

O JOGO TORRE DE HANOI E ALGUMAS DE SUAS POTENCIALIDADES EDUCACIONAIS

Geisa Zilli Shinkawa-da-Silva
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
geisa_zilli@hotmail.com

Marcela Aparecida Penteado Rossini
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
marcelapenteado@yahoo.com.br

Resumo:

Este texto discute características relacionadas ao uso das TICs e de jogos educativos digitais, evidenciados por meio do jogo Torre de Hanói em uma versão digital *online*. Tem como principal objetivo analisar algumas das potencialidades educacionais do jogo Torre de Hanói em sua versão digital. Para a análise dos dados, os quais foram obtidos por meio da observação e roda de conversa quanto pela resposta a um questionário pelos estudantes, no qual procuramos separá-los por unidades de significados e levantar as falas e relatos mais significativos com base em nosso objetivo e referencial teórico. A partir da análise dos dados pode-se concluir que o jogo torre de Hanói digital contribui para o ensino e aprendizagem da matemática, e também para a formação geral dos sujeitos no desenvolvimento de habilidades relacionadas ao raciocínio, resolução de problemas e criatividade.

Palavras-chave: Jogos educacionais digitais; Torre de Hanói; Educação Matemática.

1. Introdução

Atualmente vivemos em uma sociedade movida pela tecnologia, sobretudo a tecnologia digital. Igualmente, a utilização de recursos tecnológicos como instrumento de ensino mostra-se como uma tendência em Educação e também na Educação Matemática. Diante disto, as pesquisas que abordam o uso das TICs (Tecnologias da Informação e comunicação) para o ensino e a aprendizagem de matemática têm contribuído para disseminar e dar respaldo teórico-metodológico aos trabalhos a serem desenvolvidos em sala de aula. Neste contexto, uma tecnologia que tem sido muito utilizada na área educacional é o jogo digital, especialmente pelo fato de se fazer presente no cotidiano das crianças, dos jovens e até mesmo dos adultos.

Nos dias de hoje as pessoas demonstram grande interesse por jogos dos mais diversos tipos, fazendo com que o mercado busque maneiras de se expandir e aprimorar, aprimorando também metodologias para que os jogos se adaptem a diferentes tipos de jogadores e finalidades, como é o caso do jogo digital educacional. Também é possível, com tanta tecnologia digital, transformar um jogo real (manipulável) em jogo digital, de modo a

favorecer seu uso pelos educadores, uma vez que o custo se reduz a quase zero, tornando-se acessível.

Um caso destes é o jogo Torre de Hanói, o qual é composto por uma base contendo três pinos (A, B e C), em um dos quais são dispostos alguns discos (3 ou mais) uns sobre os outros, em ordem crescente de diâmetro, de cima para baixo. O objetivo é passar todos os discos de um pino (A) para outro qualquer (B ou C), usando um dos pinos como auxiliar, de maneira que um disco maior nunca fique em cima de outro menor. Deve-se respeitar as seguintes regras: (i) deslocar um disco de cada vez e (ii) cada disco nunca poderá ser colocado sobre outro de diâmetro menor.

Este jogo é classificado como um quebra-cabeça e exige do jogador estratégia e planejamento, memória e raciocínio lógico destinados à resolução do problema. Além disso, pode-se considerar a questão da quantidade de discos, do tempo de jogo e da quantidade mínima de movimentos durante uma partida para que o jogo se torne mais complexo, de acordo com o desempenho do estudante na fase/etapa anterior.

Assim, o principal objetivo deste trabalho é analisar algumas das potencialidades educacionais do jogo torre de Hanói, especificamente em sua versão digital.

Para tanto, o jogo foi aplicado em sua versão digital *online* junto a 30 estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de um colégio particular localizado no interior do estado de São Paulo, tendo a professora de matemática como mediadora.

