

Os Jogos Digitais São Realmente Melhores que os Jogos Tradicionais para Ensinar Matemática? Uma Análise sob a Concentração dos Estudantes

Wilk Oliveira dos Santos¹, Sivaldo Joaquim de Santana²

¹Laboratório de Computação Aplicada à Educação e Tecnologia Social Avançada (CAEd) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) - São Carlos, SP - Brasil

²Núcleo de Excelência em Tecnologias Sociais (NEES) - Universidade Federal de Alagoas (UFAL) Maceió, AL - Brasil.

wilk.oliveira@usp.br, sivaldojoaquim@ic.ufal.br

Resumo. Virtualização de jogos é um processo para criação de versões digitais para jogos tradicionais/físicos. Em educação, este processo tem o objetivo de criar versões digitais para jogos educativos tradicionais/físicos, mantendo os princípios pedagógicos e psicopedagógicos da versão tradicional do jogo, associando estes princípios as mecânicas contemporâneas de game design. Apesar disso, um dos principais desafios relacionados à virtualização de jogos educativos é a comparação entre as versões tradicionais e digitais dos jogos, em termos de aprendizagem, engajamento, motivação, entre outros. Neste sentido, este artigo apresenta um estudo realizado com o intuito de comparar os efeitos da versão tradicional com a versão digital de um jogo educativo para o ensino de Matemática. Um experimento do tipo comparativo foi conduzido com 34 estudantes de ensino básico e os principais resultados indicam que não houve diferença estatística significativa entre as versões do jogo.

Palavras-chave: jogos educativos, virtualização de jogos, experimento.

Abstract. Games virtualization is a process for digital versions creation of traditional/physical games. In education, this process aims to create digital versions for traditional/physical educational games, keeping the pedagogical and psychological aspects of the traditional version of the game, associating these principles with the contemporary mechanics of game design. One of the main challenges related to educational games virtualization is to compare traditional and digital versions of games, in terms of learning, engagement, motivation, and others. In this sense, this paper presents a study carried out with the intention of comparing the effects of the traditional version with the digital version of an educational game for the teaching of Mathematics. A comparative experiment was conducted with 34 elementary students and the main results indicate that was not statistical significative difference on versions of game.

Keywords: educational games, games virtualization, experiment.

1. Introdução

Nas últimas décadas, a indústria internacional de desenvolvimento de jogos vem tendo um aumento substancial, tornando-se uma indústria mundialmente importante. De acordo

com um recente relatório da *Entertainment Software Association* [ESA 2017], apenas nos Estados Unidos, 67% dos lares possuem um dispositivo que é usado para jogar video-games, movimentando em 2016, cerca de \$ 30,4 bilhões, tendo ainda uma enorme expectativa de crescimento. Além disso, outro estudo mostrou que 74% dos professores do ensino básico Norte Americano usam jogos digitais em sala de aula [Lofgren 2016], vislumbrando ainda um crescimento considerável da indústria de jogos educacionais para os próximos anos.

No contexto acadêmico, uma série de estudos recentes têm sido realizados com o intuito de investigar os efeitos dos jogos em diferentes aspectos educacionais *i.e.* [Anderson and Gentile 2014, Scoresby and Shelton 2011, Oliveira et al. 2015] e outros. Estes estudos têm destacado uma série de discussões relacionadas aos efeitos positivos dos jogos na aprendizagem dos estudantes, tais como: engajamento, motivação e outros; e efeitos negativos, tais como: violência, ausência de interação social e extrema apreciação de “digital” (atividades digitais realizadas por meio de algum tipo de dispositivo tecnológico), em detrimento de atividades tradicionais (físicas/manuais) [Connolly et al. 2012, Boyle et al. 2016], trazendo a tona, a necessidade cada vez mais aparente de se analisar e avaliar os efeitos dos jogos educativos em diferentes contextos.

