

# Desenvolvimento de um jogo S rio com Uso de Realidade Virtual Aplicado ao Ensino da Matemática

Bruna V. Frade  
Universidade Federal de Viçosa  
Rio Paranaíba, Brasil

Bruno F. de F. Alixandre  
Universidade Federal de Viçosa  
Rio Paranaíba, Brasil

Pedro M. Sousa  
Universidade Federal de Viçosa  
Rio Paranaíba, Brasil

## Resumo

Baseando-se no aumento da procura de jogos digitais para entretenimento e o baixo desempenho dos alunos em matemática, foi proposto um jogo educativo com uso de recursos de realidade virtual, servindo como ferramenta de ensino auxiliar ao professor. Com o objetivo de melhorar o rendimento escolar na disciplina, desenvolveu-se um jogo plataforma, onde o aluno necessita acertar questões de matemática para vencer. Como resultado, percebeu-se uma alta receptividade ao jogo tanto por parte dos alunos quanto do professor, concluindo que o método, desde que bem planejado, possibilita a utilização de jogos educacionais como meio de ensino da matemática e de outras disciplinas.

**Palavra-chave:** jogos digitais, matemática, realidade virtual, jogos educacionais

## Author’s Contact:

{brunafrede29,bruno1501}@hotmail.com  
pedromois@ufv.br

## 1 Introdução

O uso de jogos computacionais se posiciona como a quarta atividade mais praticada pelos jovens [BNDES 2015]. O BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econ mico e Social) realizou uma pesquisa sobre o uso de jogos digitais em 2014. Segundo seus dados, 35% das crianças e adolescentes com idades de 9 a 16 anos jogam diariamente, 45% jogam pelo menos uma vez por semana e 19% ao menos uma vez por mês.

Em contrapartida aos dados do BNDES, a educação básica está em declínio. De acordo com o teste de proficiência Prova Brasil gerenciado pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais An sio Teixeira), aplicado aos alunos do 5  ano em 2011, 76,42% dos participantes estão abaixo do nível 5 de proficiência em matemática. Esse nível se inicia em 0, onde o aluno não possui qualquer domínio sobre o conteúdo e finda no nível 10, no qual possui total domínio [INEP 2011].

Uma forma de se aproveitar o interesse nos jogos digitais por parte das crianças   aplicando essa tecnologia com conteúdos educacionais. De acordo com a análise realizada por [Virvou and Katsionis 2008] com jogos que utilizam recursos de realidade virtual aplicados   educação, concluiu-se que esse método é atraente para os alunos em sala de aula e em casa.

Ao analisar o crescente interesse nos jogos digitais por parte das crianças, o declínio no desempenho da matemática básica e os dados de [Virvou and Katsionis 2008] com a usabilidade dos jogos na educação, foi proposto um jogo educacional utilizando recursos de realidade virtual aplicado ao ensino da matemática com intuito de aproveitar o lúdico dos jogos para estimular os alunos a aprender de forma divertida.

## 2 Realidade Virtual (RV)

A Realidade Virtual (RV)   uma geração de interface para representar objetos tridimensionais que se aproximam da realidade do usuário. Esse recurso visa proporcionar interações mais realistas através de equipamentos de visualização aplicados em ambiente fechado com aplicação individual ou coletiva [Kirner and Siscoutto 2007].

O termo Realidade Virtual, surgiu após a segunda guerra mundial com os simuladores de voo da Força Aérea dos Estados Unidos. Na década de 50, através de experiências multimodais baseadas em técnicas cinematográficas surgiu o Sensorama, uma máquina desenvolvida por Morton Heiling na qual permitia a imersão do usuário em um passeio de motocicleta em Manhattan. Porém o conceito se popularizou após a década de 80 com Jaron Lanier, para diferenciar simulações tradicionais das que envolvem múltiplos usuários [Kirner and Kirner 2011].

