

DESIGN DE GAMES EDUCATIVOS COM A PARTICIPAÇÃO DO USUÁRIO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

DESIGN OF EDUCATIONAL GAMES WITH USER PARTICIPATION: A SYSTEMATIC REVIEW

Guilherme Cañete Vebber ¹

Fabio Pinto da Silva ²

Fabiano de Vargas Scherer ³

Resumo

Metodologias inovadoras e ferramentas digitais pedagógicas têm sido demandadas por educadores de forma crescente. Entre elas, destaca-se o uso de games (jogos digitais) como estratégia de engajamento, imersão e transformação da sala de aula em uma experiência de aprendizado conectado ao universo dos estudantes. A inserção de usuários no design de games visa corrigir erros e otimizar características antes da sua testagem e consumo em massa pelo mercado. Este artigo faz uma revisão sistemática da literatura científica recente sobre games educativos desenvolvidos ou validados com a participação de usuários, identificando as principais técnicas utilizadas e etapas de inserção do usuário no processo. Os games encontrados foram desenvolvidos ou avaliados utilizando onze métodos diferentes, aplicados nas fases de projeto, desenvolvimento ou validação, em diversos níveis educacionais e com participantes de perfis variados. Os resultados indicam que a maioria dos games educativos é avaliada através de questionários por estudantes de graduação na etapa de validação de produto. A análise dos dados também identificou um conjunto de 35 aspectos de design ressaltados por pesquisadores, codesigners e usuários finais, sendo descritos os mais recorrentes.

Palavras-chave: design de games; educação; participação do usuário; games sérios; gamificação.

Abstract

Innovative methodologies and digital pedagogical tools have been increasingly demanded by educators. Among them, the use of games (digital games) stands out as a strategy for engagement, immersion and transformation of the classroom into a learning experience connected to the universe of students. The insertion of users in game design aims to correct errors and optimize features before their testing and mass consumption by the market. This paper makes a systematic review of recent scientific literature on educational games developed or validated with the participation of users, identifying the main techniques used and stages of user insertion in the process. The games found were developed or evaluated using eleven different methods, applied in the design, development or validation phases, at different educational levels and with participants of different profiles. The results indicate that most educational games are evaluated through questionnaires by undergraduate students in the product validation stage. Data analysis also identified a set of 35 design aspects highlighted by researchers, co-designers and end users, the most recurrent being described.

Keywords: game design; education; user participation; serious games; gamification.

¹ Professor Mestre, UERGS - Campus Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, RS, Brasil. guilherme-vebber@uergs.edu.br
ORCID: 0000-0002-4311-5022.

² Professor Doutor, UFRGS - Programa de Pós-Graduação em Design - Laboratório de Design e Seleção de Materiais, Porto Alegre, RS, Brasil. fabio.silva@ufrgs.br; ORCID: 0000-0001-9349-5601.

³ Professor Doutor, UFRGS - Programa de Pós-Graduação em Design - Departamento de Design e Expressão Gráfica, Porto Alegre, RS, Brasil. fabiano.scherer@ufrgs.br; ORCID: 0000-0001-6906-2427.

1. Introdução

Em um mercado global competitivo com consumidores cada vez mais exigentes, a inserção de usuários no design de produtos e serviços é uma estratégia que visa corrigir erros e otimizar características desde as etapas de projeto e desenvolvimento. Vermeeren *et al.* (2010, p. 1) justificam essa inserção sob a ótica da experiência de usuário (UX), afirmando que as “percepções e respostas de uma pessoa ao uso de um produto, sistema ou serviço são afetadas por seus valores e, portanto, essa relação deve ser considerada no processo de design desde o início”.

Em negócios cujo sucesso pode ser medido por parâmetros financeiros como vendas e negociações, a inserção de usuários é motivada e validada de maneira mais notável e imediata. Já em contextos menos regidos pela lógica de mercado, como o setor educacional, essa adoção é gradual e se apoia fortemente em pesquisas acadêmicas. Metodologias inovadoras e ferramentas digitais pedagógicas têm sido desenvolvidas e avaliadas por profissionais e instituições de ensino, mas nem sempre com a participação de estudantes e professores, principais usuários de produtos e serviços educacionais. Entre elas, destaca-se o uso de games⁴ como estratégia de engajamento dos alunos, imersão no conhecimento e transformação da sala de aula em uma experiência de aprendizado colaborativo e divertido, conectado ao universo dos estudantes.

Uma série de estudos sobre games para fins apenas de entretenimento sugere que eles são uma experiência emocional e física, cujo engajamento pode ser refletido pelas emoções e pensamentos dos jogadores (ABDUL JABBAR; FELICIA, 2015). O engajamento está associado ao modo como os jogadores experimentam o game, sentem-se conectados emocionalmente e cognitivamente aos seus recursos e agem dentro dele para atingir seus objetivos. Os benefícios de aprender por meio de games são numerosos, pois eles costumam estar mais perto de simular experiências de vida real do que os métodos tradicionais de educação (EBNER; HOLZINGER, 2007). E ao aproximar a experiência de aprendizagem da vida real de modo estimulante e divertido, é mais provável que os estudantes se conectem a conhecimentos prévios, tenham motivação para querer aprender e concretizem uma aprendizagem significativa, caracterizada por ser “não arbitrária, com significado, com compreensão, com capacidades de explicação, descrição e transferência desses conhecimentos, inclusive a situações novas” (MOREIRA, 2021, p. 3).

Nesse contexto, esta pesquisa tem o objetivo de revisar a literatura científica sobre games educativos desenvolvidos ou validados com a participação de usuários, identificando as principais técnicas utilizadas e etapas de inserção do usuário no processo. Serão considerados e incluídos na pesquisa games educativos em qualquer contexto educacional, não só aqueles voltados à educação formal em sala de aula, visando abranger mais resultados. A partir dos resultados colhidos, também pretende-se levantar os principais aspectos de design observados por pesquisadores, fatores relevantes, características de projeto ou abordagens do processo de design, que sejam relevantes para designers com a intenção de projetar games educativos.

De forma direta, as questões a serem respondidas com esta pesquisa a partir dos trabalhos coletados são:

Q1. Quais as técnicas mais empregadas para inserir o usuário no processo de design e

⁴ O termo “game” é adotado aqui por ser amplamente usado em referência a jogos digitais, em aparelhos eletrônicos como smartphones ou computadores, e em oposição a jogos analógicos, como jogos de tabuleiro.

desenvolvimento de games educativos e em que contexto são aplicadas?

Q2. Quais os aspectos de design mais destacados por designers de games educativos e usuários participantes do processo?

2. Técnicas de Inserção do Usuário

Para muitos métodos de inspeção de produtos e sistemas, entre os quais alguns apresentados a seguir, um dos conceitos básicos é o de usabilidade, por isso é válido apresentar aqui uma definição desse conceito. Conforme a ISO-9241-11, usabilidade é definida como “o quanto um produto pode ser usado por usuários específicos para atingir objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação em um certo contexto de uso” (HERMAWATI; LAWSON, 2016, p. 1). E de acordo com Nielsen e Mack (1994, p. 3 apud MAHATODY et al, 2010, p. 742), no contexto de interfaces de sistemas, “usabilidade é um conceito bastante amplo que basicamente se refere ao quão fácil é para os usuários aprenderem um sistema, quão eficientemente eles podem usá-lo uma vez que o tenham aprendido, e quão agradável é usar ele”.

De acordo com uma pesquisa sobre práticas de design centrado no usuário (UCD), métodos informais e menos estruturados, como testes de usabilidade informais, prototipagem de baixa fidelidade e processos heurísticos, tendem a ser muito mais usados do que métodos formais e estruturados, como grupos focais e percurso cognitivo (VREDENBURG *et al.*, 2002). Esta revisão possibilitará confirmar se essa constatação se aplica à área de games educativos.

Introduzimos a seguir algumas técnicas de coleta de dados de usuários, design participativo e inspeção de usabilidade, escolhidas por serem frequentes em pesquisas com a participação do usuário, de acordo com um levantamento prévio. Tal fato foi corroborado pelos resultados dessa revisão, como será visto mais adiante.

2.1. Questionário

O questionário é um dos principais instrumentos de pesquisa usado para coletar informações. Consiste em um conjunto de perguntas formuladas pelo pesquisador e respondidas na sua ausência pelos sujeitos pesquisados, o que implica cuidado na elaboração das questões (BAPTISTA; CUNHA, 2007).