Neste sentido, estudos recentes sobre virtualização de jogos, por exemplo, [dos Santos et al. 2014, de Oliveira Sebastião et al. 2014, Santos et al. 2013], tem sido conduzidos no intuito criar versões digitais para jogos educativos tradicionais/físicos, visando manter os aspectos pedagógicos e psicológicos do tradicional/físico Jogo, bem como associar estes aspectos aos elementos contemporâneos de game design. Assim, estudos recentes mostraram benefícios diferentes dos jogos virtualizados, bem como destacam uma série de discussões relacionadas ao design, aplicação e avaliação de jogos educativos desenvolvidos com base na virtualização de jogos.

Apensar disso, estudos recentes [Santos and Silva Junior 2016c, Oliveira et al. 2015] têm apontado e discutido sobre uma série de desafios e oportunidades relacionados à Virtualização dos Jogos. Um dos principais desafios destacados por estes autores é a realização de estudos que possam de fato comparar versões digitais e tradicionais dos jogos virtualizados em diferentes aspectos. Neste sentido, este estudo, realizou um experimento com o objetivo de comparar a versão tradicional de um jogo para o ensino de Matemática com sua versão digital. O estudo foi conduzido com 34 estudantes de ensino fundamental de uma escola particular brasileira. Os resultados indicaram que a versão tradicional do jogo apresentou melhor resultado em termos de concentração nos estudantes, no entanto, não houve diferença estatística significativa entre estas diferenças.

2. Revisão da Literatura

Esta seção tem por objetivo apresentar os principais tópicos relacionados a este estudo: Jogos Educativos e Virtualização de Jogos Educativos, bem como, apresentar uma série de trabalhos relacionados.

2.1. Jogos Educativos

Nos últimos 20 anos, os jogos tradicionais, bem como outras atividades de lazer, têm sido cada vez mais substituídos pelos jogos digitais como atividades de lazer, o que

tem trazido um impacto transformacional sobre como passamos nosso tempo de lazer [Connolly et al. 2012, Boyle et al. 2016]. Segundo esses autores, os jogos digitais oferecem atividades envolventes e atraentes, especialmente aos jovens, e que podem também ser usados com cunho educativo.

Neste sentido, nas últimas décadas, os jogos educativos têm sido utilizados em muitos contextos de ensino de diferentes tópicos como: meio ambiente, geografia, história e outros [Connolly et al. 2012, Boyle et al. 2016], bem como estudados em diferentes perspectivas como violência [Anderson and Gentile 2014], aprendizagem [Linehan et al. 2014], *playfulness* [Scoresby and Shelton 2011], Teoria do Fluxo [dos Santos et al. 2018], entre outros. De acordo com estudos recentes, uma série de resultados empíricos relacionados à aprendizagem baseada em jogos mostrou que, apesar da esmagadora publicidade dada ao impacto negativo dos jogos, como a maioria das tecnologias antes deles, os jogos tradicionais e os jogos digitais podem ter impactos tanto positivos quanto negativos de acordo com diferentes situações [Connolly et al. 2012, Boyle et al. 2016].

Sabendo que os jogos podem ter efeitos positivos ou negativos dependendo de seu design, aplicação, e outros fatores, é altamente necessário a condução de estudos que possam identificar diretamente como usar, desenvolver e aplicar jogos no intuito de potencializar os resultados positivos e mitigar os resultados negativos relacionados aos jogos educativos. Estes resultados são importantes para demonstrar não só a potencialidade dos jogos em contexto educativo, mas também para destacar a importância de conduzir-se novos estudos neste domínio.

2.2. Virtualização de Jogos Educativos

Na sociedade contemporânea, a ideia de “virtualização” é considerada e estudada pela filosofia, psicologia, física, biotecnologia, artes e outras [Kerimbayev 2016, Santos and Silva Junior 2016c, Perry and Eichler 2017], aumentando os tópicos relacionados à virtualização em diferentes contextos como vida social, indústria e educação. Nesta perspectiva, a virtualização de jogos educativos é um processo para criar versões digitais para jogos educativos tradicionais/físicos, já usados para ensinar um determinado assunto [Santos and Silva Junior 2016a]. Os principais objetivos da virtualização de jogos educativos são manter/preservar os aspectos pedagógicos e psicopedagógicos da versão tradicional do jogo em sua versão digital, bem como atrelar esses aspectos com elementos de design de jogos contemporâneos, a fim de aumentar a aprendizagem e engajamento dos estudantes [Santos and Silva Junior 2016a].

