

Descrição e análise dos processos de produção de um jogo educacional e seus impactos na sua qualidade

Guilherme Dias Belarmino
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal do ABC — UFABC
Santo André — SP, Brasil
g.dias@ufabc.edu.br

Rháleff Nascimento Rodrigues de Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação
Universidade Federal do ABC — UFABC
Santo André — SP, Brasil
rhaleff.nascimento@ufabc.edu.br

Carla Lopes Rodriguez
PPG em Ciência da Computação
Centro de Matemática, Computação e
Cognição da UFABC
Santo André — SP, Brasil
c.rodriguez@ufabc.edu.br

Denise Hideko Goya
PPG em Ciência da Computação
Centro de Matemática, Computação e
Cognição da UFABC
Santo André — SP, Brasil
denise.goya@ufabc.edu.br

Rafaela Vilela da Rocha
PPG em Ciência da Computação
Centro de Matemática, Computação e
Cognição da UFABC
Santo André — SP, Brasil
rafaela.rocha@ufabc.edu.br

Resumo—O ciclo de vida de produção de um jogo educacional pode impactar na sua qualidade como recurso de apoio ao processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma, métodos de desenvolvimento devem ser usados, bem como os processos em si devem ser analisados para evolução futura do jogo e de iniciativas similares. Nesse contexto, o objetivo deste artigo é descrever e analisar os processos de produção de uma missão de um jogo educacional, que incluiu a avaliação com pessoas com deficiência visual e auditiva. Para isso, foram usados o método AIMED, que apoia o desenvolvimento de jogos sérios e educacionais, e possibilita a identificação de aspectos relacionados à sua qualidade, e os quatro pilares que impactam a qualidade do jogo educacional. Como resultados, há indícios de aspectos positivos na produção do jogo educacional, como mais agilidade no processo de produção por causa das validações ao final de cada etapa, e também limitações, como dificuldade de integração entre papéis e atores. Além disso, ressalta-se, como contribuições para a área, a exemplificação do ciclo de vida de produção de um jogo educacional, bem como, a identificação de possíveis lacunas e oportunidades de pesquisa.

Palavras-chave—jogo educacional, desenvolvimento, análise

I. INTRODUÇÃO

Jogos educacionais são projetados com o objetivo de favorecer o processo de ensino-aprendizagem e, quando produzidos com objetivos pedagógicos e abordagens bem definidos, são eficazes para ensinar e treinar alunos de diferentes idades, contextos e público (pessoas com ou sem deficiência) [1-3]. Os benefícios desses jogos são evidenciados pelo fato de serem motivadores e fazerem com que os alunos assumam papéis realistas, para resolver problemas, formular estratégias e obter *feedback* imediato e constante sobre as consequências de suas ações [1, 4].

Entretanto, a produção de jogos educacionais é um processo multidisciplinar, que requer profissionais capacitados (com conhecimentos distintos, como no domínio de aplicação, processo de ensino-aprendizagem, avaliação, *game design*, engenharia de *software*, programação e acessibilidade) e tem alto custo (de recursos humanos, materiais, financeiros e tempo) [6, 7].

Para oferecer suporte ao desenvolvimento de jogos educacionais e sérios, diversos métodos, processos e metodologias foram propostos, além dos existentes nas áreas inter-relacionadas. Entretanto, essas abordagens não descrevem o ciclo de vida completo, com requisitos e balanceamento de *design* instrucional (aspectos pedagógicos), *design* de jogo (principalmente jogabilidade), engenharia de *software*, gestão de projetos e avaliação (da aprendizagem e do jogo) [6, 7]. Algumas abordagens são focadas em áreas específicas [8, 9] e outras unificam alguns elementos dessas áreas [10-13], mas em processos paralelos e sem abranger todos os requisitos necessários. O que cria uma lacuna entre estes domínios de conhecimentos. Isso pode impactar a qualidade do jogo educacional e a eficácia do seu uso (desmotivação, falta de engajamento, aprendizado insuficiente) [14, 15]. Além disso, há desafios no planejamento e execução de testes, verificações, validações e avaliações do jogo educacional [6, 16]. As avaliações da aprendizagem e desempenho do jogador (com coleta de dados da interação com o jogo), muitas vezes são negligenciadas, e é apenas avaliada a satisfação e motivação do usuário em jogar (geralmente, realizadas com artefatos externos ao jogo) [6, 16, 17]. Além disso, testes, verificações e validações executadas ao longo do processo de produção podem contribuir para a melhoria do produto final. Dessa forma, trabalhos que descrevem e avaliam o processo de produção, além do jogo final produzido, podem contribuir para pesquisas futuras [18, 19, 28].

O objetivo deste artigo é descrever e analisar os processos de produção de uma das missões do jogo educacional "Expedição Antártica" ("EA"), do tipo RPG (*Role Playing Game*) para ensino-aprendizagem sobre o conhecimento da Ciência Cidadã ambientada na Antártica. Como metodologia de pesquisa, foram usados o método AIMED [20, 21] e os quatro pilares que impactam a qualidade do jogo educacional [22]. Destaca-se a participação de pessoas com deficiência visual e auditiva no processo de desenvolvimento e avaliação do jogo.

Além desta seção introdutória, na **Seção II** são descritos os principais conceitos e trabalhos relacionados. Na **Seção III** é apresentada a metodologia, seguida da descrição de

cada processo de produção da missão “Baleias” do jogo educacional “EA” (na **Seção IV**). As análises e discussões estão na **Seção V** e as considerações finais na **Seção VI**.

II. FUNDAMENTAÇÃO E TRABALHOS RELACIONADOS

Nesta seção, são apresentados os principais conceitos relacionados aos desafios e abordagens de produção de jogos educacionais e sérios, além da descrição e análise de trabalhos relacionados.

A. Produção de Jogos Educacionais e Sérios

Jogos educacionais e sérios são estratégias instrucionais que envolvem elementos, como regras, narrativas, desafios e *feedback* imediato, usados para atingir um objetivo educacional [1, 37]. Tais jogos, além de promover o entretenimento, focam em ensinar, expandir e reforçar conceitos específicos, para auxiliar pessoas no processo de ensino-aprendizagem [2, 7]. Entretanto, há desafios em suas produções (como falta de boas práticas de acessibilidade, detalhamento dos processos de produção e métodos de avaliação bem definidos) que precisam ser superados [23].

Em relação à acessibilidade, uma maneira de permitir que um jogo possa ser jogado pelo maior número possível de usuários (sobretudo pessoas com deficiência) é desenvolvê-lo com os princípios de *Design Universal* [24]. Tais princípios resultam em um jogo com uso equitativo, flexível, simples e intuitivo, tolerante a erros, com tamanho e espaços apropriados e que possua um *design* com baixo esforço físico [25]. Além disso, a inserção dos usuários no processo de desenvolvimento do jogo é recomendado, por meio do *Design Participativo*, para validação de decisões importantes [26].

Sobre o detalhamento de processos de produção de jogos, a INTERA (Inteligência, Tecnologias Educacionais e Recursos Acessíveis) é uma metodologia composta por fases, papéis, artefatos e etapas iterativas e incrementais, que serve como um arcabouço de processos para o desenvolvimento de materiais instrucionais digitais (e.g. jogos educacionais, animações, simulações) [13, 27]. As fases podem ser inicial, intermediária e transição, e definem cada período da metodologia. Os papéis descrevem os comportamentos das pessoas e suas funções (e.g. analista, conteudista, equipe de desenvolvimento). Os artefatos contemplam os dados gerados pelas equipes envolvidas (e.g. documentos, planilhas, imagens e código-fonte). As etapas definem um conjunto de atividades e artefatos de entrada e saída e práticas relacionadas a uma área de interesse principal. Como principais limitações, destaca-se a ausência de alguns papéis específicos para desenvolvimento de jogos e ausência das práticas e artefatos gerados no desenvolvimento de um jogo educacional [27].

