

HEAR-OH!: DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO DIGITAL COM ACESSIBILIDADE VOLTADO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Pedro Augusto Caixeta Fernandes¹; Natã Rodrigues de Oliveira²; Paulo Sérgio Caetano de Oliveira³

^{1, 2, 3} Universidade de Uberaba

pedroac13@edu.uniube.br, nata.roliveira28@gmail.com e paulo.oliveira@uniube.br

Resumo

O presente estudo tem como objeto a acessibilidade nos jogos digitais, focando no desenvolvimento de uma alternativa inclusiva para pessoas com deficiência visual. O objetivo deste trabalho é desenvolver o "Hear-Oh!", uma aplicação web multiplataforma que utiliza áudio espacial para permitir a navegação, localização de recompensas e desvio de obstáculos por meio de feedback exclusivamente sonoro. A metodologia adotada consistiu em uma abordagem iterativa para a construção de um Minimum Viable Product (MVP), utilizando React, Vite e Web Audio API para processar a navegação do jogador em uma matriz bidimensional, traduzindo as coordenadas espaciais em frequências sonoras tridimensionais. Os resultados demonstram a eficácia da substituição de indicadores visuais pelo mapeamento auditivo, comprovando que mecânicas atreladas ao ajuste de frequências geram engajamento e autonomia de navegação. A inclusão de etapas de calibração sonora e o uso de comandos por teclado ou gestos mostraram-se fundamentais para reduzir a curva de aprendizado. Conclui-se que o sistema cumpriu seu objetivo ao oferecer uma experiência de entretenimento acessível e imersiva, eliminando barreiras gráficas e promovendo a inclusão digital de usuários cegos ou com baixa visão, com potencial para futuras integrações de inteligência artificial e áudios de alta fidelidade.

1 Introdução

A indústria de jogos digitais é uma das áreas de entretenimento que mais cresce globalmente, no entanto, o mercado ainda prioriza excessivamente o visual e os gráficos em suas mecânicas e jogabilidade. Essa característica cria uma barreira considerável de acessibilidade, o que resulta na exclusão de pessoas com deficiência visual, que não encontram tantos jogos voltados para suas necessidades, e quando acham são poucas as alternativas. A ausência de adaptações adequadas para esse público limita a participação desse grupo no mercado, visto que, como já dito, são poucas as opções. Diante desse cenário, surge o seguinte problema de pesquisa: como democratizar o acesso aos jogos digitais para pessoas com deficiência visual, desenvolvendo um jogo que não dependa de estímulos visuais?

Para solucionar essa questão, o objetivo deste trabalho é desenvolver o "Hear-Oh!", uma aplicação multiplataforma focada em acessibilidade por meio de áudio espacial. A solução propõe uma jogabilidade através de um sistema de coordenadas cartesianas sobre um tabuleiro 10x10, onde o usuário navega por meio de gestos (swipes) na tela do smartphone, ou através das setas em um teclado. O feedback é inteiramente sonoro, exigindo o uso de fones de ouvido para garantir a precisão da jogabilidade, para identificar timbres positivos e negativos, e assim detectar o que cada movimento representa, através do som espacial, ao longo das jogadas.

A realização deste projeto justifica-se pela urgência em promover a inclusão digital e cultural para pessoas com deficiência visual. A construção da aplicação incluirá tecnologias de programação como React, APIs de processamento de áudio, e Tailwind

CSS para a interface visual minimalista de suporte. Dessa forma, o desenvolvimento do jogo contribuirá para demonstrar viabilidade do som espacial e a inclusão do público alvo em um mercado de grande escala, que ainda demonstra certo grau de exclusão para grande parte do seu público.

2 Referencial Teórico

Os jogos digitais são amplamente reconhecidos como produtos culturais focados no entretenimento, compostos por linguagens multimídia imersivas que colocam o usuário em um papel ativo. No entanto, a ausência de acessibilidade constitui uma barreira significativa, impactando negativamente jogadores com deficiências diversas. Segundo Yanaze, elementos como "interfaces complexas, falta de opções de personalização, ausência de legendas ou áudio descrição" figuram entre os principais obstáculos nesse meio. Tais barreiras acabam por excluir parte da população de uma forma de entretenimento que deveria ser universalmente acessível. Essa perspectiva teórica reforça a justificativa do projeto Hear-Oh!, cujo objetivo central é contornar um mercado excessivamente focado em estímulos gráficos, propondo uma aplicação desenhada desde sua concepção para mitigar essas barreiras de usabilidade.

