

A Influência dos Jogos Educativos Analógicos e Digitais na Interação Social dos Estudantes

Wilk Oliveira¹, Sivaldo Joaquim²

¹Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC)
Universidade de São Paulo (USP) - São Carlos, SP - Brasil

²Instituto de Computação (IC)
Universidade Federal de Alagoas (UFAL) - Maceió, AL - Brasil.

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

Resumo. *A Virtualização de Jogos Educativos tem por objetivo desenvolver versões digitais para jogos educativos analógicos. Um dos principais desafios atuais da área é a comparação entre as versões analógicas e digitais dos jogos, em termos de aprendizagem, engajamento, motivação, entre outros aspectos. Para enfrentar esse desafio, conduzimos um estudo experimental com uma amostra composta por 34 estudantes da educação básica com o objetivo de comparar os efeitos da versão analógica com a versão digital de um jogo educativo para o ensino de Matemática em termos de interação social dos estudantes. Os principais resultados indicam que não houve diferença significativa entre a versão analógica e a digital do jogo em termos de interação social.*

Abstract. *The Educational Games Virtualization aims to design digital versions for analog educational games. One of the main current challenges in the area is the comparison between the analog and digital versions of the games, in terms of learning, engagement, motivation, among other aspects. To face this challenge, we conducted an experimental study with a sample composed of 34 students of basic education to compare the effects of the analog version with the digital version of an educational game for teaching Mathematics in terms of students' social interaction. The main results indicate that there was no significant difference between the analog and digital versions of the game in terms of social interaction.*

1. Introdução

No cenário internacional, observa-se um crescimento substancial da indústria de *design* de jogos, tornando-se nos últimos anos, um nicho de atividade mundialmente importante para o desenvolvimento social e econômico [Santos et al. 2017a]. Um recente relatório da *Entertainment Software Association* [ESA 2017], mostrou que, somente nos Estados Unidos, 67% dos lares possuem um dispositivo que é usado para jogar videogames, movimentando nos últimos anos, cerca de US\$ 30,4 bilhões (anualmente), 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 [Santos et al. 2017b].

No contexto acadêmico, vários trabalhos recentes também foram conduzidos visando investigar os impactos dos jogos em diversos domínios e níveis educacionais [Anderson and Gentile 2014, Oliveira et al. 2015, Santana and Oliveira 2019]. Como resultados, nota-se o potencial dos jogos para melhoria dos processos de ensino e aprendizagem no ambiente educacional, além disso, podendo contribuir para o aumento do engajamento e motivação dos estudantes [Oliveira et al. 2015]. Entretanto, esse tipo de recurso apresenta possíveis tendências negativas como violência e ausência de interação social [Anderson and Gentile 2014]. Fatores dessa natureza possivelmente estão relacionados ao uso por um período de tempo prolongado dos recursos digitais [Boyle et al. 2016], trazendo à tona, a necessidade cada vez mais aparente de se analisar e avaliar os efeitos dos jogos educativos em diferentes contextos [Oliveira et al. 2020].

Nesse sentido, recentes trabalhos publicados sobre Virtualização de Jogos [Santos et al. 2013, Santos et al. 2014, Oliveira et al. 2014] (ver Subseção 2.1), têm sido conduzidos no intuito de criar alternativas digitais para jogos analógicos, com a intenção de reproduzir as referências educacionais do jogo analógico, associando estes aspectos tradicionais a elementos modernos de *game design*. Estes trabalhos apresentam os diferentes benefícios dos jogos virtualizados, assim como ressaltam pontos fundamentais relacionados ao *design*, uso e avaliação de jogos educativos desenvolvidos com base na Virtualização de Jogos [Santos et al. 2017a].

Diante disso, estudos recentes também têm destacado diferentes desafios e oportunidades nesse domínio [Santos and Silva Junior 2016c, Oliveira et al. 2015, Santos and Silva Junior 2016b]. Um dos principais desafios destacados é a realização de estudos que possam de fato comparar versões analógicas com versões digitais dos jogos virtualizados em diferentes aspectos. Assim, nesse artigo, apresentamos os resultados de um estudo experimental realizado com 34 estudantes da Educação Básica, de uma escola particular localizada ao Sul do Estado [removido para revisão], visando comparar a versão analógica de um jogo para o ensino de Matemática com sua versão digital em termos de interação social dos estudantes.

