Modelo para o desenvolvimento de jogos educacionais digitais por educadores do ensino fundamental brasileiro

Joana G. R. de Souza, Raquel O. Prates

[1]Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Caixa Postal 486 – 31.270-901 – Belo Horizonte – MG – Brasil

{joana.souza,rprates}@dcc.ufmg.br

Abstract. *Several technologies have been proposed to help teachers use games in the educational context. However, for games to be appropriate for this public, they must include aspects that lead to fun and learning. The creation of educational games is challenging, involving, for example, pedagogical requirements, content, and ways to engage students in the games so that they can learn something in an environment that uses the constructivist paradigm. In this context, the goal of this work is to propose a model of a platform that allows Brazilian elementary school teachers to create and customize digital educational games.*

Resumo. *Várias tecnologias têm sido propostas para ajudar os professores a usar jogos no contexto educacional. Entretanto, para que os jogos sejam apropriados para este público, eles devem incluir aspectos que levem ao divertimento e ao aprendizado. A criação de jogos educacionais é um desafio, envolvendo, por exemplo, requisitos pedagógicos, conteúdo e formas de envolver os alunos nos jogos para que eles possam aprender algo em um ambiente que utiliza o paradigma construtivista. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é propor um modelo de plataforma que permita aos professores do ensino fundamental brasileiro criar e personalizar jogos educativos digitais.*

1. Introdução

Os jogos estão presentes na vida de muitas pessoas, especialmente na dos mais jovens [Rideout et al. 2010], eles podem ser acessados de diversas plataformas como consoles, computadores e dispositivos móveis, bem como, possuem diversos gêneros. Além do seu uso para entretenimento e lazer, jogos também são utilizados em diferentes contextos como em jogos sérios [Mouaheb et al. 2012], que são jogos que têm objetivos para além do entretenimento, como jogos educacionais e simulações. Dada a popularidade dos jogos, seu uso em ambiente educacional vem sendo investigado há anos. Conforme Squire [Squire 2003], os jogos são capazes de provocar reações emocionais poderosas nos jogadores como medo, poder, admiração e alegria. Os designers de jogos precisam fazer um balanço entre vários componentes como: características de personagens, sistema de recompensas, obstáculos, narrativa, colaboração entre os participantes, dentre outros para criar jogos interessantes e envolventes. Assim, entender a dinâmica por trás dessas considerações de design é algo útil para pessoas que queiram desenvolver ambientes de aprendizagem digital. Os jogos sérios são capazes de contextualizar a experiência do jogador em ambientes desafiadores e realistas apoiando o processo de cognição [De Gloria et al. 2014]. Além disso, os jogos podem auxiliar os

jogadores no exercício de liberdade que pode complementar a aprendizagem formal os encorajando a explorar novas situações no ambiente de jogo [Klopfer et al. 2009]. Todas essas observações destacam o fato de que o projeto de jogos sérios é um desafio complexo, envolvendo uma variedade de dimensões, e que o uso de jogos sérios em ambientes educacionais deve ser devidamente organizado. Além disso, os jogos são motivadores por si e podem ser empregados com sucesso com este objetivo, porém, a eficácia instrucional envolve outros aspectos que podem ser analisados à luz das teorias pedagógicas [De Gloria et al. 2014].

O desenvolvimento de jogos de qualidade é caro e os jogos sérios geralmente não podem arcar com os custos [De Gloria et al. 2014]. Assim, permitir que os próprios educadores possam criar e/ou customizar seus jogos é uma forma de baratear esse processo além de permitir que eles possam criar experiências mais personalizadas conforme suas necessidades. Porém, há diversos desafios presentes no desenvolvimento de jogos por usuários finais que vão desde a concepção do jogo até desafios mais técnicos como a implementação de lógica, conceitos de física, dentre outros. É importante ressaltar que o próprio desenvolvimento de jogos é desafiador [Kanode and Haddad 2009]. Definiremos aqui, por praticidade, que usuários finais são educadores e são usuários interessados no desenvolvimento de jogos mesmo sem o conhecimento de linguagens de programação. Entender quais são os principais conceitos e abstrações a serem compreendidos pelo usuário final para a concepção de um jogo, é essencial para a construção de ambientes voltados para o desenvolvimento por usuário final que os apoiem nessa tarefa. Assim, entender as necessidades e desafios ligados a esse público para o desenvolvimento de jogos se faz uma tarefa necessária para prover melhorias e criação de ferramentas adequadas.