## 3 Jogos Digitais

Antes de discorrer o conceito de jogos digitais deve-se ter em mente o conceito de jogo. Para [Huizinga 2014] jogos podem ser definidos como noções primitivas voluntárias relacionadas de forma cultural e ritual de maneira intensiva promovendo excitação. Uma outra definição complementar dada por [Kamii and Devries 1991] descreve o jogo como competição física ou mental respeitando um conjunto de regras na qual o jogador tem como objetivo ganhar ou impedir que o adversário ganhe.

Segundo [Tori et al. 2007] Jogos digitais pode ser definido como qualquer jogo que utilize dispositivos eletr nicos (computador, *videogame*, celular) para permitir a interação, mostrar seu estado, regras de jogo, etc.

Existem diversas classificações dos jogos digitais em g neros, [Marcelo and Pescuite 2009] propôs a classificação dos mesmos em aventura, labirinto, luta, tiro, simulação, estratégia, esporte, corrida, RPG e plataforma, que por sua vez é o g nero referente ao jogo proposto por este trabalho.

Dentre essa classificação de g nero, o jogo digital pode assumir características de *single player* ( nico jogador) onde a interação e competição é com o próprio sistema ou *multiplayer* (dois ou mais jogadores) no qual o ambiente permite a imersão de mais usuários interagindo entre si dentro do mesmo ambiente virtual. Neste trabalho será abordado o tipo *single player* devido a viabilidade da aplicação em um ambiente escolar com poucos recursos de *hardware*.

## 4 Jogos S rios

Jogos sérios podem ser definidos como aqueles que utilizam recursos artísticos dos jogos tradicionais com o intuito de passar uma mensagem, ensinar uma lição e agregar conhecimento ao jogador com finalidade educacional cuidadosamente elaborada [Michael and Chen 2005].

Esse tipo de jogo pode trazer uma série de vantagens quando bem elaborado. Pode funcionar como efeito motivador, divertindo e entretendo em um mundo cheio de fantasia e dinamismo ao mesmo tempo em que aprende o conteúdo [Hsiao 2007]. Outra vantagem pertinente, é a facilidade no aprendizado quando utilizado esses recursos, pois é mais interessante aprender de forma divertida onde o aluno é o protagonista do seu conhecimento, do que utilizando métodos com difíceis visualizações da aplicação do conteúdo [Savi and Ulbricht 2008].

Vale ressaltar que além do conhecimento que essa técnica visa passar, também é proporcionado ao indivíduo desenvolvimento motor, cognitivo, criatividade e pensamento crítico devido aos desafios e tomadas de decisão dentro do jogo [Valente et al. 1999].

## 5 Trabalhos Relacionados

- O uso da realidade virtual como objeto de aprendizagem da matemática

Nesse trabalho [Frade et al. 2015] desenvolveram um jogo com recursos de Realidade Virtual, no qual o cenário simula um labirinto com aparência escolar. Com um personagem em terceira pessoa o aluno interage com os objetos desse ambiente com o intuito de responder questões de matemática da quarta série para dar prosseguimento no jogo. O trabalho citado diverge com o proposto por este artigo no ambiente, que por sua vez é aberto e dinâmico, não necessariamente tendo de seguir o mesmo caminho para prosseguir no jogo, caracterizando-se como o gênero de plataforma. Já no trabalho de [Frade et al. 2015], o ambiente é caracterizado por um labirinto, não permitindo ao aluno o poder de escolha de qual caminho seguir para atingir o objetivo. No trabalho citado as questões de matemática são estáticas, não podendo ser alteradas pelo professor após a implantação do sistema. No trabalho aqui proposto, o professor tem total autonomia para inserir o conteúdo de matemática.

