

Sobre o Design de um jogo aplicado para a comunicação e o ensino de ciências: “Mangue Runner: Bora Gueja!”

On the design of an applied game created for science education and communication: “Mangue Runner: Bora, Gueja!”

Danilo Henrique do Nascimento Aguiar¹, Flávia Garcia de Carvalho², Guilherme de Almeida Xavier³

¹Mestrado em Divulgação da Ciência, Tecnologia e Saúde, Casa de Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz (COC/Fiocruz), Rio de Janeiro - RJ

²Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro - RJ

³Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

{danilo.hnag@gmail.com, flaviagc78@gmail.com, guix@dad.puc-rio.br}

Abstract. Introduction: Historically, science education has been interconnected with science communication, in Brazil. Studies that combine these two fields also use digital games, whether applied or commercial, as instruments and activities aimed at different audiences. **Objective:** This work aims to explore theoretical, creative, executive and operational aspects of digital games that can be used in science education and science communication projects. **Methodology:** With the support of an integrative review, the game was created using the MDA, DPE and Getting Things Done (GTD) frameworks, and its conceptualization and processes were guided by procedural rhetoric and Design Thinking. **Results:** Research that intersects digital games, science communication and science education needs to be carried out by more than two people, adapted when focusing on children, pay attention to the conditions of the place where the game is applied and anticipate ethical issues in research in the humanities.

Keywords: Science education, science communication, digital games, procedural rhetoric, Design Thinking.

Resumo. Introdução: Historicamente, o ensino de ciências esteve interligado às atividades de divulgação científica no Brasil. Pesquisas que unem esses dois campos também utilizam jogos digitais, sejam aplicados ou comerciais, como instrumentos e atividades voltados a diferentes públicos. **Objetivo:** Este trabalho tem como objetivo explorar aspectos teóricos, criativos, executivos e operacionais dos jogos digitais que podem ser aproveitados em projetos de ensino e comunicação pública de ciência. **Metodologia:** Com apoio de uma revisão integrativa, o jogo foi criado por meio dos frameworks MDA, DPE e Getting Things Done (GTD), e teve a conceituação e os processos balizados pela retórica procedimental e pelo Design Thinking. **Resultados:** Pesquisas que envolvem jogos digitais, divulgação científica e ensino de ciências precisam ser realizadas por mais de duas pessoas, ser adaptadas quando focarem em crianças, atentar para as condições do local de aplicação do jogo e antecipar questões de ética em pesquisas em humanidades.

Palavras-chave: Ensino de ciências, divulgação científica, jogos digitais, retórica procedimental, Design Thinking.

Introdução

O ensino de ciências é compreendido como uma área da educação que visa apresentar os estudantes de escolas, programas de graduação e pós-graduação a conceitos e práticas científicas utilizados para estudar aspectos diversos da existência, como a Física, a Química e a Biologia [Marandino 2002]. Também são adotados para esse fim outros formatos, como a produção de materiais educacionais e a promoção de encontros voltados a pesquisadores e professores.

O ensino de ciências, no decorrer dos anos, esteve interligado às atividades de divulgação científica no Brasil. A divulgação científica consiste na aplicação de recursos, técnicas, processos e produtos para a comunicação pública de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações [Bueno 2009, p.162]. A área também abarca ações para conhecer os públicos da divulgação científica e suas percepções e sentidos construídos sobre ciência; identificar fontes confiáveis de informação; incentivar a participação pública e a inclusão social no fazer científico; e reforçar a importância de investimentos destinados a pesquisas científicas [Massarani 2022].

Podemos citar, por exemplo, o trabalho do cientista Roquette-Pinto para confecção de quadros didáticos de história natural para uso em sala de aula e, em 1920, a criação de programas de educação científica para as escolas, enquanto era diretor do Museu Nacional; a abertura de centros de ciência e feiras de ciência, além dos já citados museus de ciência, pela influência dos EUA no ensino de ciências brasileiro, nos anos 1950 [Chagas e Massarani 2020, p. 35]; na década seguinte, as feiras escolares apresentaram a estudantes e à comunidade escolar conhecimentos e materiais de laboratórios, e trouxeram diferentes abordagens didáticas para o ensino de ciências, como o Projeto Nacional para Melhoria do Ensino de Ciências (PNMEC), surgido no início dos anos 1970 [Filho, Pinto, e Sgarbi 2015, p. 19]; e ainda em 1970, as Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) atraíam milhares de jovens, cientistas e professores como forma de discutir ciência e fazer resistência política à ditadura [Chagas e Massarani 2020].