Para reverter o cenário histórico de exclusão, é fundamental que o desenvolvimento tecnológico adote diretrizes específicas de design inclusivo. Andrade, Costa e Werneck (2021) apontam que, embora os jogos permeiem vários contextos de forma crescente, há ainda uma baixa adesão às questões práticas de acessibilidade. Os autores destacam a urgência de estruturar diretrizes de desenvolvimento que considerem as dimensões visuais, auditivas, motoras e cognitivas. No escopo do presente trabalho, essa premissa é aplicada na prática tecnológica por meio de um feedback inteiramente sonoro via fones de ouvido, garantindo que a ausência do estímulo visual tradicional não seja um impeditivo, mas sim o ponto de partida para a imersão.

A criação de jogos especificamente adaptados para pessoas com perda total ou parcial de visão tem se mostrado uma ferramenta eficaz tanto de entretenimento quanto de inclusão. Carvalho (2022) demonstrou, por meio da adaptação do clássico jogo Pong para deficientes visuais, que a implementação bem planejada permite que os usuários joguem com sucesso. Os resultados da pesquisa revelaram que a adaptação tornou a experiência intuitiva e divertida para o público-alvo. Essa fundamentação corrobora diretamente com a mecânica central desenvolvida no Hear-Oh!, que utiliza um sistema de coordenadas cartesianas sobre um tabuleiro virtual onde o usuário navega ouvindo timbres positivos (recompensas) e negativos (perigos), guiando-se exclusivamente pela audição espacial. Além do lazer, as mecânicas de jogos acessíveis demonstram grande valor quando associadas ao engajamento e à gamificação. Gonçalves et al. relatam que a aplicação de jogos dotados de recursos de acessibilidade gera abordagens mais envolventes para a aprendizagem e interação. Ao desenvolverem um jogo de tabuleiro focado em deficientes visuais sem limitações de uso, os autores notaram que a estratégia da gamificação motiva o indivíduo e traz melhores resultados práticos. Dessa forma, o desenvolvimento do Hear-Oh! não apenas explora o áudio 3D espacial e a biblioteca React como inovações técnicas, mas apoia-se na literatura científica para assegurar que a gamificação através do sistema de progressão de níveis e punição por danos resulte em um ambiente verdadeiramente desafiador, imersivo e democrático.

3 Metodologia e Descrição do sistema

O desenvolvimento do projeto Hear-Oh! é orientado por uma abordagem incremental e iterativa, utilizando tecnologias modernas do ecossistema JavaScript para garantir desempenho e acessibilidade. A metodologia foca na construção de um MVP (Minimum

Viable Product) funcional que valide a hipótese de navegação exclusivamente sonora para utilizadores com deficiência visual. Para a construção da aplicação, foi selecionada a biblioteca React 19 em conjunto com o Vite, garantindo um ambiente de desenvolvimento rápido e otimizado. A interface, embora minimalista, utiliza o Tailwind CSS para uma estilização responsiva e a biblioteca Lucide-react para a iconografia de suporte.

No que diz respeito à arquitetura, o sistema é estruturado como um PWA (Progressive Web App), permitindo a instalação em dispositivos móveis e o acesso facilitado via web browser, eliminando barreiras de distribuição. A lógica do sistema foi modelada em torno de um motor de jogo baseado em estados do React. O mundo do jogo é definido por uma matriz de coordenadas, onde cada nível possui objetos específicos: itens (recompensas), crystals (objetivos de progresso) e traps (armadilhas). A navegação do jogador é processada através de eventos de teclado ou gestos em smartphones, atualizando a posição em tempo real e disparando gatilhos sonoros. O sistema de áudio foi projetado para utilizar diferentes timbres, permitindo ao utilizador distinguir entre o sucesso da movimentação e a proximidade de perigos.

Atualmente, o desenvolvimento inicial encontra-se em estágio avançado de prototipagem funcional. Já foram implementadas as seguintes funcionalidades : Estrutura de Níveis, onde uma base de dados interna (DATABASE_LEVELS) já define três níveis distintos com dificuldades progressivas; Motor de Movimentação, contendo a lógica de deslocamento por eixos X e Y totalmente operacional, incluindo a detecção de limites do tabuleiro; Sistema de Estados, cujo fluxo entre "Menu Principal", "Em Jogo" e "Fim de Jogo/Jornada Concluída" já está programado ; e a Interface de Suporte, onde já existe um ecrã visual rústico e temático (estilo RPG) que serve de auxílio para testes e para utilizadores com visão parcial, apresentando indicadores de progresso e controlos de navegação.

4 Resultados e discussão

Até o momento, o desenvolvimento do projeto Hear-Oh! resultou em um protótipo funcional e jogável, contemplando a implementação completa do motor de navegação espacial e do sistema de feedback sonoro. Foram desenvolvidas as lógicas de movimentação em um tabuleiro 10x10, um sistema de colisão e proximidade com elementos do cenário, além de dois modos de jogo distintos: o "Modo História", que utiliza uma base de dados interna de níveis progressivos (como "A Cripta Esquecida" e "O Corredor das Sombras"), e o "Modo Infinito", que gera coordenadas de itens e armadilhas proceduralmente.