- On the usability and likeability of virtual reality games for education: The case of VR-ENGAGE

[Virvou and Katsionis 2008] realizou um trabalho de avaliação da usabilidade de jogos com recursos de Realidade Virtual aplicados à educação. Ao perceber o constante interesse dos alunos por jogos como atividade de lazer, realizou-se um experimento com 50 alunos para averiguar a distinção desse interesse entre os jogos em casa e na escola. Foi realizado também uma comparação entre um jogo simples e outro com recursos de Realidade virtual, ambos educativos aplicados à geografia, avaliando o interesse dos alunos para com os mesmos. Como resultado, [Virvou and Katsionis 2008] concluíram que os jogos com RV são mais atrativos e estimulantes para esses alunos do que os demais estudados. O trabalho aqui proposto também avaliou a usabilidade do jogo com recursos de realidade virtual, bem como o nível de dificuldade de interação. Porém não foi comparado o desempenho dos alunos ora com o jogo ora com os meios tradicionais.

## 6 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi utilizado o software 3D *Studio Max* como ferramenta de modelagem, além da *engine Unity* na tarefa de estruturação do jogo. Como recursos de *hardware* para interação, o sistema faz uso de teclado e *mouse* como dispositivos de entrada e, monitor e caixa de som como dispositivos de saída.

Ao se propor o desenvolvimento de jogos com recursos de Realidade Virtual, é necessário assim como em qualquer outro *software* a utilização de uma metodologia que organize esse processo. Visando um modelo que melhor se adeque à essa tecnologia, foi utilizado nesse trabalho um processo baseado na metodologia elaborada para Sistemas de Realidade Virtual (SVR), proposto por [Mattioli et al. 2009]. Baseando-se nesta metodologia apresentada e considerando as circunstâncias deste trabalho, propõem-se uma metodologia incremental, englobando as etapas de planejamento da iteração, desenvolvimento e testes, conforme apresenta a Figura 1.

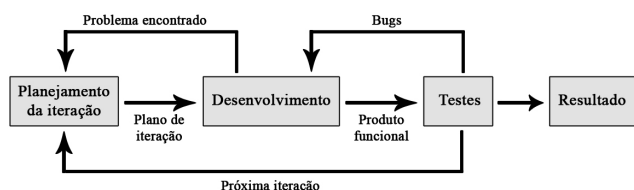


Figura 1: Metodologia incremental.

O desenvolvimento desse projeto foi dividido em cinco iterações, cujas quais serão descritas a seguir.

Iteração I - Desenvolvimento do ambiente e seus componentes estáticos

A partir de um *storyboard*, com uma prévia do que deverá ser desenvolvido, definiu-se o ambiente e seus componentes estáticos como conteúdo da primeira iteração. Visando obter um ambiente com opções de percursos não-lineares, optou-se por estabelecer um terreno aberto e com tema baseado no campo. Verificou-se então a viabilidade de implementação do terreno e de seus componentes, definindo-se a utilização de objetos tais como árvores, cercas, rochas, entre outros obstáculos, conforme apresenta a Figura 2.



Figura 2: Vista parcial do cenário desenvolvido

Iteração II - Desenvolvimento do personagem controlado pelo usuário

Nesta iteração, definiu-se como objetivo a criação do personagem no qual será utilizado pelo usuário para interagir com o ambiente. Foi desenvolvido um avatar inspirando em uma tartaruga, por causa de sua simplicidade e aparência amigável. Na elaboração das animações, criou-se padrões para os seguintes estados: correr e pular, para deslocamento sobre o ambiente e seus obstáculos e, estado de espera e decepção, nos casos do usuário não interagir com o personagem e atingir alguma situação na qual ele perca o jogo respectivamente.

Iteração III - Desenvolvimento dos objetos de interação do ambiente

Nesta iteração, realizou-se o desenvolvimento dos objetos dinâmicos presentes no ambiente. Estes objetos são representados por elementos de trajetória determinística e objetos considerados inimigos, nos quais sua trajetória possui influência direta com o posicionamento do personagem do usuário. Estes objetos inimigos, permanecem inicialmente em posições fixas, tendo suas animações desencadeadas baseadas na proximidade do personagem do usuário. No desenvolvimento dessas animações, criou-se os seguintes estados: esperar e andar, relacionados ao caso do personagem aguardar aproximação do personagem e, correr, atacar e desmaiar, que ocorrem quando há interação com o personagem do usuário.