Assim, o objetivo desse trabalho é propor um modelo de uma plataforma que permita que professores do ensino fundamental criem e customizem jogos educacionais para seus alunos. É esperado que este projeto traga contribuições tanto teóricas quanto práticas. Os requisitos e descobertas da pesquisa com o público alvo, ajudarão a gerar o modelo que será proposto e que poderá ser usado para desenvolver novas plataformas. A plataforma que será proposta poderá ser utilizada pelos professores para criação de jogos customizados para seus alunos.

2. Fundamentação teórica

Nesta seção são apresentados conceitos relacionados a essa proposta.

2.1. Desenvolvimento pelo usuário final

O Desenvolvimento pelo usuário final, do inglês *End-User Development* (EUD), engloba a área de *End-User Programming* (EUP) que é um conjunto de técnicas que permitem que usuários finais desenvolvam seus próprios programas com foco nos usuários sendo capazes de escrever programas adotando linguagens de programação (específicas de domínio ou não) para determinados fins [Barricelli et al. 2019, Ko et al. 2011]. Além disso, EUD envolve o empoderamento do usuário para desenvolver e adaptar sistemas no nível de complexidade adequado ao seu contexto, se atentando à flexibilidade e modificabilidade do software, além de domínio especifico pra seu desenvolvimento. Assim, em EUD, a preocupação não é apenas com a programação (como ocorre na EUP), mas ela lida com todo o ciclo de vida do desenvolvimento de software, podendo o usuário ser protago-

nista no processo de criação da solução [Ko et al. 2011, Barricelli et al. 2019]. Utilizar o paradigma de EUD foi o meio escolhido para alcançar o objetivo deste trabalho.

2.2. Jogos sérios

Jogos sérios, são jogos que têm o objetivo principal diferente de apenas entretenimento [Prensky 2003, Bellotti et al. 2010] e vêm ganhando cada vez mais espaço na educação [De Gloria et al. 2014]. O uso de jogos sérios nesse contexto envolve uma série de aspectos que se deve levar em consideração, como: nível de dificuldade, duração, estética e interação. Porém o objetivo de aprendizagem do jogo, as suas características e objetivos do jogo podem ser conflitantes, podendo não alcançar os objetivos instrucionais desejados, o que é um desafio [Clark 2003]. Os jogos são motivadores por si próprios, porém a efetividade instrucional depende de outros aspetos ligados a teorias pedagógicas. Os jogos sérios possuem um certo embasamento na teoria do construtivismo, uma vez que ela enfatiza que o conhecimento é criado através de vivências explorando o ambiente e realizando atividades [De Gloria et al. 2014]. O uso de jogos sérios na educação deve então ser feito de forma meticulosa para que gere avanços no processo de aquisição de conhecimento. Porém ao citar "jogos", podem surgir expectativas excessivas nos usuários, que podem esperar jogos comerciais (chamados AAA) que têm desenvolvimento caro e para o contexto de jogos sérios não há recursos para isso [De Gloria et al. 2014]. Assim o desenvolvimento de jogos sérios envolvem diversos aspectos e precisam ter custos acessíveis, uma vez que são criados para um contexto específico. Dados os desafios intrínsecos à criação de jogos como: enredo, estética, regras, dentre outros se tornam desafios ainda maiores para leigos como professores do ensino fundamental. Facilitar a criação de jogos sérios, chamados aqui de educacionais, por educadores do ensino fundamental público brasileiro é um desafio que este projeto visa alcançar.

3. Trabalhos relacionados

Diversos esforços vêm sendo feitos nos últimos anos com o intuito de introduzir jogos no contexto educacional apoiado pelo paradigma da educação construtivista [Squire 2003]. Apresentamos aqui algumas soluções propostas onde o foco está no desenvolvimento de jogos educacionais digitais por usuários finais usando diferentes abordagens.

O eAdventure [Torrente et al. 2010], que posteriormente foi atualizado para o uAdventure [Pérez-Colado et al. 2019], é uma plataforma que permite a criação de jogos educacionais de aventura podendo envolver diversos usuários como designers e professores não exigindo conhecimentos em programação. Com ele é possível criar jogos de aventura *point-and-click* de primeira e terceira pessoa. Os jogos podem ser adicionados em ambientes de aprendizagem online como o Moodle, Sakai e Blackboard.