A virtualização de jogos pode ser usada em diferentes contextos e ser apoiada em diferentes tópicos educacionais. De acordo com [Oliveira et al. 2015, Santos and Silva Junior 2016a], o processo de virtualização de jogos educativos deve ser iniciado com a escolha do jogo educativo tradicional e terminar com o processo de avaliação do jogo, com o intuito de identificar se o jogo educativo (na versão digital) de fato preserva os aspectos principais da versão do jogo tradicional, bem como identificar se o jogo pode aumentar a aprendizagem, engajamento e motivação dos estudantes.

De acordo com [dos Santos and da Silva Junior 2016, Santos and Silva Junior 2016b, Santos and Silva Junior 2016a], este processo envolve uma equipe multidisciplinar, com profissionais da área de Ciências da Computação

(especialmente IHC), Pedagogia, Psicologia e domínios de aplicação de jogos educativos específicos, como Matemática, Linguagem, Biologia e outros, com o objetivo de auxiliar o processo de virtualização do jogo. Nos últimos anos, estudos têm discutido os grandes desafios relacionados à virtualização de jogos educativos, nesta perspectiva, um dos grandes desafios está relacionado à realização de estudos que comparem os efeitos das versões digitais e tradicionais dos jogos [Santos and Silva Junior 2016a].

2.3. Trabalhos Relacionados

Diante dos recentes estudos relacionados à Virtualização de Jogos Educativos e a avaliação de Jogos Educativos em geral, diferentes trabalhos tem sido conduzidos nesta perspectiva. [Oliveira et al. 2015] avaliaram dois jogos educativos que foram submetidos ao processo de Virtualização de Jogos Educativos, em aspectos computacionais de interface e aspectos pedagógicos, de forma quantitativa e qualitativa, de acordo com os autores tendo resultados positivos em ambos os aspectos.

Um ano depois [Santos and Silva Junior 2016c], apresentaram os resultados do processo de Virtualização de Jogos aplicados em dois jogos tradicionais usados no ensino de Matemática, bem como a avaliação destes jogos em termos de usabilidade e aspectos pedagógicos. De acordo com os autores, os resultados alcançados permitiram constatar que os jogos foram eficazes como mecanismo de apoio ao processo de ensino e aprendizagem de conteúdos específicos da disciplina de Matemática.

Ainda em 2016, [dos Santos et al. 2016], propuseram um jogo para o ensino de artes no ensino médio em duas versões, sendo uma versão tradicional e uma versão digital similar. O objetivo dos autores é ao desafio de melhorar o diálogo entre os estudantes (nativos digitais) e os professores que em geral não possuem fluência digital, buscando facilitar a familiarização dos professores com a utilização do game, de modo a habilitá-los a utilizar esse recurso educativo no ensino de artes.

Mais recentemente, [Perry and Eichler 2017] conduziu um estudo que comparou os resultados de aprendizagem de duas versões do mesmo jogo educativo (versão digital e versão tradicional) sobre propriedades periódicas de elementos químicos, os resultados não indicam diferença significativa entre os dois grupos, embora tenha havido diferença no pré e pós-teste, indicando que o jogo foi efetivo.

Em resumo, os trabalhos acima apresentados mostram que os jogos submetidos ao processo de Virtualização de Jogos Educativos que já passaram por processo de avaliação empírica, são capazes de apoiar os processos de ensino e aprendizagem, no entanto, destacam a importância de conduzir avaliações mais profundas, especialmente, comparando os efeitos dos jogos virtualizados com sua versão tradicional, por exemplo, em termos de engajamento, motivação, aprendizagem, entre outros.