Iteração IV - Elaboração dos *scripts* de controle

Nesta etapa, houve a codificação dos *scripts* pertinentes ao controle de tudo que ocorre no sistema. Estes *scripts* foram desenvolvidos na linguagem C#, e interpretados pela *engine Unity*. Dentre suas aplicações, destaca-se o controle de cada uma das animações de tanto do personagem quanto do inimigo, o controle geral do sistema, o controle das condições de vitória e derrota, e consequentemente as trocas de cenas quando alguma dessas condições são atingidas.

Iteração V - Incorporação do conteúdo de ensino de matemática ao ambiente do jogo

Por fim, nesta etapa realizou-se primeiramente a seleção de questões compatíveis com a grade curricular de matemática para o quinto ano do ensino fundamental. Estas questões foram baseadas no conteúdo programático do quinto ano definido pelo Instituto Natural de Desenvolvimento Infantil (INDI) encontrado em <http://www.indi.com.br/page/conteudo-programatico-5-ano>. Em seguida, houve a avaliação destas questões com o auxílio de uma

pedagoga. Com a base de questões definidas, desenvolveu-se também uma funcionalidade que permite ao usuário inserir novas questões conforme sua necessidade.

## 7 Funcionamento do Jogo

O sistema inicialmente apresenta uma tela de menu com três opções para o aluno: jogar, instruções e sair, além do *login*, destinado ao professor.

Na opção de instruções o usuário tem acesso a uma tela que apresenta uma breve descrição, além de explicar as regras, comandos e objetivos do jogo. Ao pressionar o botão "menu", o usuário retorna ao menu inicial.

Já a opção *login*, destinada aos professores, exige uma senha para que este possa prosseguir na ação. Esta senha é padrão do sistema, sendo repassada somente aos professores e, quando validadas, permitem ao mesmo o acesso à uma tela com função de adicionar novas questões de seu gosto à base de questões já existente. Esta tela possui seis campos de textos rotulados, como pode-se observar na Figura 3, sendo o primeiro campo correspondente ao enunciado da questão, seguido de quatro campos correspondentes às quatro alternativas, e o sexto campo onde se repete a alternativa correta. Ao pressionar o botão de confirmação, a questão é adicionada à base, retornando à tela com os campos vazios, permitindo assim sucessivas adições. Quando satisfeito, o usuário poderá pressionar o botão "voltar" para assim retornar ao menu inicial, sendo que as questões adicionadas poderão ser utilizadas imediatamente, não necessitando a reinicialização do sistema. Deve-se ressaltar a importância do usuário adicionar questões do mesmo nível pedagógico já utilizado no sistema, evitando assim discrepâncias de conteúdo.

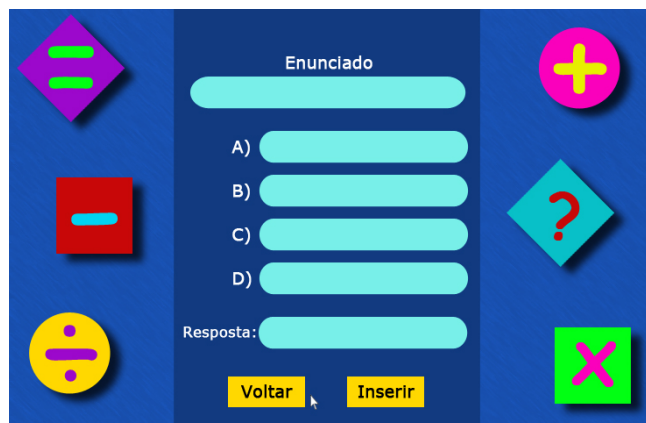


Figura 3: Tela para inserção de perguntas pelo professor

Na opção jogar, o usuário é redirecionado ao ambiente do jogo, caracterizado pelo campo. Seu objetivo consiste em coletar o máximo de moedas no menor tempo possível. O ambiente possui diversos obstáculos, além de áreas que, para serem acessadas, demandam ao usuário a destreza de esperar e pular entre plataformas no momento adequado. Para concluir a coleta das moedas, é necessário que o usuário responda corretamente a uma questão de matemática selecionada aleatoriamente na base de questões. Caso o usuário responda corretamente, a moeda é computada na contagem total, presente no canto superior direito da tela. Caso contrário, o personagem é penalizado, sendo redirecionado à posição inicial no ambiente. A figura 4 apresenta esta interação.