O Hunting Game Generator (HGG) [Francese et al. 2018], é um sistema que permite que os professores gerem jogos de caça ao tesouro em realidade aumentada. Esses jogos podem ser explorados pelos alunos como auxílio ao ensino/aprendizagem do conteúdo, com maior grau de envolvimento devido aos mecanismos presentes que são ditos atraentes. A dinâmica da ferramenta está baseada em o professor desenvolver um mundo baseado em algum conteúdo e então os alunos se conectam e começam a jogar o jogo, aquele que terminar todos os desafios (encontrar todas as dicas e responder todas as questões) é o vencedor, o professor tem ainda um feedback dos resultados dos alunos.

Em Carmosino et al. [Carmosino et al. 2017], os autores apresentam um plug-in para game engines para construção de jogos do tipo investigativos (utilizaram a Engine Unity 3D). No artigo os autores propõem um template para que os autores dos jogos possam textualmente descrever o desafio, a solução, e os pontos de interesse que são colocados no mundo virtual criado e esse arquivo de configuração é interpretado por um módulo de uma game engine. Em cada ponto de interesse, podem haver tarefas, que podem ser mini jogos, ou uma pista que auxilia na resolução do problema geral. Com esse framework, o objetivo dos autores é separar o código da parte de conteúdo e planejamento do desafio em si, assim um educador ou outro tipo de não programador pode editar e estender o arquivo de configuração do jogo para que possa criar novos jogos investigativos mesmo sem saber programar, apenas com algumas instruções.

Apesar destes trabalhos apoiarem educadores no desenvolvimento de jogos educacionais, eles apresentam apenas um tipo de jogo que pode ser desenvolvido. As ferramentas não se adéquam exatamente ao cenário brasileiro, que conforme resultado de nossas entrevistas com professores do público alvo, teriam dificuldade de usar ferramentas que estão em outras línguas ou que precisassem configurar um software como o Unity 3D para a instalação dos plug-ins de desenvolvimento de jogos.

Além disso encontramos no contexto de trabalhos brasileiros iniciativas como o DEMULTS [Falcão et al. 2019] (e extensão para DEMULTS-Campo [de França et al. 2021]), que é uma metodologia que tem como direcionamento o desenvolvimento de artefatos digitais educacionais com a participação de educandos. Podemos citar ainda [Alves and Hostins 2020] que desenvolveu um *framework* de desenvolvimento de jogos digitais que auxilie na criação de jogos por crianças com e e sem deficiências no contexto da escola inclusiva.

O que observamos na literatura que os trabalhos em sua maioria contemplam jogos que foram desenvolvidos para o ensino básico, ou soluções que possibilitem que estudantes desenvolvam jogos como forma de desenvolver pensamento computacional por exemplo. Nosso objetivo é focar no professor como agente desenvolvedor de jogos que se adéquem à sua realidade e permitam unir diversão e aprendizado.

4. Proposta

A proposta desta pesquisa está em torno da seguinte pergunta de pesquisa: **É possível que professores do ensino fundamental brasileiro, sem conhecimentos em programação e game design, desenvolvam seus próprios jogos educacionais digitais, voltados especialmente para seus alunos?**

Assim, o principal objetivo deste projeto é desenvolver um modelo de um ambiente que permita a criação e customização de jogos para estudantes do ensino fundamental, sem que os usuários (professores do ensino fundamental) precisem ter conhecimento prévio sobre programação. Para atingir este objetivo principal, temos como objetivos específicos: identificar requisitos de aspectos importantes a serem levados em conta nesse contexto; gerar um modelo conceitual de um ambiente para este fim; gerar e avaliar o protótipo que seria a instância desse modelo; e avaliar o protótipo com professores do ensino básico.