Outra abordagem usada para auxiliar a produção de recursos educacionais (e.g. jogos educacionais e sérios, simulações interativas e artefatos gamificados) é o AIMED (*Agile, Integrative and Open Method for Open Educational Resources Development*), um método ágil que integra práticas de *design* instrucional, *design* de jogos, modelagem de simulação, engenharia de *software* e gerenciamento de projetos [20, 21]. O AIMED, engloba papéis, atividades e artefatos bem definidos e está estruturado em 14 processos distribuídos em cinco macroprocessos: (A) **Processos Organizacionais**: descreve atividades e tarefas de (1) gerência, (2) licenciamento e (3) publicação do projeto; (B)

Processo de Pré-produção: descreve atividades de (4) planejamento inicial; (C) **Processos de Produção**: define as atividades e artefatos de (5) análise e planejamento da iteração, (6) projeto iterativo, (7) implementação incremental e (8) integração, teste e revisão da iteração; (D) **Processos de Pós-produção**: define atividades realizadas após a entrega do produto no processo de (9) ambiente e manutenção, (10) execução e (11) avaliação da aprendizagem; (E) **Processos de Apoio**: descreve as decisões dos processos de (12) verificação dos artefatos, (13) validação e (14) projeto experimental.

Para complementar, é importante avaliar o jogo educacional a partir de quatro perspectivas (4Ps, *i.e.* produto, processo, pessoas e projeto), que influenciam a sua qualidade [22], descritas a seguir: (1) artefatos criados e *produto* final; (2) métodos e *processos* usados na criação dos artefatos e produto final; (3) qualidade das *pessoas* empregadas na execução do processo de criação dos artefatos e produto final; e (4) características de gerenciamento, planejamento e execução do *projeto*.

B. Trabalhos Relacionados

Há diferentes modelos, métodos e processos de produção de jogos educacionais e sérios, como o Processo baseado em RUP para a área da saúde [8], Processo ENgAGED para ensinar computação [9], Modelo SG-iSD [10], Processo baseado no *design* centrado no usuário [11], Processo Synergy [12], Metodologia INTERA [13] e Metodologia GAMED [22]. Entretanto, a maioria desses processos foca no *design* instrucional e desenvolvimento do jogo, porém sem integração detalhada no processo, e não apoiam a avaliação de jogo educacional. Dessa forma, para análise e descrição realizada neste artigo, foi escolhido o método AIMED, que já foi usado para avaliação de um processo de produção de jogo educacional [28], e por ser integrativo e abordar diferentes fases de produção (planejamento, execução, avaliação e gestão, além do *design* e desenvolvimento). Diferente do trabalho de Vale *et al.* [28], no qual havia apenas um desenvolvedor, a equipe do “EA” foi multidisciplinar, com profissionais com papéis, objetivos e interesses de pesquisa distintos, conforme apresentado na **Seção IV**.

Além disso, nos estudos que reportam protótipos de jogos educacionais e sérios, que foram desenvolvidos com o uso do método AIMED, também foram analisadas a qualidade do processo, projeto, pessoas e produto final. Destacam-se dois estudos em diferentes focos de uso (e.g., capacitação, *design* e desenvolvimento) e objetivos de jogos distintos (conscientização e treinamento). Mota *et al.* [18] relataram a capacitação da equipe envolvida e a produção de um jogo para conscientização da adoção de animais, com o envolvimento de 18 acadêmicos, em parceria com a Subsecretaria de Defesa dos Animais de São Paulo (cinco especialistas). Albarrassin *et al.* [19] focaram no *design* e desenvolvimento de um jogo para treinamento de contingência em parceria com o Núcleo de Operações de Controle da Polícia Militar do Estado de São Paulo (três especialistas), além de dois acadêmicos. Ambos trabalhos também usaram os quatro pilares que influenciam a qualidade de um jogo educacional, descritos por Aslan e Balci [22], para analisarem e discutirem sobre os resultados, contribuições e desafios encontrados.

III. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa foi dividida em duas seções: (A) relato do projeto, processo/metodologia, equipes envolvidas e artefatos usados e desenvolvidos; e (B) relato do método AIMED e pilares de qualidade usados para descrever e analisar uma missão específica produzida em (A), perfil da equipe que conduziu essa análise, e as versões analisadas da missão do jogo.

A. Produção do Jogo Educacional

O projeto de produção do jogo “EA” foi aprovado e financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Processo: 88887.163248/2018-00), e aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do ABC (Parecer: 3.537.793). A execução do projeto foi no período de setembro de 2018 a maio de 2020. O jogo “EA” foi desenvolvido com a metodologia INTERA [13, 27] e baseado nos princípios de *Design* Universal e Participativo.

O “Expedição Antártica” (“EA”) é um jogo educacional acessível a pessoas com deficiência (PcD) visual, cognitiva e surdez, que considera a exploração do processo de pesquisas científicas na Antártica. O público-alvo é formado por licenciandos que assumem o papel no jogo de turista que coleta dados para pesquisas e resolve problemas interdisciplinares por meio de um desafio (atividade principal) e minijogos (atividades que liberam recursos para concluir o desafio) em cada missão (localizada em um mapa distinto). O jogo é composto por quatro missões: “Baleias”, “Itens de Viagem”, “Paleontologia” e “Vegetação”.

A produção do jogo educacional “EA” contou com uma equipe multidisciplinar que se envolveu em todo o processo de produção do jogo, divididas em quatro equipes: (1) **Conteúdo**: três professores, três pesquisadores e cinco alunos; (2) **Análise**: um professor, um *designer* e diretor de arte e quatro alunos; (3) **Acessibilidade**: de (i) **PcD visual**: dois professores e três alunos (uma PcD visual); e (ii) **PcD auditiva**: um professor e 11 alunos (uma PcD auditiva); e (4) **Desenvolvimento**: quatro professores e cinco alunos. Outras equipes se formaram e atuaram em etapas específicas, tais como: (5) **Avaliação**: dois professores; (6) **Testes**: nove alunos (uma PcD cognitiva); além dos coordenadores que pertenciam a equipe de (7) **Gestão de Projetos**: dois pesquisadores.

B. Descrição e Análise da Produção do Jogo Educacional

Com o objetivo de analisar a qualidade das versões do jogo “EA”, os processos de produção são descritos, na **Seção IV**, por meio do método AIMED [20, 21], na visão da equipe de Desenvolvimento (três pesquisadores e dois estudantes). Neste artigo, apenas a missão “Baleias” é descrita, no total de quatro versões de protótipos (nomeadas 1, 2.A, 2.B e 3), pois foi testada e validada em diferentes iterações.

Além disso, os quatro pilares que influenciam a qualidade de um jogo educacional [22] são usados para análise e discussão dos resultados, contribuições e desafios encontrados na produção dessa missão do jogo “EA”.

