

Utilização de elementos de *games* em contextos educacionais: revisão sistemática da literatura

Daltro, Paulo; Abbad, Gardênia

Utilização de elementos de *games* em contextos educacionais: revisão sistemática da literatura

Linhas Críticas, vol. 27, e36116, 2021

Universidade de Brasília, Brasil

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193567258086>

DOI: <https://doi.org/10.26512/lc27202136116>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Utilização de elementos de *games* em contextos educacionais: revisão sistemática da literatura

Uso de elementos de juegos en contextos educativos: una revisión sistemática de la literatura

Use of game elements in educational contexts: a systematic review of literature

Paulo Daltro

Universidade de Brasília, Brasil

paulojdaltro@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-7308-1804>

DOI: <https://doi.org/10.26512/lc27202136116>

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193567258086>

Gardênia Abbad

Universidade de Brasília, Brasil

gardenia.abbad@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0807-3549>

Recepción: 19 Enero 2021

Aprobación: 04 Octubre 2021

Publicación: 15 Octubre 2021

RESUMO:

Este trabalho apresenta resultados de uma revisão acerca do uso da gamificação em contextos educacionais. A pesquisa ocorreu por meio de uma busca 360° em bases referenciais, no período de 2010 a 2020. Apenas artigos publicados em periódicos revisados por pares foram incluídos na revisão. Os resultados são apresentados em três categorias: (1) objetivos das pesquisas e descrição dos contextos educacionais; (2) características metodológicas; e (3) resultados obtidos. A produção acadêmica sobre gamificação envolve medidas cognitivas de aprendizagem, como aquisição e retenção e medidas afetivas, tais como engajamento e motivação.

PALAVRAS-CHAVE: Educação, Tecnologia educacional, Gamificação, Aprendizagem, Games.

RESUMEN:

Este trabajo presenta resultados de una revisión sobre el uso de la gamificación en contextos educativos. La investigación se llevó a cabo mediante una búsqueda de 360° en bases de referencia, en el período de 2010 a 2020. Solo se incluyeron en la revisión los artículos incluidos publicados en revistas revisadas por pares. Los resultados se presentan en tres categorías: (1) objetivos de investigación y descripción de contextos educativos; (2) características metodológicas; y (3) resultados obtenidos. La producción académica sobre gamificación implica medidas de aprendizaje cognitivo, como la adquisición y retención y medidas afectivas como el compromiso y la motivación.

PALABRAS CLAVE: Educación, Tecnología educativa, Gamificación, Aprendizaje, Games.

ABSTRACT:

This article presents results of a literature review concerning the use of gamification in educational contexts. The research took place through a 360° search, from 2010 to 2020. Only articles published in peer-reviewed journals were included in the review. The results are presented in three categories: (1) research objectives and description of educational contexts; (2) methodological characteristics; and (3) results obtained. Academic production on gamification involves cognitive learning measures, such as acquisition and retention and affective measures such as engagement and motivation.

KEYWORDS: Education, Educational technology, Gamification, Learning, Games.

INTRODUÇÃO

A utilização de elementos de jogos em desenhos instrucionais proporciona, além do entretenimento e da diversão, experiências concretas de aprendizagem, porque exigem que os jogadores reflitam sobre o conteúdo aprendido e sobre as decisões tomadas (Lee & Hammer, 2011; Morris et al., 2013; Pavlas et al., 2010; Wouters et al., 2013). Elementos como pontos, distintivos e *rankings* têm sido comumente utilizados em contextos educacionais para acessar as dimensões cognitivas e afetivas da aprendizagem, facilitando a convergência entre as necessidades e os interesses do aprendiz (Garris et al., 2002; Malone, 1981).

O interesse pelo tema tem alcançado diversas áreas de pesquisa que vão além dos estudos nos campos da administração, psicologia e educação, e incluem também a área de saúde, os sistemas de informação, e a aviação, por exemplo, onde treinamentos gamificados têm sido utilizados para reduzir erros em ambientes com alto risco de acidentes, tornando-se um elemento-chave para apoiar a aprendizagem e o desempenho de estudantes. No ensino de farmácia, por exemplo, as vantagens da utilização de elementos de jogos, enquanto ferramenta instrucional, incluem: (a) o aprendizado do estudante, sem oferecer riscos ao paciente; (b) a criação de um ambiente de aprendizagem colaborativo; (c) mais tempo de atividade prática; (d) *feedback* imediato; e (e) oportunidade de aprender com os próprios erros, em contextos com potencial para promover mudanças de comportamento (Cain & Piascik, 2015; Rosser et al., 2017).

Há uma diversidade de estudos que incluem elementos de *games* em desenhos instrucionais. Em virtude da variedade conceitual e metodológica observada na literatura, esta revisão busca investigar métodos de avaliação utilizados em pesquisas empíricas sobre o uso de elementos de *games* em contextos educacionais. A escolha por uma revisão sistemática de literatura consistiu na necessidade de observar o que tem sido estudado na área, identificar lacunas na literatura e apresentar sugestões para pesquisas futuras. A próxima seção é dedicada a uma breve apresentação do tema, e em seguida, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados, assim como os resultados encontrados, e por fim, são feitas as considerações finais sobre esta pesquisa.

TRABALHOS RELACIONADOS

O uso de elementos de jogos em contextos de não jogos, como é o caso dos contextos educacionais, tem sido definido na literatura como gamificação. A inclusão desses elementos em contextos educacionais envolve a utilização da qualidade divertida dos jogos para envolver e motivar a ação das pessoas para a resolução de problemas e para promover mudanças de comportamento desejadas, em ambientes que incluem desafios abstratos, definidos por regras, podendo produzir resultados associados também a reações afetivas nos participantes (Deterding, 2012; Deterding et al., 2011; Domínguez et al., 2013; Giannetto et al., 2013; Kapp, 2012).