Em projetos e avaliações de games educativos, questionários podem ser usados, por exemplo, para: traçar um perfil demográfico dos jogadores, avaliar conhecimentos prévios e/ou adquiridos ao jogar o game, testar sua funcionalidade, e avaliar aspectos da UX, incluindo elementos cognitivos, emocionais e comportamentais em relação ao uso do game.

2.2. Entrevista

Assim como o questionário, a entrevista é uma das principais ferramentas para coleta de experiências, opiniões e percepções do público-alvo. O contato direto com o entrevistado contribui para que o entrevistador consiga humanizar os dados coletados e complementar informações que podem não ser verbalizadas a partir da linguagem corporal e outras pistas sutis. Geralmente se desenvolve melhor quando conduzida presencialmente, mas também pode ser feita por telefone ou pela internet.

No contexto de games educativos, entrevistas semiestruturadas com usuários podem

ser mais ricas e úteis do que questionários para a identificação de dados qualitativos, como os aspectos mais positivos e negativos da experiência na percepção dos jogadores, ou suas preferências em relação às mecânicas de interação propostas no game.

2.3. Workshop de Design

Workshops de design são uma forma de design participativo que consolida métodos criativos de codesign em sessões organizadas para vários participantes trabalharem com membros da equipe de design (MARTIN; HANINGTON, 2012). São maneiras eficientes, atraentes e divertidas de ganhar a confiança criativa e a contribuição de usuários por meio de pesquisas baseadas em atividades. Embora exijam trabalho para organizar e administrar, os workshops de design são eficazes em coletar uma riqueza de insights e garantir a adesão dos participantes. São geralmente realizados com usuários nas etapas de planejamento e projeto.

Em projetos de games educativos, sessões de codesign podem ser úteis para definições básicas de estrutura e conteúdo educacional, orientadas pela percepção de relevância e complexidade por professores e estudantes. Além disso, favorecem a avaliação de protótipos iniciais, reduzindo os riscos de um game final sem um adequado balanço entre elementos educativos e de entretenimento.

2.4. Grupo Focal

Grupo focal é uma forma de entrevista em grupo, que promove a comunicação entre participantes para gerar informações. No contexto do design, é uma forma eficaz para gerar ideias e desenvolver a compreensão sobre temas específicos, sem precisar chegar a um consenso. Geralmente envolve um moderador e dez a doze usuários representativos do público-alvo, que trabalham em uma discussão bem estruturada de até duas horas (RODGERS; MILTON, 2011).

Grupos focais podem ser uma técnica útil na concepção de games educativos. O debate simultâneo com um grupo de professores, por exemplo, eleva a chance de se reconhecer aspectos de projeto fundamentais, como as limitações de tempo e recursos disponíveis que um game a ser jogado em sala de aula deve respeitar.

2.5. Avaliação Heurística

Uma característica básica dos games é que a interação com eles depende de uma boa interface de usuário, e algumas técnicas são mais específicas ao avaliarem diretamente esse aspecto. Uma delas é a avaliação heurística, um método informal de inspeção de usabilidade de interfaces em relação a um conjunto de princípios heurísticos ou "regras práticas" de usabilidade, como parte de um processo de design iterativo. Ao contrário dos testes de usabilidade que exigem a participação de usuários comuns, as avaliações heurísticas recrutam especialistas e membros da equipe, que também podem ser encarados como usuários, para inspecionar, detectar e corrigir problemas de usabilidade básicos em uma interface antes dos testes com usuários reais (MARTIN; HANINGTON, 2012; NIELSEN, 1992).

A avaliação heurística possibilita avaliar a usabilidade e o design instrucional de um game educativo. É uma técnica apropriada para revelar problemas na interface de usuário, de navegação e interação com elementos do game, e inspecionar como eles podem afetar sua

usabilidade e jogabilidade.

2.6. Protocolo Verbal (*Think-Aloud*)

Entre os métodos mais comuns de avaliação de usabilidade está o protocolo verbal, que exige dos participantes verbalizarem o que estão fazendo, pensando e sentindo enquanto completam uma tarefa (MARTIN; HANINGTON, 2012). Aplicado à análise de interfaces, o método oferece uma abordagem testada e comprovada não apenas para ver o processo de conclusão de uma tarefa se desdobrar, mas também para identificar os aspectos de um produto digital ou físico que encantam, confundem e frustram pessoas, para que possam ser corrigidas ou melhoradas (FONTEYN et al., 1993).

Os protocolos verbais são usados como dados brutos e requerem análise e interpretação substanciais para obter uma visão profunda da maneira como os usuários realizam as tarefas. Após serem transcritos e sistematicamente analisados, permitem desenvolver um modelo de comportamento do usuário frente à tarefa, que pode então ser usado como entrada para as especificações de design do sistema (JASPERS *et al.*, 2004). Em projetos de games educativos, o método pode ser aplicado para avaliar se o comportamento de jogadores é o esperado ao realizarem tarefas no game e, dessa forma, aprimorar aspectos de usabilidade e design instrucional.

2.7. Percurso Cognitivo (*Cognitive Walkthrough*)

Percurso cognitivo é um outro método de inspeção de usabilidade, cujo foco é analisar o design de uma interface por sua facilidade de aprendizagem por exploração, sem treinamento prévio ou instrução preparatória. Motivada pelo fato de muitos usuários preferirem aprender a usar softwares incorporando conhecimentos apenas quando necessários para executar uma tarefa, a técnica proposta por Polson *et al.* (1992) dá aos designers a capacidade de antecipar problemas de aprendizagem antes da implementação da interface ou elaboração de um modelo de design. Assim como a avaliação heurística, é uma técnica de inspeção de interfaces mais dirigida a especialistas, mas também é realizada com usuários reais.

No universo de games educativos, esse método é especialmente apropriado para avaliar games com objetivos que envolvam uma sequência ordenada de ações específicas, como simuladores de experimentos científicos. Registrando o tempo para completar cada tarefa e a quantidade de erros cometidos, é possível identificar falhas de design instrucional e usabilidade da interface.

Comparando as técnicas apresentadas acima, observa-se que as quatro primeiras têm um propósito geral, sendo úteis para projetar e avaliar aspectos diversos de um game educativo em qualquer etapa do processo. Já as três últimas são mais específicas, voltadas à análise de usabilidade da interface e design instrucional de um game, e aplicadas às fases de desenvolvimento final e validação. Além disso, a maioria delas pode ser realizada com estudantes e professores; apenas a avaliação heurística é voltada a especialistas. A seguir veremos como essas técnicas são encontradas na literatura de games educativos.

3. Metodologia

Esta pesquisa compreende uma revisão sistemática de literatura sobre o design de games

educativos com validação ou participação do usuário nas fases de projeto ou desenvolvimento. Para realizar a busca e filtragem de documentos, foi escolhida a base de dados Scopus, por ser um banco de dados abrangente de literatura científica com revisão por pares.

Os parâmetros de busca e critérios de filtragem estão descritos na Tabela 1. Para ilustrar as pesquisas mais recentes na área, a busca se limitou ao período dos últimos cinco anos. A *string* adotada foi escolhida após um processo iterativo simples, otimizando a obtenção de resultados em linha com os objetivos. Foram selecionados apenas artigos científicos publicados em revistas ou conferências e revisados por pares. Seguindo uma abordagem de análise de conteúdo em duas etapas, primeiramente pela leitura de títulos e resumos e na segunda etapa dos artigos completos, foram filtrados somente pesquisas empíricas sobre games com enfoque educacional que tenham sido projetados, desenvolvidos ou avaliados com a participação de usuários.

Após a seleção de documentos seguindo essas etapas de busca e filtragem, eles foram divididos e analisados conforme a etapa de participação do usuário e o tipo de técnica aplicada. Ao final, foram identificados e destacados aspectos importantes a serem considerados para favorecer a participação de usuários no processo de design de games educativos.