Nesse estudo, escolhemos avaliar a interação social dos estudantes por se tratar de um aspecto fundamental na boa experiência dos jogadores, especialmente em jogos educativos [Fu et al. 2009], ao mesmo tempo que pode ser um importante aspecto para a aprendizagem de Matemática [Drijvers et al. 2009]. Os principais resultados do estudo indicam que ambas as versões tiveram efeitos positivos na interação social dos estudantes e que a versão digital do jogo apresentou melhor resultado em termos de interação social nos estudantes. No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa, assim, concluindo que não houve uma diferença real na interação social dos estudantes independente da versão do jogo. Nossos resultados abrem ainda espaço para a condução de novos estudos que aprofundem essa investigação.

2. Revisão da Literatura

Essa seção tem por objetivo apresentar uma breve revisão sobre Virtualização de Jogos Educativos, bem como, os principais trabalhos relacionados.

2.1. Jogos Educativos: por que virtualizar?

Atualmente, o conceito de “virtualização” é objeto de estudo por pesquisadores de várias áreas do conhecimento, como: Ciência da Computação, Filosofia, Ma-

temática, Psicologia, Física, Biotecnologia, Artes, entre outras [Perry and Eichler 2017, Santos and Silva Junior 2016c, Resende and dos Santos 2019], em diferentes contextos, como: vida social, industrial e uma forte tendência no cenário educacional. Em síntese, “Virtualização de Jogos Educativos” é um processo utilizado para desenvolver versões digitais dos jogos educativos analógicos, já aplicados em domínios específicos do conhecimento, como por exemplo: para desenvolver o raciocínio lógico matemático dos estudantes de diferentes níveis educacionais [Santos and Silva Junior 2016a]. A Virtualização de Jogos Educativos tem como foco manter os aspectos educacionais da versão analógica do jogo em sua nova versão digital, assim como, utilizar esses aspectos com elementos de *design* de jogos modernos, visando engajar e melhorar o desempenho de aprendizagem dos estudantes [Santos and Silva Junior 2016a, Santos et al. 2017a].

Essa técnica pode ser usada em diferentes contextos e níveis educacionais. De acordo com [Oliveira et al. 2015] e [Santos and Silva Junior 2016a], o processo de desenvolvimento para Virtualização de Jogos Educativos deve iniciar com a seleção do jogo analógico e finalizar com etapa de avaliação do mesmo, a fim de identificar se o jogo educativo (versão digital) preserva as características principais do jogo analógico (versão não digital), além disso, analisar se o jogo contribui para melhoria do aprendizado, engajamento e motivação (entre outros aspectos) dos estudantes.

De acordo com estudos recentes este processo deve envolver profissionais de várias áreas, como: Ciências da Computação (com foco nas linhas de pesquisas: Interação Humano-Computador e Informática na Educação), Pedagogia, Psicologia e domínios de aplicação de jogos educativos específicos, como Matemática, Química, Física Linguagens, Biologia e outras, com o objetivo de apoiar as etapas do processo de virtualização do jogo [Santos and da Silva Junior 2016, Santos and Silva Junior 2016b, Santos and Silva Junior 2016a]. Neste contexto, vários pesquisadores têm levantado questões que abordam os grandes desafios relacionados à virtualização de jogos com foco educativo, e, destacando como um dos seus grandes desafios à condução de estudos em cenários ecológicos visando comparar os resultados de aprendizagem com o uso das versões digitais e físicas dos jogos com estudantes de diferentes níveis educacionais [Santos and Silva Junior 2016a].

2.2. Trabalhos Relacionados

Recentemente, diferentes trabalhos que abordam à virtualização e avaliação de Jogos Educativos têm sido conduzidos em diversos domínios e níveis educacionais. Nesta perspectiva, [Oliveira et al. 2015] avaliaram dois jogos educativos que foram submetidos ao processo de Virtualização de Jogos Educativos, em aspectos de interface e pedagógicos, através das abordagens quantitativa e qualitativa, que, de acordo com os autores tiveram resultados positivos em ambos os aspectos. Um ano depois, [Santos and Silva Junior 2016c] destacaram os resultados do processo de Virtualização de Jogos aplicados em dois jogos analógicos utilizados no ensino de Matemática, bem como a avaliação destes jogos em termos de usabilidade e aspectos pedagógicos. Segundo os mesmos pesquisadores, 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.