IV. DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO DA MISSÃO “BALEIAS” DO JOGO EDUCACIONAL “EA”

Nesta seção são apresentados os processos e três iterações de produção da missão “Baleias” do jogo “EA”, a

partir dos processos do método AIMED. Os processos de produção foram executados nas seguintes iterações:

- **Iteração I**: protótipo (**versão 1**) do glossário de sons do jogo e missão inicial das Baleias, com a realização de testes com PcD visual [29, 30];
- **Iteração II**: protótipos (**versões 2.A e 2B**) da navegação e fase de fotoidentificação de baleias, com a realização de testes e comparação das duas versões criadas [31]; e
- **Iteração III**: protótipo (**versão 3**) com a inclusão do minijogo de fotoidentificação e desafio de fotografar caudas de baleias (versão final da missão “Baleias”).

A. Processos Organizacionais

Os processos organizacionais são: (1) **gerência**, cada equipe tem seu responsável (uma ou mais pessoas) que deve estimar e gerenciar recursos, e definir ordem de prioridade; (2) **licenciamento**, com responsabilidade da equipe de Gestão de Projetos; e (3) **publicação** do jogo educacional, com responsabilidade da equipe de Desenvolvimento.

(1) **Gerência**: é executado durante todos os processos de pré-produção, produção e pós-produção. Contém as atividades de: *design* e aprovação do projeto; priorização de recursos (humanos, materiais (*software/hardware*), financeiros e tempo) e artefatos (usados e produzidos); e revisão e avaliação. Nesse processo, foram definidos os requisitos necessários para o jogo (especificados no projeto submetido, aprovado e financiado pela CAPES) e também o documento de *design* do jogo (*Game Design Document - GDD*). Em relação aos materiais usados pela equipe de Desenvolvimento, o motor de jogos *Unity3D* foi usado na sua versão gratuita, que permite o desenvolvimento de jogos com receitas ou fundos inferiores a US \$100 mil nos últimos 12 meses. A equipe de Conteúdo usou a ferramenta *open source Twine* para construção de diálogos que, dentro do jogo, foram implementados por meio do *asset* VIDE Dialogues da *Asset Store*, da *Unity3D*. Com relação às versões criadas e relatadas neste artigo, cada iteração durou cerca de três meses, com envolvimento de três alunos bolsistas (um mestrando e dois graduandos) e quatro professores da equipe de Desenvolvimento.

(2) **Licenciamento**: contém atividades e tarefas para definir políticas de licenciamento e metadados. A licença adotada foi a CC-BY-NC-SA 4.0 (*Creative Commons*, sob a versão Atribuição - Não Comercial - Compartilha Igual 4.0 Internacional).

(3) **Publicação**: contém atividades de produção de tutorial e compartilhamento em repositórios. O jogo “EA” possui instruções dentro do jogo, *i.e.*, antes de cada missão, minijogo ou desafio são apresentadas as instruções necessárias para se jogar. O jogo está disponível, gratuitamente, em: <http://acessivel.ufabc.edu.br/antartica/>, e o código-fonte e a documentação estão disponíveis no *GitHub*: <https://github.com/Projeto-Game-Antartica/>.

B. Processo de Pré-produção

O macroprocesso de pré-produção é composto pelo processo de (4) **Planejamento Inicial** que contém as atividades: definição dos requisitos pedagógicos, com responsabilidade da equipe de Conteúdo; e definição dos requisitos técnicos, com responsabilidade da equipe de Desenvolvimento.

Como **requisitos pedagógicos** foram definidos os seguintes itens: (1) *Contexto e Problema*: Identificou-se a necessidade de formar futuros professores com uma cultura científica que os libertam de estereótipos (cientistas de jaleco branco em laboratórios) e com competências para inserir Tecnologias da Informação e Comunicação em sala de aula, de modo a garantir o engajamento do aluno, seja ele pessoa com ou sem deficiência. (b) *Público-alvo*: Alunos de licenciatura do Ensino Superior. (c) *Conteúdo*: Processos científicos, as metodologias e seus métodos, por meio da exploração do Ambiente Antártico e práticas relacionadas à Ciência Cidadã. Para a primeira missão do jogo, foi priorizado o desenvolvimento do processo de fotoidentificação da cauda de baleias, que foi a primeira missão disponibilizada pela equipe de Conteúdo. (d) *Avaliação*: Inicialmente, havia a intenção de realizar a coleta e análise de dados dos registros das ações dos jogadores (técnicas internas ao jogo), além de técnicas externas de testes e avaliação do jogo (projetadas e reportadas na Subseção “C. Processos de Produção”), porém, as técnicas internas não foram implementadas.

Como **requisitos técnicos** foram definidos os seguintes itens: (a) *Objetivos de Design*: O “EA” é um jogo do gênero RPG, com gráficos 2D *top-down* para PC (*desktop*) com sistema operacional *Windows*. Trata-se de um jogo *single-player*, que possibilita a interação de apenas um jogador. O conteúdo do jogo está presente na jogabilidade, como nos diálogos e minijogos. (b) *Objetivos de Multimídia*: um *designer* desenvolveu a parte gráfica e artística do jogo, como os personagens e animações. Com relação ao *design* sonoro do jogo, os sons foram obtidos de repositórios públicos e gratuitos pela equipe de Desenvolvimento. O jogo teve tradução em Libras no formato de vídeos produzidos pela equipe de Acessibilidade, e também com conteúdos em vídeos (acessados via diálogos com os mentores) que foram selecionados pela equipe de Conteúdo e disponibilizados dentro do jogo. (c) *Objetivos Técnicos*: A consolidação dos aspectos técnicos foi realizada por meio do motor *Unity3D*, selecionado por possuir uma documentação atualizada e uma comunidade ativa para suporte de requisitos.

C. Processos de Produção

O macroprocesso de produção é dividido em quatro processos iterativos: (5) **análise** e planejamento da iteração; (6) **projeto** iterativo; (7) **implementação** incremental; e (8) **integração, teste e revisão** da iteração. Cada processo contém diferentes atividades executadas e artefatos gerados. Para a missão “Baleias” do jogo foram executadas três iterações (que geraram as versões 1, 2A, 2B e 3), que são descritas a seguir.

No AIMED, o processo “(6) **projeto**” inclui o projeto de testes. Destaca-se a seguir o que foi planejado, implementado e testado, para visão geral e possibilidade de comparação. De forma geral, para as versões 1 (glossário de sons do jogo e missão inicial das baleias) e 3 (minijogo de fotoidentificação e desafio de fotografar caudas de baleias), foram projetados e realizados testes para validação de aspectos de usabilidade e acessibilidade por PcD visuais. Nas versões 2.A e 2.B (que contêm navegação e fase de fotoidentificação de baleias), foram realizadas validações (do conteúdo) com especialistas no domínio e testes e avaliações pelo público-alvo (graduandos) para: (i) avaliar a reação à jogabilidade, *interface* e interações de cada versão;

(ii) avaliar a aprendizagem do conteúdo da missão “Baleias”; e (iii) comparar as duas versões em relação a reação à jogabilidade, desafio, diversão, motivação e conteúdo. A equipe de Desenvolvimento projetou e executou os testes e avaliações das versões 1, 2.A e 2.B. A equipe de Acessibilidade auxiliou a execução no teste da versão 1 e a equipe de Análise projetou e executou os testes na versão 3 (com auxílio das equipes de Desenvolvimento e Acessibilidade).

Iteração I: Desenvolvimento do desafio de fotografia de caudas de baleias e glossário de sons para PcD visual, nomeado protótipo versão 1.