Quadro 1: Parâmetros e Critérios de Filtragem para a Busca e Seleção de Documentos

| Etapa | Filtro | Descrição |
|-------|-------------------|--|
| 1 | Período | 2016 to Present |
| | Palavras-chave | (KEY ("education" AND "game" AND "design") AND ABS ("user" AND ("education" OR "student" OR "learning")) AND NOT TITLE-ABS-KEY (review OR methodology)) AND PUBYEAR > 2015 |
| | Tipo de documento | All |
| | Tipo de acesso | All (publicações abertas e pagas) |
| 2 | Tipo de documento | Conference Paper e Article |
| | Tipo de fonte | Conference Proceeding, Journal e Book Series |
| | Conteúdo | Enfoque em avaliação pelo usuário de um game educativo (filtragem a partir da leitura dos títulos e resumos) |
| 3 | Conteúdo | Mesmo enfoque descrito acima (filtragem a partir da leitura completa dos artigos) |

Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Resultados e Discussão

Com a primeira etapa de busca na base Scopus, realizada em novembro de 2020, foram encontrados 107 resultados. Na segunda etapa de seleção, após a leitura de títulos e resumos, foram excluídos 24 artigos sem resultados empíricos, indisponíveis ou sem relação com o enfoque da revisão bibliográfica. Com a terceira e última etapa de seleção, baseada na leitura

completa dos documentos, foram excluídos mais 39 documentos e selecionadas para análise final 44 referências científicas relevantes sobre o tema de interesse. A Tabela 2 apresenta a quantidade de artigos obtidos e opções excluídas em cada etapa de busca.

Tabela 1: Quantidade de artigos filtrados e resultados excluídos em cada etapa de busca e seleção

| Etapa | Filtro de Busca | Descrição | Resultados |
|-------|-----------------|---|------------|
| 1 | Período | 2016 to Present (novembro de 2020) | 107 |
| | Palavras-chave | (KEY ("education" AND "game" AND "design") AND ABS ("user" AND ("education" OR "student" OR "learning")) AND NOT TITLE-ABS-KEY (review OR methodology)) | |
| | Tipo de doc. | All | |
| | Tipo de acesso | All | |
| 2 | Tipo de doc. | Excluídos Book Chapter (1), indisponível (1) | 83 |
| | Conteúdo | Excluídos artigos sobre: revisão de casos (1), análise fisiológica (1), método de descrição de algoritmos (1), aprendizagem tangível (1), avaliação psiquiátrica (1), acessibilidade (1), método de ensino (1), proposta de framework (1), ferramenta para programação de games (1), tecnologia ADRT (1), eye tracking (1), análise de geogames (1), instrumento de pesquisa (1), game engines (1), método pra storytelling (1), curso de UX (1), terapia ocupacional (1), desenvolvimento de softwares (1), sem participação do usuário (2) e modelos mentais (2). | |
| 3 | Conteúdo | Excluídos artigos sobre: jogos folclóricos ou de tabuleiro (2); desenvolvimento de framework, plataforma ou ambiente de aprendizagem (9); relação entre nível de dificuldade e autoeficácia (1); design de games como processo de aprendizagem (5); sem avaliação por usuário ou avaliação incompleta (10); game engines (2); uso de games comerciais/MMOGS (3); gamificação (4); estratégias de design de experiência do usuário (1). | 44 |

Fonte: Elaborado pelos autores.

A apresentação e discussão dos trabalhos revisados serão feitas com base nas duas questões de pesquisa levantadas na Introdução.

4.1. Q1. Quais as técnicas mais empregadas para inserir o usuário no processo de design e desenvolvimento de games educativos e em que contexto são aplicadas?

Visando responder essa primeira questão, elaboramos uma tabela com a lista de artigos revisados em ordem cronológica decrescente. A Tabela 3 destaca as técnicas e etapas de inserção do usuário aplicadas em cada trabalho, a quantidade e o perfil de usuários participantes, além da área educacional de aplicação.

Tabela 2: Lista de artigos resultantes da revisão bibliográfica

| Referência | Etapa de Participação | Técnicas | Participantes | Área Educacional |
|---|-----------------------------|--|---|---|
| (ROSE; HABGOOD; JAY, 2020) | Validação | Pré e pós-testes, questionários e entrevistas | 91 estudantes de 10 a 11 anos | Ensino Fundamental: Programação |
| (OLSON; FOX HARRELL, 2020) | Validação | Pós-questionários | 37 professores do ensino primário e secundário, entre 20 e 57 anos | Geral: Combate à discriminação étnica e racial |
| (CONDE; ELOR; KURNIAWAN, 2020) | Validação | Pós-questionários | 10 estudantes entre 20 e 35 anos com deficiência de desenvolvimento | Educação Especial: Combate ao abuso sexual |
| (CHEN <i>et al.</i> , 2020) | Validação | Pré e pós-testes | 178 usuários adultos recrutados na internet | Geral: Educação em segurança cibernética |
| (ALMUKADI, 2020) | Validação | Observação e entrevistas | 10 estudantes de 4 a 7 anos | Educação Infantil: estações do ano |
| (KIDO <i>et al.</i> , 2020) | Validação | Questionários | 6 estudantes de graduação em Ciência da Computação | Educação em segurança cibernética |
| (KANG <i>et al.</i> , 2020) | Desenvolvimento | Codesign | 14 estudantes entre 9 e 12 anos com deficiência intelectual e 4 professores | Educação Especial: higiene pessoal |
| (ROCHA <i>et al.</i> , 2019) | Desenvolvimento | Avaliação heurística, pré-questionário e pós-teste, e protocolo verbal | 11 estudantes de 7 a 8 anos com deficiência de aprendizagem | Educação Infantil: ler e escrever |
| (SERALIDOU; DOULIGERIS; GOTSIOPOULOS, 2019) | Validação da 1ª versão | Questionário estruturado | 24 estudantes de graduação | Ensino Superior: Tecnologias Web (1º semestre) |
| (ROSYDAH; HARYANTO; KARDIANAWATI, 2019) | Validação | Teste de Usabilidade (Modelo GOMS) | Estudantes de 7 a 12 anos | Ensino Fundamental: Língua Inglesa |
| (STEINBÖCK <i>et al.</i> , 2019) | Desenvolvimento | Workshop e entrevistas semiestruturadas | Especialistas em educação inclusiva, professores e estudantes com deficiências diversas | Educação Inclusiva |
| (YUNANTO <i>et al.</i> , 2019) | Validação | Pós-questionários | 13 estudantes de 7 a 13 anos | Ensino Fundamental: Matemática |
| (CEZAR <i>et al.</i> , 2019) | Validação | Pré e pós-questionários | 6 estudantes de graduação | Ensino Superior: Cálculo |
| (SHI <i>et al.</i> , 2019) | Validação | Entrevistas e questionários | 18 estudantes de graduação | Ensino Superior: Programação |
| (KAENAMPORN PAN <i>et al.</i> , 2018) | Desenvolvimento e Validação | Design Participativo (1 professor) e Questionários | 15 pais e professores | Educação Especial: rotina diária e comportamento social. |
| (SAVAZZI <i>et al.</i> , 2018) | Desenvolvimento e Validação | Pré e pós-questionários, testes e escalas de avaliação | 81 profissionais e estudantes de fisioterapia | Ensino Superior: Fisioterapia |
| (ALZUBI <i>et al.</i> , 2018) | Validação | Pré (testes Corsi e TEDI-MATH) e pós-testes | 60 estudantes de 5 a 6 anos | Educação Infantil: memória e Matemática básica |
| (MAUREIRA, 2018) | Desenvolvimento | Grupos focais com educadores | 15 professores entre 20 e 60 anos | Ensino Médio: STEM (Ciência, Tecnologias e Matemática) |
| (CRUZ <i>et al.</i> , 2018) | Desenvolvimento e Validação | Avaliação heurística e pós-questionários | 5 professores e especialistas | Ensino Fundamental: Matemática Básica (raciocínio lógico) |
| (SCHULDT <i>et al.</i> , 2018) | Validação | Questionários e análise de dados do game | 49 estudantes de 11 a 13 anos e 2 professores | Ensino Fundamental: STEM |