O objetivo dos *games*, quando utilizados como técnica instrucional, não é exclusivamente entreter o jogador, o que pode ser considerado um valor adicionado, mas fazer uso de sua qualidade divertida para a formação e educação de pessoas. Os jogos permitem realizar tarefas de tal maneira que requerem do indivíduo os mesmos processos cognitivos necessários para o desempenho da tarefa no mundo real (Tobias et al., 2011; Zyda, 2005). Isto significa dizer que os jogadores estarão dispostos a investir mais tempo e energia no jogo não apenas pelas recompensas extrínsecas, mas porque a experiência do jogo em si já é gratificante (Bedwell et al., 2012; Garris et al., 2002; Grossman et al., 2014; Wilson et al., 2009).

Nesse sentido, os elementos de jogos incorporam aos eventos instrucionais alguns recursos que são específicos dos ambientes gamificados, como curiosidade, desafio, mistério e fantasia, criando uma associação positiva entre a diversão proporcionada pelo jogo e a decisão de continuar jogando. Motiviar indivíduos a desempenharem atividades com maior engajamento é um dos principais resultados esperados da gamificação (Domínguez et al., 2013; Pettit et al., 2015; Tan & Hew, 2016).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir o objetivo deste estudo, a análise da produção de conhecimentos desenvolvida adotou o protocolo de revisão sistemática proposto por Cronin et al. (2008), composto pelas seguintes etapas: (1) formulação da questão de pesquisa; (2) conjunto de critérios de inclusão e exclusão; (3) seleção e acesso da literatura; (4) avaliação da qualidade da literatura incluída na revisão; e (5) análise, síntese e disseminação dos resultados.

Dessa maneira, tendo sido formulada a questão indutora da pesquisa “de que forma as pesquisas científicas abordam a utilização de elementos de jogos em contextos educacionais?” (etapa 1), procedeu-se à definição dos critérios de pesquisa, que abrangem: (1) as bases de dados selecionadas; (2) o período de publicação; (3) os tipos de artigos; (4) as palavras-chave; e (5) os operadores booleanos. Devido ao fato de que o tema *gamification* é multidisciplinar e pode ser encontrado em periódicos de diversas áreas, definiu-se que a pesquisa ocorreria em todas as bases de dados disponíveis no portal de periódicos CAPES, abrangendo o período de 2009 a 2020.

No tocante aos tipos de artigos, definiu-se que seriam incluídos somente artigos completos, classificados como pesquisas empíricas, publicados em periódicos revisados por pares, o que excluiu publicações em anais de eventos, capítulos de livros, dissertações, teses e patentes. Em seguida, as palavras-chave foram definidas com base na questão de pesquisa formulada, a conhecer: *gamification* e suas variações de usos (*gamified*, *gamify*); *training*; e *education*. No que se refere aos operadores booleanos utilizados, optou-se por utilizar *and* ou (*palavras sinônimas*), excluindo-se os operadores *not*, considerando que os resultados deveriam refletir artigos publicados que incluíssem o uso de elementos de jogos em contextos educacionais. O último critério de inclusão de pesquisas na amostra referiu-se ao idioma: apenas textos em inglês foram selecionados para revisão (etapa 2).

A pré-seleção desses 365 artigos se deu por meio da leitura dos resumos de toda a lista de trabalhos encontrados. Inicialmente, foram descartados aqueles que não possuíam relação direta com o tema proposto ou que abordavam a gamificação em contextos onde a instrução não era o foco central da pesquisa, por exemplo, estudos sobre comportamento de consumidores, aspectos relativos à decisão de compra, programas de recompensa e planos de engajamento para funcionários públicos. Em seguida, procedeu-se à leitura das introduções de 67 artigos, o que resultou na exclusão de 18 artigos. Foram excluídos da análise artigos nos quais a gamificação apresentava resultados relacionados à aprendizagem, porém não ocorreram em ambientes instrucionais formais: programas voltados ao levantamento de recursos (*crowdfunding*), melhoria da saúde, condição física, bem-estar, programas de educação alimentar, dentre outros (etapa 3).

Na etapa 4, avaliação da qualidade da literatura, após a análise dos *abstracts* e da introdução, outros 8 artigos foram eliminados por não se encaixarem adequadamente nos objetivos desta revisão. Por fim, após a análise detalhada de cada artigo, procedeu-se à compilação dos dados por meio de planilha eletrônica, composta por categorias de análise que indicavam autores e respectivas afiliações, título, ano da publicação, resumo, objetivos, principais questões teóricas, desenho metodológico, resultados e contribuições para a área (etapa 5).

RESULTADOS

Como resultado da revisão sistemática desenvolvida, foram selecionados 41 artigos empíricos para análise. Os resultados serão apresentados, de acordo com as categorias adotadas, em três subseções: (1) objetivos das pesquisas e descrição dos contextos educacionais; (2) características metodológicas: delineamento, natureza, procedimentos de coleta de dados, instrumentos utilizados e procedimentos de análise de dados; e (3) resultados obtidos.

Objetivos das pesquisas empíricas e descrição dos contextos educacionais

Os objetivos de pesquisa mais comuns foram relacionados à oferta de *feedbacks* contingentes, com ênfase nas pequenas conquistas, para avaliar a efetividade da aprendizagem baseada em jogos enquanto estratégia instrucional (Ding et al., 2017); ao uso de distintivos para recompensar a participação de alunos em atividades extracurriculares (Auvinen et al., 2015; Davis & Singh, 2015); ao impacto do uso de *rankings* no desempenho de estudantes (Christy & Fox, 2014; Nebel et al., 2016); ao uso de pontuações em avaliações (Attali & Arieli-Attali, 2015); e de medalhas, em ambientes ricos em *feedback*, que incluíram narrativas, imagens, gráficos, tabelas, personagens não jogadores na composição do cenário e a participação do professor como avatar no jogo, para avaliar a motivação, o engajamento cognitivo e a aprendizagem de estudantes (Filsecker & Hickey, 2014).