(5.1) Análise e planejamento da iteração: Na primeira iteração, as equipes de Acessibilidade e de Desenvolvimento exploraram algumas estratégias para possibilitar que o jogo pudesse ser usado por pessoas com e sem deficiência visual. Isso foi feito em paralelo à elaboração do conteúdo do desafio e ao levantamento de requisitos em andamento junto à equipe de Análise. Ao fim desta atividade, o artefato obtido foi um esboço de *interface* de um glossário de sons e a identificação da necessidade de se desenvolver navegação via teclado. A equipe de Conteúdo elaborou esboços de como seria a dinâmica da ação de fotografar baleias no jogo.

(6.1) Projeto iterativo: A equipe de Conteúdo especificou que a missão de fotografar baleias consistiria em encontrar a cauda de uma baleia no cenário (superfície do oceano visto a partir do navio) e fotografá-la para realizar a identificação a partir de um catálogo. A equipe de Acessibilidade estabeleceu que os sons do glossário poderiam ser acessados por nomes (a partir da primeira letra) ou a partir de uma lista ordenada alfabeticamente.

(7.1) Implementação incremental: Consistiu na criação, revisão, reúso e modificação dos artefatos. A respeito do *design*, as telas e animações necessárias para o desenvolvimento do desafio foram recebidas das equipes de Conteúdo e Análise. Foram usadas tanto imagens providas de um *designer* quanto de bases gratuitas. O *design* do glossário (Fig. 1), com seleção dos sons em repositórios públicos, foi realizado pela equipe de Desenvolvimento. Quanto ao conteúdo, ainda não estava disponível o catálogo com as caudas de baleias para este protótipo.



Fig. 1. Tela do glossário de sons - versão 1.

(8.I) Integração, testes e revisão da iteração: Tem-se a integração dos artefatos gerados (como o protótipo do desafio de fotografar caudas de baleias, Fig. 2), testes e avaliação (do protótipo com PcD visual). Foi realizado um teste com três PcD visual para verificar a usabilidade e acessibilidade do conteúdo do jogo [29, 30], por meio da técnica *Think-Aloud Protocol* e entrevista semiestruturada. As PcD que testaram o jogo relataram os principais problemas contidos no protótipo do desafio de fotografar caudas de baleias da Iteração I. São eles: falta de audiodescrição do objetivo educacional, *i.e.*, os jogadores não compreenderam os motivos pelos quais fotografavam as caudas; e a dificuldade com a sobreposição de diferentes sons no jogo (som ambiente, *feedbacks* auditivos) que atrapalhou a jogabilidade. Como revisão desta Iteração, teve-se o desenvolvimento de um protótipo da missão de fotografar caudas de baleias, junto do glossário de sons do jogo, que foram avaliados com PcD visual. Essa avaliação resultou na necessidade de ajustes de acessibilidade e jogabilidade, a serem realizados nas próximas iterações.

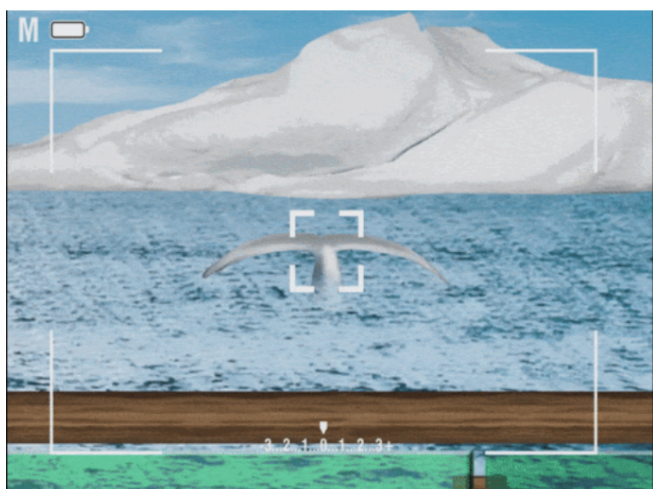


Fig. 2. Tela da missão de fotografar caudas de baleias.

Iteração II: Desenvolvimento da mecânica geral do jogo e de duas versões diferentes do desafio da missão “Baleias”, nomeadas Versão 2.A e Versão 2.B. Nesta iteração, tem-se o planejamento e desenvolvimento da mecânica geral de movimentação do jogo com duas versões do desafio de fotografar caudas de baleias, assim como a criação dos menus de configuração gerais para o jogo.

(5.II) Análise e planejamento da iteração: Uma nova interface, a ser implementada, foi entregue pelas equipes de Análise e Conteúdo, com atualizações de botões, ícones e o *design* das telas, no geral. Dessa forma, nesta Iteração, os artefatos gerados pela Iteração I foram reusados em conjunto com os artefatos recebidos.

(6.II) Projeto iterativo: Foi definida a mecânica de movimentação do jogo, no estilo gráfico 2D, *top-down*. A partir disso, foi desenvolvida toda a estruturação do mapa do navio, que inclui a movimentação do jogador principal (conforme Fig. 3), pontos de colisão, diálogos e posicionamento dos mentores (*Non-playable character - NPC*). Foi entregue, pela equipe de Conteúdo, os diálogos com os mentores necessários para a versão 2.A, e a equipe de Desenvolvimento projetou novos diálogos para a versão 2.B. Ademais, para o desafio de fotoidentificação proposto na versão 2.B, foi desenvolvido, pela equipe de

Desenvolvimento, um catálogo com caudas de baleias e suas características necessárias para a realização da fotoidentificação. Este mesmo catálogo foi utilizado para o desafio de fotografar caudas de baleias na versão 2.A. Ambas as versões continham o protótipo de navegação do personagem principal.



Fig. 3. Tela com navegação do jogador principal no navio - versão 1.

(7.II) Implementação incremental: Foram aprimorados e reutilizados artefatos (arte e áudio) da Iteração I, e geradas duas novas versões entregáveis (versões 2.A e 2.B). Foi implementada uma versão do menu de configurações (Fig. 4), com controle de volume e opção de ativar a leitura de tela. Foi aprimorada a interface e jogabilidade do desafio de fotografar caudas de baleias para uma nova versão (versão 2.A - Fig. 5), com um novo *design* proposto pelas equipes de Análise e Conteúdo. Como uma alternativa à versão 2.A, foi desenvolvido, pela equipe de Desenvolvimento, um desafio baseado no processo de fotoidentificação de baleias (versão 2.B - Fig. 6). Na versão 2.B, há a identificação de características da cauda dentro de um catálogo, como a pigmentação, marcas, formato da cauda, que foram adaptadas a partir de projetos de Ciência Cidadã [32, 33] e manuais de fotoidentificação de caudas de baleia [34, 35].



Fig. 4. Tela de configurações - versões 2.A e 2.B.

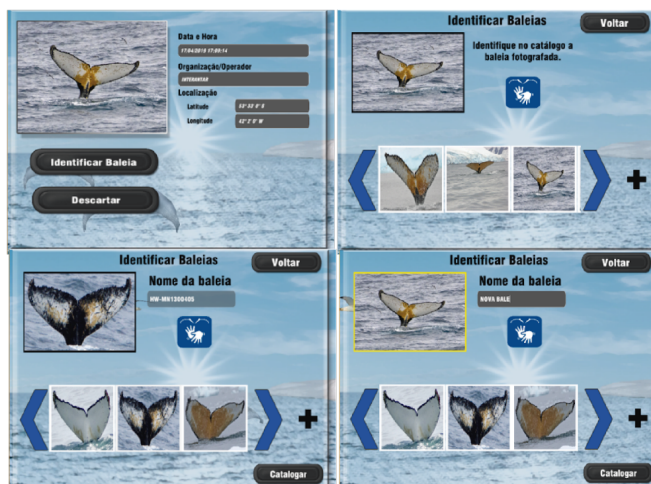


Fig. 5. Telas do desafio de fotografar caudas de baleias - versão 2.A.