| Referência | Etapa de Participação | Técnicas | Participantes | Área Educacional |
|---|-----------------------------|--|--|---|
| (DESTYANTO; PUTRI; HIDAYATNO, 2017) | Validação | Pré e pós-testes | 15 usuários | Geral: Transição Energética |
| (BUNT; LEENDERTZ; SEUGNET BLIGNAUT, 2017) | Desenvolvimento | Design workshop e avaliação heurística | 7 estudantes de 1º ano de graduação | Ensino Superior: Estatística |
| (GRAMMATIKOPOULOU <i>et al.</i> , 2017) | Validação | Pós-questionários | 8 estudantes e 3 professores de dança | Geral: Dança |
| (COHEN; NIEMEYER; CALLAWAY, 2017) | Validação | Pré e pós-testes, Observação participante | 178 (30) estudantes | Ensino Médio: Redes Elétricas e Energia |
| (WANG; TECH, 2017) | Validação | Pré e pós-testes | estudantes de um curso de graduação e usuários online | Ensino Superior: Engenharia de Transportes |
| (CHENG; YANG; ANDERSEN, 2017) | Validação | Pré e pós-questionários e pré e pós-testes | 68 usuários | Línguas: Japonês |
| (STIGALL; SHARMA, 2017) | Validação | Pós-questionários | 20 estudantes de graduação | Ensino Superior: Programação |
| (SASAKI <i>et al.</i> , 2017) | Validação | Pré e pós-questionários | 20 estudantes entre 10 e 11 anos | Ensino Fundamental: História Japonesa |
| (PISHTARI <i>et al.</i> , 2017) | Desenvolvimento | Codesign, entrevistas semiestruturadas e grupos focais | 5 profissionais de zoológicos, 4 professores e 20 estudantes | Geral: Zoologia |
| (HINDS <i>et al.</i> , 2017) | Validação | Pós-questionário | 17 usuários | Geral: Programação |
| (HUTZLER <i>et al.</i> , 2017a) | Validação | Pré e pós-questionários | 8 usuários entre 20 e 35 anos | Geral: História Local |
| (CHANG; WONG; CHIEN, 2017) | Validação | Entrevistas e pré/pós-questionários | 53 estudantes de graduação | Ensino Superior: Gestão de Negócios |
| (MATEOS <i>et al.</i> , 2016) | Validação | Entrevistas e pós-questionários | 58 estudantes adultos | Ensino Médio: Tecnologias |
| (JOHNSEN <i>et al.</i> , 2016) | Validação | Percurso Cognitivo, pós-questionários e entrevistas semiestruturadas | 2 estudantes de graduação, 2 professores e 2 profissionais de Enfermagem | Ensino Superior: Enfermagem |
| (KOUROVA <i>et al.</i> , 2016) | Desenvolvimento e Validação | Codesign, pré e pós-questionários | 40 estudantes de Ensino Médio | Línguas: Inglês e Intercâmbio Cultural |
| (BOSSAVIT; PARSONS, 2016) | Desenvolvimento | Brainstorming; design participativo e questionários visuais | 7 estudantes entre 11 e 15 anos e 15 professores | Ensino Fundamental: Geografia |
| (ARACHCHILAGE; LOVE; BEZNOISOV, 2016) | Validação | Protocolo Verbal (think-aloud) e pré/pós-testes | 28 estudantes de graduação em Ciência da Computação | Geral: Educação em segurança cibernética |
| (CHITTARO, 2016) | Validação | Questionários e entrevistas | 48 usuários de 19 a 55 anos | Geral: Educação para Segurança em Aviões |
| (GUO; GOH, 2016) | Desenvolvimento | Entrevistas semiestruturadas | 10 estudantes universitários de 21 a 29 anos | Ensino Superior: Alfabetização informacional |
| (AYER; MESSNER; ANUMBA, 2016) | Validação | Questionários, grupos focais, pré e pós-testes | 196 estudantes de graduação | Ensino Superior: Arquitetura e Engenharia Civil |
| (HALL; WYETH; JOHNSON, 2016) | Validação | Entrevistas e pré/pós-questionários | 55 profissionais e estudantes universitários | Geral: Segurança no Ambiente de Trabalho |
| (GÜTL <i>et al.</i> , 2016) | Validação | Pré e pós-questionários, entrevistas, gravação das atividades e observação | 18 estudantes universitários entre 20 e 31 anos | Ensino Superior: Arqueologia |

| Referência | Etapa de Participação | Técnicas | Participantes | Área Educacional |
|---|-----------------------------|--|---|--------------------|
| (CHOMUTARE <i>et al.</i> , 2016) | Projeto | Codesign (esboços por desenho) | 14 usuários de 4 a 11 anos | Geral: Saúde |
| (SALOMÃO; REBELO; GAMBOA RODRÍGUEZ, 2016) | Desenvolvimento e Validação | Codesign, pré e pós-entrevistas e análise de dados do game | 106/10 estudantes universitários estrangeiros | Línguas: Português |

Fonte: Elaborado pelos autores.

Pelos dados apresentados, observam-se pesquisas com participação do usuário nas fases de projeto, desenvolvimento e validação, aplicadas em contextos e níveis educacionais diversos, e na maioria utilizando uma das técnicas apresentadas no Referencial Teórico. Em muitas pesquisas com participação do usuário na etapa de validação, no entanto, foram aplicados pré e/ou pós-testes como método de análise quantitativa. Esses testes, que são variados e nem sempre descritos na metodologia, em geral visam medir ganhos de aprendizado comparando os níveis de conhecimento sobre um dado conteúdo antes e após a intervenção experimental.

A fim de apresentar os resultados de forma mais sistemática, a Figura 1 foi construída agrupando os dados obtidos por: etapa de participação do usuário, técnica de inserção utilizada, perfil dos usuários participantes, nível educacional ao qual se destina e ano de publicação. Os dados reunidos demonstram um predomínio (71%) de iniciativas com participação do usuário na fase de validação de protótipos ou versões iniciais do game. Em apenas 27% dos casos revisados os usuários foram inseridos no processo de desenvolvimento dos games, enquanto em um deles o estudo se limitou à fase de projeto ou pré-desenvolvimento.

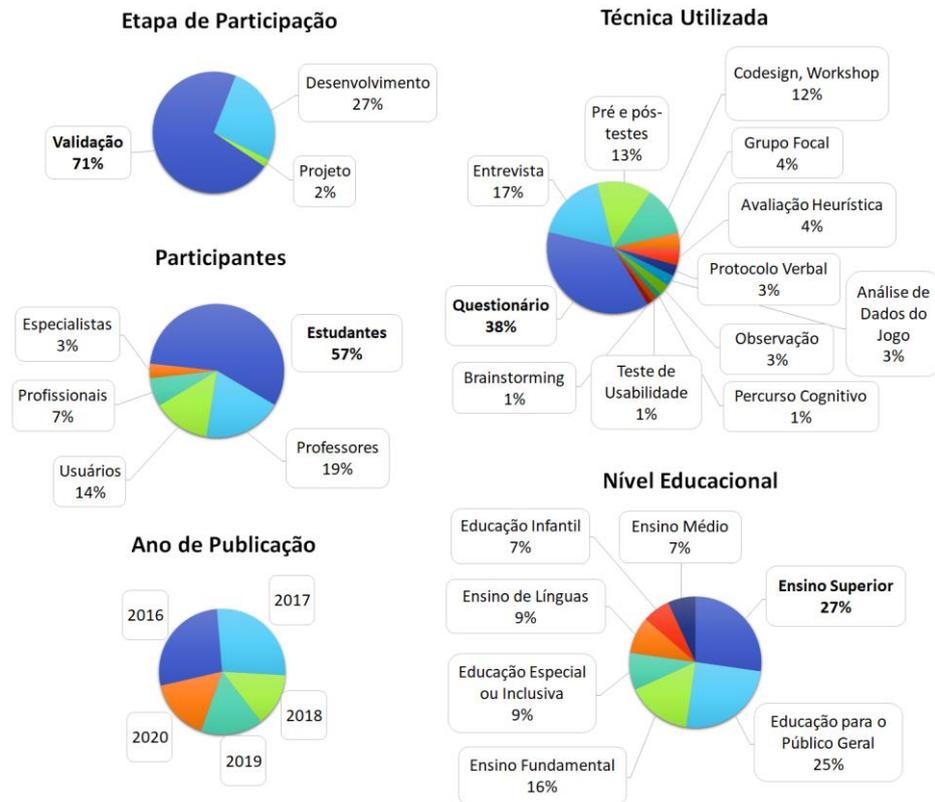
Com relação às técnicas empregadas, métodos de coleta de dados baseados em questionários, entrevistas e testes de conhecimento, aplicados antes ou após os participantes testarem os games, representam 68% das ocorrências. Métodos de design participativo, identificados também como codesign ou workshop de design, foram aplicados em 12% das situações. Como os games são um tipo de software, cuja interface desempenha papel fundamental na experiência de usuário, técnicas de inspeção de usabilidade também são aplicadas nesse tipo de avaliação. Elas foram utilizadas em 9% dos casos (7), incluindo avaliação heurística (3), protocolo verbal (2) e percurso cognitivo (1). Os demais métodos foram grupos focais (3), análise de dados do jogo (2) e brainstorming (1).