Nesse contexto, os objetivos das pesquisas incluíram o uso de narrativas e enredos (*storytelling*) em soluções educacionais híbridas (*blended learning*) que combinaram gamificação, redes sociais e jogos educacionais para avaliar efeitos na aprendizagem de estudantes universitários (De-Marcos et al., 2016); ou ainda, combinando gamificação com redes sociais educacionais para avaliar efeitos sobre a atitude, participação e o desempenho de estudantes de economia, contabilidade e enfermagem (De-Marcos et al., 2014).

Pesquisas abordaram o uso da gamificação aplicado ao ensino da administração, por exemplo, com o objetivo de avaliar o impacto das mecânicas (desafios, pontos, *feedback* personalizado, distintivos e *rankings*) na participação dos estudantes nas aulas, rendimento acadêmico e avaliação do curso pelos participantes (Dias, 2017); e aplicada ao ensino de estatística, para testar efeitos da gamificação nas atitudes dos estudantes, dada a relação comumente negativa entre as atitudes e os resultados de aprendizagem obtidos pelos estudantes na disciplina (Smith, 2017).

Foi possível identificar pesquisas que utilizaram elementos de *games* associados a novas tecnologias de informação e comunicação (NTICs), como a realidade aumentada, para incentivar os aprendizes a adaptarem conhecimentos e habilidades adquiridos durante os treinamentos à realidade prática, em situações de excitação emocional e fortalecimento da memória (Yamabe & Nakajima, 2013); ou incluindo a criação de ambientes gamificados projetados para que estudantes enfrentassem seus medos em relação ao atendimento clínico, combinando elementos de jogos com cenários de simulação, para avaliar a aquisição de conhecimentos relativos aos cuidados com pacientes (Mawhirter & Garofalo, 2016).

Pesquisas investigaram o conteúdo abordado nos ambientes gamificados e suas relações com as seguintes variáveis: carga cognitiva na avaliação de resultados de aprendizagem (Su & Chen, 2015; Su, 2016); realismo, experiência do usuário e nível de complexidade dos conhecimentos sobre decisão clínica em casos de doenças do trato biliar para residentes da área de cirurgia médica (Graafland et al., 2014); aceitação ao ambiente gamificado e avaliação das competências clínicas necessárias para utilizar uma plataforma gamificada com interface gráfica sofisticada, cenários clínicos complexos e sistema de recompensas com *feedback* instantâneo, com base nas escolhas de tratamento, para auxiliar o processo de tomada de decisão cirúrgica de estudantes de medicina (Lin et al., 2015).

Foram identificadas pesquisas que avaliaram diferenças nos benefícios percebidos da gamificação (hedônicos, sociais e utilitários) com base em características sociodemográficas (idade, sexo e tempo de uso da aplicação) dos usuários de um aplicativo gamificado (Koivisto & Hamari, 2014), buscando entender como estudantes com diferentes padrões de comportamento e desempenho experimentam e se engajam com a gamificação (Barata et al., 2017).

Nesse sentido, diferentes percepções dos participantes em relação aos ambientes gamificados também foram avaliadas: engajamento e imersão no ambiente gamificado, baseados na capacidade desafiadora e na habilidade com o jogo, em relação à aprendizagem percebida de disciplinas, como dinâmica e física (Hamari et al., 2016); a integração de soluções educacionais gamificadas com respostas por pares para investigar o desempenho de estudantes do ensino fundamental, com relação à habilidade de escrever corretamente

(Wang et al., 2016); e como ferramenta de apoio à escrita acadêmica de alunos de odontologia, mediada pela satisfação com a solução gamificada e pela percepção de melhora no desempenho dos estudantes (El Tantawi et al., 2018).

Pesquisas buscaram testar variáveis que poderiam interferir nos efeitos esperados pela adoção de soluções educacionais gamificadas, tais como: a satisfação e melhoria nos níveis de aprendizagem (Alcivar & Abad, 2016; Landers & Landers, 2015); a motivação com o ambiente gamificado (Domínguez et al., 2013; Filsecker & Hickey, 2014; Hamari et al., 2016; Su & Chen, 2015); e o impacto de fatores afetivos, como senso de diversão, usabilidade, oportunidades de aprendizado, desafio, autoeficácia e ansiedade percebidos por professores sobre a aceitação de um *website* gamificado para avaliar conhecimentos sobre turismo sustentável e patrimônios históricos em ambientes formais de aprendizagem (Adukaite et al., 2017).

A competição foi um aspecto considerado em pesquisas que tiveram por objetivo avaliar os efeitos de diferentes tipos de competição (entre competidores mais qualificados, igualmente qualificados ou menos qualificados) e os diferentes efeitos no engajamento e na aprendizagem de conceitos sobre gerenciamento de banco de dados (Santhanam et al., 2016); e entre estudantes residentes de medicina, que competiram individualmente e em equipes, em um ambiente virtual de aprendizagem, com o intuito de avaliar a aceitação dos participantes e a retenção das informações apresentadas na solução gamificada (Nevin et al., 2014).

Pesquisas estudaram o uso de elementos de *games* associados a resultados esperados das soluções gamificadas, tais como o engajamento cognitivo e comportamental de estudantes (Hew et al., 2016); e medidas relacionadas à classificação taxonômica de plantas e animais sobre a motivação e a qualidade dos dados obtidos em sistemas de *crowdsourcing* (Prestopnik et al., 2017). Ademais, foram identificados estudos que caracterizaram os recursos educacionais disponíveis no ambiente gamificado, coletando dados de interações dos estudantes para traçar perfis interacionais, e com essas informações, auxiliar professores em processos de tomada de decisão pedagógica em relação à aprendizagem de estudantes em um curso preparatório para um exame nacional brasileiro (Paiva et al., 2016); bem como o uso da ficção em treinamentos ofertados a participantes recrutados por meio de plataformas de *crowdsourcing* (*crowdworkers*), com a intenção de medir efeitos sobre a reação ao treinamento gamificado, a aprendizagem de conhecimentos declarativos e procedimentais e a atitude desses participantes em relação à solução gamificada (Armstrong & Landers, 2017).