3. Experimento

O experimento foi conduzido seguindo o modelo de objetivos, questões e métricas (do inglês, *Goal Question Metrics (GQM)*, [Wohlin et al. 2012]). O experimento conduzido neste estudo é caracterizado como comparativo e quantitativo, visando comparar duas versões de um mesmo jogo, sendo uma versão tradicional e outra digital.

3.1. Método

Para obtenção da comparação entre os jogos tradicionais e digitais, foi usado o método de divisão randômica igualitária que divide uma turma randomicamente em dois grupos distintos de maneira aleatória. Em seguida, o grupo experimental foi convidado a jogar a versão digital do jogo, quanto o grupo controle foi convidado a jogar a versão tradicional do jogo. O experimento ocorreu de maneira simultânea em dois espaços diferentes, de maneira que um grupo não tomasse conhecimento do que estava fazendo o outro grupo. Os estudantes puderam jogar os jogos de maneira livre por cerca de 30 minutos, em seguida, foram convidados a responder o questionário demográfico (contendo informações sobre sexo, idade, e outros) e o questionário de avaliação de concentração [Fu et al. 2009].

O questionário para obtenção da concentração foi proposto e validado por [Fu et al. 2009], sendo capaz de avaliar uma série de aspectos em jogos educativos, como, concentração, balanceamento de dificuldade e concentração, por meio de uma abordagem não invasiva, usando afirmativas e com métricas baseadas em escala de Likert (1-7) [Likert 1932]. Adicionalmente, questões “fora da curva” foram usadas para obter respostas inconsistentes (*i.e.*: Esta é uma questão para saber se você esta prestando atenção e lendo as perguntas. Se você esta prestando atenção, marque a opção 2). O jogo usado no experimento foi o jogo Desafios com Palitos, proposto e validado por [Santos et al. 2015].

3.2. Objetivos

O experimento descrito teve por objetivo identificar se existe diferença significativa em termos de concentração nos estudantes ao jogar a versão tradicional em comparação com a versão digital de um jogo para o ensino de Matemática.

3.3. Questões de Pesquisa

A seguinte questão de pesquisa foi definida para este experimento:

- Existe diferença significativa em termos de concentração nos estudantes ao jogar a versão tradicional e versão digital do jogo educativo?

3.4. Hipóteses

De acordo com as questões de pesquisa, as seguinte hipóteses foram definidas:

$H_{1.0}$: A concentração dos estudantes é similar em ambas as versões do jogo;

$H_{1.1}$: A concentração dos estudantes é diferente entre as versões do jogo.

3.4.1. Definição Formal das Hipóteses

Tabela 1. Definição Formal das Hipóteses

Hipóteses	Definição
H_0	$\gamma \ vT(Concentração) = \gamma \ vD(Concentração)$
H_1	$\gamma \ vT(Concentração) \neq \gamma \ vD(Concentração)$
Legenda: γ = Média; vT = versão tradicional; vD = versão digital	

3.5. Fatores e Variáveis de Resposta

De acordo com as hipóteses definidas, nosso experimento tem um fator, que é jogo com dois níveis (sua versão tradicional e sua versão digital). A variável de resposta é a concentração dos estudantes, medida por meio da escala de concentração, tendo como métrica a sua média, obtida por meio da escala de Likert.

3.6. Unidades Experimentais

As unidades experimentais de nosso experimento são os estudantes que formam nossa amostra.

3.7. Participantes

Os participantes foram $N = 34$ (21 do sexo masculino e 13 do sexo feminino), estudantes de ensino fundamental de uma escola particular brasileira. A média de idade dos estudantes era 11 anos, sendo que o estudante mais jovem tinha 10 e o mais velho 12 anos. Sobre a frequência em que costumam jogar, quatro estudantes informaram nunca costumam jogar, 10 que jogam raramente, e a maioria (19 estudantes) que jogam sempre.

3.8. Resultados e Discussões

Inicialmente, a Tabela 2 mostra uma comparação direta das versões do jogo, independente da força estatística e diferença entre as versões. Neste sentido, é possível perceber que versão tradicional do jogo foi melhor percebida em termos de concentração pelos estudantes. Este resultado surpreende a expectativa de alguns estudos recentes ao mesmo tempo que abre espaço para novas pesquisas neste domínio.