Relativo ao contexto de aplicação, é natural que os casos se concentrem na educação formal, abordando conteúdos tradicionais (57%). Com relação ao nível de ensino em que foi testado ou desenvolvido, 27% dos casos correspondem ao Ensino Superior, 16% ao Ensino Fundamental, 7% ao Ensino Médio e 7% à Educação Infantil. Fora desse contexto, 25% dos games são voltados para o público geral e em espaços informais de educação (como segurança cibernética na internet). Além desses, foram encontrados quatro games (9%) para auxiliar a aprendizagem e interação de alunos especiais (com alguma limitação física ou déficit cognitivo) e a mesma quantidade para o ensino de idiomas.

Entre os participantes do processo de design, também é compreensível que a maioria sejam estudantes (57%) ou professores (19%), principais usuários em contextos educacionais. Em alguns casos, observa-se também a presença de profissionais da área (7%) em aplicações mais técnicas ou fora da sala de aula, e especialistas em educação ou design de software (3%).

Alguns games foram validados por uma amostra diversa de usuários comuns (14%), com frequência pela internet.

Figura 1: Síntese dos resultados do levantamento bibliográfico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para analisar quais técnicas são mais empregadas em cada etapa de inserção do usuário, foram elaborados gráficos (Figura 2) retratando o conjunto de técnicas e o percentual de vezes em que cada uma delas foi aplicada na etapa considerada.

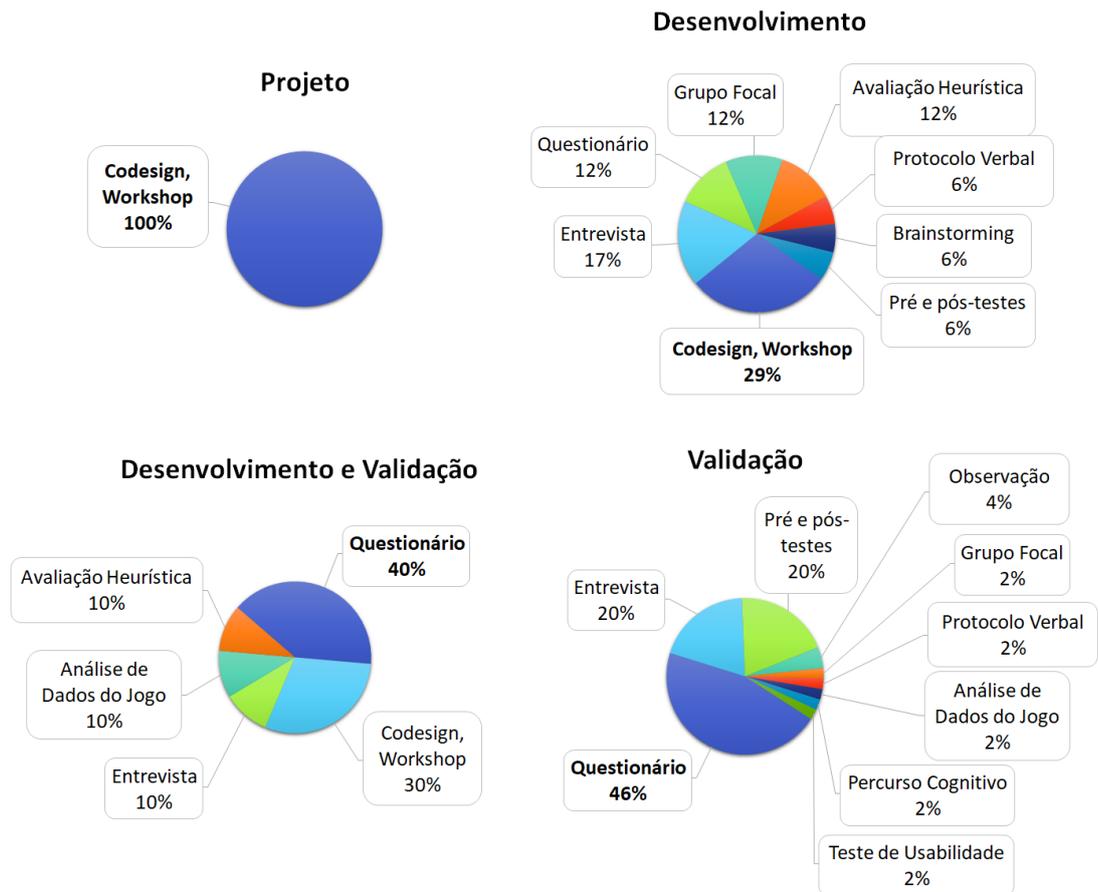
Numa análise geral, o método de workshop de design se destaca por ser predominante nas fases de projeto e desenvolvimento, enquanto o questionário é o método mais comum na fase de validação. Além disso, entrevistas são frequentes e avaliações de usabilidade e design de interfaces são raras, tanto no desenvolvimento quanto na validação de games educativos. Cabe ressaltar que o gráfico “Projeto” representa um único caso.

Respondendo à questão levantada nesse item, concluímos que as técnicas mais empregadas são o questionário e a entrevista, aplicadas em estudantes e na etapa de validação dos games, produzidos principalmente para educação em nível superior. Destaca-se também o design participativo, mais empregado na fase de desenvolvimento, a participação frequente de professores e a produção de games educativos para o público geral e uso em espaços fora da sala de aula.

Considerando a constatação observada em práticas de UCD por Vredenburg *et al.* (2002), de que métodos informais e menos estruturados tendem a ser muito mais usados do que métodos formais e estruturados, os dados coletados nessa revisão não permitem concluir

se isso se verifica na esfera de games educativos, pois as técnicas mais empregadas (questionário, entrevista e workshop de design, conforme os dados apresentados nas Figuras 1 e 2) podem ser aplicadas de modo informal ou estruturado, o que não é detalhado em muitos casos.

Figura 2: Perfil das técnicas empregadas em cada etapa do processo



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2. Q2. Quais os Aspectos de Design Mais Destacados por Designers de Games Educativos e Usuários Participantes do Processo?

Após uma leitura minuciosa dos artigos, foram extraídos trechos com referências ao processo de design e resultados efetivos da participação de usuários. Numa etapa seguinte, cada aspecto relevante identificado foi simbolizado por uma palavra-chave representativa. Foram destacadas 91 palavras-chave no total, que ao serem comparadas entre si e diferenciadas ou associadas por similaridade, resultaram em um conjunto de 35 aspectos de design, representado pela nuvem de palavras mostrada na Figura 3. Em ordem de representatividade (tamanho da fonte na nuvem), os principais aspectos serão descritos, analisados e ilustrados com citações dos artigos aos quais foram associados. Alguns desses aspectos finais estão relacionados entre si, como apontado na discussão a seguir.

Figura 3: Nuvem de palavras com os 35 principais aspectos de design.



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.1. Abordagem do Design e Interface de Usuário (8 ocorrências)

Os fatores mais destacados na literatura revisada foram a abordagem (modelo conceitual) do design e a interface de usuário. A abordagem do design se refere às abordagens de design centrado no usuário (SAVAZZI *et al.*, 2018; KOUROVA *et al.*, 2016) ou design centrado no comportamento do usuário (SHI *et al.*, 2019), assim como à efetividade dos workshops de codesign ou design participativo para o reconhecimento de aspectos de design importantes (PISHTARI *et al.*, 2017; BUNT *et al.*, 2017). Por exemplo, no projeto de um game para estudantes de fisioterapia treinarem reabilitação cognitiva e motor, Savazzi *et al.* (2018, p. 60) afirmam que: “Nosso estudo confirma a eficácia da abordagem de Design Centrado no Usuário para desenvolver um game sério bem sucedido ao responder às necessidades dos usuários finais em termos de usabilidade, motivação e eficácia didática.”. No processo de codesign, também foram destacadas a importância do acompanhamento da rotina do usuário (KANG *et al.*, 2020) e da flexibilidade na atribuição de papéis aos codesigners (BOSSAVIT; PARSONS, 2016), e a limitação do uso de desenhos como ferramenta (CHOMUTARE *et al.*, 2016).