Para alcançar este propósito, os objetivos específicos do projeto são: (i) realização

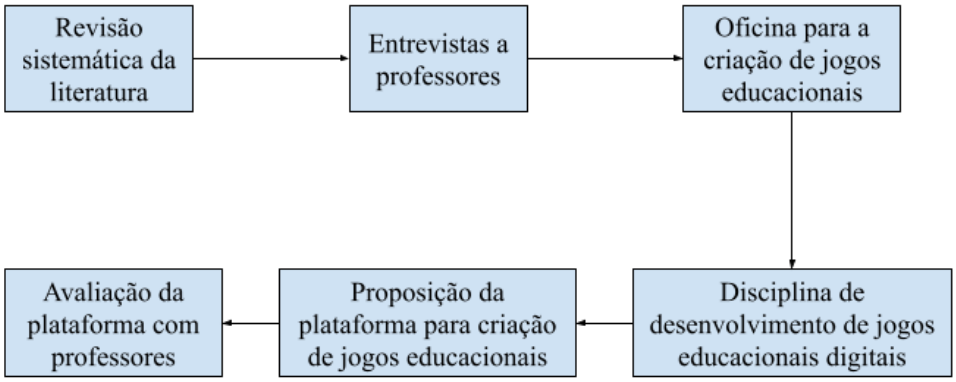

Figura 1. Metodologia utilizada

de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), (ii) realização de entrevistas com professores do ensino fundamental brasileiro considerando escolas públicas, (iii) realização de oficina de criação de jogos educacionais digitais com professores do grupo alvo utilizando ferramenta existente, (iv) realização de disciplina de desenvolvimento de jogos com professores de pós graduação em educação, (v) desenvolvimento de modelo de ambiente que permita a criação e customização de jogos educacionais digitais, e por fim (vi) avaliação do ambiente desenvolvido com professores do grupo alvo.

Este projeto trará contribuições tanto para as áreas de Interação Humano-Computador e EUD, quanto para a área de computação aplicada à educação. É esperado que os resultados deste estudo contribuam com o avanço do conhecimento de como a tecnologia, mais especificamente os jogos sérios, podem apoiar no processo de aprendizagem, especialmente no contexto de pandemia que estamos passando e que os professores foram obrigados a utilizar tecnologias para possibilitar a aprendizagem. Possibilitar que esse tipo de tecnologia esteja mais acessível para que educadores produzam jogos educacionais específicos para suas aulas(considerando o custo de produção, facilidade de uso da ferramenta e qualidade dos jogos).

5. Método

Para atingir o objetivo de desenvolver um modelo para o desenvolvimento de jogos educacionais digitais por educadores do ensino fundamental brasileiro definimos a seguinte metodologia, simplificada na Figura 1. Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Minas Gerais, sob o número do parecer 55111522.9.0000.5149.

5.1. Revisão Sistemática da Literatura

A primeira parte deste estudo consistiu em uma revisão sistemática da literatura para identificar qual o suporte está disponível para que usuários finais possam desenvolver seus próprios jogos. A pergunta de pesquisa dessa SLR foi: "Quais são as abordagens, métodos e ferramentas utilizadas para criação de jogos por usuários finais ou *end-users*?". Foi utilizada a *string* de busca: (("end user programming" OR "end-user programming" OR "user programming") OR ("end-user development" OR "user development" OR "end user development") OR "authoring tool") AND (game OR games). A busca foi

feita nas bases *ACM Digital Library, Science Direct, IEEE* e dos eventos *International Symposium on End-User Development* e SBGames. No total foram analisados 48 artigos.

Essa SLR permitiu identificar que por exemplo, relacionado a jogos sérios, que foram propostas ferramentas tanto para educadores (de diversos níveis educacionais) quanto para estudantes desenvolverem seus jogos. A maioria dessas ferramentas desenvolvidas para estudantes está relacionada ao desenvolvimento de pensamento computacional, já no contexto de educadores é voltado para um público e tipo de jogo específicos. Linguagens específicas de domínio e visuais aparecem como uma das principais formas de permitir o desenvolvimento e customização de jogos. A SLR ainda não foi publicada e está sob revisão.

5.2. Entrevistas com professores do ensino fundamental

Com apontamentos da SLR, realizamos entrevistas semi-estruturadas com professores do ensino fundamental brasileiro com o intuito de conhecer melhor o contexto em que estão inseridos considerando os recursos disponíveis nas escolas, bem como a experiência dos professores com recursos tecnológicos e jogos educacionais em suas práticas diárias. Além disso a identificação de requisitos para um ambiente de desenvolvimento de jogos educacionais.