Tabela 2. Visão Geral dos Resultados							
Versão Tradicional				Versão Digital			
MD	Med	Var()	DP	MD	Med	Var()	DP
5.035	4.8	0.885	0.941	4.676	4.8	2.327	1.525
Legenda: MD; Média; Med: Mediana; Var(): Variância; DP: Desvio padrão.							

Em busca de analisar os dados de forma mais profunda, inicialmente os dados foram verificados em relação a sua normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk [Shapiro and Wilk 1965]. Como apresentado na Tabela 3 os resultados do teste mostram que os dados encontram-se em uma distribuição normal (considerando o intervalo de confiança de 95%), dado que o valor p do teste executado apresentou valor > 0.05 , indicando que não foram encontrados índices de anormalidade nos dados. Com base no tipo de dados identificado pela análise de normalidade, foi conduzido o teste de análise de variância t -test ou t -student [Hinkle et al. 2003] (recomendado para comparação de duas amostras com distribuição normal). A análise de variância dos dados, também apresentada na Tabela 3, indica que não houve uma diferença significativa na concentração dos estudantes entre as duas versões (considerando o intervalo de confiança de 95%).

Neste sentido, apesar da média de concentração dos estudantes na versão tradicional do jogo ser superior a concentração na versão digital, os testes estatísticos conduzidos nos mostram que esta diferença não foi estatisticamente significativa. Por

Tabela 3. Análise de Normalidade e Variância

Versão Tradicional			Versão Digital		
Teste de Normalidade - <i>Shapiro-Wilk</i>					
p-valor	Hipótese	Situação	p-valor	Hipótese	Situação
0.142	H_0	Normal	0.577	H_0	Normal
Análise de Variância - <i>t-test</i>					
<i>T-teste</i>			p-valor	Hipótese	Situação
			0.415	H_0	Sem diferença

um lado, este resultado pode ir de encontro a expectativas de recentes estudos conduzidos nesta área [Santos and Silva Junior 2016b, dos Santos and da Silva Junior 2016, Santos and Silva Junior 2016a], indicando que apesar das vantagens da virtualização de jogos (e outras tecnologias) o tradicional não deve ser descartado de maneira direta, em detrimento às novas tecnologias.

Por outro lado, os resultados confirmam os resultados dos estudos de [Perry and Eichler 2017], que também indicam que não houve diferença significativa na aprendizagem entre duas versões de um mesmo jogo educativo no ensino de química. Ao mesmo tempo, os nossos resultados também confirmam a hipótese do chamado “método-não-mídia” de C Lark [Clark 1994] que prevê que não haverá diferença no desempenho de um aluno se o método de instrução for o mesmo, independentemente do tipo de mídia utilizado.

Os resultados deste estudo indicam que a substituição de métodos e objetos tradicionais de ensino (como é o caso dos jogos tradicionais/analógicos) por novas tecnologias, independente do público, não garante uma melhora na construção de conhecimento dos estudantes. Os resultados nos apresentam indícios da possibilidade de utilização mista destas tecnologias, em outras, do uso do digital em parceria com o tradicional.

Os resultados destacam ainda a importância de replicar este estudo em outros contextos e com outros jogos no intuito de observar os resultados de maneira comparativa. É importante ressaltar que esta é uma linha de pesquisa aberta [Santos and Silva Junior 2016a], com desafios a serem trabalhados e com oportunidades de pesquisa, que podem ser tratados em trabalhos futuros.

4. Ameaças à Validade

Esta sessão descreve preocupações que devem ser melhoradas em replicações futuras deste estudo e outros aspectos que devem ser levados em conta para generalizar os resultados da avaliação realizada. Em geral, o estudo visou minimizar muitas das ameaças discutidas nesta seção. Para organizar esta sessão, as ameaças à validade foram classificadas de acordo com as categorias: interna, externa, construção e conclusão [Wohlin et al. 2012].