A coleta de dados consistiu em observação da situação de jogo, preenchimento de um questionário pelos estudantes e roda de conversa junto aos jogadores tendo a professora como mediadora, de modo a finalizar a atividade. Já a análise dos dados consistiu no agrupamento das falas por unidades de significados, à luz do referencial teórico escolhido. No item que segue, será apresentado o referencial teórico no qual a pesquisa encontra-se pautada.

2. Referencial Teórico

Em relação ao uso das TICs no contexto educacional, Ponte (2000) considera que elas podem auxiliar na aprendizagem, visto que aplicam técnicas de simulação e de modelação cognitivas baseadas na inteligência artificial. Para este autor, a forma mais significativa pela

qual estas tecnologias marcam as instituições educativas são as possibilidades que trazem de criação de espaços de interação e comunicação, de realização de projetos e de reflexão crítica para o aluno.

Para Ponte (1997), as TICs auxiliam no desenvolvimento de capacidades intelectuais de ordem mais elevada relacionadas com o raciocínio matemático, uma vez que não priorizam a aprendizagem de técnicas associadas às competências de cálculo, mas possibilitam a realização de diversas experiências, favorecendo o desenvolvimento de raciocínio estratégico para a exploração, investigação e resolução de problemas, visto que é preciso analisar e avaliar os resultados fornecidos pelas máquinas.

Segundo Borba e Penteado (2003), a informática é uma extensão da memória e se diferencia qualitativamente das outras tecnologias da inteligência, visto que possibilita que o raciocínio do jogador seja desafiado pelo modo de pensar, pela simulação, pela experimentação e por uma linguagem que envolve escrita, oralidade e comunicação instantânea.

Jogos educativos estão inseridos neste contexto. De acordo com Gros (2003¹, apud SAVI E ULBRICHT, 2008) ao se utilizar um jogo com finalidades educacionais, este deve ter objetivos de aprendizagem bem definidos e ensinar conteúdos disciplinares, ou promover o desenvolvimento de estratégias ou habilidades importantes para ampliar a capacidade cognitiva e intelectual dos alunos.

Savi & Ulbricht (2008) elencaram alguns benefícios que os jogos educativos podem trazer para o processo de ensino e aprendizagem, são eles: efeito motivador, facilitador da aprendizagem, desenvolvimento de habilidades cognitivas, aprendizado por descoberta, experiência de novas identidades, socialização, coordenação motora, comportamento expert. Para os autores, é difícil encontrar um jogo que contenha todas estas características apresentadas simultaneamente, porém, é possível demonstrar como este tipo de mídia pode trazer benefícios ao ser utilizada como recurso didático.

¹ GROS, Begoña. The impact of digital games in education. First Monday, v.8, n.7, jul.2003.

Ao considerarmos a palavra *Jogo*, temos a definição de alguns autores contemporâneos: (i) Para Rogers (2012), um jogo: requer no mínimo um jogador; possui regras; tem uma condição de vitória e; possui um objetivo claro. (ii) Para McGonigal (2011), o jogo é uma atividade que possui essencialmente as seguintes características: regras; metas; *feedback* e; participação voluntária. (iii) Já para os autores Elias, Garfield e Gutschera (2012), a definição de jogo pode ser resumida em: regras, padrões, resultados, condição de vitória, assimetria posicional e *feedback*. Para estes autores abordar o jogo pela motivação é inédito por todas as definições que visualizamos até o momento.

Gros (2003, apud SAVI E ULBRICHT, 2008) destaca que o potencial de um jogo educacional vai além do fator motivação, visto que, para este autor, os jogos auxiliam os estudantes a desenvolverem diversos tipos de habilidades e estratégias, sendo considerados como recursos que podem favorecer a aprendizagem.

