Materiais e Métodos

Este estudo utilizou uma abordagem exploratória e descritiva. A abordagem exploratória justifica-se pela necessidade de aprofundar conhecimentos prévios sobre jogos educacionais e sobre uma **Progressive Web Application**, que permite a integração com vários dispositivos sem a necessidade de mudar a programação. A abordagem descritiva visa detalhar o desenvolvimento de um jogo educacional como uma PWA, em que se criou um quiz com design infantil, direcionado a crianças da faixa etária de 8 anos, com design inspirado na fauna e flora de Ponta Porã.

4.1. Livro

O livro didático “Um Olhar Fronteiriço: História e Geografia”, dos autores professores Mirta Mabel Escovar Torraca Silva e Jonas Ariel Cantaluppi de Souza (ambos educadores da Rede Municipal de Ensino de Ponta Porã), foi usado como base para a elaboração do projeto. Foi produzido no período de 2019 a 2020, com financiamento da Prefeitura de Ponta Porã. Foram impressos 250 exemplares de 128 páginas coloridas. Tem como foco os alunos do 3º ano do ensino fundamental, relatando de forma pedagógica a realidade histórica e geográfica de Ponta Porã, fronteira com a cidade de Pedro Juan Caballero no Paraguai (Silva and de Souza 2020).

4.2. Ferramentas

Nesta seção são descritas as ferramentas que foram utilizadas para a execução do projeto.

4.2.1. PWA

Para o desenvolvimento da aplicação foi escolhido a PWA, que permite que o jogo tenha uma vasta compatibilidade, já que depende somente de um navegador de internet, possibilitando que o jogo execute em desktops, tablets, notebooks e celulares, aparelhos comuns nas diversas redes de ensino. O projeto foi feito no formato de um quiz, no qual o usuário responde as questões de forma progressiva. Todas as perguntas do quiz são baseadas no livro.

Existem algumas maneiras de fazer uma PWA, é possível transformar um site já existente, por exemplo. No entanto, escolhemos implementar a aplicação desde o começo. Assim, com HTML e CSS, adicionamos as questões e estilizamos o quiz, respectivamente. Com JavaScript, criamos as funções necessárias para o funcionamento do projeto. Nesse ponto, já tínhamos a estrutura como a de um site, tornando simples a criação da PWA. Para isso, criamos um arquivo JSON, chamado de manifest.json, que contém as informações sobre a PWA, como nome, ícone, cor de tema, etc. Registramos o *Service Worker*, que é o responsável por armazenar em cache os arquivos necessários para que a PWA funcione offline. Criamos um arquivo Service-Worker.js. Por fim, conectamos ambos os arquivos ao HTML. Foi incluído o link no código HTML para que o navegador consiga encontrar o arquivo manifest.json e acessar as informações, além de adicionar um script que registra o arquivo Service-Worker.js. O script verifica se o navegador suporta *Service Workers*. Caso suporte, adiciona uma lista de eventos à serem carregados, que faz o registro quando a página é carregada.

A seguir, a Figura 1 apresenta as capturas de telas que foram obtidas de três aparelhos diferentes para mostrar uma ideia mais visual, em se tratando da compatibilidade/adaptação de dispositivos que a PWA proporciona.



Figura 1. Adaptação para diferentes dispositivos. Fonte: Do próprio autor.

4.2.2. Algoritmo de Fisher-Yates (Knuth Shuffle)

Foi utilizado o algoritmo de embaralhamento Fisher-Yates, também conhecido como Knuth Shuffle, para realizar a aleatoriedade das perguntas caso o modo de jogo aleatório fosse escolhido. O algoritmo foi originalmente descrito em 1938 por Ronald Fisher e Frank Yates, para gerar permutações aleatórias de listas de itens, garantindo que cada permutação possível tenha a mesma probabilidade de ocorrer. Inicialmente tinha complexidade $O(n^2)$, onde n representa o número de elementos na lista ou sequência que está sendo embaralhada. Richard Durstenfeld adaptou o algoritmo em 1964 para uso computacional, tornando-o mais eficiente com complexidade linear $O(n)$. Em vez de criar uma nova lista, o algoritmo realiza as trocas diretamente na lista original, economizando memória. Donald Knuth popularizou a versão moderna em seu livro “*The Art of Computer Programming*”, por isso, o algoritmo também é chamado de Knuth Shuffle (Wikipedia contributors 2024). Uma função do algoritmo escrita em Python é apresentada na Figura 2.

```
function shuffle(array) {  
  for (let i = array.length - 1; i > 0; i--) {  
    const j = Math.floor(Math.random() * (i + 1));  
    [array[i], array[j]] = [array[j], array[i]];  
  }  
  return array;  
}
```

Figura 2. Algoritmo Knuth Shuffle. Fonte: Do próprio autor.