No mesmo ano, [Santos et al. 2016], propuseram um jogo para o ensino de Artes com estudantes do Ensino Médio em duas versões, sendo uma versão analógica e uma

versão digital similar. Com objetivo de melhorar a interação social entre os estudantes da “era digital” e os professores, que em geral, não possuem muita familiaridade com os recursos tecnológicos, buscando facilitar a familiarização dos docentes com o uso do *game* e assim, prepará-los para fazer uso desse recurso educacional 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 (analógica e digital) 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 experimental, são capazes de apoiarem estudantes e professores nos processos de ensino e aprendizagem, no entanto, maioria dos resultados não indicam diferença significativa entre as versões analógicas e digitais, destacando a importância de conduzir novos estudos nesse domínio. Assim, até onde sabemos, somos os primeiros a realizar uma avaliação comparativa entre versões analógicas e digitais de jogos educativos em termos de interação social dos estudantes no ensino de Matemática.

3. Estudo

O estudo apresentado nesse artigo foi executado com base no modelo de objetivos, questões e métricas (do inglês, *Goal Question Metrics (GQM)* [Wohlin et al. 2012]). De acordo com [Wohlin et al. 2012], nosso estudo é caracterizado como um experimento do tipo comparativo com abordagem quantitativa.

3.1. Objetivos, questões de pesquisa e hipóteses

O experimento descrito teve por objetivo **identificar se existe diferença significativa em termos de interação social dos estudantes da Educação Básica ao jogar a versão analógica em comparação com a versão digital de um jogo para o ensino de Matemática**. Nesse estudo, baseado nos estudos de [Neto et al. 1998, Mello and Teixeira 2011], entende-se interação social como a “capacidade de realizar-se ações recíprocas entre dois ou mais indivíduos durante as quais há compartilhamento de informações”. A seguinte questão de pesquisa foi definida para esse experimento: **Existe diferença significativa em termos de interação social nos estudantes ao jogar a versão analógica e versão digital do jogo educativo?** De acordo com a questão de pesquisa, as seguintes hipóteses foram definidas: H_0 : A **interação social** dos estudantes não difere significativamente independente das versões do jogo; H_1 : A **interação social** dos estudantes difere significativamente de acordo com as versões do jogo. A Tabela 1 apresenta a definição formal das hipóteses.

Tabela 1. Definição Formal das Hipóteses

Hipóteses	Definição
H_0	$\gamma vA(\text{Interação Social}) = \gamma vD(\text{Interação Social})$
H_1	$\gamma vA(\text{Interação Social}) \neq \gamma vD(\text{Interação Social})$
Legenda: γ = Média; vA = versão analógica; vD = versão digital	

3.2. Materiais e Método

Para obtenção da comparação entre os jogos nas versões analógica e digital, foi usado o método de divisão randômica igualitária que divide uma turma randomicamente em dois grupos distintos de maneira aleatória (grupo controle e grupo experimental). O grupo experimental foi convidado a jogar a versão digital do jogo no laboratório de informática, enquanto que, o grupo de controle foi convidado a jogar a versão analógica do jogo em sala de aula sem acesso aos recursos tecnológicos. O experimento ocorreu de maneira simultânea em dois espaços diferentes, de maneira que um grupo não tomasse conhecimento do que o outro grupo estava fazendo. Os estudantes puderam jogar (individualmente mas com livre acesso de interação com os colegas) 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 interação social proposto por [Fu et al. 2009].

Para avaliar a interação social dos estudantes, usamos o questionário proposto e validado por [Fu et al. 2009], o qual é capaz de avaliar uma série de aspectos em jogos educativos, como, concentração, balanceamento de dificuldade e interação social, por meio de uma abordagem não invasiva, usando afirmativas e com métricas baseadas em escala de Likert (1-7) [Likert 1932]. Em nosso estudo, devido ao nosso objetivo de manter a concentração na interação social, optamos então por usar somente as questões referentes a interação social. Adicionalmente, uma questão de “checagem de atenção” (e.g.: “*Esta é uma questão para saber se você esta prestando atenção e lendo as perguntas. Se você esta prestando atenção, marque a opção 2*”) foi usada para obter e remover possíveis respostas inconsistentes. O questionário de avaliação do jogo pode ser obtido por meio do seguinte link: <https://bitly.com/k6dWn>.