Por fim, algumas pesquisas incluídas na amostra dessa revisão buscaram identificar efeitos do uso de um aplicativo *mobile* gamificado, do tipo 3D, para o ensino de procedimentos relativos ao cateterismo cardíaco, sobre a motivação para aprender, os resultados de aprendizagem e a redução da ansiedade dos estudantes ao realizarem esse procedimento (Su, 2017); bem como para medir efeitos de um *software* gamificado de treinamento, que utilizou elementos como curiosidade, desafio e fantasia para o ensino de habilidades relacionadas à edição de imagens sobre a aprendizagem, o desempenho de tarefas e o engajamento de estudantes de graduação e pós-graduação de diversas áreas (Park et al., 2019).

Em suma, pôde-se verificar que os objetivos das pesquisas analisadas envolveram a avaliação da efetividade da gamificação em contextos educacionais e seus efeitos sobre variáveis ligadas a resultados de aprendizagem (domínio cognitivo): conhecimentos e habilidades ensinados nos treinamentos gamificados, desempenho acadêmico e rendimento; e a variáveis associadas ao domínio afetivo: motivação, engajamento, imersão, aceitação, reação e atitude, por exemplo. A próxima subseção apresenta os procedimentos metodológicos adotados pelos pesquisadores para atingir os objetivos de pesquisas mencionados.

Características metodológicas das pesquisas empíricas

As características metodológicas das pesquisas analisadas nessa revisão foram classificadas em termos de: (1) delineamento; (2) natureza; (3) procedimentos de coleta de dados; (4) instrumentos utilizados; e (5) procedimentos de análise de dados, de acordo com as categorias de análise previamente definidas. Destarte,

quanto aos desenhos de pesquisa adotados pelos autores, foi possível observar quatro tipos de delineamentos nos estudos empíricos: delineamentos experimentais (49%), quase-experimentais (12%), correlacionais (29%) e descritivos (10%). O predomínio de delineamentos experimentais nessa amostra ocorre porque este tipo de desenho de pesquisa permite o controle das condições dos participantes do estudo, o que possibilita uma comparação mais precisa dos efeitos calculados nas condições apresentadas, neste caso os ambientes gamificados (Shadish et al., 2002).

Nessa revisão, os estudos que adotaram delineamentos experimentais provieram, sobretudo, com o objetivo de investigar o desempenho dos estudantes em diversas disciplinas, nas quais soluções educacionais gamificadas foram utilizadas como condições experimentais e comparadas com grupos controle que acessaram os treinamentos não gamificados. Os desempenhos dos estudantes, medidos em termos de resultados de aprendizagem, foram predominantemente aferidos por meio da aplicação de testes de aprendizagem antes e após os eventos instrucionais (Alcivar & Abad, 2016; Hanus & Fox, 2015; Ibáñez et al., 2014; Landers & Landers, 2015; Nebel et al., 2016; Tenório et al., 2016; Wang et al., 2016).

Por sua vez, apesar de possuírem características comuns aos estudos experimentais, tais como a inferência de relações de causa e efeito e a presença de grupos controle com pré- e pós-testes, os estudos quase-experimentais empregam delineamentos de pesquisa que não têm distribuição aleatória dos sujeitos (Shadish et al., 2002). Nessa revisão, os estudos que adotaram delineamentos quase-experimentais guardam semelhanças em relação aos objetivos propostos nos estudos experimentais. Ao todo, foram identificados cinco estudos (12%) que buscaram avaliar efeitos de elementos de *games* em variáveis relativas à motivação, ao engajamento e à aprendizagem de estudantes, por exemplo (De-Marcos et al., 2014; De-Marcos et al., 2016; Filsecker & Hickey, 2014; Smith, 2017; Su, 2017).

Os estudos com desenhos correlacionais (29%) identificados na amostra caracterizam-se por estabelecer correlações entre variáveis antecedentes, tais como: carga cognitiva, nível de dificuldade, preferência, aceitação, imersão, satisfação, estilos de aprendizagem e benefícios percebidos e variáveis de critério relativas ao desempenho acadêmico dos estudantes: aprendizagem de práticas, conceitos, regras, conhecimentos clínicos, de engenharia e turismo (Adukaite et al., 2017; Ding et al., 2017; El Tantawi et al., 2018; Hamari et al., 2016).

Em menor proporção, os estudos com desenhos descritivos (10%) buscaram identificar, sobretudo, aspectos relativos à interação dos estudantes com as soluções educacionais gamificadas, em termos de participação nas atividades, oportunidades e desafios percebidos, usabilidade e relatos de experiência com a gamificação. Esses estudos adotaram métodos de investigação que focalizaram em unidades específicas (casos) para permitir uma compreensão mais ampla sobre o assunto e para fornecer *insights* às demais pesquisas na área (Davis & Singh, 2015; Dias, 2017; Mawhirter & Garofalo, 2016; Yamabe & Nakajima, 2013).

Quanto à natureza dos dados analisados, os estudos foram classificados como: quantitativos (75%), qualitativos (5%) e mistos (20%). Foi possível perceber na amostra estudada uma predominância de desenhos que utilizaram dados quantitativos em suas análises, o que pode ser justificado pela maior complexidade que textos e tarefas escritas demandam para o fornecimento de *feedback* aos participantes nas soluções gamificadas, além de uma preocupação dos pesquisadores em demonstrar efeitos atribuídos à incorporação dos elementos de *games* aos contextos educacionais e pela necessidade de construção de medidas de avaliação relacionadas a esses desenhos (Filsecker & Hickey, 2014; Lin et al., 2015). Algumas pesquisas (20%) adotaram métodos mistos, os quais têm sido recomendados para estudos que propõem a investigação de múltiplas variáveis para consolidar suas conclusões a respeito do objeto que está sendo investigado (Onwuegbuzie & Teddlie, 2003).