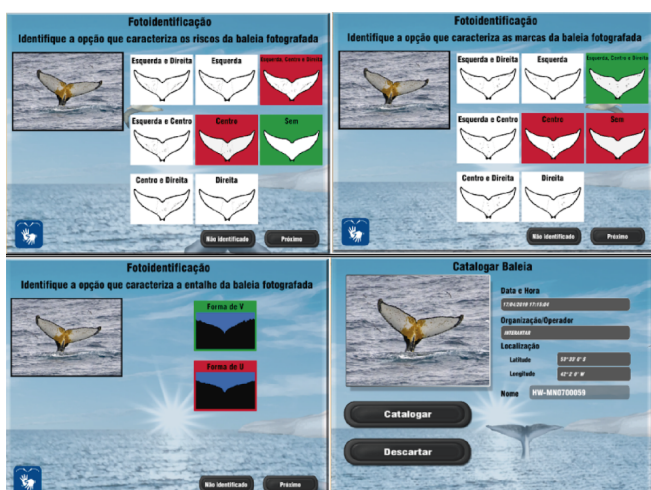


Fig. 6. Telas do desafio de fotoidentificação de cauda de baleias - versão 2.B.

(8.II) Integração, testes e revisão da iteração: Como resultado da Iteração II, tem-se um mapa navegável com o jogador principal, com interações com os *NPCs* do jogo, dois diferentes desafios de fotografar caudas de baleias, além do menu de configurações. Os artefatos (canvas e documento de projeto) do modelo conceitual AvaliaJS [36] foram usados para planejamento do *design* e execução da avaliação do jogo. Foram realizadas validações (do conteúdo) com três especialistas no domínio, e testes e avaliações com 14 graduandos (sem deficiência) [31]. A avaliação da reação abordou questões sobre conteúdo, jogabilidade, *interface*, imersão, diversão, facilidade e confiança ao usar o jogo. A avaliação da aprendizagem foi realizada com pré e pós-testes com questões relacionadas à temática da missão do jogo. Foi realizada uma avaliação comparativa entre as duas versões (2.A e 2.B) para verificar qual versão é mais adequada aos objetivos propostos (*i.e.* jogabilidade, desafio, diversão, motivação e conteúdo). Os testes e avaliações foram realizados em uma única sessão presencial por meio de questionários e observação. Nos testes, observou-se diferenças entre as versões 2.A e 2.B, nos quais os resultados, relatados em [31], mostram que a versão 2.B teve uma maior aceitação que a versão 2.A, seja no quesito desafio ou aprendizagem. Como revisão desta Iteração, teve-se o desenvolvimento de duas versões diferentes do desafio das baleias: o de fotografar caudas de

baleias e o de fotoidentificação. As validações, realizadas com especialistas no domínio, e as avaliações, com graduandos, serviram como base para a consolidação da missão “Baleias” e análise e definição de uma versão aprimorada que foi produzida na próxima Iteração.

Iteração III: Desenvolvimento da missão “Baleias” completa, nomeada versão 3. Nesta versão há as duas mecânicas implementadas na Iteração 2: a de fotografar caudas de baleia e a de fotoidentificação.

(5.III) Análise e planejamento da iteração: Novas *interfaces* foram desenhadas pelo *designer*, como as telas de menu, configurações, glossário, do minijogo de fotoidentificação e do desafio de fotografar caudas de baleias, sendo gerados novos *assets* para o jogo. O conteúdo e mecânica do desafio de fotografar caudas de baleia e minijogo de fotoidentificação foram reaproveitados da Iteração 2, e foram realizados os ajustes de *interface* e melhorias necessárias, principalmente quanto à acessibilidade. Os diálogos com os mentores foram ajustados e finalizados para essa versão, com a inclusão de vídeos, armazenados em um servidor *web*, selecionados pela equipe de Conteúdo.

(6.III) Projeto iterativo: Foi projetada a versão 3 da missão “Baleias” (conjunto das versões 2.A e 2.B), com as duas mecânicas da Iteração 2: fotografar caudas de baleias e processo de fotoidentificação. Houve também a melhoria das *interfaces* gerais do jogo (menu, minijogo e desafio), por meio de entregas das equipes de Análise e Conteúdo.

(7.III) Implementação incremental: Os artefatos gerados nas Iterações anteriores foram melhorados e adaptados para esta Iteração, o qual gerou a implementação da versão 3 da missão “Baleias”. No processo, foram aprimorados os seguintes artefatos das Iterações anteriores: menu geral e tela de configuração (Fig. 7 - com opções de alto contraste, controle de volume para tipos diferentes de sons, resolução do jogo e qualidade dos gráficos adicionados) e do glossário de sons (Fig. 8). A versão 2.A manteve-se como um desafio de fotografar caudas de baleias, porém com melhorias de usabilidade, acessibilidade e jogabilidade, que podem ser vistas na Fig. 9. A mecânica da versão 2.B tornou-se um minijogo de fotoidentificação e pode ser visto na Fig. 10. Por fim, também teve o *redesign* da mecânica de movimentação do jogador principal (assim como os diálogos), que pode ser visto na Fig. 11.

(8.III) Integração, testes e revisão da iteração: Como resultado da Iteração III, tem-se a versão 3 da missão “Baleia”, que contém diálogos, minijogos (*e.g.* fotoidentificação) e o desafio de fotografar caudas de baleias. A versão 3 foi testada com duas PcD visual, uma com baixa visão moderada e outra com baixa visão severa, por meio da técnica *Think-Aloud Protocol* e observação. Nos testes, os pontos levantados pelos usuários estavam relacionados com problemas na audiodescrição, navegação do jogo via teclado e no contraste das cenas (*e.g.* diálogos e *interface*). No geral, foram problemas bem específicos que atrapalharam um pouco a jogabilidade, mas que não impossibilitaram os usuários de jogarem. Vale destacar que o desafio de fotografar caudas de baleia não foi testado pois os aspectos de acessibilidade do desafio não estavam finalizados. Como revisão desta Iteração, após os testes, foram realizados ajustes relacionados aos pontos levantados, a fim de corrigi-los para a disponibilização de uma versão

final do jogo, com as quatro missões. A versão final do jogo foi avaliada pelas equipes de Conteúdo e Avaliação. Dessa forma, teve-se a versão 3 da missão das Baleias aprovada pelas equipes de Análise, Conteúdo, Avaliação e Acessibilidade, com o minijogo de fotoidentificação e a missão de fotografar caudas de baleias.



Fig. 7. Tela de configurações - versão 3.



Fig. 8. Tela de glossário de sons - versão 3.