O jogo usado no experimento foi o jogo [Removido para Revisão], proposto por [Removido para Revisão]. [Removido para Revisão] é um jogo que tem a capacidade de abordar tipos de conteúdos diferentes, como, por exemplo, Algarismos Romanos, Conversão de Valores e Raciocínio Lógico. A descrição completa do jogo pode ser acessada em [Removido para Revisão] e o jogo online pode ser jogado por meio do seguinte link: [Removido para Revisão]. Por motivos de espaço e para evitar redundância, resolvemos não apresentar em detalhes o jogo nesse artigo. A escolha do jogo se deu em função de ser um jogo que deve prover interação social, onde as discussões entre os estudantes para resolver os desafios, tendem a estimular o desenvolvimento do raciocínio lógico.

3.3. Fatores, variáveis de resposta e amostra

De acordo com as hipóteses definidas, nosso experimento tem um fator, que é jogo com dois níveis (versão analógica e versão digital). A variável de resposta é a interação social dos estudantes, medida por meio da escala anteriormente apresentada, tendo como métrica a sua média, obtida por meio da escala de Likert. As unidades experimentais são os estudantes do 6º ano da Educação Básica (ano inicial do Ensino Fundamental II) que formam nossa amostra. Participaram do presente estudo 34 estudantes, sendo: 18 do sexo masculino e 16 do sexo feminino, de um colégio particular brasileiro, com idade média de 11 anos, sendo que o estudante mais jovem tinha 10 e o mais velho 12 anos.

Sobre a frequência em que costumam jogar, cinco estudantes informaram nunca costumam jogar, 10 que jogam raramente, e a maioria (19 estudantes) que jogam sempre.

O estudo atende diferentes critérios para um tamanho de amostra adequado. De acordo com [Bentler and Chou 1987], deve haver uma proporção mínima de cinco respondentes por cada constructo no modelo avaliado, assim como [Hair et al. 1998] que sugere a mesma regra para análise de fatores. Desse modo, apesar de não termos uma amostra que atenda critérios de adequação demográfica (*e.g.*, diferentes estados), a quantidade de estudos permite a aplicação adequada de diferentes testes estatísticos.

4. Resultados e Discussões

Inicialmente, a Tabela 2 mostra uma comparação descritiva da diferença entre as versões do jogo. Neste sentido, é possível perceber que a versão digital do jogo foi melhor percebida em termos de interação social pelos estudantes, o que pode surpreender a expectativa de alguns estudos recentes, por exemplo [Santos and da Silva Junior 2016, Santos and Silva Junior 2016a], ao mesmo tempo que abre espaço para novas pesquisas neste domínio.

Tabela 2. Visão Geral dos Resultados

Versão Analógica				Versão Digital			
MD	Med	Var()	DP	MD	Med	Var()	DP
5.353	5.75	0.843	0.919	5.382	5.25	2.111	1.453

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 dos testes de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov e Teste de Pearson [Razali et al. 2011]. Como apresentado na Tabela 3 os resultados dos testes mostram que em ambas as versões não foi possível confirmar se os dados seguem uma distribuição normal ou não, dado que os resultados foram diferentes de acordo com os testes (considerando o intervalo de confiança de 95%). Diante disso, para avaliação das hipóteses, optamos por realizar duas análises nos dados, sendo uma análise de variância com base em populações de distribuição normal (*t-test / t-student*) e outra análise de variância com base em populações de distribuição não normal (teste de *Wilcoxon*) [Hinkle et al. 2003]. A análise de variância dos dados, também apresentada na Tabela 3, indicam que não houve uma diferença significativa na interação social dos estudantes entre as duas versões (considerando o intervalo de confiança de 95%) sob nenhuma das perspectivas de teste.