Destarte, quanto aos procedimentos de coleta de dados, foi possível observar que a maioria dos estudos (52%) utilizou levantamento de opinião (*survey*), para obterem, após o acesso às soluções gamificadas, informações dos participantes sobre o realismo do ambiente gamificado e a experiência com a gamificação, por exemplo (Buckley & Doyle, 2017; Graafland et al., 2014; Lin et al., 2015). Adicionalmente, pôde-se

notar que alguns estudos (27%) coletaram dados provenientes das próprias interações dos estudantes com os ambientes gamificados, tais como participação e quantidade de acessos (Domínguez et al., 2013; Paiva et al., 2016; Prestopnik et al., 2017).

Cabe ressaltar que foi possível identificar em alguns estudos (21%) a utilização de métodos mistos, que combinaram entrevistas e questionários, para investigar a efetividade da aprendizagem quando apoiada pelo uso de *games* e o impacto observado no desempenho acadêmico dos estudantes (Ding et al., 2017; Ibáñez et al., 2014); além de entrevistas e grupos focais com estudantes e professores para avaliar a experiência com jogos e as oportunidades de melhoria (Davis & Singh, 2015).

Quanto aos instrumentos utilizados, foi possível observar que há uma diversidade entre as ferramentas utilizadas para a coleta de dados nas pesquisas analisadas: foram utilizados questionários perceptuais com os participantes das pesquisas (43%), questionários com informações demográficas (5,3%), questionários semiestruturados com respostas abertas (5,3%), roteiros semiestruturados para entrevistas e grupos de foco (5,3%), testes de aprendizagem (19%) para verificar o desempenho dos estudantes, e relatórios provedores de dados secundários interacionais das soluções gamificadas (22%).

Adicionalmente, cabe sublinhar que a maioria dos estudos analisados (63%) nessa revisão utilizou mais de um tipo de instrumento para coleta de dados, com as seguintes combinações: questionários perceptuais e dados secundários (27%); questionários perceptuais e testes de aprendizagem (23%); questionários perceptuais, dados secundários e testes de aprendizagem (19%); questionários perceptuais, testes de aprendizagem e questionários semiestruturados (4%); questionários perceptuais, testes de aprendizagem e questionários de informações demográficas (4%); questionários perceptuais, roteiros semiestruturados, questionários semiestruturados e dados secundários (4%); dados secundários e questionários de informações demográficas (4%); dados secundários e roteiros semiestruturados (4%); questionários perceptuais e questionários de informações demográficas (8%); e questionários perceptuais e roteiros semiestruturados (4%).

Por fim, quanto aos procedimentos de análise de dados adotados nas pesquisas, foi possível perceber um predomínio de técnicas quantitativas na amostra: estatísticas descritivas foram aplicadas na maioria dos estudos (85%), com os seguintes objetivos: conhecer e descrever amostras, comparar médias de respostas obtidas e medidas de frequência; assim como técnicas multivariadas foram empregadas a fim de analisar múltiplas variáveis em conjuntos de relações estatísticas: para buscar evidências de validade fatorial dos instrumentos (24%); para determinar diferenças de escores obtidos nas condições experimentais por meio de análises de variâncias (ANOVA) repetidas (17%) e múltiplas (7%); análises de covariâncias (12%); análises de correlação (Spearman e Pearson) e regressão entre as variáveis (10%); além de testes paramétricos e não paramétricos com amostras independentes, duas amostras e com amostras combinadas, do tipo *post-hoc* (Wilcoxon, Mann-Whitney e Kruskal-Wallis) para comparar resultados encontrados no pré e pós-testes, ou com múltiplas comparações para analisar diferenças entre pares de grupos (21%); além de modelagens por equações estruturais (MEE) para testar modelos com relações causais entre as variáveis estudadas (9%). Nos estudos qualitativos, os pesquisadores utilizaram a técnica de análise temática de conteúdo (Bardin, 2006).

Essa variedade de procedimentos de coleta e de instrumentos pode ser explicada pela escolha dos pesquisadores em relação aos seus objetos de estudo: as soluções gamificadas digitais fornecem dados relativos à participação, interação, ao tempo despendido, aos comentários e às reações dos participantes nos ambientes virtuais. Essas informações, quando combinadas com os resultados das pesquisas de opinião, levantamentos demográficos, entrevistas, ou ainda com dados provenientes dos desenhos experimentais e quase-experimentais, permitem, além da comparação de valores estatísticos, um maior aprofundamento na compreensão do tema e de suas diversas medidas e, sobretudo, identificar lacunas de pesquisa.

Resultados das pesquisas empíricas

Resultados de pesquisas demonstraram que o uso de elementos de jogos em contextos educacionais aumenta a adesão a programas de treinamento, como o de residência cirúrgica (Graafland et al., 2014),

podendo resultar em impactos capazes de apoiar a transferência de habilidades para o mundo real, como em projetos de *crowdsourcing* (Prestopnik et al., 2017). Os participantes que utilizaram a solução gamificada demonstraram melhores resultados de aprendizagem, medida por meio da compreensão dos conhecimentos apresentados e pelo desempenho nas tarefas, e maior engajamento, medido por meio do esforço cognitivo (Park et al., 2019).

Resultados positivos foram encontrados para o engajamento de estudantes com as atividades gamificadas, produzindo impactos nos resultados de aprendizagem (Ibáñez et al., 2014); com efeitos positivos na aquisição de conhecimentos teóricos, embora não significativos para a retenção desses conhecimentos nos testes de múltipla escolha (Filsecker & Hickey, 2014); na atitude e no rendimento acadêmico de estudantes de pós-graduação, que relataram maior motivação em relação ao curso (Tan & Hew, 2016); bem como melhores resultados em aplicações práticas de conceitos e no desempenho de tarefas relacionadas com a aquisição prévia de habilidades, quando comparadas ao método de *e-learning* tradicional (De-Marcos et al., 2014; Domínguez et al., 2013; Hew et al., 2016; Pettit et al., 2015).