4.2.3. Canva

Lançado em 2013, o Canva¹ é uma plataforma online de design e comunicação visual que tem como missão colocar o poder do design ao alcance de todas as pessoas do mundo, para que possam criar o que quiserem e publicar suas criações onde quiserem. Para o desenvolvimento dos backgrounds usados no projeto, usamos essa ferramenta.

5. Quiz Explorando a Fronteira

Um quiz é uma forma de jogo ou teste que consiste em perguntas e respostas, geralmente organizadas em formato de competição. É uma atividade popular em diversas áreas, como entretenimento, educação e treinamento. O objetivo principal de um quiz é testar o conhecimento e desafiar os participantes a responder corretamente as perguntas propostas.

5.1. Navegação pelas interfaces

A interface é essencial para o desenvolvimento de um jogo quiz, incluindo jogos sérios. Apresenta-se a seguir o caminho de navegação pelo jogo “Explorando a Fronteira” e as principais escolhas de design, que balizaram a construção das interfaces do jogo. O cenário foi projetado de forma a representar o ambiente apresentado no livro, com vegetação e animais. A ideia foi criar um cenário estático com imagens.

5.1.1. Tela inicial

A Figura 3 apresenta a tela inicial do jogo, com uma mensagem, uma caixa de texto para o usuário inserir o seu nome, além da indicação do botão **Iniciar**.



Figura 3. Tela inicial. Fonte: Do próprio autor.

Caso não seja escrito algum nome e o botão **Iniciar** for selecionado, uma mensagem é exibida, não permitindo avançar para a próxima página até que o nome seja escrito.

5.1.2. Regras e Créditos

A tela acessada após a tela inicial é mostrada na Figura 4. Contém um texto informando o que pode ou não ser feito nesse quiz e um texto de créditos aos desenvolvedores, além de um botão **Escolher Modo de Jogo**, para avançar no jogo.

¹<https://www.canva.com>

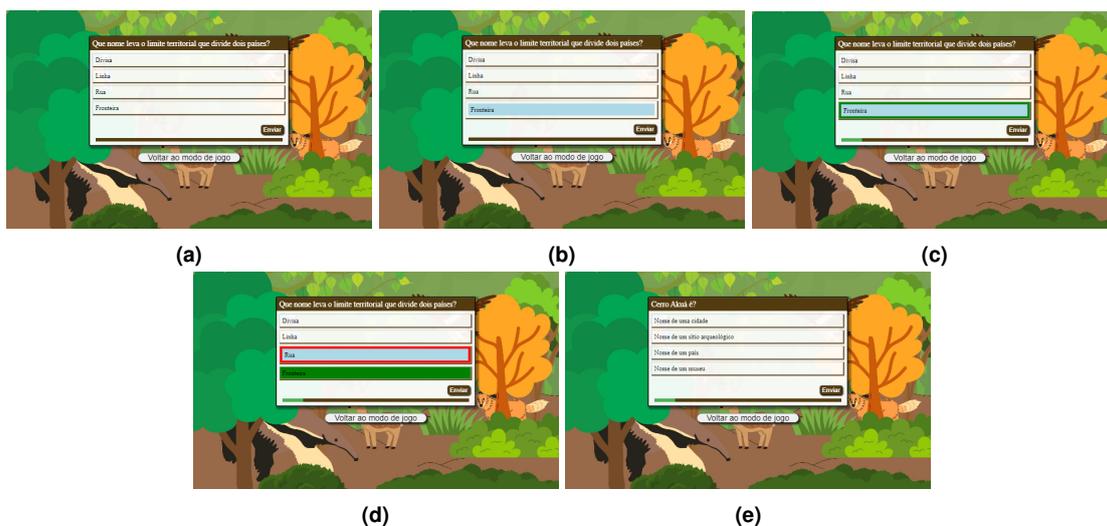


Figura 6. Dinâmica de resposta de uma pergunta. Fonte: Do próprio autor.