Nos últimos anos, jogos digitais também aparecem como ferramentas em atividades e pesquisas que unem ensino de ciências e divulgação científica. Há, por exemplo, estudos sobre a criação e a acessibilidade de um jogo educacional sobre o ambiente antártico para ensinar a pessoas com deficiência visual assuntos de matemática e educação científica [Oliveira et al. 2021]; mudanças climáticas, sustentabilidade e ações políticas [Picó et al. 2021; Pollio, Magee, e Salazar 2021]; física cinemática [Castrillón et al. 2019], pensamento computacional [Ríos Félix, Zatarain Cabada, Barrón Estrada e Favela Vara 2020] e diversos outros. Jogos como esses, criados como ferramenta de ensino, treinamento e comunicação, podem ser denominados jogos aplicados, com propósitos para além do entretenimento [Vasconcellos, Carvalho e Araújo 2018].

No campo das pesquisas sobre jogos comerciais, voltados ao entretenimento, Dudo et al. (2014) analisaram o potencial dos videogames para o ensino informal de ciências, bem como a contribuição deles para percepções públicas da ciência. O estudo defende que analisar as representações de ciência, tecnologia e cientistas em jogos

comerciais nos ajuda a compreender como jogos digitais influenciam o entendimento, as percepções e atitudes de jogadores em relação à ciência [Dudo et al. 2014].

Quanto aos processos de ensino, Marandino (2017) explica os conceitos de educação não formal e informal. Ela explica que uma instituição, como um museu, pode oferecer oportunidades de educação não formal por ter projeto e conteúdo estruturados e, principalmente, intencionalidades educativas pré-determinadas; porém, na perspectiva do público - os visitantes desse museu - jogos digitais podem ser vistos como atividades para educação informal, por apresentar conceitos científicos ao “visitante que procura um museu para uma experiência de fruição e entretenimento” [Marandino 2017, p. 813]. Segundo a autora, é importante observar de que ponto de vista falamos (escolas, famílias, instituições) ao adotar um ou outro conceito; neste trabalho, adotamos a perspectiva da instituição, entendendo a experiência como oportunidade de educação não formal.

Retórica procedimental

No campo dos estudos de jogos, Ian Bogost (2007) cunha o conceito de retórica procedimental para falar sobre a capacidade dos jogos de transmitir mensagens por meio de seus processos. Os jogadores seguem parâmetros definidos previamente pelos designers e programados em códigos. Conforme interage com o jogo, o jogador percebe os sentidos abordados sem precisar de tutoriais ou descrições expressas, o que segundo o autor daria ao indivíduo uma maior autonomia ao compreender as temáticas abordadas. Por isso, entendemos que é necessário um planejamento prévio dos objetivos comunicacionais, educacionais e elementos de jogo, para que a mensagem passada ao jogador seja de fácil compreensão.

Como notam Carvalho, Vasconcellos e Araújo (2023, p.4), o termo original em inglês proposto por Bogost, *Procedural Rhetoric*, já foi traduzido por pesquisadores como Retórica Processual. Porém, há também a expressão Retórica Processual da área do Direito. Portanto, neste trabalho optamos pela tradução Retórica Procedimental para evitar conflitos conceituais. Além disso, esse termo também está presente na versão em português da obra *Hamlet no Holodeck* [Murray 2003, p. 78], que também baseia o trabalho de Bogost.

Um exemplo de aplicação da retórica procedimental vem do próprio Bogost, que em 2004 criou um jogo para os republicanos da Câmara de Illinois, nos Estados Unidos, para comunicar as posições dos candidatos em várias questões de políticas públicas visando as eleições legislativas estaduais daquele ano. Chamado de *Take Back Illinois* (Retome Illinois, em português), o jogo é composto de quatro subjogos inter-relacionados, nos quais as ações realizadas em um afetam o desempenho do outro. Eles utilizam elementos de simulação para ilustrar de forma lúdica temas que, segundo o autor, geravam pouco envolvimento dos cidadãos inclusive na Câmara, apesar de socialmente relevantes: responsabilidade civil por negligência médica, política de padrões educacionais e desenvolvimento econômico local e participação cidadã [Bogost 2008].

A retórica procedimental também foi utilizada, por exemplo, na criação do *Maze Code*, jogo educativo para o ensino de lógica de programação em disciplinas na

graduação em computação [Grigorio Neto et al. 2021]; do Tríade, que mistura fases digitais e jogo de cartas para tratar de reciclagem e sustentabilidade [Kritz, Carmo e Xexéo 2018]; e do Xô Corona, para compartilhar informações sobre formas de prevenção da Covid-19 [Kritz et al. 2020].

Como forma de expandir as discussões acerca da retórica procedimental, Carvalho, Vasconcellos e Araújo (2023) combinaram esse conceito ao de intertextualidade, ocorrida quando um elemento discursivo é incorporado a outro, ou quando outros textos estão presentes em um certo texto de maneira implícita ou explícita. Considerando o jogo como um texto, esses autores se apropriaram dos trabalhos de Bogost (2008), Kristeva (1986), Fiske (1987) e Fairclough (2001) para propor o termo intertextualidade procedimental, a migração de regras e procedimentos de um jogo para outro, seja ao longo do tempo ou em relação a tendências momentâneas no campo dos jogos.