O ambiente possui diversas moedas dispostas ao longo do terreno e sobre objetos estáticos, sendo de responsabilidade do usuário percorrer e identificar a localização das mesmas. Os inimigos, caracterizados pelas lesmas, estão posicionados em lugares específicos do ambiente, espalhados próximos às moedas ou aos principais percursos do ambiente. Estes inimigos inicialmente realizam ações de patrulha, que consiste nas animações de andar por uma área delimitada e esperar alguns segundos em cada extremidade alcançada. Ao se aproximarem do personagem, inicia-se o estado correr, ocasionando a perseguição ao personagem dentro de sua área de alcance.

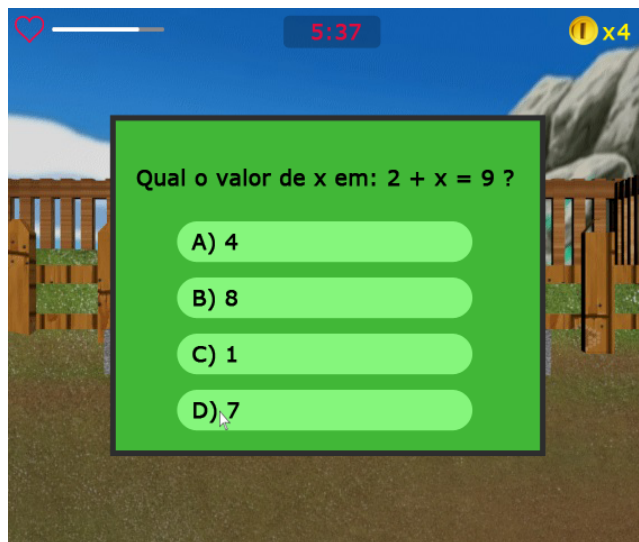


Figura 4: Menu com pergunta

Caso o personagem se afaste o suficiente, o inimigo retorna à rotina de patrulha, finalizando assim a perseguição. Outra alternativa para desvencilhar-se dos inimigos, consiste em o personagem executar a ação de pulo, visando atingir o inimigo por cima. Isso acarretará no desmaio do inimigo, causando a interrupção da perseguição por cinco segundos. Caso o inimigo alcance o personagem, este perderá vida gradativamente a cada contato e, caso sua vida se esgote, o usuário perde o jogo, sendo imediatamente redirecionado para uma tela de fim do jogo. Caso o usuário não realize a coleta de todas as moedas antes do término do tempo, ocorrerá também o redirecionamento à tela de fim do jogo. Já no caso do usuário completar a coleta de todas as moedas sem esgotar o tempo nem os pontos de vida, o jogo é redirecionado para uma tela de jogo completado, que parabeniza o usuário além de exibir a pontuação final. Esta pontuação é composta por duas partes: I) o número total de moedas multiplicado por 50, somado à II) o total de tempo restante, em segundos, multiplicado por 5. Ambas as telas de fim do jogo e jogo completado possibilitam posteriormente a opção de retornar ao menu principal.