Interna: Como o experimento envolve a participação ativa dos seres humanos, torna-se propenso a uma série de ameaças internas, como: (i) história - é possível que o momento em que o experimento ocorreu, fatos possam ter afetado os resultados, no entanto, esta ameaça foi minimizada ao permitir que os estudantes participassem das experiências de jogo de forma livre, sem interferência de outros estudantes ou de seus professores; (ii) maturação - uma vez que os participantes usaram o jogo durante aproxi-

madamente 30 minutos, para depois responder ao questionário, é possível que eles estavam entediados ou cansados ao responder à pesquisa; e (iii) viés positivo - uma vez que esta experiência não está emparelhada (isto é, os indivíduos apenas analisam um software (jogo)), é provável que os participantes não tenham uma base para comparação com outros jogos educativos, bem como, é possível que pelo fato dos estudantes não estarem acostumados a dispor de jogos em seu contexto escolar, venha a ocorrer o “efeito novidade” que tende os estudantes a avaliar o software de uma maneira diferente do que avaliaria em uma situação cotidiana.

Externo: Os participantes da experiência são representativos apenas para o contexto escolar. Em particular, como descrito anteriormente, os participantes eram estudantes de uma escola de ensino fundamental. Desta forma, talvez não possamos ser capazes de generalizar os resultados dessa experiência para outros contextos, sendo assim os aspectos desta avaliação devem ser ampliados para outros ambientes acadêmicos para obter resultados mais genéricos.

Construção: As ameaças desta categoria estão relacionadas principalmente a dois aspectos. Inicialmente, o estudo apresentado neste trabalho mede diferentes itens e diferentes aspectos, de modo que alguns podem não ser medidos por meio de perguntas. Para minimizar estas ameaças, selecionamos metodologias e instrumentos empiricamente validados e utilizados comumente em estudos empíricos científicos da comunidade de Informática na Educação.

Conclusão: Neste estudo, usamos um jogo para o ensino de raciocínio lógico matemático com estudantes do ensino fundamental. Neste contexto, os resultados deste experimento devem ser replicados em outros contextos e com diferentes jogos para serem generalizados. O tamanho da amostra pode não suportar determinadas estatísticas, assim, esperamos e sugerimos replicar este experimento com uma amostra de tamanho superior. Finalmente, é possível que irrelevâncias aleatórias tenham ocorrido no ambiente experimental, por exemplo, ruído, distrações e assim por diante.

5. Considerações Finais

Diante da emergência das novas tecnologias digitais e de sua utilização na educação em detrimento as mídias analógica, bem como, diante do desafio contemporâneo de comparar os efeitos das versões tradicionais com as versões digitais de jogos educativos, este estudo objetivou comparar a versão digital com a versão tradicional de um jogo educativo para o ensino de Matemática.

Neste sentido, foi conduzido um experimento comparativo e quantitativo, com um público formado por 34 estudantes de escola pública, divididos em dois grupos de 17 estudantes, avaliado comparativamente as versões do jogo em termos de concentração. Os resultados mostraram que a versão tradicional do jogo obteve melhor resultado que a sua versão digital, no entanto, os testes estatísticos indicaram que não houve uma diferença estatística significativa na concentração dos estudantes.

Diante do estudo realizado e dos resultados obtidos, vislumbra-se e recomenda-se como trabalhos futuros, a realização de estudos mais generalizados, avaliando o jogo em diferentes aspectos, bem como, ainda diante do desafio da comparação de versões tradicionais com versões digitais de jogos educativos, desafia-se ainda, buscar submeter

outros jogos, inclusive de diferentes disciplinas a avaliação comparativa, baseados em diferentes aspectos.