Cook (2006) define que a mecânica de um jogo é composta por sistemas/simulações que facilitam e incentivam o usuário, por meio do uso de mecanismos de *feedback*, a explorar e aprender as propriedades de seu espaço de possibilidades. A mecânica do jogo abarca características que podem promover a aprendizagem, tais como: incentivo à descoberta e à exploração. Ainda, em relação ao *design* do jogo, as teorias sobre o estado de fluxo têm sido aplicadas em diversas áreas para que se concebam experiências interativas entre os seres humanos. Esta teoria pode ser aplicada ao uso de jogos, seja como forma de entretenimento ou para treinamento ou educacional, entre outras funcionalidades. Segundo Nakamura & Csikszentmihalyi (2002), a fim de manter a experiência de uma pessoa no fluxo, a atividade precisa chegar a um equilíbrio entre os desafios da atividade e as habilidades do participante, ou seja, se o desafio é maior do que a capacidade, a atividade se torna esmagadora e gera ansiedade e; se o desafio é menor do que a capacidade, provoca tédio.

Diante dessas considerações em relação ao uso das TICs e de jogos digitais educativos no contexto da Educação Matemática, que é foco deste trabalho, é válido destacar que a utilização de jogos na educação sem a exploração de suas potencialidades educacionais, não traz contribuição nenhuma no âmbito da Educação Matemática.

Autores como Ribeiro e Ponte (2000) declaram que recursos tecnológicos, por si sós, não promovem mudanças e que em certas situações podem até ser prejudiciais, caso

incentivem práticas não recomendadas no meio educativo, como por exemplo, a mecanização das atividades propostas sem reflexão ou compreensão dos processos matemáticos que permeiam tais práticas.

Gee, (2013) coloca que as pessoas atualmente querem ensinar tudo por meio de jogos, da mesma forma que tentou-se ensinar tudo por meio do livro didático. Este autor sugere que uma “boa aprendizagem” é um sistema complexo, em que mentes, corpos, tempos, lugares, linguagem e ferramentas interagem de forma complexa.

Apropriadamente neste texto da visão de que a utilização de jogos como ferramenta de ensino e aprendizagem, sobretudo de matemática, deve promover a interação, a motivação, a descoberta e, ainda, possibilitar que os alunos experimentem situações como a vitória, a derrota, que corram e avaliem os riscos e também desenvolvam habilidades e estratégias de resolução de problemas. Assim, tentaremos analisar no decorrer deste trabalho a presença de características de um jogo digital educacional no jogo Torre de Hanói, o que vai na direção do objetivo traçado. No item seguinte apresentar-se-á a metodologia adotada para a realização deste trabalho.

3. Metodologia

O jogo Torre de Hanói em sua versão digital *online*² foi aplicado no Laboratório de Informática Educacional a uma sala de 8º ano do Ensino Fundamental de um colégio particular localizado no interior do estado de São Paulo, a qual é composta por 30 alunos, tendo a professora de matemática como mediadora. Os estudantes serão denominados E1, E2, E3... E30, de acordo com a ordem alfabética e a professora mediadora será denominada P, de modo a preservar suas reais identidades. Durante o desenvolvimento das atividades educacionais foram adotadas as seguintes estratégias e a aula ocorreu da seguinte maneira:

(i) Aula expositiva dialogada e roda de conversa para exposição do objetivo do jogo e lenda que deu origem a ele, bem como solicitação de anotações referentes à quantidade de jogadas, estratégias utilizadas pelos estudantes e padronização de movimentos;

²O jogo Torre de Hanói utilizado encontra-se disponível em: <http://www.ufrgs.br/psicoeduc/hanoi/>.

(ii) Os estudantes jogaram o jogo Torre de Hanói em sua versão digital *online* inúmeras vezes, variando a quantidade de discos, o que ocorreu no Laboratório de Informática Educacional tendo a professora como mediadora;

(iii) Os estudantes responderam ao questionário, abaixo descrito, com questões sobre o jogo e suas percepções durante a realização das jogadas e;

(iv) Os estudantes, sob orientação da professora mediadora, promoveram uma discussão final sobre aspectos educacionais e principais conteúdos abordados no jogo Torre de Hanói digital.