O design dos *games* demonstrou melhorar a motivação dos estudantes para aprender ao apresentar o conteúdo didático, reduzindo a carga cognitiva da aprendizagem e incentivando os aprendizes a explorarem mais o curso, gerando impactos positivos no desempenho acadêmico (Dias, 2017; Su, 2016; 2017), sendo que a diversão percebida pelo indivíduo e o ajuste curricular tiveram um impacto positivo e direto na intenção de jogar (Adukaite et al., 2017). Os estudantes que acessaram sistemas gamificados aprenderam mais e demonstraram maior satisfação do que aqueles treinados com métodos tradicionais (Alcivar & Abad, 2016; Smith, 2017), e tiveram melhores pontuações em atividades práticas e na pontuação geral, mas obtiveram menores notas em atividades escritas e participaram menos das atividades de classe, embora sua motivação inicial fosse maior (Domínguez et al., 2013).

Os resultados das pesquisas que utilizaram métodos gamificados de ensino indicaram que o uso de pontos aumentou a velocidade de resposta dos aprendizes e melhorou a experiência avaliativa em matemática, por exemplo (Attali & Arieli-Attali, 2015), além de ter contribuído positivamente com a aceitação, motivação e com a experiência de estudantes (Lin et al., 2015), motivando os participantes a refazerem testes de aprendizagem para melhorarem as pontuações obtidas, o que produziu melhores resultados para os indivíduos treinados com a solução gamificada (Alcivar & Abad, 2016), indicando que os efeitos proporcionados pelos elementos de jogos devem ser explicados e avaliados sobre resultados utilitários e hedônicos (Santhanam et al., 2016). Recompensas extrínsecas não demonstraram afetar a motivação dos estudantes na solução gamificada (Filsecker & Hickey, 2014). Tal fato corrobora a percepção dos *games* enquanto ambientes intrinsecamente motivadores, uma vez que os desafios apresentados pelo game, a incerteza dos resultados a serem alcançados, a imprevisibilidade e as possíveis vantagens cognitivas e emocionais dos jogos permitem que a experiência de jogar por si só seja gratificante e motivadora para os aprendizes (Deci et al., 1999; Malone, 1981).

Traços de personalidade tiveram impacto significativo no desempenho acadêmico dos estudantes, e por isso, pesquisas destinaram-se a conhecer as características individuais dos aprendizes para que fosse possível desenhar intervenções gamificadas eficazes de modo que permitissem a integração de elementos de jogos nos ambientes de aprendizagem. Indivíduos orientados com traços de aprendizagem ativos demonstraram uma impressão positiva da gamificação, sendo que os indivíduos extrovertidos preferem a gamificação, enquanto os indivíduos mais conscientes são menos motivados pelo uso de elementos de *games*. Por esse motivo, a gamificação enquanto estratégia instrucional deve ser cuidadosamente implementada, incluindo questões relativas ao perfil do público-alvo, para servir como ferramenta capaz de influenciar os indivíduos e mediar comportamentos de aprendizagem (Auvinen et al., 2015; Buckley & Doyle, 2017).

A aprendizagem mediada pela gamificação, em razão da sua característica desafiadora, pode aumentar a motivação para aprender, reduzir os níveis de carga cognitiva e incentivar os estudantes a buscarem mais materiais e conteúdos. Dessa forma, os elementos de *games* podem ser integrados em experiências

educacionais em que os módulos são suportados pelo ambiente instrucional, assim como a combinação de abordagens sociais e gamificadas podem ser úteis para impulsionar a aprendizagem em contextos de ensino (De-Marcos et al., 2016; Su & Chen, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, a literatura analisada concentra pesquisas realizadas com estudantes, mais comumente com alunos de graduação e pós-graduação, e ainda é incipiente em estudos sobre efeitos da gamificação em programas de treinamento em contextos da educação corporativa. Não foram localizados estudos sobre o uso da gamificação e seus efeitos sobre motivação para transferir e transferência de treinamento em contextos organizacionais de trabalho. Observa-se que ainda há espaço para pesquisas que demonstrem, empiricamente, quais aspectos da gamificação são responsáveis por promover o engajamento do indivíduo em ações instrucionais e quais efeitos os treinamentos gamificados podem provocar na aprendizagem e na retenção de conhecimentos e habilidades aprendidos.

A agenda de pesquisa na área inclui variáveis que possam investigar a manutenção da aprendizagem no longo prazo e a transferência das habilidades para contextos de trabalho, como o da prática clínica, por exemplo. Parâmetros mais precisos precisam ser definidos para atestar a quantidade e qualidade dos casos gamificados quando aplicados aos contextos organizacionais. O grau de aprendizagem dos treinados variou muito entre as pesquisas representadas, que na sua maioria, utilizaram amostras razoavelmente pequenas, especialmente nos níveis mais sofisticados dos conhecimentos ensinados. A maioria dos sujeitos que participaram das pesquisas pertencem à mesma instituição, demonstrando que é preciso expandir o uso da gamificação em amostras maiores e com públicos mais diversos, com uma maior quantidade de casos e cenários apresentados aos estudantes e jogadores.