Referências

- Anderson, C. A. and Gentile, D. A. (2014). Violent video game effects on aggressive thoughts, feelings, physiology, and behavior. *Media Violence and Children: A Complete Guide for Parents and Professionals: A Complete Guide for Parents and Professionals*, page 229.
- Boyle, E. A., Hainey, T., Connolly, T. M., Gray, G., Earp, J., Ott, M., Lim, T., Ninaus, M., Ribeiro, C., and Pereira, J. (2016). An update to the systematic literature review of empirical evidence of the impacts and outcomes of computer games and serious games. *Computers & Education*, 94:178–192.
- Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning. *Educational technology research and development*, 42(2):21–29.
- Connolly, T. M., Boyle, E. A., MacArthur, E., Hainey, T., and Boyle, J. M. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2):661–686.
- de Oliveira Sebastião, M. L. S., Nunes, R. d. S. N. A., and da Silva Junior, R. C. G. (2014). Development process of an educational game: An experience in brazil. In *Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment*.
- dos Santos, M. S., Castro, É. A., Schmitt, M. A. R., Peres, A., Santos, K. G., Pinheiro, R. N., and Vasconcelos, R. (2016). A combinação de jogos de tabuleiro com jogos digitais no processo de aprendizagem. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*.
- dos Santos, W. O., Bittencourt, I. I., Isotani, S., Dermeval, D., Marques, L. B., and Silveira, I. F. (2018). Flow theory to promote learning in educational systems: Is it really relevant? *Brazilian Journal of Computers in Education*, 26(02):29.
- dos Santos, W. O., da Silva, A. P., and da Silva Junior, C. G. (2014). Conquistando com o resto: Virtualização de um jogo para o ensino de matemática. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 25, page 317.
- dos Santos, W. O. and da Silva Junior, C. G. (2016). State of the art in educational games virtualization. *RENOTE*, 14(1).
- ESA (2017). Essential facts about the computer and video game industry. Entertainment Software Association.
- Fu, F.-L., Su, R.-C., and Yu, S.-C. (2009). Egameflow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1):101–112.
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., and Jurs, S. G. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences*, volume 663. Houghton Mifflin College Division.
- Kerimbayev, N. (2016). Virtual learning: Possibilities and realization. *Education and Information Technologies*, 21(6):1521–1533.

- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Linehan, C., Bellord, G., Kirman, B., Morford, Z. H., and Roche, B. (2014). Learning curves: analysing pace and challenge in four successful puzzle games. In *Proceedings of the first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play*, pages 181–190. ACM.
- Lofgren, K. (2016). video game statistics & trends who's playing what & why. Available in: <http://www.bigfishgames.com/blog/2015-global-video-game-statswhos-playing-what-and-why/>. Accessed, 9.
- Oliveira, W., Neto, S., da Silva Junoir, C. G., and Bittencourt, I. I. (2015). Avaliação de jogos educativos: Uma abordagem no ensino de matemática. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 26, page 657.
- Perry, G. T. and Eichler, M. L. (2017). Comparison of card and desktop versions of a game about periodic properties. *RENOTE*, 15(2).
- Santos, W. and Silva Junior, C. (2016a). Challenges of games virtualization applied to educational games. In *V Workshop of Challenges of Computers in Education*, pages 597–606.
- Santos, W., Souza, A., Oliveira, M., Silva, A., Tenório, A., Rodrigues, A., and Silva Junior, C. (2013). Desafios com palitos: Processo de desenvolvimento de um jogo educativo. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*. Porto Alegre-RS.
- Santos, W. d., Silva, D., Santos Júnior, J., Bittencourt, I., and Silva Junior, C. (2015). Desafios com palitos: Um jogo para o ensino de conceitos específicos de matemática. In *Anais dos Workshops do IV Congresso Brasileiro de Informática na Educação*.
- Santos, W. O. and Silva Junior, C. G. (2016b). An introduction to educational games virtualization. *Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment*.
- Santos, W. O. and Silva Junior, C. G. (2016c). Virtualização de jogos educativos: Uma experiência no ensino de matemática. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 24(2).
- Scoresby, J. and Shelton, B. E. (2011). Visual perspectives within educational computer games: effects on presence and flow within virtual immersive learning environments. *Instructional Science*, 39(3):227–254.
- Shapiro, S. S. and Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3/4):591–611.
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., and Wesslén, A. (2012). *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media.