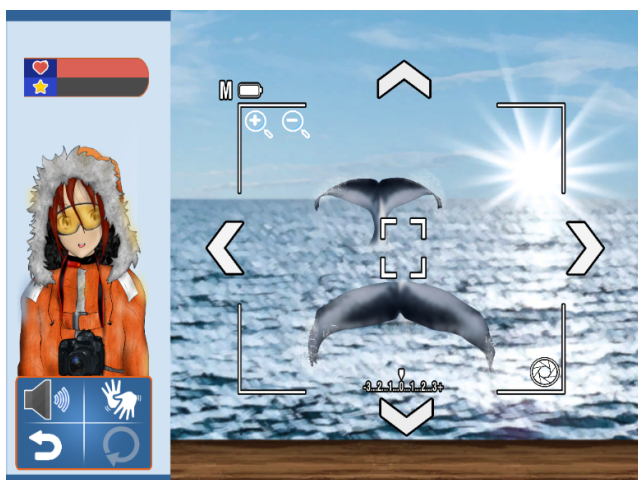


Fig. 9. Desafio de fotografar caudas de baleias - versão 3.



Fig. 10. Minijogo da fotoidentificação - versão 3.



Fig. 11. Tela com navegação do jogador principal no navio - versão 3.

D. Processos de Pós-produção

Conforme método AIMED [20, 21], no macroprocesso de pós-produção, a versão final do jogo já pode ser usada no contexto educacional proposto, nos processos de (9) ambiente, (10) execução e (11) avaliação da aprendizagem, conforme descritos a seguir.

(9) Ambiente: As versões para *desktop* (*windows*: 32 e 64 *bits*) do jogo “EA” podem ser baixadas na página *web*, disponível em <http://acessivel.ufabc.edu.br/antartica/>. Para ter acesso ao jogo não é necessário instalação, é preciso apenas extrair o arquivo *zip* com um programa descompactador e, em seguida, executar o arquivo “*ExpedicaoAntartica.exe*”.

(10) Execução: O jogo “EA” já está disponível e pode ser usado para apoiar o ensino-aprendizagem da Ciência Cidadã e pesquisa brasileira de coleta e identificação de amostras na Antártica.

(11) Avaliação da Aprendizagem: A avaliação da aprendizagem da versão final do jogo foi realizada por usuários finais (planejada pela equipe de Análise e realizada com a equipe de Teste). Os alunos seguiram um roteiro de avaliação com preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e questionários de pré e pós-testes (aplicados antes e após a interação com o jogo, respectivamente), como descrito em

www.interaufabc.com.br/testes-do-jogo. Entretanto, até o momento não há publicação sobre o planejamento, a execução e os resultados dos dados coletados.

E. Processos de Apoio

Os processos de apoio devem ser realizados ao longo de todo o ciclo de vida do jogo e estão relacionados com a verificação e validação dos artefatos e estudos experimentais, conforme descrição a seguir. Ressalta-se que esses processos estão presentes no método AIMED e não há similares no método INTERA. Entretanto, eles foram realizados, assim como testes e avaliações, ao final de cada iteração, para garantir a qualidade do produto final.

(12) Verificação e (13) Validação dos artefatos: Esses processos avaliam as saídas dos macroprocessos de Pré-produção, Produção e Pós-produção. Dessa forma, os artefatos gerados foram avaliados com objetivo de assegurar que o jogo cumpra as suas especificações técnicas e pedagógicas (verificação) e atenda às necessidades e requisitos dos usuários (validação), para que sejam reusados em outras iterações. As verificações e validações foram realizadas por algumas das pessoas envolvidas no processo de produção do jogo, ou seja, tanto pela equipe de Desenvolvimento, pelas outras equipes que forneciam os conteúdos (pedagógicos, de arte e acessibilidade), como especialistas de domínio e usuários finais com e sem deficiência. Ressalta-se que a equipe de Desenvolvimento tinha reuniões periódicas entre os membros da equipe, além de reuniões mensais com as outras equipes (e pontuais para sincronização e verificações dos diferentes requisitos com os pesquisadores).

(14) Projeto experimental: Ao longo das iterações descritas no processo de Produção, foram realizadas avaliações e testes para validação e verificação dos protótipos do jogo, em relação à acessibilidade e usabilidade [29, 30] e aspectos de conteúdo, motivação, experiência do jogador e aprendizagem [31]. Essas avaliações e testes foram planejados, executados e analisados, conforme reportados em [29-31, 36]. Os resultados apontaram problemas que foram analisados e as soluções implementadas em versões atualizadas do jogo.

V. ANÁLISE E DISCUSSÃO

Esta seção analisa e discute, do ponto de vista da equipe de Desenvolvimento, os principais pontos fortes (resultados e aspectos positivos) e fracos (oportunidades futuras de melhoria, desafios e limitações) encontrados na produção dessa missão do jogo “EA”, sob a perspectiva dos 4Ps (*i.e.* Processos, Produtos, Pessoas e Projeto) que influenciam a qualidade de um jogo educacional [22], conforme apresentados na Tabela I e descritos a seguir.

A. Processos

O jogo foi desenvolvido com a metodologia INTERA, no entanto, foram identificadas limitações e desafios na execução de seus processos, conforme já relatados por [27]. Nesse contexto, a análise dos processos e iterações da missão “Baleias”, por meio do método AIMED, ressaltou a importância de seguir processos, atividades e papéis bem definidos. Como resultados, houve o planejamento das necessidades pedagógicas e tecnológicas; implementação e integração dos recursos (conteúdos multimídia e códigos) dos protótipos resultantes das iterações; e realização dos testes, avaliações, verificações e validações ao longo dos

processos. Destaca-se que a divisão do desenvolvimento em ciclos curtos e os testes em cada ciclo foram adicionados ao método INTERA, pela equipe de Desenvolvimento, para garantir a qualidade do produto final, devido ao desafio inicial de priorizar as missões a serem implementadas. Dessa forma, esses ciclos curtos possibilitaram mais agilidade na implementação das versões do protótipo e identificação de desafios a serem resolvidos nas próximas iterações. Como limitação, identificou-se a falta de artefatos produzidos de forma integrada entre as equipes, de modo a contemplar, principalmente, as visões de conteúdo, jogabilidade e acessibilidade, o que gerou retrabalho na produção de *assets* e implementação do protótipo do jogo.

TABELA I. RESUMO DA ANÁLISE DA QUALIDADE SOB A PERSPECTIVA DE PROCESSOS, PRODUTOS, PESSOAS E PROJETO.

PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
PROCESSOS	
Planejamento das necessidades técnicas e pedagógicas	Falta de artefatos produzidos de forma integrada entre as equipes (visões de conteúdo, jogabilidade e acessibilidade)
Implementação dos recursos (conteúdo multimídia e código) dos protótipos de cada iteração	
Realização de testes (com pessoas com e sem deficiência), avaliações, verificações e validações a cada iteração (pelas equipes envolvidas)	
PRODUTOS	
Indícios de que o produto final (jogo RPG com quatro missões) pode ser utilizado no contexto educacional proposto	Ausência de registro de dados para coleta e análise interna do desempenho do jogador
Estruturação do produto final (navegação, diálogos e conteúdo) com <i>design</i> universal (acessível a pessoas com e sem deficiência)	
Criação de tutorial para uso ao início das missões	
Disponibilização do jogo e código-fonte	
PESSOAS	
Envolvimento de uma equipe multidisciplinar	Dificuldade de comunicação entre diferentes equipes (funções e competências distintas)
Colaboração de pessoas externas (especialistas e usuários finais) na análise, projeto, testes e avaliações (<i>design</i> participativo e <i>design</i> universal)	Falta de divisão de atores e papéis (resultando em falta de artefatos e retrabalho)
PROJETO	
Elaboração de conteúdos por especialistas no domínio e acessibilidade	Redução de escopo (de 14 para 4 missões)
	Dificuldade em alinhar cronograma entre as equipes