A interface de usuário aparece de variadas formas como outro aspecto importante a ser observado por designers de games educativos. Foram demandadas interfaces melhores (SERALIDOU *et al.*, 2019; DESTYANTO *et al.*, 2017), mais intuitivas (CHANG *et al.*, 2017) e utilizáveis (ROSYDAH *et al.*, 2019), com funções de controle e navegação (GÜTL *et al.*, 2016), textos legíveis (CHENG *et al.*, 2017), e com botões de escape, pausa e reversão de ações (JOHNSEN *et al.*, 2016; ROCHA *et al.*, 2019). Por exemplo, na avaliação heurística de um game para crianças com deficiência de aprendizagem de leitura e escrita, Rocha *et al.* (2019, p. 92) destacaram que “a interface do aplicativo deve fornecer alternativas e ‘saídas de emergência’. [...] não há botões ou links para ações reversas. Precisamos fornecer um botão de saída para ajudar os usuários a concluir a interação quando desejarem.”

4.2.2. Personalização (7 ocorrências)

Outro aspecto interessante apontado foi o desejo dos usuários por games com recursos de “personalização”, seja na escolha ou montagem de personagens e avatares (BUNT *et al.*, 2017; ROSE *et al.*, 2020), na geração de conteúdo pelo próprio jogador (MAUREIRA, 2018; KAENAMPORN PAN *et al.*, 2018), no grau de complexidade das mensagens de feedback (HINDS *et al.*, 2017) ou na escolha de níveis de dificuldade (HUTZLER *et al.*, 2017; SERALIDOU *et al.*, 2019). Grau de complexidade e nível de dificuldade também estão associados à carga cognitiva, outro aspecto de design destacado. Por exemplo, após avaliação por usuários de um game de caça ao tesouro baseado em localização, Hutzler *et al.* (2017, p. 167) concluíram que: “[...] havia muito texto para crianças de sete a dez anos e podia não ser desafiador ou interessante para crianças de até quatorze anos. Por isso, decidimos introduzir uma classificação de dificuldade de missões fáceis, médias e difíceis.”

4.2.3. Áudio (6 ocorrências)

Atributos sonoros dos games foram agrupados pelo aspecto de design “áudio”. Usuários e codesigners ressaltaram a importância de efeitos sonoros para ajudar na interação com elementos do jogo e promover maior imersão do jogador (HINDS *et al.*, 2017). Esse aspecto é presente na avaliação heurística de um game que visa estimular o raciocínio lógico em operações matemáticas básicas (CRUZ *et al.*, 2018, p. 2007): “Efeitos sonoros são um trunfo importante para ajudar jogadores em algumas transições e criar uma melhor interação com o jogo. [...] O ambiente deve ter [...] efeitos sonoros para ajudar o jogador a se sentir mais dentro do jogo”. Também foram destacadas as ausências de áudio em diálogos (SALOMÃO *et al.*, 2016) e de uma música de fundo (BUNT *et al.*, 2017; MATEOS *et al.*, 2016; ROSE; HABGOOD; JAY, 2020), e a validade de usarem a própria voz em narrações do jogo (KOUROVA *et al.*, 2016).

4.2.4. Tutorial, Usabilidade e Design Gráfico (5 ocorrências)

Um tutorial com instruções sobre como realizar tarefas no game foi outro recurso destacado por designers (COHEN *et al.*, 2017; CHANG *et al.*, 2017), podendo ser implementado em forma de dicas visuais ou sonoras para um primeiro contato mais intuitivo (ROCHA *et al.*, 2019) ou uma fase introdutória no game (SCHULDT *et al.*, 2018). O tutorial foi citado como um dos princípios de usabilidade a considerar em um game educativo: “Informações sobre como jogar o game, possibilidades de ação e como usar os diferentes recursos na tela devem ser fornecidas e/ou estar visíveis na tela”(JOHNSEN *et al.*, 2016, p. 44).

A importância de se avaliar e otimizar a usabilidade da interface de games também é citada por pesquisadores (CEZAR *et al.*, 2019; CHANG *et al.*, 2017) e destacada através de listas de princípios de usabilidade (JOHNSEN *et al.*, 2016; ROSYIDAH *et al.*, 2019), como o princípio citado no parágrafo anterior. Além de evitar possibilidades de uso não intencional do game (AYER *et al.*, 2016), ela minimiza falhas de projeto: “A obtenção da funcionalidade desejada e a minimização de problemas de interface usuário-computador enfatizam a importância de realizar uma avaliação de usabilidade durante o processo de desenvolvimento do game” (JOHNSEN *et al.*, 2016, p. 39).

É esperado que o design gráfico ou visual de um game seja um dos aspectos óbvios a se destacar, pois elementos visuais são essenciais na maioria dos games. Nos artigos revisados,

ele é citado em termos de consistência no layout, disposição de elementos, cores e fontes (JOHNSEN *et al.*, 2016), design de cenário mais visível e atrativo (SALOMÃO *et al.*, 2016), aparência de personagens (CHITTARO, 2016), efeitos visuais (HINDS *et al.*, 2017) e aprimoramento gráfico geral (GÜTL *et al.*, 2016).

4.2.5. Feedback (4 ocorrências)

Especialmente em games projetados para educar ou treinar jogadores, mensagens de *feedback* indicando desempenho e conclusão de tarefas representam outro princípio de usabilidade (JOHNSEN *et al.*, 2016). A importância desse aspecto foi registrada através de solicitações por mensagens mais curtas (HINDS *et al.*, 2017), visuais ou sonoras em vez de textuais (STEINBÖCK *et al.*, 2019) e mais significativas: “[...] consideraremos a introdução de *feedback* mais significativo para os usuários, como a exibição de uma pontuação instantânea no modo de prática, que indicará prontamente aos usuários o desempenho durante as diferentes fases de um exercício” (GRAMMATIKOPOULOU *et al.*, 2017, p. 216).

4.2.6. Engajamento, Design Iterativo e Carga Cognitiva (3 ocorrências)

O engajamento é citado como aspecto de design importante na experiência de usuário e aprendizado (SAVAZZI *et al.*, 2018, p. 60): “O componente afetivo do engajamento foi influenciado positivamente pela experiência do game desde os primeiros estágios de desenvolvimento, mostrando-se um componente altamente informativo da experiência e aprendizado dos usuários”. Para aumentar o engajamento, alguns designers consideram efetivo oferecer opções relevantes e com variedade de conteúdo (COHEN *et al.*, 2017), enquanto outros sugerem mais cenários de jogo, como um modo multijogador (GRAMMATIKOPOULOU *et al.*, 2017).

A importância de iterações no processo de design de games educativos também foi identificada na literatura, seja para melhoria do design gráfico (STEINBÖCK *et al.*, 2019), para criar uma interface mais intuitiva e utilizável (CHANG *et al.*, 2017) ou aprimorar a experiência de usuário (SHI *et al.*, 2019, p. 10): “Isso sugere a necessidade de mais iterações no design do game para garantir que a experiência seja divertida, particularmente evitando limitações tão restritivas a ponto de causar frustração.”

A carga cognitiva de um game educativo deve ser adequada para evitar frustração por complexidade em excesso ou desinteresse por falta de um componente desafiador. Esse aspecto, que possui relação com o de personalização, destacado na seção 4.2.2, foi valorizado por designers ao sugerirem trajetórias de aprendizagem e condições restritivas de sucesso (ROSE *et al.*, 2020) ou adicionarem fases ao game (CHITTARO, 2016) para introduzir conteúdos mais complexos, e por usuários ao solicitarem regras mais complexas: “No entanto, há espaço para melhorias, por exemplo, levando em consideração os comentários dos alunos para tornar as regras do game mais complexas” (MATEOS *et al.*, 2016, p. 7).

Retomando a questão inicial, observamos que há vários aspectos relevantes destacados por designers e usuários de games educativos. Alguns desses, como a Abordagem do Design (Design Participativo, Design Centrado no Usuário) e o Design Iterativo, reforçam diretamente a importância da inserção de estudantes e professores nas etapas de projeto e desenvolvimento. Quanto mais iterações com usuários, menores serão os riscos de uma falha

grave de design chegar à versão final do game e comprometer o sucesso do projeto. Apesar disso, como destacado no primeiro gráfico da Figura 1, em mais de 70% das pesquisas a participação de usuários ficou restrita à etapa de validação.