O questionário aplicado junto aos estudantes após jogarem *online* foi composto pelas seguintes questões: 1) Você gostou do jogo Torre de Hanoi? Justifique. 2) Você acha que o jogo digital tem alguma diferença em relação ao jogo real (manipulável – feito de madeira)? Se sim, cite-as. 3) Qual a menor quantidade de tentativas para finalizar o jogo? E qual a maior quantidade de jogadas? 4) Qual o menor número de movimentos necessários para completar o jogo? Algum colega conseguiu em menos movimentos que você? 5) Qual o segredo para jogar bem, sem desperdiçar tempo e movimentos? 6) Será que há algum padrão ou fórmula, considerando a quantidade de discos, para descobrir a quantidade mínima de jogadas? Você consegue percebê-la? Após a aplicação deste questionário, para finalizar as discussões relativas às jogadas e conteúdos matemáticos abordados, cada estudante teve a oportunidade de expor sua estratégia aos demais e ouvir a dos colegas, fato que enriqueceu muito a discussão.

No que se refere ao tempo de aplicação da atividade, o jogo Torre de Hanói digital foi aplicado em uma aula de 50 minutos e a discussão e resposta ao questionário ocorreu em duas aulas de 50 minutos, totalizando 2 horas e 30 minutos.

Para a análise dos dados obtidos tanto por meio da oralidade quanto pela resposta ao questionário, procuramos separá-los por unidades de significados e levantar as falas e relatos mais significativos com base em nosso objetivo e referencial teórico escolhido. Na sequência, apresentar-se-á uma análise dos dados obtidos, juntamente às possibilidades educacionais possíveis.

4. Análise dos Dados

Inicialmente os estudantes foram levados para o Laboratório de Informática Educacional e algumas instruções foram passadas, as quais consistiram no site que deveria ser acessado, como movimentar as peças, o surgimento do jogo – Lenda, o objetivo e condição de vitória e as anotações a serem realizadas. Após esse momento, os estudantes foram deixados livres para acessarem o jogo e explorarem o ambiente virtual, sendo-lhes fornecido o mínimo de informações, de modo a incentivar que novas descobertas fossem sendo feitas e socializadas com os demais de forma espontânea e verbal.

Quando os estudantes foram questionados sobre o jogo, eles afirmaram terem gostado bastante, especialmente pelo fato de ser um jogo educativo e ao mesmo tempo divertido, uma vez que têm um conceito pré-estabelecido de que tudo que é educacional é “chato”. Disseram que inicialmente pensaram ser um jogo “bobo” e simples, opinião esta que mudou quando a quantidade de discos foi sendo alterada e a quantidade de movimentos precisava ser a menor possível. Seguem alguns excertos de falas dos estudantes:

“O jogo é bem legal, usa o raciocínio.” (E9)

“O jogo ajuda o trabalho da mente.” (E7)

“É bem interessante e quanto mais você joga, mais você quer se superar.” (E21)

“É desafiador e divertido.” (E5)

“O jogo é educativo e ao mesmo tempo legal.” (E18)

Diante das colocações acima nota-se que o raciocínio lógico matemático ocupa um lugar de destaque no jogo Torre de Hanói, de acordo com o pensamento dos educandos, além da compreensão do jogo como algo desafiador e divertido que promove a superação de algumas dificuldades, especialmente no que diz respeito à aversão apresentada por um número significativo de pessoas a esta disciplina. O estudante E4 citou também a dificuldade encontrada para finalizar o proposto quando a quantidade de pinos ia aumentando, o que fez com que o jogo deixasse de ser tão atrativo e divertido, em suas palavras:

“É legal, você tem que usar o cérebro e é um pouco chato quando aumenta os discos.” (E4)

Neste sentido, nos remetemos a Nakamura & Csikszentmihalyi (2002) que argumentam sobre a necessidade de um equilíbrio entre os desafios gerados na atividade e da habilidade de quem a está executando, para que não gere ansiedade pela dificuldade e não provoque tédio pela facilidade.

Sobre o fato de o jogo digital apresentar diferenças em relação ao jogo real (manipulável), quatro alunos perceberam a diferença com relação à acessibilidade, no sentido de você poder jogar a qualquer hora e lugar, sem se preocupar em adquiri-lo com antecedência ou onde armazená-lo.