Foram utilizadas três formas de elaboração para as perguntas. A Figura 6(a) mostra um formato mais direto entre a pergunta e as alternativas. Foram feitas ao todo quatro questões nesse formato. A Figura 7(a) mostra um formato de completar as lacunas, onde a resposta correta é aquela que preenche corretamente as lacunas. Foi elaborada uma questão nesse formato. Temos também o formato de verdadeiro ou falso apresentado na Figura 7(b). Foram elaboradas quatro questões nesse formato.



Figura 7. Exemplo de perguntas. Fonte: Do próprio autor.

Todas as páginas de perguntas contam com um botão **Voltar ao modo de jogo**, que quando selecionado, leva o jogador para a página de Modo de Jogo conforme mostrado na Figura 5, podendo recomeçar o quiz ou trocar o modo de jogo.

Após responder a última pergunta, o usuário é redirecionado para a página de feedback conforme mostrado na Figura 8. Onde o jogador terá o resultado do seu quiz, no formato de: número de perguntas acertadas/número total de perguntas. Também é mostrado um botão **Sair para o menu inicial**, através do qual irá para a página inicial do quiz Figura 3. Em se tratando de uma PWA, para sair do jogo basta encerrar a sessão no navegador utilizado ou fechar a janela da aplicação, caso já tenha sido instalada.



Figura 8. Página de feedback. Fonte: Do próprio autor.

6. Resultados e Discussão

O uso da PWA facilita a compatibilidade do jogo com os mais diversos formatos de telas presentes nos dispositivos usados nas escolas.

Ademais, poder baixar o jogo como uma extensão do navegador Figura 9 facilita muito na hora de disponibilizar e salvar o jogo nos laboratórios e dispositivos. Isso evita ter que ficar compartilhando o link do jogo toda vez que for acessá-lo. Para instalar, por exemplo, no navegador EDGE, basta acessar as configurações através dos "três pontinhos" no canto superior direito, ir até a guia Apps e clicar em instalar, conforme Figura 9(a). Isso acontece também de forma automática ao acessar o quiz, onde uma mensagem é exibida perguntando ao usuário se deseja instalar ou não, conforme Figura 9(b). No processo de instalação, é possível permitir algumas opções que são: fixar na barra de tarefas, fixar em iniciar, criar atalho na área de trabalho e início automático ao entrar no dispositivo, mostrado na Figura 9(c). Marcando a caixa de seleção, por exemplo, para criar um atalho na área de trabalho, um ícone fica visível na área de trabalho como um aplicativo, facilitando o acesso. A Figura 9(d) mostra a tela inicial do jogo após a instalação.

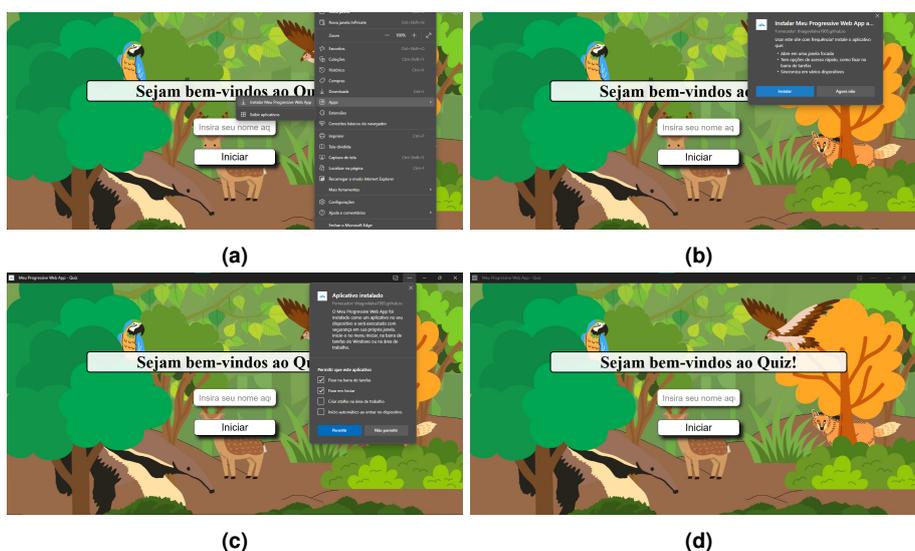


Figura 9. Exemplo de salvamento da PWA como extensão no navegador EDGE. Fonte: Do próprio autor.