Neste sentido, apesar da média de interação social dos estudantes na versão digital do jogo ser superior a versão analógica, os testes estatísticos conduzidos mostram que a diferença não foi estatisticamente significativa, rejeitando assim, a hipótese alternativa do experimento. Em resumo, os resultados indicam que **independente da versão do jogo, houve um alto índice de interação social entre os estudantes (superior a cinco em ambas as versões), bem como, que essa interação social não foi significativamente diferente entre as versões do jogo.**

Por um lado, este resultado corrobora com as expectativas de estudos recentes conduzidos nesta área, por exemplo, [Santos and Silva Junior 2016b, Santos and da Silva Junior 2016, Santos and Silva Junior 2016a], indicando que

Tabela 3. Análise de Normalidade e Testes de Hipótese

Versão Analógica			Versão Digital		
p-valor	Hipótese	Situação	p-valor	Hipótese	Situação
Teste de Normalidade - Shapiro-Wilk					
0.116	H_0	Normal	0.004	H_1	Não Normal
Teste de Normalidade - Kolmogorov-Smirnov					
0.004	H_1	Não Normal	0.028	H_1	Não Normal
Teste de Normalidade - Pearson					
0.023	H_1	Não Normal	0.086	H_0	Normal
Análise de Variância					
Teste-t			p-valor	Hipótese	Situação
			0.943	H_0	Sem diferença
Teste de Wilcoxon			p-valor	Hipótese	Situação
			0.905	H_0	Sem diferença

virtualização de jogos pode ser um caminho em potencial (dado que a interação social foi alta em ambas as versões). Por outro lado, os resultados são semelhantes ao trabalho 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 estão alinhados a hipótese do chamado “método-não-mídia” de [Clark 1994] que prevê que não haverá diferença no desempenho dos estudantes 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 analógicos) por novas tecnologias (como é o caso dos jogos digitais), independente do público, não garante uma melhora na construção de conhecimento dos estudantes. Além disso, apresentam indícios da possibilidade de utilização mista destas tecnologias, ou seja, do uso do digital em parceria com o analógico (versão não digital do jogo), de acordo com o contexto de aplicação. Por fim, os resultados destacam ainda a importância de replicar esse estudo em outros contextos e com outros jogos/estudantes no intuito de observar os resultados de maneira comparativa. É importante ressaltar que esta é uma linha de pesquisa em aberto [Santos and Silva Junior 2016a], com desafios a serem trabalhados e com oportunidades de pesquisa, que podem ser tratados em trabalhos futuros.

4.1. Ameaças a Validade

Essa seção busca descrever pontos que podem ser melhorados em futuras replicações desse trabalho e outros aspectos que devem ser observados em consideração para a generalização dos resultados obtidos da avaliação conduzida. Em geral, buscou-se minimizar as ameaças apresentadas nessa seção. No intuito de estruturar a sessão, as ameaças foram classificadas nas seguintes categorias: interna, externa, construção e conclusão, como definidas por [Wohlin et al. 2012]. **Interna:** Dado que o estudo envolveu a participação ativa estudantes e professores, deve-se levar em consideração as ameaças internas, como: (i) história - possivelmente, durante a condução do estudo, tenham ocorrido fatos que possam ter afetado os resultados do estudo. Para minimizar essa a

ameaça, foi permitido que os estudantes jogassem livremente, ou seja, sem intervenção direta/continua dos professores; (ii) maturação - os estudantes utilizaram o jogo por cerca de meia hora, para depois responder ao questionário, possivelmente eles podem ter respondido ao questionário entediados ou cansados; e (iii) viés positivo - tendo em vista que o presente estudo não está emparelhado, é possível que os participantes não tenham uma base para comparação com outros jogos educativos, assim como, pelo fato dos estudantes não estarem habituados a utilizar jogos no ambiente escolar, pode ocorrer o “efeito novidade” que pode levar os estudantes a avaliar a ferramenta de uma modo diferente.