O funcionamento do sistema tem início em uma tela de "Desbloqueio", uma implementação técnica necessária para contornar as políticas de reprodução automática de áudio dos navegadores modernos. Após o primeiro toque, o motor de áudio (Web Audio API) é inicializado. A interface principal apresenta as opções de jogo com suporte tanto para navegação via botões virtuais quanto por atalhos de teclado (setas direcionais), garantindo acessibilidade motora em conjunto com a visual. A Figura 1 apresenta a tela inicial do sistema, desenvolvida com foco em acessibilidade e facilidade de navegação para a experiência de áudio, onde o usuário pode selecionar rapidamente o modo de jogo desejado, alternando entre o "Modo História" e o "Modo Infinito".

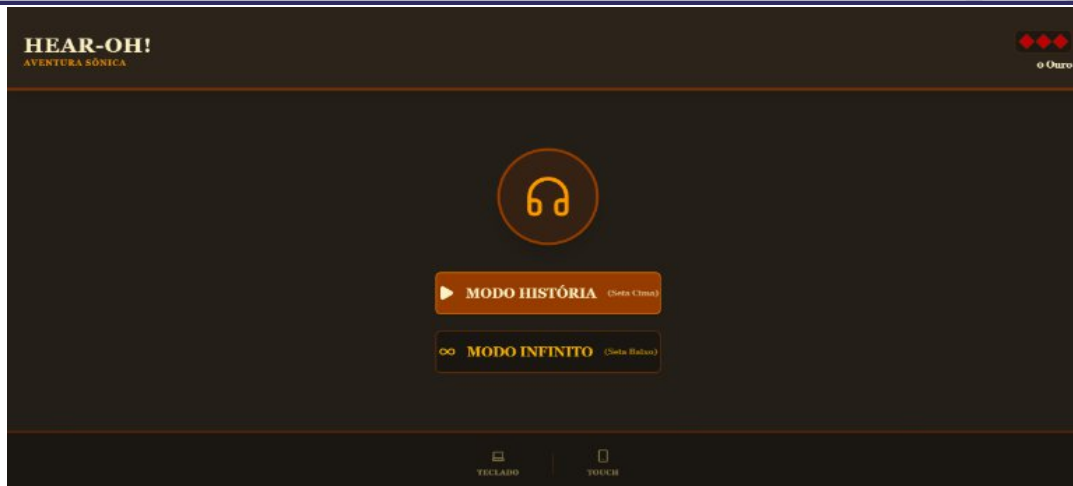


Figura 1 – Tela inicial do sistema com modos de jogo Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

Após a seleção, o sistema direciona o usuário para uma etapa de transição e calibração que atua na apresentação e contextualização dos sons que serão utilizados na partida. Essa etapa funciona como um tutorial auditivo, sintonizando a percepção do jogador para que ele aprenda a diferenciar e interpretar as pistas sonoras antes de ser inserido no ambiente prático. A Figura 2 ilustra essa tela de transição e calibração. Esse fluxo de "sintonização" é fundamental para garantir que o usuário compreenda as pistas de áudio que guiarão sua navegação antes de iniciar a partida.



Figura 2 – Tela de calibração auditiva Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

Com a calibração concluída, a partida é iniciada em uma matriz quadriculada onde o jogador movimenta o seu avatar em tempo real pelas coordenadas da grade. O sistema gera frequências e bipagens sonoras tridimensionais que mudam de intensidade e direção à medida que o usuário se desloca, indicando a proximidade de objetivos como o troféu ou o elemento em formato de losango. A Figura 3 representa a tela de gameplay da aplicação. Nessa tela, o jogador deve navegar pelo cenário guiado pelos sons para interagir com os elementos do jogo, enquanto o sistema atualiza em tempo real a sua coordenada de posição na grade.



Figura 3 – Tela de gameplay baseada em matriz Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

Os resultados obtidos com o desenvolvimento demonstram que a utilização de estímulos sonoros tridimensionais contribuiu positivamente para a autonomia de navegação espacial dentro do ambiente virtual. A presença de uma resposta auditiva dinâmica baseada na proximidade dos objetivos tornou a experiência altamente interativa, validando a eficácia do uso de áudio em tempo real como substituto absoluto para os componentes visuais tradicionais. A inclusão da etapa de calibração ("sintonizando") e do menu simplificado com comandos por teclado também se mostrou um ponto positivo crucial, garantindo que o usuário compreenda a mecânica do sistema de forma totalmente independente antes do início da partida, o que reduz significativamente a curva de aprendizado inicial.