“Sim, o jogo digital é bem mais acessível, já que o de madeira você tem que comprar ou criar.” (E30)

Ainda no que se refere ao jogo digital, E25 e mais dois estudantes citam a não possibilidade de poder tocar as peças e manipulá-las da maneira que lhe for conveniente. Já E6 enfatiza o fato do jogador tem a possibilidade de mudar os discos sem obedecer às regras pré-estabelecidas, o que não ocorre no jogo em sua versão digital.

“Digital você vai jogar com um mouse, não pode tocar nem os discos, nem os pinos, já o real você pode tocar todas as peças” (E25)

“No jogo manual teria possibilidade de roubar, por isso eu prefiro online” (E6)

Com relação à quantidade de movimentos necessários para finalizar o jogo e às melhores jogadas, todos os estudantes perceberam que as jogadas aleatórias poderiam dar certo, mas que a quantidade de movimentos aumentaria muito, então seria melhor pensar nas jogadas antes de efetuá-las de modo a otimizar cada partida. Além disso, alguns jogadores começaram a questionar outros colegas com relação à quantidade mínima de movimentos que cada um conseguiu, tentando bater tal recorde. Em determinado momento e após uma série de tentativas com a mesma quantidade de discos, eles perceberam que havia uma quantidade mínima de jogadas possíveis, o que pode ser percebido na fala de E4.

“Todos conseguiram igual, mas não menor que esse resultado.” (E4)

Alguns jogadores perceberam que há um padrão a ser seguido no momento em que cada disco é movimentado, o que os fez criarem novas estratégias de jogo, e que movimentos “errados” ou desnecessários acabam com a possibilidade de conseguir a quantidade mínima de movimentos, uma vez que

“Sempre quando você muda as peças (ir e voltar) você gasta duas jogadas.” (E11)

No momento destinado às discussões pós-jogo e pós-questionário, os alunos foram instigados pela professora P a tentar encontrar um padrão para a quantidade mínima de jogadas a partir do levantamento da quantidade mínima obtida por cada estudante, as quais foram colocadas na lousa em forma de tabela, tal momento pode ser compreendido como um *feedback* aos jogadores, bem como retomada das regras e objetivos do jogo. Os alunos

perceberam alguma relação com o número 2 devido à colocação acima (para mudar cada disco você gasta duas jogadas) e também com a quantidade de discos, uma vez que quanto mais discos eram escolhidos mais difícil ficava o jogo, mas não conseguiram deduzir a fórmula, que foi colocada pela professora. Quando isso ocorreu, E6 percebeu que a fórmula apresentava características de uma função com duas variáveis e complementou

“[...] me ajudou a entender mais sobre funções, mas ele [jogo] foi complicado.” (E6)

Com relação às dificuldades encontradas no decorrer das jogadas, E26 colocou:

“Todos conseguiram, eu tive algumas dificuldades; com sete pinos ninguém conseguiu” (E26)

Como apontado em Ponte (2000) a atividade proporcionou momentos de interação entre os jogadores, gerando espaços para os estudantes debaterem e refletirem criticamente baseando-se em padrões observados, estratégias estabelecidas e resultados obtidos. Ainda de acordo com o colocado por Ponte (1997) foi possível desenvolver habilidades relacionadas ao raciocínio matemático na medida em que fizeram testes, experimentações, relacionaram com conteúdos como funções, potenciação, entre outros.

Ao serem questionados sobre os segredos que tinham descoberto a fim de jogar bem, sem desperdiçar tempo e movimentos, todos os estudantes citaram a necessidade de raciocinar com antecedência e prever as jogadas, de modo a “economizá-las”. Neste momento, novamente o raciocínio lógico matemático foi citado em diversos momentos, além do estabelecimento de um padrão ou sequência de movimentos.