A intertextualidade procedimental estaria presente nos jogos de quatro maneiras: horizontal, como nas classificações de gênero de jogos, que têm característica semelhantes entre si (por exemplo, Ação, Estratégia e RPG); vertical, pela relação entre o jogo e seus textos secundários mais próximos (marketing, críticas em blogs, vídeos do YouTube), ou entre jogos de uma mesma franquia; manifesta, como menções explícitas a regras de outros jogos, paródias e homenagens; e constitutiva, quando remonta à possibilidade de um mesmo jogo carregar elementos de diferentes gêneros de jogos, e trabalha as relações entre o universo ficcional e as regras e mecânicas do jogo. É possível utilizar a intertextualidade procedimental para aprofundar análises sobre jogos não só na dimensão ficcional como também na relação direta dela com as mecânicas e regras, o que contribui à pesquisa e à criação de jogos. Segundo Carvalho, Vasconcellos e Araújo (2023, p. 8), quando focamos nas regras e mecânicas, podemos “traçar conexões, heranças e influências entre uma vasta gama de jogos, que não seriam visíveis considerando apenas seus elementos ficcionais, como por exemplo sua narrativa ou aspectos visuais”.

Com base nesse contexto, este trabalho tem como objetivo explorar aspectos teóricos, criativos, executivos e operacionais dos jogos digitais que podem ser aproveitados em projetos de ensino e comunicação pública de ciência. Ele é um desdobramento de uma pesquisa sobre a criação de um jogo aplicado digital feito para divulgação científica em um museu de ciências, disponibilizado no museu Espaço Ciência, em Olinda, Pernambuco, durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) em outubro de 2024. Os visitantes da instituição o jogaram em notebook e tablet e, em seguida, coletamos suas experiências via observação e entrevistas, que passaram por análise qualitativa [Aguiar 2025].

Metodologia

Parte-se de um percurso que pode ser dividido em três etapas, as quais receberam diferentes abordagens metodológicas: de Ideação, de Construção e de Aplicação, seguindo o proposto pelo *Design Thinking*, abordagem de inovação voltada a gerar soluções que alinham o valor de um produto às necessidades e desejos dos seus usuários [Brown 2010].

Na etapa da Ideação, apresentamos o problema e trouxemos uma sugestão de solução considerando a criação de um jogo aplicado com finalidades educacionais e comunicacionais. Fizemos uma revisão integrativa [Souza, Silva, e Carvalho 2010] para compreender o status das pesquisas sobre jogos digitais criados para divulgação científica, e vimos que poucas pesquisas focaram nas experiências dos jogadores que acessam jogos com esse propósito. Nesta revisão, descobrimos as principais características de jogos digitais para pesquisas deste tipo, pensando na viabilidade da criação deste jogo. Identificamos também que um museu de ciência seria um local propício para essa pesquisa por serem historicamente ligados à divulgação científica, e definimos que o jogo seria disponibilizado no museu Espaço Ciência. O local é receptivo a esse tipo de atividade, dispondo inclusive de um jogo analógico, o jogo de tabuleiro Dominó das Estrelas do Observatório da Sé¹, também em Olinda, sobre o Sistema Solar. Definimos também que o jogo seria ofertado durante a SNCT de 2024, por ser um evento voltado à divulgação científica e contar com a participação do Espaço Ciência. Como o tema daquela edição era "Biomassas do Brasil: diversidade, saberes e tecnologias sociais", julgamos adequado propor um jogo digital sobre os manguezais em Pernambuco. O manguezal é um ecossistema do bioma Mata Atlântica, presente em 17 Estados brasileiros, e que surge nas zonas de maré misturando águas doces e salgadas como em baías e estuários [Alves, Filho e Peres 2001]. Há áreas de manguezais dentro e nos arredores do Espaço Ciência.

Assim, para a etapa de Construção, a partir das relações de aprofundamento entre jogadores e tópicos, foi considerada a estrutura formal MDA (*Mechanics, Dynamics, Aesthetics*), desenvolvida por Robin Hunicke, Marc LeBlanc e Robert Zubek (2004) para a compreensão de jogos a partir de componentes interdependentes. As mecânicas referem-se às regras e sistemas básicos implementados no jogo; as dinâmicas emergem dessas mecânicas durante o ato de jogar; e as estéticas correspondem às experiências emocionais e sensoriais que o jogo proporciona ao jogador durante sua participação (em alguns casos mais emblemáticos, inclusive, antes e depois). A importância na observação do jogo pelo MDA está em integrar design e experiência, permitindo que projetistas antecipem “como” as decisões técnicas envolvidas no projeto interferem no envolvimento emocional do público com a obra. Consideramos essa abordagem especialmente útil para que o resultado interativo seja percebido não apenas como produto tecnológico, mas como um sistema expressivo e interativo que depende do engajamento do participante em suas premissas.