REFERÊNCIAS

- Adukaite, A., van Zyl, I., Er, Ş., & Cantoni, L. (2017). Teacher perceptions on the use of digital gamified learning in tourism education: The case of South African secondary schools. *Computers & Education*, 111, 172-190. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.008>
- Alcivar, I., & Abad, A. G. (2016). Design and evaluation of a gamified system for ERP training. *Computers in Human Behavior*, 58, 109-118. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.018>
- Armstrong, M. B., & Landers, R. N. (2017). An evaluation of gamified training: Using narrative to improve reactions and learning. *Simulation & Gaming*, 48(4), 513-538. <https://doi.org/10.1177/1046878117703749>
- Attali, Y., & Arieli-Attali, M. (2015). Gamification in assessment: Do points affect test performance? *Computers & Education*, 83, 57-63. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.012>
- Auvinen, T., Hakulinen, L., & Malmi, L. (2015). Increasing students' awareness of their behavior in online learning environments with visualizations and achievement badges. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(3), 261-273. <https://doi.org/10.1109/TLT.2015.2441718>
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Gonçalves, D. (2017). Studying student differentiation in gamified education: A long-term study. *Computers in Human Behavior*, 71, 550-585. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.049>
- Bardin, L. (2006). *Análise de conteúdo* (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trans.). Edições 70.
- Bedwell, W. L., Pavlas, D., Heyne, K., Lazzara, E. H., & Salas, E. (2012). Toward a taxonomy linking game attributes to learning an empirical study. *Simulation & Gaming*, 43(6), 729-760. <https://doi.org/10.1177/1046878112439444>
- Buckley, P., & Doyle, E. (2017). Individualizing gamification: An investigation of the impact of learning styles and personality traits on the efficacy of gamification using a prediction market. *Computers & Education*, 106(6), 43-55. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.009>

- Cain, J., & Piascik, P. (2015). Are serious games a good strategy for pharmacy education? *American Journal of Pharmaceutical Education*, 79(4), e47. <https://doi.org/10.5688/ajpe79447>
- Christy, K. R., & Fox, J. (2014). Leaderboards in a virtual classroom: A test of stereotype threat and social comparison explanations for women's math performance. *Computers & Education*, 78, 66-77. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.05.005>
- Cronin, P., Ryan, F., & Coughlan, M. (2008). Undertaking a literature review: A step-by-step approach. *British Journal of Nursing*, 17(1), 38-43. <https://doi.org/10.12968/bjon.2008.17.1.28059>
- Davis, K., & Singh, S. (2015). Digital badges in afterschool learning: Documenting the perspectives and experiences of students and educators. *Computers & Education*, 88, 72-83. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.04.011>
- Deci, E. L., Koestner, R., & Ryan, R. M. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125(6), 627-668. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627>
- De-Marcos, L., Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., & Pagés, C. (2014). An empirical study comparing gamification and social networking on e-learning. *Computers & Education*, 75, 82-91. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.012>
- De-Marcos, L., Garcia-Lopez, E., & Garcia-Cabot, A. (2016). On the effectiveness of game-like and social approaches in learning: Comparing educational gaming, gamification & social networking. *Computers & Education*, 95, 99-113. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.008>
- Deterding, S. (2012). Gamification: Designing for motivation. *Interactions*, 19(4), 14-17. <https://doi.org/10.1145/212877.2212883>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. Em *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference*. Tampere, Finland. <http://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dias, J. (2017). Teaching operations research to undergraduate management students: The role of gamification. *The International Journal of Management Education*, 15(1), 98-111. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2017.01.002>
- Ding, D., Guan, C., & Yu, Y. (2017). Game-based learning in tertiary education: A new learning experience for the generation Z. *International Journal of Information and Education Technology*, 7(2), 148-152. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2017.7.2.857>
- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., De-Marcos, L., Fernandez-Sanz, L., Pages, C., & Martínez-Herráiz, J. J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63, 380-392. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020>
- El Tantawi, M., Sadaf, S., Alhumaid, J., Lamb, L. C., DiFiori, M. M., Jayaraman, V., & Feeney, J. M. (2018). Using gamification to develop academic writing skills in dental undergraduate students. *European Journal of Dental Education*, 1(15), 15-22. <https://doi.org/10.1111/eje.12238>
- Filsecker, M., & Hickey, D. T. (2014). A multilevel analysis of the effects of external rewards on elementary students' motivation, engagement and learning in an educational game. *Computers & Education*, 75, 136-148. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.02.008>
- Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467. <https://doi.org/10.1177/1046878102238607>
- Giannetto, D., Chao, J., & Fontana, A. (2013). Gamification in a social learning environment. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 10, 195-207. <https://doi.org/10.28945/1806>
- Graafland, M., Vollebergh, M. F., Lagarde, S. M., van Haperen, M., Bemelman, W. A., & Schijven, M. P. (2014). A serious game can be a valid method to train clinical decision-making in surgery. *World Journal of Surgery*, 38(12), 3056-3062. <https://doi.org/10.1007/s00268-014-2743-4>
- Grossman, G., Heyne, Kyle, Salas, E. (2014). Game- and simulation-based approaches to training Em K. Kraiger, J. Passmore, N. R. Dos Santos, & S. Malvezzi (Eds.). *The Wiley Blackwell handbook of the psychology of training, development, and performance improvement* (pp. 205-224). John Wiley & Sons.

- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, 80, 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>
- Hew, K. F., Huang, B., Chu, K. W. S., & Chiu, D. K. W. (2016). Engaging Asian students through game mechanics: Findings from two experiment studies. *Computers & Education*, 92-93, 221-236. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.10.010>
- Ibáñez, M.-B., Di-Serio, A., & Delgado-Kloos, C. (2014). Gamification for engaging computer science students in learning activities: A case study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(3), 291-301. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2329293>
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Koivisto, J., & Hamari, J. (2014). Demographic differences in perceived benefits from gamification. *Computers in Human Behavior*, 35, 179-188. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.03.007>
- Landers, R., & Landers, A. (2015). An empirical test of the theory of gamified learning: The effect of leaderboards on time-on-task and academic performance. *Simulation & Gaming*, 45(6), 769-785. <https://doi.org/10.1177/1046878114563662>
- Lee, J. J., & Hammer, J. (2011). Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly*, 15(2).
- Lin, D. T., Park, J., Liebert, C. A., & Lau, J. N. (2015). Validity evidence for surgical improvement of clinical knowledge ops: A novel gaming platform to assess surgical decision making. *American Journal of Surgery*, 209(1), 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2014.08.033>
- Malone, T. W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science*, 5, 333-369. https://doi.org/10.1207/s15516709cog0504_2
- Mawhirter, D. A., & Garofalo, P. F. (2016). Expect the unexpected: Simulation games as a teaching strategy. *Clinical Simulation in Nursing*, 12(4), 132-136. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2015.12.009>
- Morris, B. J., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D., & Romig, C. (2013). Gaming science: The “gamification” of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4, e00607. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>
- Nebel, S., Beege, M., Schneider, S., & Rey, G. D. (2016). The higher the score, the higher the learning outcome? Heterogeneous impacts of leaderboards and choice within educational videogames. *Computers in Human Behavior*, 65, 391-401. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.042>
- Nevin, C. R., Westfall, A. O., Rodriguez, J. M., Dempsey, D. M., Cherrington, A., Roy, B., Patel, M., & Willig, J. H. (2014). Gamification as a tool for enhancing graduate medical education. *Postgraduate Medical Journal*, 90(1070), 685-693. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2013-132486>
- Onwuegbuzie, A. J., & Teddlie, C. (2003). A framework for analyzing data in mixed methods research. Em A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 397-430). Sage.
- Paiva, R., Bittencourt, I. I., Tenorio, T., Jaques, P., & Isotani, S. (2016). What do students do on-line? Modeling students' interactions to improve their learning experience. *Computers in Human Behavior*, 64, 769-781. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.07.048>
- Park, J., Liu, D., Mun, Y. Y., & Santhanam, R. (2019). GAMESIT: A gamified system for information technology training. *Computers & Education*, 142, e103643. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103643>
- Pavlas, D., Heyne, K., Bedwell, W., Lazzara, E., & Salas, E. (2010). Game-based learning: The impact of flow state and videogame self-efficacy. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 54(28), 2398-2402.

- Pettit, R. K., McCoy, L., Kinney, M., & Schwartz, F. N. (2015). Student perceptions of gamified audience response system interactions in large group lectures and via lecture capture technology. *BMC Medical Education*, 15(1), 15-92. <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0373-7>
- Prestopnik, N., Crowston, K., & Wang, J. (2017). Gamers, citizen scientists, and data: Exploring participant contributions in two games with a purpose. *Computers in Human Behavior*, 68, 254-268. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.035>
- Rosser, J., Liu, X., Jacobs, C., Choi, K., Jalink, M., & Hoedemaker, H. (2017). Impact of super monkey ball and underground video games on basic and advanced laparoscopic skill training. *Surgical Endoscopy*, 31(4), 1544-1549. <https://doi.org/10.1007/s00464-016-5059-7>
- Santhanam, R., Liu, D., & Shen, W. M. (2016). Gamification of technology-mediated training: Not all competitions are the same. *Information Systems Research*, 27(2), 453-465. <https://doi.org/10.1287/isre.2016.0630>
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Houghton Mifflin.
- Smith, T. (2017). Gamified modules for an introductory statistics course and their impact on attitudes and learning. *Simulation & Gaming*, 48(6), 832-854. <https://doi.org/10.1177/1046878117731888>
- Su, C. H. (2016). The effects of students' motivation, cognitive load and learning anxiety in gamification software engineering education: A structural equation modeling study. *Multimedia Tools and Applications*, 75(16), 10013-10036. <https://doi.org/10.1007/s11042-015-2799-7>
- Su, C. H. (2017). The effects of students learning anxiety and motivation on the learning achievement in the activity theory based gamified learning environment. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 13(5), 1229-1258. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00669a>
- Su, C., & Chen, K. (2015). An empirical study on the implementation and evaluation of gamifying learning motivated achievement model. *Applied Mechanics and Materials*, 764-765, 822-826. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.764-765.822>
- Tan, M., & Hew, K. F. (2016). Incorporating meaningful gamification in a blended learning research methods class: Examining student learning, engagement, and affective outcomes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 32(5), 19-34. <https://doi.org/10.14742/ajet.2232>
- Tenório, T., Bittencourt, I. I., Isotani, S., Pedro, A., & Ospina, P. P. (2016). A gamified peer assessment model for on-line learning environments in a competitive context. *Computers in Human Behavior*, 64, 247-263. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.06.049>
- Tobias, S., Fletcher, J. D., Dai, D. Y., & Wind, A. P. (2011). Review of research on computer games. Em S. Tobias & J. D. Fletcher (Eds.). *Computer games and instruction* (pp. 127-221). IAP Information Age Publishing.
- Wang, J.-H., Chen, S. Y., & Chan, T.-W. (2016). An investigation of a joyful peer response system: High ability vs. low ability. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(6), 431-444. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1159800>
- Wilson, K. A., Bedwell, W. L., Lazzara, E. H., Salas, E., Burke, C. S., Estock, J. L., Orvis, K. L., & Conkey, C. (2009). Relationships between game attributes and learning outcomes: Review and research proposals. *Simulation & Gaming*, 40, 217-266. <https://doi.org/10.1177/1046878108321866>
- Wouters, P. J. M., Van Nimwegen, C., Van Oostendorp, H., & Van Der Spek, E. D. (2013). A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 249-265. <https://doi.org/10.1037/a0031311>
- Yamabe, T., & Nakajima, T. (2013). Playful training with augmented reality games: Case studies towards reality-oriented system design. *Multimedia Tools and Applications*, 62(1), 259-286. <https://doi.org/10.1007/s11042-011-0979-7>
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32. <https://doi.org/10.1109/MC.2005.297>

ENLACE ALTERNATIVO

<https://periodicos.unb.br/index.php/linhascriticas/article/view/36116> (pdf)