“Pensar antes de jogar.” (E8)

“Lógica.” (E7)

“Pensar antes de movimentar o pino.” (E30)

“Raciocinar e jogar, economizando ao máximo as jogadas.” (E19)

“Pensar antes de mover, é tipo pensar no futuro da vida, mas você pensa no futuro do jogo [...] Cada vez que jogamos, queremos fazer menos e nos viciamos.” (E27)

“O segredo é sempre ir voltando as peças para formar uma sequência ou padrão” (E4)

Ao final da atividade, foi possível notar que estudantes com dificuldades significativas no que se refere a conceitos e algoritmos matemáticos apresentaram bom desenvolvimento no jogo, superando dificuldades e percebendo que a matemática encontra-se presente no cotidiano de cada um, nos mais diversos contextos e de diferentes formas.

5. Algumas possibilidades Educacionais do Jogo Torre de Hanói.

Como a situação de jogo, sobretudo a Torre de Hanói em sua versão digital *online*, apresenta-se de forma dinâmica e as descobertas ocorrem de acordo com os conceitos e habilidades já estudados pelos alunos ou que o professor mediador deseja evidenciar de acordo com suas necessidades educacionais, apresentaremos neste item algumas possibilidades para outros segmentos de ensino e habilidades.

Se considerarmos as definições dadas pelos autores que discutem o conceito de jogo é possível associar o jogo Torre de Hanói a quase todas as características mencionadas, uma vez que o jogo requer um ou mais jogadores (disputa); possui regras (já citadas); tem meta, objetivo claro e condição de vitória (passar todos os discos de um pino para outro qualquer, usando um dos pinos como auxiliar, de maneira que um disco maior nunca fique em cima de outro menor); o jogador pode estabelecer padrões (após jogar várias vezes e perceber que o número mínimo de movimentos necessários é $2^n - 1$, o jogador pode estabelecer um padrão nos movimentos necessários para realizar a jogada, minimizando o tempo de jogo e movimentos) e participa voluntariamente da partida. Já o *feedback* pode acontecer em diversos momentos durante a partida, de acordo com os objetivos a serem alcançados.

Ainda no que se refere à utilização do jogo Torre de Hanói no campo educacional, apresentaremos algumas possibilidades de exploração no que se refere a conceitos e conteúdos matemáticos para os diversos níveis de ensino, de acordo com o que já é sabido pelo educando e de modo a ampliar seu conhecimento.

Alfabetização matemática e raciocínio lógico: conceitos e simbologia - maior ($>$) e menor ($<$), bem como maior ou igual e menor ou igual e o conceito de ordem crescente e decrescente.

Análise e construção de gráficos: utilizando o fato de que o número mínimo de movimentos do jogo é $2^n - 1$, o estudante pode construir e analisar gráficos com o número de jogadas a partir da variação do número de discos.

Potenciação: a partir de uma série de tentativas, pode-se introduzir/deduzir que o número mínimo de movimentos do jogo é $2^n - 1$ e, para tanto, o estudante deve conhecer a operação de potenciação.

Equação e função exponenciais: a partir de uma série de tentativas, pode-se introduzir/deduzir que o número mínimo de movimentos do jogo é $2^n - 1$, na qual n representa a quantidade de discos utilizados e, a partir disso, o estudante pode ir variando esta quantidade e descobrindo o número mínimo de jogadas em cada caso.

Solução de problemas: presente em todos os jogos, uma vez que o jogador tem um objetivo definido e deve traçar metas para resolvê-lo.

Verifica-se que o jogo torre de Hanói em sua forma digital atende ao que é proposto por, Gros (2003, apud SAVI E ULBRICHT, 2008) uma vez que é possível com este jogo ensinar conteúdos disciplinares, além de promover o desenvolvimento de habilidades relacionadas à capacidade cognitiva dos alunos.

Outro benefício do jogo na forma digital, é que estará acessível a um maior número de pessoas e, se disponível para *tablets*, computadores, aplicativos para android, pode ser jogado em lugares variados, aproveitando tempos ociosos, enquanto o jogo físico/manipulável não oferece esta possibilidade.