Por suas características mais subjetivas do ponto de vista construtivo, trouxemos ao processo a metodologia DPE (*Design, Play, Experience*) proposta por Brian Winn

¹ Site do Observatório: <https://www.espacociencia.pe.gov.br/observatorio-da-se>

(2009) como uma alternativa para expandir a estrutura MDA. Desse modo, ao invés de uma separação modal de jogo e jogador em faces distintas de uma “interface”, o DPE valoriza a experiência “interfacial” como um todo, reconhecendo que design (projeto) e jogo (produto) estão imbricados pelo ato de jogar. O foco, portanto, reside em uma análise holística da experiência lúdica, considerando contextos culturais, sociais e pessoais em que a obra é jogada. Isso tornou o uso do DPE particularmente valioso no contexto educacional previsto, no qual o interesse do público esteve tanto na estrutura do jogo (a partir de sua similitude com outros jogos de escape labiríntico) quanto na vivência que ele proporcionou aos jogadores (a partir da similitude das relações entre personagens e cenários em sua função ambiental). A Figura 1 a seguir ilustra diferentes etapas da criação do jogo.



Figura 1. Na imagem superior, primeiro protótipo da tela principal do jogo; na inferior, versão final incluindo cenários, personagens, itens e contadores.

Tanto MDA quanto DPE se mostram como artifícios mais teóricos do que práticos, pois se propõe às considerações a respeito do que “será”, cabendo uma metodologia produtiva para o “o que é”. Nesse sentido, foi trazida a GTD (*Getting Things Done*), que embora não tenha origem no campo específico de desenvolvimento de jogos, trata-se de uma metodologia de produtividade (e em especial de produtividade de tempo) que pode ser inserida em diferentes contextos que buscam concretização. Criada por David Allen (2015) e aplicável em contextos criativos e educacionais, a proposta central do GTD é “liberar” a mente de preocupações, por organizar as tarefas em fluxos confiáveis por meio de listas e agendas. Do ponto de vista do design do jogo em questão, o método auxiliou na gerência das múltiplas etapas necessárias à criação de *assets* audiovisuais (*game content*) e do modo de jogo por suas regras (*gameplay*), permitindo testes sistemáticos entre iterações. Seu princípio de “capturar tudo, processar com calma, agir com propósito” se alinhou como a demanda por realização em um prazo estreito (se comparado às demandas de um mercado com o qual todo jogo educacional invariavelmente é comparado), no qual o “ritmo” de realização deveria manter-se contínuo até o momento de o jogo aplicado ser “publicado”.

Enviamos um protótipo do jogo ao Espaço Ciência para captar opiniões de gestores, monitores de atividades e demais pessoas da equipe, que testaram o jogo e nos enviaram suas contribuições. A partir delas, fizemos mudanças no nível de dificuldade do jogo, no visual de personagens e elementos coletáveis, inserimos um tutorial de jogo e uma tela "Sobre", com instruções de como jogar. Dessa maneira, o jogo foi desenvolvido de forma participativa, abarcando os interesses do museu, considerando-o membro ativo no processo de criação e fomentando a colaboração, uma das premissas do Design Thinking [Brown 2010].

Por fim, na etapa de Aplicação, ofertamos no pavilhão de eventos do museu Espaço Ciência o jogo “Mangue Runner: Bora, Gueja!” para os visitantes durante a SNCT, realizada de 14 a 21 de outubro de 2024. Enquanto jogavam, realizamos a observação não participante dos visitantes, na qual assumimos primariamente o papel de espectador [Marconi e Lakatos 2017, p. 209-210]. Quando terminaram de jogar, fizemos entrevistas a partir de sete perguntas abertas sobre o jogo, seu conteúdo e o contexto do museu. Elas foram parcialmente estruturadas - guiadas por relação de pontos de interesse que exploramos ao longo das respostas [Gil 2002, p. 117]. As respostas às entrevistas e as anotações das observações passaram por uma análise temática [Braun e Clarke 2006], que nos permitiu identificar as principais experiências dos participantes. Os oito participantes desta pesquisa assinaram termos de consentimento e assentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado por comitê de ética no CAAE número 79967424.7.0000.5241.

Resultados

Goss e Battaiola (2019) fizeram um breve histórico dos estudos sobre o conceito de retórica desde a sua origem até suas aplicações em tecnologias atuais, e sua relação com o pensamento de Bogost e os jogos digitais. Segundo os pesquisadores, a retórica procedimental faz referência à ideia de que a superação de obstáculos ao manipular esses programas pode, além de gerar no jogador sentimentos como triunfo e vitória, não

só diverti-lo e mantê-lo jogando como também incentivar reflexões fora do jogo. Isso acontece porque o jogo pode representar conteúdos e sistemas sociais parecidos com os encontrados no mundo real - ou, diferentemente, representar novas possibilidades de sociedade, o que pode levar o jogador a ponderar sobre diferentes questões [Goss e Battaiola 2019].