B. Produtos

Como relatado no processo de Produção, a versão final é resultado da validação e verificação de várias iterações. O

produto final, que é um jogo RPG, possui quatro missões implementadas (Itens de viagem, Vegetação, Paleontologia, Baleias). No entanto, apesar de apenas a missão “Baleias” ter sido relatada e analisada neste artigo, há indícios que o produto final pode ser usado no contexto no qual foi proposto e oferece aos licenciandos do Ensino Superior o entendimento de métodos e processos da Ciência Cidadã, tais como, a fotoidentificação e o catálogo de baleias no ambiente antártico. Como aspectos positivos, destacam-se: as fases do jogo contém uma estrutura bem definida (com navegação, diálogos e conteúdos em cada desafio/minijogo) e são baseadas nos princípios do *design* universal (para produzir um jogo acessível que atinja pessoas com ou sem deficiência); o tutorial é um guia de uso apresentados para os estudantes no início da missão; o acesso ao jogo é realizado por meio de um *link* para *download*, sem a necessidade de instalação; e o código-fonte está disponível com licença CC-BY-NC-SA 4.0. Como limitação, destaca-se a ausência de registro de dados para coleta e análise interna do desempenho do jogador. Nesse sentido, como oportunidade de pesquisas futuras, é sugerido o uso de técnicas de IA, relacionadas à coleta e análise estatísticas automáticas de dados durante a interação com o jogo, como *log* de interação, trilhas de informação e *Learning Analytics*.

C. Pessoas

O projeto contou com atores e papéis distribuídos em uma equipe multidisciplinar (desenvolvimento, conteúdo, acessibilidade, análise, entre outras). Ainda como aspecto positivo, houve também o envolvimento de várias pessoas externas (e.g. especialistas e usuários finais com e sem deficiência) nos testes e avaliações dos protótipos, ao longo do processo de desenvolvimento, e isso foi essencial para a validação e verificação de decisões importantes. Esse envolvimento de pessoas de diferentes perfis é decorrente dos conceitos adotados de *Design Participativo* e *Design Universal*: a opinião de todos em vários estágios contribuiu para a definição de mecânicas, minijogos e aspectos de interação, e colaborou com o objetivo de ter um jogo acessível a mais pessoas, com ou sem deficiência.

Entretanto, houve desafios na comunicação entre essas equipes multidisciplinares, visto que cada equipe tinha sua especificidade, experiências e conhecimentos distintos. Esses desafios eram principalmente relacionados à viabilidade técnica de implementação das demandas e requisitos entre as equipes (e.g., número total de missões e em diferentes cenários, quantidade de minijogos com mecânicas distintas ou que não contemplavam recursos de acessibilidade). É importante destacar que, quando houve a entrada de um membro na equipe de Análise (Iteração II), o diálogo entre as equipes melhorou, pois mediou a comunicação entre as equipes, integrou os requisitos (pedagógicos, técnicos, de jogabilidade e acessibilidade), e especificou as demandas para cada uma. Como aspecto negativo, observa-se a falta de divisão de atores e papéis em relação às outras equipes, o que resultou em: (1) ausência de artefatos (e.g., falta do *layout* de telas e tipografia, na Iteração I, e do catálogo de caudas de baleias, na Iteração II) e (2) retrabalho para integrar *assets* que tiveram que ser melhorados (e.g., diálogos e novas *interfaces*, na Iteração III). Os pontos fracos relatados poderiam ser superados com a capacitação de atores e comunicação constante entre as equipes.

D. Projeto

A produção do jogo foi iniciada em setembro de 2018 e encerrada em maio de 2020, com a publicação da versão final. O relato apresentado neste artigo refere-se apenas à missão “Baleias” (produzido em, aproximadamente, nove meses), porém, o jogo contém mais outras três missões: “Itens de Viagem”, “Paleontologia” e “Vegetação”. A missão “Baleias” teve um maior número de testes com pessoas com e sem deficiência, planejados e executados pela equipe de Desenvolvimento, Análise e Acessibilidade. O principal aspecto positivo está evidenciado na elaboração de conteúdos e recursos usados em todo o jogo, dado que o projeto possuía, principalmente, equipes com especialistas no domínio (pesquisa na Antártica) e acessibilidade (conteúdo para surdos e cegos). O principal aspecto negativo está relacionado ao escopo geral do projeto, que inicialmente previa 14 missões mas, por razões de prazo e dificuldades encontradas ao longo do processo, conseguiu entregar uma versão final com quatro missões. Em relação ao cronograma, houve dificuldade de alinhar os prazos entre as diferentes equipes.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para garantir a qualidade de jogos educacionais, em relação a sua eficácia, é importante que o seu ciclo de vida de desenvolvimento seja apoiado por abordagens (e.g. métodos, metodologias e *frameworks*) que apresentem processos, tarefas, etapas, atores, papéis e métodos de testes e avaliações bem definidos. Nesse contexto, este artigo teve como objetivo descrever e analisar os processos de produção de uma missão do jogo educacional “EA”, por meio do método AIMED e avaliação da qualidade a partir dos 4Ps. Os principais resultados indicaram pontos fortes e fracos no desenvolvimento da versão final do jogo.

Como aspecto positivo, observou-se que as verificações e validações realizadas ao final das iterações contribuíram para a agilidade do avanço do projeto e auxílio nas decisões técnicas e pedagógicas (sobretudo em relação à acessibilidade e jogabilidade). Como aspectos negativos, observou-se a falta de integração de alguns atores e papéis em atividades de Pré-produção, Produção e Pós-produção; falta de tutorial para uso em sala de aula; e falta de avaliação da aprendizagem (não houve a implementação de coleta de dados durante a interação com o jogo).

Como contribuições deste artigo, teve o relato do jogo educacional “EA” sob a perspectiva do método AIMED e a análise dos pontos positivos e negativos do processo de desenvolvimento, que servem de modelo para produções de novos jogos educacionais. Como trabalhos futuros, pretende-se realizar a descrição e análise do jogo “EA” como um todo, isto é, todas as missões e não somente a missão das “Baleias”.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES (Processos 88887.163248/2018-00, 88887.361026/2019-00 e 88887.473817/2020-00) e à Universidade Federal do ABC pelo apoio concedido a esta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] C. C. Abt, *Serious Games*. Lanham. MD: University Press of America, 2002.