Foram ressaltadas ainda pela pesquisa características bem exploradas em games de entretenimento, que por vezes estão ausentes ou precisam ser aprimoradas em games educativos. A qualidade da interface e sua usabilidade, por exemplo, que estão entre as mais citadas, são fundamentais para uma boa experiência de usuário. Além delas, um design gráfico consistente, com elementos visuais chamativos e bem acabados, efeitos sonoros para elevar o grau de imersão e senso de realismo, e tutoriais mínimos e feedbacks por mensagem ou pontuação, para guiar o jogador na execução de tarefas e cumprimento de objetivos, são atributos de um game de sucesso também apontados com ênfase na literatura. Dos aspectos destacados, os que mais refletem no caráter educacional dos games foram personalização e carga cognitiva, indicando a importância de se adequar o grau de dificuldade dos desafios cognitivos à faixa etária dos estudantes alvo e permitir a geração de conteúdo por eles, conferindo maior autonomia e liberdade criativa.

5. Considerações Finais

É esperado que as pesquisas e projetos de games educativos cresçam na próxima década, motivadas pela expansão de cursos a distância ou híbridos, mesclando aulas presenciais com aulas remotas ou assíncronas, o que incentiva o uso pedagógico de ferramentas digitais tecnológicas.

Esta pesquisa identificou através de uma revisão literária sistemática os métodos de inserção do usuário, contextos educacionais e participantes mais frequentes em iniciativas de design de games educativos. Os dados obtidos retratam como as pesquisas mais recentes têm evoluído na área, assim como as diversas abordagens possíveis para a participação de usuários no design de games sérios para educação. Os games encontrados foram desenvolvidos ou avaliados utilizando onze métodos diferentes, aplicados nas fases de projeto, desenvolvimento ou validação de design, em diversos níveis educacionais e com participantes de perfis variados. Os resultados indicam que a maioria dos games educativos é avaliada através de questionários por estudantes de graduação na etapa de validação de produto. Ou seja, embora exista a participação do usuário, ela ainda está muito centrada na avaliação de um projeto pronto (ou quase pronto) e no levantamento de informações por questionários, que tem seus pontos positivos, mas que deixa de lado outras informações que seriam interessantes. Espera-se que a lista de técnicas e contextos de aplicação apresentados nessa revisão ajudem pesquisadores na definição de metodologias para inserir usuários no processo de design.

Além disso, uma análise dos artigos revisados também identificou 35 aspectos de design reconhecidos por designers, codesigners e usuários como significativos para a efetividade dos games em contextos educacionais. Os fatores mais recorrentes, apontados e descritos nessa revisão, podem guiar ou auxiliar designers de games educativos a minimizar falhas de projeto, priorizar aspectos do game e fazer escolhas assertivas a fim de obterem produtos educacionais efetivos.

Como limitações da pesquisa, considera-se que a revisão de artigos publicados em língua inglesa, em um período delimitado (5 anos), e extraídos de uma base única (Scopus) possa não refletir com precisão dados de pesquisas nacionais.

Referências

ABDUL JABBAR, A. I.; FELICIA, P. Gameplay Engagement and Learning in Game-Based Learning: A Systematic Review. **Review of Educational Research**, v. 85, n. 4, p. 740-779, 2015.

ALMUKADI, W. Tangible Storytelling to Learn the Four Seasons: Design and Preliminary Observations. In: STEPHANIDIS, C. et al. (Ed.). **HCI International 2020 – Late Breaking Papers: Cognition, Learning and Games**. Copenhagen: Springer, 2020. 12425, p. 299-306.

ALZUBI, T. et al. Improving the Working Memory during Early Childhood Education Through the Use of an Interactive Gesture Game-Based Learning Approach. **IEEE Access**, v. 6, p. 53998–54009, 17 set. 2018.

ARACHCHILAGE, N. A. G.; LOVE, S.; BEZNOSOV, K. Phishing threat avoidance behaviour: An empirical investigation. **Computers in Human Behavior**, v. 60, p. 185-197, 2016.

AYER, S. K.; MESSNER, J. I.; ANUMBA, C. J. Augmented Reality Gaming in Sustainable Design Education. **Journal of Architectural Engineering**, v. 22, n. 1, 04015012, p. 1-8, 5 jan. 2016.

BAPTISTA, S. G.; CUNHA, M. B. da. Estudo de usuários: visão global dos métodos de coleta de dados. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 12, n. 2, p. 168-184, 2007.

BOSSAVIT, B.; PARSONS, S. Designing an Educational Game for and with Teenagers with High Functioning Autism. In: 14th Participatory Design Conference, Aarhus. **Anais...** Aarhus: Association for Computing Machinery, 15 ago. 2016. p. 11-20.

BUNT, L.; LEENDERTZ, V.; SEUGNET BIGNAUT, A. A Heuristic Evaluation of the Design and Development of a Statistics Serious Game. In: 16th World Conference on Mobile and Contextual Learning, Larnaca. **Anais...** Larnaca: ACM, 30 out. 2017. p. 1-7.

CEZAR, V. et al. Towards an RPG game to teach calculus. In: 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Maceió. **Anais...** Maceió: IEEE, 2019. p. 116-118.

CHANG, C.-S.; WONG, M.-T.; CHIEN, F.-L. Development and evaluation of the operational management simulation game e-café. **Journal of Applied Science and Engineering**, v. 20, n. 1, p. 95-106, 2017.

CHENG, A.; YANG, L.; ANDERSEN, E. Teaching language and culture with a virtual reality game. In: Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Denver. **Anais...** Denver: 2 mai. 2017. p. 541-549.

CHEN, T. et al. Hacked time: Design and evaluation of a self-efficacy based cybersecurity game. In: 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference, Eindhoven. **Anais...** Eindhoven: 3 jul. 2020. p. 1737-1749.

CHITTARO, L. Designing serious games for safety education: “Learn to brace” versus traditional pictorials for aircraft passengers. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 22, n. 5, p. 1527-1539, 2016.

CHOMUTARE, T. et al. Serious game co-design for children with type 1 diabetes. In: MANTAS, J. et al. (Ed.). **Studies in Health Technology and Informatics**. ICIMTH 2016 ed. Athens: IOS Press BV, 2016. 226, p. 83-86.

COHEN, M. A.; NIEMEYER, G. O.; CALLAWAY, D. S. Griddle: Video Gaming for Power System Education. **IEEE Transactions on Power Systems**, v. 32, n. 4, p. 3069-3077, 2017.

CONDE, S.; ELOR, A.; KURNIAWAN, S. Boundaries: A Serious Game on Relationships for Individuals with Developmental Disabilities. In: 8th International Conference on Serious Games

- and Applications for Health (SeGAH), Vancouver. **Anais...** Vancouver: IEEE, 12 ago. 2020.
- CRUZ, B. et al. A mobile game to practice arithmetic operations reasoning. In: Global Engineering Education Conference (EDUCON), Tenerife. **Anais...** Tenerife: IEEE, 23 mai. 2018.
- DA ROCHA SEIXAS, L.; GOMES, A. S.; DE MELO FILHO, I. J. Effectiveness of gamification in the engagement of students. **Computers in Human Behavior**, v. 58, p. 48-63, 2016.
- DESTYANTO, A. R.; PUTRI, O. A.; HIDAYATNO, A. Serious simulation game development for energy transition education using integrated framework game design. In: 3rd International CEEMS, Singapore. **Anais...** Singapore: IOP Publishing, 28 nov. 2017. 012157, p. 1-8.
- EBNER, M.; HOLZINGER, A. Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. **Computers & Education**, v. 49, n. 3, p. 873-890, nov. 2007.
- FONTEYN, M. E.; KUIPERS, B.; GROBE, S. J. A Description of Think Aloud Method and Protocol Analysis. **Qualitative Health Research**, v. 3, n. 4, p. 430-441, nov. 1993.
- GRAMMATIKOPOULOU, A. et al. An adaptive framework for the creation of bodymotion-based games. In: 9th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games), Athens. **Anais...** Athens: IEEE, 2 out. 2017. p. 209-216.
- GUO, Y. R.; GOH, D. H. L. From storyboard to software: User evaluation of an information literacy game. In: 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing, Pisa. **Anais...** Pisa: Association for Computing Machinery, 4 abr. 2016. p. 199-201.
- GÜTL, C. et al. Exploratory and collaborative learning experience in immersive environments: Implementation and findings from an archaeological domain. In: ALLISON, C. et al. (Ed.). **Communic. in Computer and Information Science**. Santa Barbara: Springer, 2016. 621, p. 3-16.
- HALL, J.; WYETH, P.; JOHNSON, D. Creating authentic experiences within a serious game context: Evaluation of engagement and learning. In: MARSH, T. et al. (Ed.). **Lecture Notes in Computer Science**. Brisbane: Springer Nature, 2016. 9894, p. 55-66.
- HERMAWATI, S.; LAWSON, G. Establishing usability heuristics for heuristics evaluation in a specific domain: Is there a consensus? **Applied Ergonomics**, v. 56, p. 34-51, 1 set. 2016.
- HINDS, M. et al. Designing a novel educational game for teaching C# programming. In: 9th International Conference on Computer Supported Education, Porto. **Anais...** Porto: SciTePress, 21 abr. 2017. p. 81-86.
- HUTZLER, A. et al. Mythhunter: Gamification in an educational location-based scavenger hunt. In: BECK, D. et al. (Ed.). **Communications in Computer and Information Science**. Coimbra: Springer, 2017. 725, p. 155-169.
- JASPERS, M. W. M. et al. The think aloud method: A guide to user interface design. **International Journal of Medical Informatics**, v. 73, n. 11-12, p. 781-795, 2004.
- JOHNSEN, H. M. et al. Teaching clinical reasoning and decision-making skills to nursing students: Design, development, and usability evaluation of a serious game. **International Journal of Medical Informatics**, v. 94, p. 39-48, 2016.
- KAENAMPORN PAN, M. et al. Using User Generated Content in Mobile Application to Support