## 8 Implantação

### 8.1 Resultados

A implantação do sistema ocorreu em uma escola pública com alunos do quinto ano. Primeiramente houve a instalação do sistema no laboratório de informática da escola e, posteriormente aplicou-se o teste do mesmo. Esse teste contou com a participação de 35 alunos pertencentes à mesma sala, garantindo assim que todos tenham recebido igualmente a mesma quantidade e qualidade de ensino da matemática do quinto ano. Devido as condições do laboratório da escola, que não possuía computadores suficientes para todos os alunos, necessitou-se aplicar o jogo em dupla. Ao iniciar-se o teste, primeiramente houve uma etapa de instruções básicas, explicando aos alunos que a atividade se tratava de um jogo, com conteúdo matemático, e que os mesmos deveriam se revezarem sempre que o jogo terminasse, além de que deveriam fazer uso do sistema sem a interferência externa, garantindo assim uma maior veracidade do *feedback* obtido ao término da aplicação do jogo. Esse *feedback* se deu via questionário, contendo seis questões de múltiplas escolhas relacionadas à satisfação e opinião dos alunos em relação ao jogo. As opções de escolha são categóricas, cabendo ao aluno escolher entre "não", "mais para não", "mais para sim" e "sim". Este questionário se encontra em uma linguagem formal, necessitando assim a leitura e explanação prévia de cada uma das questões para os alunos. A Figura 5 apresenta os resultados desse questionário.

No quesito "Facilidade na interação com objetos no cenário", percebe-se que grande maioria concluíram os testes sem maiores problemas, além do quesito "Cenário e objetos atrativos" que em

	Sim	Mais para sim	Mais para não	Não
Facilidade na interação com objetos no cenário	25	7	3	0
Manuseio do personagem	23	9	2	1
Facilidade ao entender os objetivos no jogo	20	11	3	1
Satisfação com o novo método de ensino	34	1	0	0
Compreensão das perguntas no jogo	15	9	8	3
Cenário e objetos atrativos	30	5	0	0

Figura 5: Questionário do Aluno

sua totalidade obteve respostas parciais ou inteiramente positivas. Acredita-se que estes resultados sejam consequência da utilização de uma temática amigável e jogabilidade simplificada, minimizando a utilização de atalhos no teclado. Já nos quesitos "Facilidade de manuseio do personagem" e "Facilidade ao entender os objetivos no jogo", apesar de majoritariamente positivos, pode-se observar uma maior variação dos resultados, chegando a ocorrer casos negativos. Acredita-se que estes valores se dão ao fato de este ter sido um dos primeiros contatos de alguns alunos com computadores e, consequentemente jogos digitais. O quesito "Compreensão das perguntas no jogo" foi o que obteve maiores índices negativos, apesar de também ser majoritariamente positivo. Acredita-se que estes resultados possam ser explicados pelo fato de que os alunos deveriam responder as questões em certo limite de tempo, devido a estes estarem sendo perseguidos pelos inimigos. Isso, junto ao fato de que os alunos não dispunham de papel e lápis para cálculos, pode ser uma das razões que explicam essa dificuldade. Como solução, propõem-se uma seleção mais apurada da base de questões, priorizando os enunciados de raciocínio rápido. Em contrapartida, o quesito "Satisfação com o novo método de ensino" obteve somente resultados positivos, evidenciando a importância de se buscar novas ferramentas de auxílio à educação, devido a alta receptividade dos alunos a estes meios não-tradicionais.

## 8.2 Problemas e Desafios

Ao desenvolver esse trabalho foi encontrado uma série de problemas ao tentar implantar esse tipo de tecnologia como método de ensino em um ambiente escolar público.

Inicialmente os problemas encontrados são relacionados ao *hardware*, sendo que cada escola possui uma quantidade diferente de recursos, em sua maioria faltantes. A escola escolhida para esse trabalho possui alguns recursos básicos, porém os alunos nos dias normais não possuem acesso ao laboratório, portanto a implantação de métodos mais atrativos com uso de tecnologias se torna distante.

Outro fator decorrente do primeiro, é a falta de acesso de algumas crianças para com esse tipo de tecnologia, que por sua vez, acarretou em um pouco de dificuldade dos alunos ao manusear o jogo em relação às demais crianças que estão em constante contato com o mundo tecnológico. Portanto foi necessário um intervalo de tempo a mais para esses alunos familiarizarem-se com o computador e seus recursos.