Para a implementação, um passo importante foi a definição do armazenamento a ser usado cada vez que o quiz fosse acessado. A princípio foi usado o *localStorage* para esse fim, o que causou alguns problemas, pois quando alguma alteração no código era feita, não aparecia na compilação devido ao fato do *localStorage* armazenar dados mesmo após o navegador ser fechado. Era preciso limpar a cache do navegador e compilar o programa novamente.

Após mudarmos para o *sessionStorage* esse problema acabou, pois a diferença é que este é usado para armazenar o estado de um formulário, enquanto o usuário está preenchendo (dados voláteis). O *localStorage* é usado para manter configurações do usuário, como temas, preferências ou dados que devem persistir em sessões futuras.

O maior desafio encontrado foi a programação do modo de jogo aleatório. Inicialmente as questões referenciavam uma a outra, pois só havia o modo sequencial implementado. Isso dificultava a criação do modo aleatório. Uma ideia seria criar outros arquivos de questões somente para o modo aleatório, mas isso apesar de funcionar, deixa a inclusão de novas perguntas um tanto mais complicadas. Então, o caminho escolhido foi utilizar uma função para verificar qual modo de jogo foi selecionado pelo usuário e a criação do arquivo *Aleatorio.html* que embaralha as questões usando o algoritmo de Fisher-Yates.

7. Considerações Finais

A importância de aplicações voltadas ao ensino, como um jogo sério, que consiga ir além das barreiras da desigualdade nas mais diversas instituições de ensino do país, é de fato um desafio. Com o avanço tecnológico, as escolas têm buscado integrar TDICs em suas atividades de ensino e aprendizagem para melhorar o processo educacional e preparar os estudantes para o mundo cada vez mais digital.

Vale pontuar que foi interessante realizar pesquisas e práticas para se aprofundar em programação web, visto que não é um foco da graduação. Assim, foi desenvolvido um quiz para ser utilizado nas escolas de Ponta Porã/MS, para alunos da faixa etária dos 8 anos. O quiz foi implementado com uma PWA, que se mostra eficiente por se adaptar aos mais diversos tipos de aparelhos eletrônicos presentes nas escolas, proporcionando que a aplicação possa ser acessada por hardwares de diferentes especificações, formas e tamanhos. Por se tratar de uma programação web, pode ser acessada de qualquer lugar com acesso a internet, possibilitando aulas assíncronas em períodos de crise ou necessidade.

Como objetivos futuros espera-se expandir o jogo através da integração com um banco de dados, para armazenar as questões do quiz e as respostas dos alunos, e ainda, cronometrar o tempo que leva para responder todas as questões, de forma que poderá estimular a competitividade entre os alunos com a criação de um ranking em tempo real, além do professor poder ter um feedback em tempo real dos acertos e erros de cada aluno.

Referências

[AppYourself 2020] AppYourself (2020). Success story: Trivago relies on progressive web apps. Disponível em: <https://appyourself.net/en/blog/success-story-trivago-relies-progressive-web-apps/>. Acessado em: 26 nov. 2024.