Essa etapa gerou um artigo aceito no SBGames e tem como um dos resultados que os professores entrevistados enfrentam dificuldades no uso de tecnologias nas escolas. Essa dificuldade ocorre por diversos motivos como por exemplo a falta de computadores em perfeito estado de funcionamento nos laboratórios de informática (com acesso à internet e máquinas suficientes), e falta de conhecimento por parte dos professores. Como requisitos para a criação de jogos, identificamos por exemplo que os professores prefeririam algo que necessitasse um grande esforço para aprender, que possa ser reutilizado/customizado para outros contextos, a possibilidade de fazer jogos diretamente relacionados aos assuntos que são trabalhados em sala de aula.

5.3. Oficina para desenvolvimento de jogos com professores do ensino fundamental

Com os resultados das entrevistas está em desenvolvimento uma oficina que será ministrada a professores do ensino fundamental com o intuito de observar as dificuldades enfrentadas pelos professores na criação de jogos educacionais digitais, bem como coletara requisitos para o desenvolvimento do modelo para desenvolvimento de jogos educacionais, que é o propósito deste trabalho.

5.4. Disciplina de desenvolvimento de jogos educacionais digitais

Baseado nos estudos anteriores, será oferecida uma disciplina de desenvolvimento de jogos educacionais no primeiro semestre de 2023. Essa disciplina será oferecida para estudantes de um curso de pós graduação em educação e será uma oportunidade de observar o desenvolvimento de jogos educacionais com ferramentas de autoria por esses estudantes que já são professores que atuam no ensino básico brasileiro. Observaremos se a faixa etária é um fator que aproxime os professores desse recurso, além de outros aspectos que gerem requisitos para o modelo a ser desenvolvido.

5.5. Protótipo funcional de plataforma para desenvolvimento de jogos digitais educacionais

Após a coleta de requisitos nas fases anteriores, será desenvolvido um modelo e um protótipo funcional de plataforma para desenvolvimento de jogos digitais educacionais. Essa plataforma poderá oferecer aos professores a oportunidade de criar jogos educacionais sem a necessidade de conhecimentos em linguagens de programação, algo que não é comum a esses professores, além disso a plataforma será em língua portuguesa, dado que não saber inglês é visto por muitos professores como um aspecto que os afastam de recursos tecnológicos (conforme resultado das entrevistas).

5.6. Avaliação da ferramenta com professores do ensino fundamental

Após a finalização da plataforma, ela será apresentada ao público alvo que poderá avaliar sua qualidade de uso. O resultado desta avaliação poderá resultar em ajustes para melhorar a plataforma para que enfim seja disponibilizada.

6. Resultados parciais e contribuições esperadas

Como resultados parciais, a SLR desenvolvida foi possível identificar ambientes e estratégias utilizadas na literatura que possibilitam o desenvolvimento de jogos por usuários finais, além disso pudemos identificar que técnicas como programação visual, componentes, regras e *templates* são os meios mais usados nas ferramentas e métodos encontrados. Os especialistas de domínio são o alvo da maioria das soluções, e nesse grupo educadores são a maioria deles. Capturamos as dificuldades encontradas relatadas nos artigos como pontos que poderíamos usar como requisitos para a construção do nosso modelo.

As entrevistas realizadas com 17 professores do ensino fundamental das redes estadual de Minas Gerais, federal e de 5 prefeituras de Minas Gerias e São Paulo, ajudaram a conhecer um pouco mais sobre a realidade dessas escolas, o conhecimento relacionado ao uso de recursos tecnológicos, como foi o trabalho durante o período de ensino remoto (por causa da pandemia de COVID-19), dificuldades enfrentadas, e ainda a relação dos professores com jogos educacionais, sejam eles físicos ou digitais. Esse estudo ofereceu material para o desenvolvimento de oficina que será realizada no início do segundo semestre de 2022 para avaliar as dificuldades enfrentadas por professores desenvolvendo jogos em uma ferramenta de autoria. Esses estudos oferecem resultados que podem ajudar a avançar o estado da arte no que diz respeito ao desenvolvimento de tecnologias para o apoio à educação por apresentarem o contexto de professores do ensino fundamental, bem como a coleta de requisitos para ferramentas de desenvolvimento de jogos a partir da interação deles com plataforma existente. A geração atual de crianças já nasceu na era digital, e como relatado por professores nas entrevistas, as crianças se sentem mais atraídas por aulas que envolvam recursos tecnológicos e diferenciados (em relação à tradicional aula expositiva utilizando giz e lousa), eles prestam mais atenção e têm mais interesse, por essa razão essa pesquisa traz resultados relevantes tanto no contexto educacional quanto da computação.