No caso do *Mangue Runner: Bora, Gueja!*, Gueja precisa limpar o lixo do mangue. Caso o jogador não o limpe, a água do cenário do jogo fica escura, como forma de refletir os efeitos da poluição no mangue. Essa decisão criativa foi feita com base no conceito de retórica procedimental, e gerou diferentes reações entre os jogadores. Houve comentários, por exemplo, destacando a importância da preservação do meio ambiente, e como o jogo apresentou o conteúdo científico sobre o mangue e suas principais características e ameaças. A maneira como os participantes construíram esses sentidos a partir do jogo, bem como os comentários feitos em entrevista, revelam como o jogo também tem potencial para ser uma ferramenta de apoio ao ensino de ciências [Aguiar 2025]. Nesse sentido, adotar a perspectiva do design thinking mostra que envolver todos os interessados no processo educacional (pesquisadores, estudantes, instituições) de forma colaborativa é essencial para compreender necessidades e resolvê-las, e que a construção compartilhada do conhecimento gera transformações na sociedade “através da transformação do indivíduo” [Oliveira 2014].

Alguns visitantes do Espaço Ciência desistiram de participar da pesquisa ao verem a necessidade de conferir e assinar termos de consentimento, pois isso tomaria tempo. Então, em 19 de outubro de 2024, um sábado, coletamos o assentimento e consentimento de seis pessoas via gravação de áudio. Esse procedimento é garantido pelo artigo 5º da Resolução nº 510, que dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas envolvendo a obtenção de dados diretamente com os participantes, informações identificáveis ou que os ofereçam riscos [Brasil 2016]. Em contato com o comitê de ética que tutelou esta pesquisa, fomos informados de que para ter validade, as entrevistas gravadas em áudio devem incluir a leitura completa do termo de consentimento ou assentimento contemplando todos os itens descritos no Capítulo III da Resolução nº 510, como objetivos e procedimentos da pesquisa, riscos e benefícios ao participante, tratamento dos dados e outros, bem como o aceite do participante. Assim, as entrevistas desses seis participantes gravados foram invalidadas e os áudios apagados. Sugerimos que pesquisas similares gravem em áudio ou vídeo a leitura do termo na íntegra, identificando o participante e perguntando se aceita fazer parte do estudo, para coletar o consentimento ou assentimento exigindo menos tempo dos participantes.

Um participante questionou se o local de aplicação do jogo, um pavilhão de exposições, seria adequado para isso por potencialmente gerar muito barulho, o que incomodaria outros visitantes. Esse pensamento também é presente em outros trabalhos [Cordova-Rangel e Caro 2023], que apontaram a necessidade de atentarmos para as condições do local de aplicação do jogo e limitações como espaço, tempo, entre outras.

Em relação a como esta pesquisa foi concebida, vimos que o *Mangue Runner: Bora, Gueja!* aparentemente não foi atraente entre as crianças entrevistadas, em relação aos adultos participantes, indo na contramão do que apontam estudos da envolvendo o uso de jogos digitais para crianças em atividades de divulgação científica [Rowe,

Lobene, Mott, e Lester 2017; Lee, Trigueros, Tagüeña, e Barrio 1993; Dias et al. 2021]. É possível que esse jogo tenha sido menos divertido para elas por questões como o formato do jogo, escolhas criativas, falta de clareza nos objetivos ou pouca variedade de pontos de interação dos jogadores com o jogo. Ele foi mais útil para o público em geral, composto de adultos participando individualmente ou em grupos familiares com membros de diferentes faixas etárias.

Diversos trechos de entrevistas se referem ao potencial do jogo de ser utilizado também como ferramenta de ensino de ciências. Essa característica está conectada não apenas à relação histórica da divulgação científica com o ensino de ciências, como também à prática de utilizar jogos como ferramentas educativas para trabalhar temas diversos [Aguar 2025].

Ao analisar o conteúdo das entrevistas, também identificamos que a análise temática nos permitiu identificar temas sem nos prender a referências teóricas e métodos pré-estabelecidos. Isso incentivou um aprofundamento nas experiências de forma mais qualitativa, com foco nas subjetividades dos participantes.

Considerações finais

Compreendemos que a divulgação científica tem uma relação histórica com instituições e profissionais do ensino de ciências, bem como o surgimento e estabelecimento dos museus de ciência e eventos de ciência no Brasil. Esses espaços buscam cada vez mais atrair diferentes públicos e incentivar a participação da sociedade na pesquisa e no desenvolvimento da ciência, oferecendo momentos para educação não formal. Nesse cenário, jogos digitais se apresentam como forma de gerar ações de divulgação científica que atraiam mais pessoas e ampliem as interações do público com esses locais e com conteúdo científico.