6. Considerações Finais

A utilização de jogos é uma tendência para a Educação Matemática e, a partir do desenvolvimento deste trabalho foi possível perceber que, diante da era tecnológica, os jogos eletrônicos ganham ainda mais espaço e oferecem muita atratividade, especialmente para as crianças e jovens em idade escolar.

Ao retomarmos o principal objetivo deste trabalho - Analisar algumas das potencialidades educacionais do jogo torre de Hanói, especificamente em sua versão digital – foi possível observar que o jogo torre de Hanói em sua forma digital, quando utilizado como um recurso didático, apresenta características e potencialidades de uma TIC, especificadamente enquanto um jogo digital educativo. Com este jogo foi possível ensinar conteúdos matemáticos (Potenciação, padrão e função, por exemplo), os quais foram percebidos de forma espontânea pelos estudantes em alguns momentos; promover a interação entre os alunos; criar espaços para discussão e argumentação junto ao professor; motivar os

alunos para a aprendizagem, entre outras potencialidades que foram elencadas ao longo do desenvolvimento da atividade.

Espera-se que este trabalho seja apenas um ponto de partida e possa encorajar professores educadores a fazerem uso das diversas ferramentas tecnológicas que se encontram disponíveis e acessíveis a custo zero, explorando delas as contribuições que podem trazer para o ensino e a aprendizagem da matemática para os diversos níveis de ensino.

7. Agradecimentos

As autoras agradecem aos 30 alunos do 8º ano do Ensino Fundamental, sujeitos de pesquisa e à equipe gestora da escola pelo consentimento na realização da pesquisa.

8. Referências

BORBA, M.C.; PENTEADO, M.G. *Informática e educação*. Coleção tendências em educação matemática. Belo Horizonte, Autêntica, 2003.

COOK, D. *What are game mechanics?* (2006). Acesso em: 10 out. 2015. Disponível em: <http://www.lostgarden.com/2006/10/what-are-game-mechanics.html>

ELIAS, G. S.; GARFIELD, R.; GUTSCHERA, K. R. *Characteristics of games*. MIT Press, 2012.

GEE, J.P. Learning Systems, Not games. *Texas Education Review*, v. 1, p. 147-153, 2013. Disponível em: http://txedrev.org/wp-content/uploads/2013/11/Gee_Learning-Systems-Not-Games_TxEdRev.pdf. Acesso em 20 out. 2015.

MCGONIGAL, J. *Reality is broken : why games make us better and how they can change the world*. New York: Penguin Press, 2011.

NAKAMURA, J.; CSIKSZENTMIHALYI, M. The concept of flow. *Handbook of positive psychology*, p.89-105, 2002.

PONTE, J.P. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios? *Revista Ibero-Americana de Educação*, n.24, p.63-90, 2000. Disponível em: <http://www.rieoei.org/rie24ao3.htm>. Acesso em: 22 fev.2016.

PONTE, J.P. *As novas tecnologias de informação no currículo e na prática pedagógica*. In: Ponte J. P. & Canavarro, P. *Matemática e novas tecnologias*. Lisboa: Universidade aberta. Cap. 4, 1997. Disponível em: <http://www.byteboss.com/view.aspx?id=96216&name=Ponte+Canavarro+97+Cap4&qry=DESTA%202522N>. Acesso em 22 fev. 2016.

RIBEIRO, M. J. B;

PONTE, J. P. A formação em novas tecnologias e as concepções e práticas dos professores de matemática. *Quadrante*, v.9, p.3-26, 2000.

ROGERS, S. *Level Up!*: Um guia para o Design de grandes jogos. [S.l.]: Blucher, 2012.

SAVI, R.; ULBRICHT, V. R. . *Jogos Digitais Educacionais*: Desafios e benefícios. CINTED-UFRGS. *Novas tecnologias na educação*, v.6, n.2, 2008. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/14405/8310>. Acesso em 28 fev. 2016.