Children with Special Needs. In: 3rd International Conference on Information Technology, Khon Kaen. **Anais...** Khon Kaen: IEEE, 20 dez. 2018. p. 1-6.

KANG, Y. S. et al. A Community-Based Participatory Approach to Developing Game Technology to Provide Greater Accessibility for Children with Intellectual Disabilities. **Systemic Practice and Action Research**, v. 34, n. 2, p. 127-139, abr. 2020.

KIDO, Y. et al. sD&D: Design and Implementation of Cybersecurity Educational Game with Highly Extensible Functionality. In: ARAI, K.; KAPOOR, S.; BHATIA, R. (Ed.). **Advances in Intelligent Systems and Computing**. San Francisco: Springer, 2020. 1129, p. 857-873.

KOUROVA, A. et al. From orlando to Russia: Cross-cultural communication through gamemaking. In: SIGDOC 2016, Silver Spring. **Anais...** Silver Spring: ACM, 23 set. 2016. p. 1-8.

MAHATODY, T.; SAGAR, M.; KOLSKI, C. State of the art on the cognitive walkthrough method, its variants and evolutions. **International Journal of Human-Computer Interaction**, v. 26, n. 8, p. 741-785, 2010.

MARTIN, B.; HANINGTON, B. **Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solut.** Beverly: Rockport, 2012. 207p.

MATEOS, M. J. et al. Design and evaluation of a computer based game for education. In: 46th Annual Frontiers in Education Conference, Erie. **Anais...** Erie: IEEE, 28 nov. 2016. p. 1-8.

MAUREIRA, M. A. G. CURIO: A game-based learning toolkit for fostering curiosity. In: FDG 2018, Malmo. **Anais...** Malmo: ACM, 7 ago. 2018. p. 1-6.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, n. suppl 1, p. 1-8, 2021.

NIELSEN, J. Finding usability problems through heuristic evaluation. In: CHI '92, Monterey. **Anais...** Monterey: Association for Computing Machinery, 3 mai. 1992. p. 373-380.

NIELSEN, J.; MACK, R. L. **Usability Inspection Methods**. 1st. ed. New York: Wiley, 1994. 413 p.

OLSON, D. M.; FOX HARRELL, D. “i Don’t See Color”: Characterizing Players’ Racial Attitudes and Experiences via an Anti-Bias Simulation Videogame. In: 15th International Conference on the Foundations of Digital Games, Bugibba. **Anais...** Bugibba: ACM, 15 set. 2020. p. 1-4.

PISHTARI, G. et al. SmartZoos: Modular open educational resources for location-based games. In: LAVOUÉ, É. et al. (Ed.). **12th European Conference on Technology Enhanced Learning**. Tallinn: Springer, 2017. 10474 LNCS, p. 513-516.

ROCHA, T. et al. Using game-based technology to enhance learning for children with learning disabilities: A pilot study. In: 3rd International Conference on Education and E-Learning, Barcelona. **Anais...** Barcelona: 5 nov. 2019. p. 89-94.

RODGERS, P.; MILTON, A. **Product Design**. London: Laurence King, 2011. 240 p.

ROSE, S. P.; HABGOOD, M. P. J.; JAY, T. Designing a Programming Game to Improve Children’s Procedural Abstraction Skills in Scratch. **Journal of Educational Computing Research**, v. 58, n. 7, p. 1372-1411, 2020.

ROSYIDAH, U.; HARYANTO, H.; KARDIANAWATI, A. Usability Evaluation Using GOMS Model for Education Game “Play and Learn English.” In: International Seminar on Application for Tech. of

- Informat. and Communicat., Semarang. **Anais...** Semarang: IEEE, 21 set. 2019. p. 219-249.
- SALOMÃO, R. C. S.; REBELO, F.; GAMBOA RODRÍGUEZ, F. Evaluating play-personas of an educational 3D digital game for university students to learn Portuguese as a foreign Language. In: MARCUS, A. (Ed.). **DUXU 2016**. Toronto: Springer, 2016. 9747, p. 198-207.
- SASAKI, T. et al. Japanese history explorer with nozomi-chan for elementary school children. In: 11th European Conference on Game Based Learn., Graz. **Anais...** Graz: 5 out. 2017. p. 562- 570.
- SAVAZZI, F. et al. Engaged in learning neurorehabilitation: Development and validation of a serious game with user-centered design. **Computers & Education**, v. 125, p. 53-61, out. 2018.
- SCHULDT, J. et al. Storyboard interpretation technology used for value-based STEM education in digital game-based learning contexts. In: 10th International Conference on Computer Supported Education, Funchal. **Anais...** Funchal: SciTePress, 15 mar. 2018. p. 78- 88.
- SERALIDOU, E.; DOULIGERIS, C.; GOTSIOPOULOS, P. Students' evaluation of the "web technologies" android application for higher education. In: 4th SEEDA-CECNSM, Piraeus. **Anais...** Piraeus: IEEE, 20 set. 2019. p. 1-6.
- SHI, J. et al. Pyrus: Designing a collaborative programming game to support problem-solving behaviors. In: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Glasgow. **Anais...** Glasgow: 2 mai. 2019. p. 1-12.
- STEINBÖCK, M. et al. Cologon: A game to foster communication skills in inclusive education. In: 14th International Conference on the Foundations of Digital Games, San Luis Obispo. **Anais...** San Luis Obispo: 26 ago. 2019. p. 1-5.
- STIGALL, J.; SHARMA, S. Virtual reality instructional modules for introductory programming courses. In: 7th IEEE Integrated STEM Education Conference, Princeton. **Anais...** Princeton: IEEE, 24 abr. 2017. p. 34-42.
- VAN DEN HAAK, M. J.; DE JONG, M. D. T.; SCHELLENS, P. J. Retrospective vs. concurrent think-aloud protocols: Testing the usability of an online library catalogue. **Behaviour and Information Technology**, v. 22, n. 5, p. 339-351, 2003.
- VERMEEREN, A. P. O. S. et al. User experience evaluation methods: Current state and development needs. In: 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction, Reykjavik. **Anais...** Reykjavik: ACM, 16 out. 2010. p. 521-530.
- VREDENBURG, K. et al. A survey of user-centered design practice. In: Conference on Human Factors in Comput. Systems, Minneapolis. **Anais...** Minneapolis: ACM, 20 abr. 2002. p. 471-478.
- WANG, Q.; TECH, V. Game Suite for Transportation Education. In: 124th ASEE Annual Conference and Exposition, Columbus. **Anais...** Columbus: ASEE, 25 jun. 2017. p. 1-14.
- YUNANTO, A. A. et al. Design and implementation of educational game to improve arithmetic abilities for children. In: 12th International Conference on Information and Communication Technology and Systems, Surabaya. **Anais...** Surabaya: IEEE, 18 jul. 2019. p. 27-31.