- [2] J. M. Grübel and M. R. Bez, “Jogos Educativos,” in *Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, v. 4(2), 2006, pp. 1-7.
- [3] H. M. Chandler, *Manual de produção de jogos digitais*. Bookman, 2012.
- [4] E. Salas, M. A. Rosen, J. D. Held and J. J. Weissmuller, “Performance measurement in simulation-based training: a review and best practices,” in *Simulation & Gaming*, v. 40(3), 2009, pp. 328–376.
- [5] O. Balci, “A Life Cycle for Modeling and Simulation,” in *Simulation*, vol. 88(7), 2012, pp. 870-883.
- [6] R. V. Rocha, I. I. Bittencourt and S. Isotani, “Análise, Projeto, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Sérios e Afins: uma revisão de desafios e oportunidades,” in *Ann. SBIE*, 2015, pp. 692-701.
- [7] W. O. Santos and S. Isotani, “Desenvolvimento de Jogos Educativos? Desafios, oportunidades e direcionamentos de pesquisa,” in *Novas Tecnologias na Educação (RENOTE)*, vol. 16(2), 2018, pp. 1-10.
- [8] H. F. Rodrigues, L. S. Machado and A. M. Valença, “Definição e Aplicação de um Modelo de Processo para o Desenvolvimento de Serious Games na Área de Saúde,” in *CSBC - Workshop de Informática Médica*, 2010, pp. 1532-1541.
- [9] P. E. Battistella and C. G. Wangenheim, “ENgAGED: um processo de desenvolvimento de jogos para ensinar computação,” in *Ann. SBIE*, 2016, pp. 380-389.
- [10] S. Kirkley, S. Tomblin and J. Kirkley, “Instructional Design Authoring Support for the Development of Serious Games and Mixed Reality Training,” in *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*. Bloomington, 2005.
- [11] S. Freitas and S. Jarvis, “A Framework for Developing Serious Games to meet Learner Need,” in *Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (IITSEC)*, 2006, pp. 1-11.
- [12] K. Becker and J. Parker, “Serious Instructional Design: ID for digital simulations and games,” in *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, P. Resta (Ed.), 2012, pp. 2480-2485.
- [13] J. C. Braga, E. Pimentel and S. Dotta, “Metodologia intera para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem,” in *Ann. SBIE*, 2013, pp. 306-315.
- [14] H. Engström, E. Ambring, C. J. Dahlin, E. Sjöstrand and P. Håkansson, “Making a Game of the Old Testament Balancing Authenticity, Education and Entertainment,” in *IADIS International Journal on WWW/Internet*, v. 9(1), 2011, pp. 1-17.
- [15] J. Trybus, “Game-Based Learning: What it is, Why it Works, and Where it's Going,” in *NMI White Paper*. New Media Institute, New York, New York, 2010.
- [16] W. Oliveira; S. Joaquim and S. Isotani, “Avaliação de Jogos Educacionais: Desafios, Oportunidades e Direcionamento de Pesquisa,” in *Ann. of XIX SBGames*, 2020, pp. 775-778
- [17] K. Emmerich and M. Bockholt, “Serious Games Evaluation: Processes, Models, and Concepts,” in *Entertainment Computing and Serious Games. Lecture Notes in Computer Science*, R. Dörner, et al. (eds.), Springer, Cham, v. 9970, 2016, pp. 265-283.
- [18] J. P. F. Motta, M. A. Oliveira, C. L. Rodriguez, D. H. Goya, M. L. F. Venero and R. V. Rocha, “Um Relato sobre a Capacitação e a Produção de um Jogo Sérioo: a experiência de um projeto de extensão com um game para conscientização da adoção de animais,” in *Ann. SBGames*, 2019, pp. 1086-1095.
- [19] M. Albarrassin, R. V. Rocha and M.R Campos, “Um Relato do Design e Desenvolvimento de um Jogo Sérioo - a experiência de uso do método AIMED com um game para treinamento de contingência,” in *Ann. SBGames*, 2020, pp. 109-115.
- [20] R. V. Rocha, P. H. D. Valle, J. C. Maldonado, I. I. Bittencourt and S. Isotani, “AIMED: Agile, Integrative and Open Method for Open Educational Resources Development,” in *ICALT*, 2017, pp. 163-167.
- [21] R. V. Rocha, P. H. D. Valle, J. C. Maldonado, I. I. Bittencourt and S. Isotani, “An Agile Method for Developing OERs and Its Application in Serious Game Design,” in *Communications in Computer and Information Science*, A. Cristea, I. Bittencourt and F. Lima (Org.), 1ed.: Springer International Publishing, v. 832, 2018, pp. 192-206.
- [22] S. Aslan and O. Balci, “GAMED: Digital Educational Game Development Methodology,” in *Simulation*, v. 91(4), 2015, pp. 307-319.
- [23] M. C. C. Araújo, A. R. Façanha and W. Viana, “Desafios para o Design, Desenvolvimento e Avaliação de Jogos Acessíveis,” in *Ann. SBGames*, 2020, pp. 1-3.
- [24] F. E. Garcia and V. P. A. Neris, “Design de jogos universais: apoiando a prototipação de alta fidelidade com classes abstratas e eventos,” in *Ann. Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 2013, pp. 82-91.
- [25] M. F. Story, J. L. Mueller and R. L. Mace, *The Universal Design File: Designing for People of All Ages and Abilities*. NC State University, The Center for Universal Design. Revised Edition 1998.
- [26] D. Zabot, S. Andrade and E. Matos, “Game Design participativo com crianças surdas e com deficiência auditiva: uma experiência no ensino fundamental,” in *J WIPLAY*, 2019, pp. 49-58.
- [27] L. F. O. Melle, J. C. Braga, E. P. Pimentel and S. C. Dotta, “Revisão da Metodologia INTERA e sua Aplicação no Desenvolvimento de um Jogo Educacional do tipo RPG,” in *Ann. SBIE*, 2020, pp. 602-611.
- [28] P. H. D. Valle, R. V. Rocha and J. C. Maldonado, “Testing Game: An Educational Game to Support Software Testing Education,” in *Ann. SBES - Trilha: Educação*, 2017, pp. 289-298.
- [29] R. N. R. Oliveira, G. D. Belarmino, C. Rodriguez, D. H. Goya, M. Venero, P. Benitez and R. V. Rocha, “Relato de Experiência do Desenvolvimento e Avaliação da Usabilidade e Acessibilidade de um Protótipo de Jogo Educacional Digital para Pessoas com Deficiência Visual,” in *Revista Brasileira de Educação Especial* [online], v.27(3), 2021, pp.847-864. DOI: <https://doi.org/10.1590/1980-54702021v27e0190>.
- [30] G. D. Belarmino, R. N. R. Oliveira, R. V. Rocha and D. H. Goya, “Planejamento e Desenvolvimento de um Jogo Educacional Acessível a Surdos e Pessoas com Deficiência Visual,” in *Ann. III Workshop @NUVEM*, 2019, pp. 1-4.
- [31] R. N. R. Oliveira, G. Belarmino, C. Rodriguez, D. Goya, M. F. Venero, A. Oliveira Junior and R. V. Rocha. Avaliações em Jogos, “Educativos: instrumentos de avaliação da reação, aprendizagem e comparação de jogos,” in *Ann. SBIE*, 2019, pp. 972-981.
- [32] Zooniverse, *Whales as Individuals*, Disponível em: www.zooniverse.org/projects/tedcheese/whales-as-individuals/. Acesso: maio, 2019.
- [33] Humpback Whales of Southeastern Alaska, *How to Identify a Humpback Whale by Matching Photographs of the Flukes*. Disponível em: www.alaskahumpbacks.org/matching.html. Acesso: maio, 2019.
- [34] K.L.T. Portela, “Comparação do Padrão de Pigmentação da Nadadeira Caudal de Baleias-jubarte,” Monografia (Ciências Biológicas) - UFBA, 2013.
- [35] E.Kniest and D. Burns, *Fluke Matcher v3.3.0*, User manual, 2010.
- [36] R. N. R. Oliveira and R. V. Rocha, “Modelo Conceitual de Planejamento da Avaliação do Desempenho de Alunos em Jogos Sérios,” in *Ann. SBGames*, 2020, pp. 682-691.
- [37] M.Prensky, *Digital Game-Based Learning*. NY: Paragon House, 2007.