As demais fases da pesquisa aguardam aprovação do comitê de ética para serem realizadas. Esperamos com isso obter os recursos necessários para a criação do modelo e implementação do protótipo para enfim avaliar com os professores. A metodologia para realizar a avaliação com os professores ainda não foi definida. É desejável uma avaliação

da aceitação dos jogos criados pelos professores pelos estudantes, para observar se os jogos criados prendem a atenção do público alvo e cumprem seu papel pedagógico.

7. Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) pelo apoio no desenvolvimento deste estudo.

Referências

Alves, A. G. and Hostins, R. C. L. (2020). "eu fiz meu game": Um framework para criação de jogos digitais por crianças. *Revista Docência e Cibercultura*, 4(1):239–242.

Barricelli, B. R., Cassano, F., Fogli, D., and Piccinno, A. (2019). End-user development, end-user programming and end-user software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 149:101–137.

Bellotti, F., Berta, R., and De Gloria, A. (2010). Designing effective serious games: opportunities and challenges for research. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 5(2010).

Carmosino, I., Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., and Secco, N. (2017). A game engine plug-in for efficient development of investigation mechanics in serious games. *Entertainment Computing*, 19:1–11.

Clark, D. (2003). Learning by playing: can computer games and simulations support teaching and learning for post-16 learners in formal, workplace and informal learning contexts. In *Computer games in education and training. Presentation at LSDA seminar London*.

de França, R. S., Falcão, T. P., Peres, F., and Morais, D. (2021). Uma análise da emergência de pensamento computacional em práticas de desenvolvimento de jogos digitais na educação do campo. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*, pages 104–112. SBC.

De Gloria, A., Bellotti, F., and Berta, R. (2014). Serious games for education and training. *International Journal of Serious Games*, 1(1).

Falcão, T. P., Morais, D. C., Aquino, J. R., and Peres, F. M. d. A. (2019). Química em diálogo na educação do campo: Um estudo sobre a participação de jovens do ensino médio no desenvolvimento de jogos digitais. *Revista de Sistemas e Computação-RSC*, 8(2).

Francese, R., Risi, M., Siani, R., and Tortora, G. (2018). Augmented treasure hunting generator for edutainment. In *2018 22nd International Conference Information Visualisation (IV)*, pages 524–529. IEEE.

Kanode, C. M. and Haddad, H. M. (2009). Software engineering challenges in game development. In *2009 Sixth International Conference on Information Technology: New Generations*, pages 260–265. IEEE.

Klopfer, E., Osterweil, S., Salen, K., et al. (2009). Moving learning games forward. *Cambridge, MA: The Education Arcade*.

Ko, A. J., Abraham, R., Beckwith, L., Blackwell, A., Burnett, M., Erwig, M., Scaffidi, C., Lawrance, J., Lieberman, H., Myers, B., et al. (2011). The state of the art in end-user software engineering. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 43(3):21.

Mouaheb, H., Fahli, A., Moussetad, M., and Eljamali, S. (2012). The serious game: what educational benefits? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46:5502–5508.

Pérez-Colado, V. M., Pérez-Colado, I. J., Freire-Morán, M., Martínez-Ortiz, I., and Fernández-Manjón, B. (2019). Uadventure: Simplifying narrative serious games development. In *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, volume 2161, pages 119–123. IEEE.

Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1):21–21.

Rideout, V. J., Foehr, U. G., and Roberts, D. F. (2010). Generation m 2: Media in the lives of 8-to 18-year-olds. *Henry J. Kaiser Family Foundation*.

Squire, K. (2003). Video games in education. *Int. J. Intell. Games & Simulation*, 2(1):49–62.

Torrente, J., Del Blanco, Á., Marchiori, E. J., Moreno-Ger, P., and Fernández-Manjón, B. (2010). ¡ e-adventure¿: Introducing educational games in the learning process. In *IEEE EDUCON 2010 Conference*, pages 1121–1126. IEEE.