Durante a SNCT, a maioria dos visitantes do Espaço Ciência foi composta por grupos de estudantes escolares, formados de 15 a 20 crianças ou jovens e os professores responsáveis. Porém, eles não puderam ser considerados na pesquisa pois, por questões éticas, pessoas menores de idade só poderiam participar com a autorização de pais, mães ou responsáveis legais. Portanto, este estudo foi restrito a visitantes adultos e/ou grupos de famílias que incluíssem crianças e jovens, principais grupos que compõem este estudo. Pesquisas semelhantes a esta podem contornar esse obstáculo conferindo previamente a programação e quais grupos estão agendados para participar nas atividades da SNCT. Dessa maneira, é possível entrar em contato com as escolas, antes do evento, para obter o consentimento de gestores escolares, professores, pais e responsáveis, bem como o assentimento dos estudantes menores de idade.

Houve momentos em que perdemos oportunidades de entrevistar mais pessoas interessadas no Mangue Runner: Bora, Gueja! porque tínhamos uma equipe limitada de pesquisadores, sendo um pesquisador principal e um assistente de pesquisa. Sugerimos que novas pesquisas considerem desde o projeto a possibilidade de aumentar a equipe para elevar as chances de contato com o público. Além disso, estivemos no Espaço Ciência apenas em certos dias e horários, o que também pode ter limitado nossa coleta de dados. Recomendamos que estudos futuros considerem passar mais dias e horas no

evento no museu, independentemente de serem considerados ou não horários de alta movimentação de visitantes.

Destaca-se aqui que quaisquer que sejam as metodologias de criação e desenvolvimento de jogos, estas devem estar a serviço de um conceito e um contexto que previamente lhes dão objetividade. Por se tratar de um projeto de comunicação em ciência [Aguiar 2025], teve-se como objetivo que, durante e ao término das partidas, os jogadores aprendam algo, sem que o processo se apresente exclusivamente didático (caso contrário, não seria um jogo, mas sim uma atividade escolar como um exercício, teste ou prova). A relação entre o jogo como experiência e a aprendizagem, portanto, é uma balança delicada, e há forte tensão entre professores e estudantes quando o assunto é o uso de jogos na educação: de um lado os professores buscam encharcar a obra de conteúdo, como se o proselitismo tivesse no jogo uma espécie de pedestal para exposição de tópicos que em qualquer outro lugar passariam despercebidos; do outro os alunos que percebem a estratégia e tentam dela escapar, alegando que, diferente dos jogos comerciais, os jogos educativos buscam ser excessivamente pautados no “que” e muito pouco preocupados com o “como”: isso explica a repetição de jogos digitais educacionais pouco visuo-motricialmente “ativos”, e excessivamente “intelectuais” em suas regras (grosso modo, muita leitura para pouquíssimo controle e ação). Assim, confunde-se o ato de jogar (ação) com o jogo (objeto), e esquece-se que o jogar é um verbo que envolve competências a serem testadas e habilidades a serem desenvolvidas, de forma retórica. Sendo essa retórica um dialogismo entre jogador-jogo para que o jogo se mostre suficiente aos seus propósitos objetivos em processamento (no cumprimento de suas regras e percepção dos progressos), reafirma-se essa retórica se apresentando de modo procedimental.

Novas pesquisas podem se aprofundar na discussão sobre o impacto do jogo no contexto do ensino de ciências e no aprendizado dos participantes, por meio de instrumentos e/ou protocolos de avaliação que detalham a profundidade, os temas e os efeitos a longo prazo dessa aprendizagem. Outros estudos podem fazer uma comparação entre o *Mangue Runner: Bora, Gueja!* e outros jogos digitais semelhantes feitos para divulgação científica e/ou ensino de ciências, a fim de situá-lo melhor dentro do panorama mais amplo das áreas. Jogos na divulgação científica têm potencial inclusivo ao engajar públicos diversos por meio de experiências lúdicas. Portanto, é necessário ainda considerar, em novas atualizações do jogo, perspectivas de acessibilidade para torná-lo mais inclusivo a diferentes públicos como, por exemplo, a inclusão de instruções via intérprete de Libras em gravação de vídeo, pensando em pesquisas envolvendo jogadores surdos. No campo econômico, futuras pesquisas podem analisar se e como o *Mangue Runner: Bora, Gueja!* poderia impactar pessoas de diferentes classes sociais e mediar questões como a relação da sociedade com a ciência, gerando inovação e oportunidades e diminuindo desigualdades.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (Capes), código de financiamento 001.