## 9 Conclusão

Através dos resultados obtidos, fica evidente que a proposta de utilização de jogos na educação foi bem aceita. Acredita-se que esta abordagem, devidamente explorada, poderá incorporar-se à metodologia tradicional de ensino. Porém, para isto há um longo caminho a se percorrer. Constatou-se a extrema importância em se refinar algumas situações, das quais destacamos a escolha de conteúdo adequado, tanto ao ano de ensino aplicado quanto ao jogo utilizado, evitando assim complicações aos alunos. Outro fator importante, consiste na escolha de cenários atraentes e de fácil assimilação, principalmente se aplicados à alunos de menor faixa etária. Apesar das vantagens de se utilizar recursos cada vez mais realísticos, é de suma importância que estes não tirem o foco do aluno, delegando assim, como principal foco do jogo, a ótica pedagógica. Vale atentar também que, em caso de outros públicos-alvos e/ou disciplinas diferentes, cabe aos desenvolvedores refinar estes pontos observados. Todavia, conclui-se que jogos sérios possuem um alto poten-

cial como ferramenta de auxílio no ensino da matemática básica, e possivelmente nas demais áreas, desde que estes possuam um desenvolvimento adequado, respeitando as adversidades e limitações de nosso contexto educacional.

## Referências

- BNDES, B. N. D. D. E. E. S., 2015. Mapeamento da indústria brasileira e global de jogos digitais, junho.
- FRADE, B. V., GONDOM, P. H. C. C., AND SOUSA, P. M. 2015. O uso da realidade virtual como objeto de aprendizagem da matemática. *Symposium on Virtual and Augmented Reality 17*.
- HSIAO, H.-C. 2007. A brief review of digital games and learning. In *Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning, 2007. DIGITEL'07. The First IEEE International Workshop on*, IEEE, 124–129.
- HUIZINGA, J. 2014. *Homo Ludens* IIs 86. Routledge.
- INEP, I. N. D. E. E. P. E. A. T., 2011. Resultado prova brasil 2011, junho.
- KAMII, C., AND DEVRIES, R. 1991. Jogos em grupo. *São Paulo: Trajetória Cultural*.
- KIRNER, C., AND KIRNER, T. G. 2011. Evoluções e tendências da realidade virtual e da realidade aumentada. *Symposium on Virtual and Augmented Reality 13*, 10–25.
- KIRNER, C., AND SISCOOTTO, R. A. 2007. Fundamentos de realidade virtual e aumentada. *IX Symposium on Virtual and Augmented Reality*.
- MARCELO, A., AND PESCUITE, J. 2009. Fundamentos de design para jogos: um guia para o projeto de jogos modernos reais e virtuais. *Rio de janeiro: Brasport*.
- MATTIOLI, F. E. R., LAMOUNIER JR., E. A., AND CARDOSO, A. 2009. Uma proposta para o desenvolvimento ágil de ambientes virtuais. *Anais Workshop de Realidade Virtual e Aumentada*.
- MICHAEL, D. R., AND CHEN, S. L. 2005. *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Muska & Lipman/Premier-Trade.
- SAVI, R., AND ULBRICHT, V. R. 2008. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. *RENOTE 6*, 1.
- TORI, R., NAKAMURA, R., BERNARDES JR, J. L., BIANCHINI, R. C., JACOBBER, E. C., CALIFE, D., AND TOMOYOSE, A. N. 2007. Jogos e entretenimento com realidade virtual e aumentada. *Realidade Virtual: Conceito, Projeto e Aplicações. Cap 10*, 192–222.
- VALENTE, J. A., ET AL., 1999. O computador na sociedade do conhecimento.
- VIRVOU, M., AND KATSIONIS, G. 2008. On the usability and likeability of virtual reality games for education: The case of vr-engage. *Computers & Education 50*, 1, 154–178.