Externo: Os participantes do experimento são representativos apenas para o contexto da educação básica. Diante disso, não podemos generalizar os resultados obtidos dessa experiência para outros contextos, reforçando a necessidade de novos estudos envolvendo discentes e docentes em cenários do mundo real de diferentes níveis e domínios educacionais. **Construção:** O experimento conduzido nesse estudo mediu um aspecto específico (*i.e.*, interação social), de modo que este pode não ser medido através de questionário. Para reduzir esta ameaça, selecionamos metodologias e instrumentos validados e utilizados em estudos empíricos/experimentais científicos da comunidade de Informática na Educação. **Conclusão:** Nesse estudo, usamos um jogo para o ensino de raciocínio lógico matemático com estudantes do ensino fundamental. Neste contexto, os resultados desse experimento devem ser replicados em outros contextos e com diferentes jogos para serem generalizados. Finalmente, é possível que irrelevâncias aleatórias tenham ocorrido no ambiente experimental, por exemplo, ruído, distrações e assim por diante.

5. Considerações Finais

Diante do desafio contemporâneo de comparar os efeitos das versões analógicas com as versões digitais de jogos educativos, este estudo objetivou comparar a versão digital com a versão analógica de um jogo educativo com foco no ensino de Matemática. Para isso, foi realizado um estudo experimental do tipo comparativo com 34 estudantes da Educação Básica de uma escola particular. Os principais resultados mostraram que ambas as versões tiveram um efeito positivo na interação social dos estudantes e que a versão digital do jogo obteve melhor resultado que a sua versão analógica. No entanto, os testes de hipótese indicaram que essa diferença não foi significativa, mostrando que a versão do jogo (analógica ou digital) não interfere de maneira diferente na interação social dos estudantes. Como trabalhos futuros, pretende-se realizar novos estudos, virtualizando jogos atrelados a recursos de Inteligência Artificial e Realidade Aumentada, avaliando esses jogos em diferentes cenários. Desafia-se ainda, buscar submeter outros jogos, inclusive de diferentes disciplinas, a novas avaliações 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.
- Bentler, P. M. and Chou, C.-P. (1987). Practical issues in structural modeling. *Sociological Methods & Research*, 16(1):78–117.
- 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.
- Drijvers, P., Kieran, C., Mariotti, M.-A., Ainley, J., Andresen, M., Chan, Y. C., Dana-Picard, T., Gueudet, G., Kidron, I., Leung, A., et al. (2009). Integrating technology into mathematics education: Theoretical perspectives. In *Mathematics education and technology-rethinking the terrain*, pages 89–132. Springer.
- 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.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., Tatham, R. L., et al. (1998). *Multivariate data analysis*, volume 5. Prentice hall Upper Saddle River, NJ.
- Hinkle, D. E., Wiersma, W., and Jurs, S. G. (2003). *Applied statistics for the behavioral sciences*, volume 663. Houghton Mifflin College Division.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- 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.
- Mello, E. d. F. F. and Teixeira, A. C. (2011). A interação social descrita por vigotski e a sua possível ligação com a aprendizagem colaborativa através das tecnologias em rede. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 1, pages 1362–1365.
- Neto, C., Barreto, L. S. M., and Afeche, S. C. (1998). A formação social da mente vygotski, Is 153.65-v631 psicologia e pedagogia o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. *Psicologia*, 153:V631.
- 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*.
- Oliveira, W., Joaquim, S., and Isotani, S. (2020). Avaliação de jogos educativos: Desafios, oportunidades e direcionamentos de pesquisa. In *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*.
- 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).
- Razali, N. M., Wah, Y. B., et al. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1):21–33.

- Resende, B. and dos Santos, M. G. (2019). Virtualização e educação: Desafios além da realidade. *Redin-Revista Educacional Interdisciplinar*, 8(1).
- Santana, S. J. and Oliveira, W. (2019). Jogos educacionais como ferramenta de auxílio ao processo de alfabetização. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, volume 25, page 148.
- 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)*.
- 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. 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.
- Santos, W. O. and da Silva Junior, C. G. (2016). State of the art in educational games virtualization. *RENOTE*, 14(1).
- Santos, W. O., Gomes, T. C. S., and da Silva, C. C. V. (2017a). Desafios das diagonais: Um jogo para o ensino de matemática. *Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*. Curitiba-PR.
- Santos, W. O., Rosalino, G., and Silva, C. (2017b). Desafios das diagonais: Um jogo casual para o aprimoramento do raciocínio lógico. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação*, volume 6, page 168.
- 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).
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., and Wesslén, A. (2012). *Experimentation in software engineering*. Springer Science & Business Media.