Do ponto de vista técnico e de usabilidade, as melhorias percebidas concentram-se na precisão do mapeamento da matriz bidimensional, que conseguiu traduzir comandos de movimento simples em feedbacks sonoros imediatos, coerentes e espacializados. O principal benefício dessa solução reside na promoção da verdadeira inclusão digital, oferecendo uma alternativa de entretenimento autônoma que elimina as barreiras de acessibilidade enfrentadas por pessoas cegas ou com baixa visão no cenário dos jogos eletrônicos. A solução desenvolvida atendeu diretamente ao problema da falta de acessibilidade, demonstrando que é perfeitamente viável desenvolver mecânicas de jogos eletrônicos que não dependam da visão para serem desafiadoras e divertidas.

5 Conclusão (ou considerações finais)

O presente trabalho surgiu da necessidade de promover a inclusão de pessoas com deficiência visual no universo dos jogos digitais, um ambiente historicamente focado em interfaces e mecânicas visuais. Como resposta a essa exclusão, foi idealizado e desenvolvido o protótipo Hear-Oh!, uma aplicação web focada em navegação espacial estritamente auditiva, utilizando tecnologias modernas de desenvolvimento front-end para criar uma experiência de entretenimento imersiva e acessível.

O objetivo principal do projeto foi alcançado com êxito. O sistema provou ser capaz de traduzir o deslocamento bidimensional cartesiano de um tabuleiro virtual em estímulos sonoros compreensíveis, permitindo que a progressão do jogador ocorra de forma autônoma e sem qualquer dependência de elementos gráficos. A integração de recursos nativos dos navegadores, como a síntese de voz e a manipulação de áudio espacial, foi fundamental para garantir que o usuário compreendesse seu posicionamento e as interações ao seu redor.

Entre os principais resultados obtidos, destaca-se a implementação de um motor funcional de movimentação estruturado em grade, bem como a transição fluida entre os estados do jogo e o menu de acessibilidade. A solução demonstrou que mecânicas simples, quando

bem atreladas a um feedback sonoro responsivo como o ajuste de frequências de acordo com a proximidade de obstáculos ou recompensas, são suficientes para gerar engajamento e desafio na medida certa.

Apesar da eficácia do protótipo inicial, algumas limitações técnicas foram identificadas durante a fase de desenvolvimento e validação. A dependência atual de osciladores básicos do navegador para a geração dos efeitos sonoros de ambiente pode tornar a experiência monótona em sessões de jogo mais prolongadas. Além disso, a sensibilidade da entrada de comandos via swipe (arraste) em telas de dispositivos móveis requer calibrações adicionais de acessibilidade para evitar movimentos acidentais, algo crítico em jogos de precisão espacial.

Como trabalhos futuros, sugere-se a substituição dos sons gerados matematicamente por pacotes de áudio customizados e de alta fidelidade (como passos, ecos físicos e elementos de foley), o que aumentaria drasticamente a imersão. Recomenda-se, ainda, a compilação do projeto para um formato de aplicativo nativo (mobile) e a implementação de mecânicas mais complexas, como inteligência artificial para inimigos que rastreiem o som do jogador, expandindo a longevidade, a complexidade e o impacto social da aplicação.

Referências

ANDRADE, Luiz Henrique F. Barbosa de; COSTA, Rosa Maria E. Moreira da; WERNECK, Vera Maria Benjamim. Acessibilidade em Jogos: Um Mapeamento Sistemático. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL (SBGAMES), 20., 2021, Online. Anais Estendidos do XX SBGames. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 840-848. DOI: 10.5753/sbgames_estendido.2021.19722.

Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames_estendido/article/view/19722.

Acesso em: 21 abr. 2026.

CARVALHO, Murilo Ignácio. Acessibilidade em jogos digitais voltados a deficientes visuais: uma adaptação do jogo Pong. 2022. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (Unesp), São José do Rio Preto, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/239005>. Acesso em: 21 abr. 2026.

GONÇALVES, Maria Clara Sampaio; CERQUEIRA, Eduardo Abreu Batista; ARAÚJO, Andressa Clara Barbosa de; PIMENTEL, Cristiane Agra. Desenvolvimento de um jogo com recurso de acessibilidade para o ensino de lean healthcare. Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&source=all&id=W4399738665>. Acesso em: 21 abr. 2026.

YANAZE, Leandro Key Higuchi. Acessibilidade em jogos digitais educacionais no contexto da educação básica. Disponível em:

<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscaador.html?task=detalhes&source=all&id=W4394992352>. Acesso em: 21 abr. 2026