Referências

- Aguiar, D. H. do N. (2025). “Jogos digitais para divulgação científica em museus de ciência” (Dissertação (Mestrado em Divulgação da Ciência, Tecnologia e Saúde)). Fundação Oswaldo Cruz, Casa de Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ.
- Allen, D. (2015). “Getting things done: The art of stress-free productivity (Revised edition)”. New York: Penguin Books.
- Alves, J. R. P., Filho, O. P., & Peres, R. A. R. (2001). Aspectos geográficos, históricos e sócioambientais dos manguezais. Em Rio de Janeiro (Brazil: State), Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha, & Fundação de Estudos do Mar (Orgs.), “Manguezais: Educar para proteger” (1a ed). Rio de Janeiro, RJ: Fundação de Estudos do Mar. Recuperado de https://www.pick-upau.org.br/mundo/panorama_aguas_rj/09_manguezais_educar.pdf
- Bogost, I. (2007). “Persuasive games: The expressive power of videogames”. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bogost, I. (2008). The Rhetoric of Video Games. Em K. Salen, “The Ecology of Games: Connecting Youth, Games, and Learning” (p. 117–139). Cambridge, MA: MIT Press. Recuperado de <https://se4n.org/papers/bogost-rhetoric.pdf>
- Brasil. (2016) Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes ou de informações identificáveis ou que possam acarretar riscos maiores do que os existentes na vida cotidiana, na forma definida nesta Resolução. “Diário Oficial da União”, Seção 1. Disponível em <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/aceso-a-informacao/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf>
- Brown, T. (2010). “Design Thinking: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias”. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Bueno, W. C. (2010). Comunicação científica e divulgação científica: Aproximações e rupturas conceituais. “Informação & Informação”, 15(supl), 1–12. <https://doi.org/10.5433/1981-8920.2010v15nesp.p1>
- Carvalho, F. G. D., Vasconcellos, M. S. D., & Araújo, I. S. D. (2023). Intertextualidade Procedimental: Intertextualidade das regras e mecânicas em jogos digitais. “Contracampo”, 42(3). <https://doi.org/10.22409/contracampo.v42i3.55592>
- Castrillón, C. F. A., Ojeda Rivera, A. F., Aguilar Paz, C. J., Vidal Caicedo, M. I., Camacho Ojeda, M. C., & Chanchí Golondrino, G. E. (2019). Construcción de un juego serio como apoyo al aprendizaje de la física cinemática. “Revista Ingenierías Universidad de Medellín”, 19(37), 159–177. <https://doi.org/10.22395/rium.v19n37a8>
- Chagas, C., & Massarani, L. (2020). Reflexões sobre a Divulgação Científica—E uma Pitada de História. Em “Manual de sobrevivência para divulgar ciência e saúde”. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. <https://doi.org/10.7476/9786557080870>

- Cordova-Rangel, J., & Caro, K. (2023). Designing and Evaluating Aventura Marina: A Serious Game to Promote Visitors' Engagement in a Science Museum Exhibition. "Interacting with Computers", 35(2), 387–406. <https://doi.org/10.1093/iwc/iwad017>
- Dias, J. D., Tibes-Cherman, C. M., Aragão, R. B., Tourinho, H., Zem-Mascarenhas, S. H., & Fonseca, L. M. M. (2021). Avaliação de serious game em programa de enfrentamento da obesidade infantil. "Acta Paulista de Enfermagem", 34, eAPE001045. <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2021AO001045>
- Dudo, A., Cicchirillo, V., Atkinson, L., & Marx, S. (2014). Portrayals of Technoscience in Video Games: A Potential Avenue for Informal Science Learning. "Science Communication", 36(2), 219–247. <https://doi.org/10.1177/1075547013520240>
- Fairclough, N. (2001). "Discurso e Mudança Social". Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Filho, C. A. N., Pinto, S. L., & Sgarbi, A. D. (2015). 1—Um ensaio sobre divulgação científica. Em C. R. P. Campos (Org.), "Divulgação científica e ensino de ciências: Debates e preliminares" (p. 11–23). Espírito Santo: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo.
- Fiske, J. (1987). "Television Culture". London: Routledge.
- Gil, A. C. (2002). "Como Elaborar Projetos De Pesquisa" (4º ed). São Paulo: Atlas.
- Goss, J., & Battaiola, A. (2019). Retórica em Jogos Digitais: Um panorama histórico do estudo da retórica e seus elementos aplicados aos estudos de jogos. *Blucher Design Proceedings*, 2309–2318. Belo Horizonte, Brasil: Editora Blucher. <https://doi.org/10.5151/9cidi-congic-5.0200>
- Grigorio Neto, J., Pimentel Marcolino, P. H., Ferreira, P., & Barbosa, D. M. (2021). Maze Code: Retórica Procedural Aplicada ao Ensino de Lógica de Programação. "Anais Estendidos do XX Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames Estendido 2021)", 519–528. Brasil: Sociedade Brasileira de Computação. https://doi.org/10.5753/sbgames_estendido.2021.19685
- Hunicke, R., LeBlanc, M., & Zubek, R. (2004). MDA: A Formal Approach to Game Design and Game Research. "Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI", 1–5.
- Kristeva, J. (1986). "The Kristeva Reader" (T. Moi, Org.). New York, NY: Columbia Univ. Press.
- Kritz, J., Carmo, A., & Xexéo, G. (2018). Usando retórica procedural para desenvolver um jogo transmídia sobre reciclagem: Estudo de caso do Tríade. "Proceedings of SBGames 2018", 320–329. Foz do Iguaçu/PR: Sociedade Brasileira de Computação. Recuperado de <https://www.sbgames.org/sbgames2018/files/papers/ArtesDesignFull/188233.pdf>
- Kritz, J. S., Classe, T. M. de, Costa, L. M., & Xexéo, G. B. (2020). Xô Corona: Aprendendo Medidas Preventivas da COVID-19 Através de Um Jogo. "Proceedings of SBGames 2020", 1047–1056. Recife/PE: Sociedade Brasileira de Computação.