- [Assis 2015] Assis, L. M. E. d. (2015). Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 29(51):428–434.
- [Bitcot 2024] Bitcot (2024). Progressive web apps: Everything you need to know about pwAs. Disponível em: <https://www.bitcot.com/progressive-web-apps-pwa-the-complete-guide/>. Acessado em: 2024-11-27.
- [BNCC 2018] BNCC (2018). *Base Nacional Comum Curricular - BNCC*. Ministério da Educação (MEC), Brasília, DF.
- [Branco et al. 2020] Branco, E. P., Adriano, G., and Zanatta, S. C. (2020). Educação e TdIC: contextos e desafios das aulas remotas durante a pandemia da covid-19. *Debates em Educação*, 12:328–350.
- [Bueno and dAmore 2023] Bueno, H. M. and dAmore, P. G. D. (2023). Desbravando a divisa - um quiz educativo. Monografia de Graduação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/7683>. Acessado em: 2 dez. 2024.
- [Busarello 2016] Busarello, R. I. (2016). *Gamification: princípios e estratégias*. Pimenta Cultural, São Paulo.
- [Cabral et al. 2019] Cabral, A. L. T., Lima, N. V. d., and Albert, S. (2019). TdIC na educação básica: Perspectivas e desafios para as práticas de ensino da escrita. *Trabalhos em Linguística Aplicada*, 58(3):1134–1163.
- [Congresso Nacional 2023] Congresso Nacional (2023). Lei nº 14.533, de 11 de janeiro de 2023: Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996, 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/114533.htm. Acessado em: 23 nov. 2024.
- [dos Santos et al. 2020] dos Santos, L. N., Vieira, K. V. R. G., dos Santos, T. F., and dos Santos Reis Lemos, A. (2020). As tecnologias digitais da informação e comunicação (TdIC) aplicadas nas metodologias de ensino híbrido e gamificação. *Anais do CIET:EnPED:2020 - (Congresso Internacional de Educação e Tecnologias — Encontro de Pesquisadores em Educação a Distância)*.
- [dos Santos Colloca et al. 2018] dos Santos Colloca, N. A. M., de Araújo Silva, L. M., Martinês, A. R., and Albino, J. P. (2018). Jogos sérios na educação: Importância e desafios. In *VII JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica*.
- [FlowMatters 2024] FlowMatters (2024). Native app or pwa: What's the difference and which one is better? Disponível em: <https://www.flowmatters.com/blog/native-app-or-pwa-whats-the-difference-and-which-one-is-better/>. Acessado em: 2024-11-08.
- [FreeCodeCamp 2019] FreeCodeCamp (2019). The ultimate beginners guide to game development in unity.
- [Google Developers 2020] Google Developers (2020). Installable web apps. Disponível em: <https://web.dev/articles/customize-install?hl=pt-br>. Acessado em: 2024-10-26.
- [Google Developers 2021] Google Developers (2021). Service workers: an introduction. Disponível em: <https://developers.google.com/web/fundamentals/primers/service-workers>. Acessado em: 2024-10-26.

- [Guardia 2023] Guardia, G. (2023). Tdic's na educação. Disponível em: https://rpubs.com/Gleison_Guardia/pos_tdics. Acessado em: 13 nov. 2024.
- [Inviqa 2023] Inviqa (2023). Service workers: a guide to building offline web experiences. Disponível em: <https://www.inviqa.com/articles/service-workers-guide-offline-web-experiences>. Acessado em: 2024-11-08.
- [Learn 2024] Learn, M. (2024). Use a web app manifest to integrate a pwa into the os. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/en-us/microsoft-edge/progressive-web-apps-chromium/how-to/web-app-manifests/>. Acessado em: 2024-11-27.
- [Magazine 2018] Magazine, S. (2018). A guide to progressive web applications. Disponível em: <https://www.smashingmagazine.com/2018/11/guide-pwa-progressive-web-applications/>. Acessado em: 2024-11-27.
- [Mozilla 2024] Mozilla (2024). Web app manifest. Disponível em: <https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/Manifest>. Acessado em: 2024-11-27.
- [Mozilla Developer Network 2023] Mozilla Developer Network (2023). Using service workers - web apis — mdn. Disponível em: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Service_Worker_API. Acessado em: 2024-11-08.
- [Mozilla Developer Network 2024] Mozilla Developer Network (2024). Using the push api. Disponível em: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Push_API. Acessado em: 2024-10-26.
- [NearForm 2020] NearForm (2020). Starbucks progressive web app. Disponível em: <https://commerce.nearform.com/work/starbucks-progressive-web-app/>. Acessado em: 26 nov. 2024.
- [News 2016] News, A. G. (2016). Lei inclui ensino de história e cultura de ponta porã nas escolas municipais. Disponível em: <https://www.agazetaneWS.com.br/2016/02/05/lei-inclui-ensino-de-historia-e-cultura-de-ponta-pora-nas-escolas-municipais/>. Acessado em: 25 out. 2024.
- [O Progresso 2023] O Progresso (2023). Lei inclui ensino de história e cultura nas escolas municipais. Disponível em: <https://www.progresso.com.br/cidades/lei-inclui-ensino-de-historia-e-cultura-nas-escolas-municipais/174341>. Acessado em: 25 out. 2024.
- [Panosso et al. 2015] Panosso, M. G., Souza, S. R. d., and Haydu, V. B. (2015). Características atribuídas a jogos educativos: uma interpretação analítico-comportamental. *Psicologia Escolar e Educacional*, (2):233–242.
- [Pessini et al. 2014] Pessini, A., OLIVEIRA, H. C. d., KEMCZINSKI, A., and Hounsell, M. D. S. (2014). O uso de jogos sérios na educação em informática: Um mapeamento sistemático. *Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE*, pages 537–541.
- [Ponta Porã News 2020] Ponta Porã News (2020). Ponta porã terá livro didático produzido por educadores da reme. Disponível em: <https://www.pontaporanews.com.br/educacao/>