- Recuperado de <https://www.sbgames.org/proceedings2020/JogosSaudeFull/208653.pdf>
- Lee, J., Trigueros, M., Tagüeña, J., & Barrio, R. A. (1993). Spectrum: An educational computer game. “Physics Education”, 28(4), 215–218. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/28/4/004>
- Marandino, M. (2002). “Tendências teóricas e metodológicas no Ensino de Ciências”. USP. Recuperado de https://midia.atp.usp.br/plc/plc0605/impresos/plc0605_01.pdf
- Marandino, M. (2017). Faz sentido ainda propor a separação entre os termos educação formal, não formal e informal? “Ciência & Educação (Bauru)”, 23(4), 811–816. <https://doi.org/10.1590/1516-731320170030001>
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2017). “Fundamentos de metodologia científica” (8º ed). São Paulo: Editora Atlas Ltda. Recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7237618/mod_resource/content/1/Marina%20Marconi%2C%20Eva%20Lakatos_Fundamentos%20de%20metodologia%20cient%20%C3%ADfica.pdf
- Massarani, L. (2022). DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA. Em J. Szwako & J. L. Ratton (Orgs.), “Dicionário dos negacionismos no Brasil”. Recife, PE: Cepe.
- Murray, J. H. (2003). “Hamlet no holodeck: O futuro da narrativa no ciberespaço”. São Paulo: Editora Unesp.
- Oliveira, A. C. A. (2014). A contribuição do Design Thinking na educação. “Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial - ISSN - 1983-1838”, 105–121. <https://doi.org/10.18624/e-tech.v0i0.454>
- Oliveira, R. N. R. D., Belarmino, G. D., Rodriguez, C., Goya, D., Rocha, R. V. D., Venero, M. L. F., ... Kumada, K. M. O. (2021). Desenvolvimento e Avaliação da Usabilidade e Acessibilidade de um Protótipo de Jogo Educacional Digital para Pessoas com Deficiência Visual. “Revista Brasileira de Educação Especial”, 27, e0190. <https://doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0190>
- Picó, M. J., Galán-Cubillo, E., & Sáez-Soro, E. (2021). Videojuegos y cambio climático: Diseño de una experiencia de cocreación entre arte y ciencia. “Fonseca, Journal of Communication”, (23), 173–196. <https://doi.org/10.14201/fjc202123173196>
- Pollio, A., Magee, L., & Salazar, J. F. (2021). The making of Antarctic futures: Participatory game design at the interface between science and policy. “Futures”, 125, 102662. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2020.102662>
- Ríos Félix, J. M., Zatarain Cabada, R., Barrón Estrada, M. L., & Favela Vara, J. (2020). An Intelligent Learning Environment for Computational Thinking. “Computación y Sistemas”, 24(3). <https://doi.org/10.13053/cys-24-3-3480>
- Rowe, J. P., Lobene, E. V., Mott, B. W., & Lester, J. C. (2017). Play in the Museum: Design and Development of a Game-Based Learning Exhibit for Informal Science Education. “International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations”, 9(3), 96–113. <https://doi.org/10.4018/IJGCMS.2017070104>

- Souza, M. T. D., Silva, M. D. D., & Carvalho, R. D. (2010). Integrative review: What is it? How to do it? “Einstein (São Paulo)”, 8(1), 102–106. <https://doi.org/10.1590/s1679-45082010rw1134>
- Vasconcellos, M. S. de, Carvalho, F. G. de, & Araújo, I. (2018). “O jogo como prática de saúde”. Rio de Janeiro, RJ: Editora Fiocruz.
- Winn, B. M. (2009). The Design, Play, and Experience Framework. Em R. E. Ferdig (Org.), “Handbook of research on effective electronic gaming in education” (p. 1010–1024). Hershey, PA: Information Science Reference.