- ponta-pora-tera-livro-didatico-produzido-por-educadores-\da-reme/201588/amp/. Acessado em: 08 nov. 2024.
- [Rodrigues et al. 2023] Rodrigues, G., Santos, G., Santos, R., Rodrigues, S., and Nogueira, T. (2023). Aplicação e avaliação de jogos sérios na mensuração cognitiva de estudantes na educação inclusiva. In *Anais do VIII Congresso sobre Tecnologias na Educação*, pages 212–221, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Santos et al. 2022] Santos, J., Santos, P., Lima, A., and Jr., A. C. (2022). Math dreams: Adaptação de modelo e de boas práticas de icc em um jogo sério de matemática básica. In *Anais do XXX Workshop sobre Educação em Computação*, pages 274–285, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Santos 2014] Santos, V. R. d. (2014). Uso de tdlcs favorecendo aulas de ciências.
- [Santos et al. 2021] Santos et al., João Santos, J. D. M. M. A. L. e. A. A. C. J. (2021). Folk adventures: Defenda o bioma pantaneiro e suas lendas em um jogo sério de aventuras folclóricas. In *Anais do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, Gramado, RS, Brasil.
- [Schuartz and Sarmento 2020] Schuartz, A. S. and Sarmento, H. B. d. M. (2020). Tecnologias digitais de informação e comunicação (tdic) e processo de ensino. *Revista Katálysis*, 23(3):429–438.
- [Silva and de Souza 2020] Silva, M. M. E. T. and de Souza, J. A. C. (2020). Um olhar fronteiriço. Disponível em http://ead.genesis.tec.br/pontapora/pluginfile.php/1813/mod_page/content/6/Ebook_UM%20OLHAR%20FRONTEIRICO%20completo%20%283%29.pdf. Acessado em: 8 nov. 2024.
- [SimiCart 2024] SimiCart (2024). Pwa and hardware access. Disponível em: <https://simicart.com/blog/progressive-web-apps/>. Acessado em: 26 nov. 2024.
- [Technologies 2023] Technologies, U. (2023). Vr game development software engine — unity. Disponível em: <https://unity.com/solutions/vr>. Acessado em: 27 nov. 2024.
- [Tolomei 2017] Tolomei, B. V. (2017). A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. *EaD em Foco*, 7(2).
- [Torrens et al. 2021] Torrens, I., Matos, S., Borges, H., and Lopes, R. (2021). Jogos sérios para educação financeira: um mapeamento sistemático. In *Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, pages 479–488, Porto Alegre, RS, Brasil. SBC.
- [Unity Technologies 2024] Unity Technologies (2024). Unity for education. Disponível em: <https://unity.com/pt/solutions/education>. Acessado em: 25 nov. 2024.
- [Valente 2013] Valente, J. A. (2013). Integração currículo e tecnologia digitais de informação e comunicação: a passagem do currículo da era do lápis e papel para o currículo da era digital. In Cavalheiri, A., Engeroff, S. N., and Silva, J. C., editors, *As novas tecnologias e os desafios para uma educação humanizadora*. Biblos, Santa Maria.
- [Wikipedia contributors 2024] Wikipedia contributors (2024). Fisher–yates shuffle — Wikipedia, the free encyclopedia. Disponível em: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fisher%E2%80%93Yates_shuffle&oldid=1253212685. Acessado em: 27 nov. 2024.