

Desenvolvimento de um *Serious Game* com Realidade Aumentada para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de Matemática Básica

Isadora Giacomini de Moraes*

Rogério Colpani

Faculdade de Tecnologia de Mococa (FATEC), Brasil

RESUMO

Estudos têm revelado que a Educação no Brasil vem enfrentando inúmeras dificuldades e que os estudantes se sentem pouco motivados a aprender aquilo que lhes é ensinado, acumulando dúvidas e comprometendo o aprendizado de conceitos futuros, que dependem de conhecimentos anteriores para que sejam compreendidos. Diante desse cenário, professores e pesquisadores têm buscado nos jogos sérios alternativas para instigar os alunos na busca pelo conhecimento, visto que estes se mostram uma potencial ferramenta motivadora e facilitadora de aprendizagem e, neste sentido, aumentam as possibilidades dos alunos aprenderem ao mesmo tempo em que se divertem. À vista disso, o presente trabalho objetiva apresentar o desenvolvimento de um *serious game* combinado com o uso da tecnologia de Realidade Aumentada voltado para o ensino-aprendizagem de Matemática Básica, com o intuito de auxiliar os alunos do Ensino Fundamental no desenvolvimento do cálculo mental envolvendo as operações básicas da Matemática e na construção da noção da precedência dos sinais. Para isso, como metodologia foram utilizados o modelo de processo de *software* denominado Desenvolvimento Evolucionário e o *Game Design Document*. Ademais, para a elaboração do jogo e dos conteúdos a serem trabalhados no mesmo, foram considerados o acompanhamento e a orientação de um profissional da área da Matemática, sendo o levantamento dos requisitos do *serious game* realizado em parceria à uma escola de nível fundamental, da rede estadual.

Palavras-chave: *serious games*, matemática básica, realidade aumentada.

1 INTRODUÇÃO

As operações básicas de Matemática e seus algoritmos são conceitos que, em um primeiro momento, não geram grandes preocupações, mas que se não compreendidos adequadamente podem causar problemas e comprometer o aprendizado de conteúdos futuros [1].

De acordo com o relatório De Olho nas Metas 2013-14, promovido pelo movimento Todos Pela Educação [2], em 2013, ao final do 9º ano do Ensino Fundamental, apenas 16,4% dos alunos aprenderam aquilo que deles era esperado na disciplina de Matemática. No mesmo período, no último ano do Ensino Médio, somente 9,3% dos jovens saíram da escola detendo o conhecimento básico esperado sobre a disciplina, o que corrobora os problemas que se iniciam ainda no Ensino Fundamental [2].

Diante desses resultados, o fracasso e a insuficiência da Educação Básica no país têm levado muitos professores a buscarem novos meios para tornar as aulas de Matemática mais interessantes e motivadoras. Nesse contexto, destaca-se a importância de se aliar os jogos à Educação [3].

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais [4], o modo como os desafios são apresentados, nesse tipo de atividade, além

de permitir que as crianças, por meio da criatividade, desenvolvam a capacidade de levantar hipóteses e elaborar estratégias para a resolução de problemas, provoca ainda uma atitude positiva frente aos erros, possibilitando que as falhas sejam corrigidas rapidamente e de maneira natural, sem que marcas negativas sejam deixadas. Além disso, no momento do jogo, o critério de certo ou errado pode ser definido pelo grupo, permitindo que o aluno desenvolva o seu raciocínio e aprimore o planejamento de ações [4].

Dito isso, e observando a potencialidade dos jogos aliados ao processo de ensino-aprendizagem, surge o que chamamos de *serious games*, ou jogos sérios, na tradução literal do inglês. Segundo Fleury et al. [5], os *serious games* são caracterizados pela utilização de jogos como dispositivos educacionais e, nesse contexto, devido à maneira como os desafios são trabalhados e à motivação, além de permitirem a integração de vários conteúdos, eles facilitam ainda a compreensão de conceitos, a elaboração de estratégias e a tomada de decisão.

Tendo isso em vista, docentes e educadores têm buscado nos jogos sérios alternativas para instigar os alunos na busca pelo conhecimento, uma vez que estes se mostram uma potencial ferramenta motivadora e facilitadora de aprendizagem e, nesse sentido, possibilitam que as crianças e jovens aprendam ao mesmo tempo em que se divertem [1].

No mais, outra tecnologia que vem sendo bastante utilizada na Educação, com o intuito de fomentar a aprendizagem dos estudantes, é a Realidade Aumentada (RA). No ensino de Matemática, a introdução da RA é uma prática bastante interessante por permitir que os alunos abstraia dos conceitos algo de concreto e, assim, consigam compreender e transferir algum significado aos conteúdos trabalhados [6].

Sendo assim, com base no exposto, o principal objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento do aplicativo Batalha Matemática, um *serious game* combinado com o uso da tecnologia de RA voltado para o ensino-aprendizagem de Matemática Básica, com o intuito de auxiliar estudantes do Ensino Fundamental no desenvolvimento do cálculo mental envolvendo as operações básicas da Matemática e na construção da noção da precedência dos sinais.

Para tanto, o artigo está organizado da seguinte maneira: a seção 2 expõe a fundamentação teórica do trabalho, apresentando os conceitos de RA e jogos sérios, tal como os estudos relacionados com o presente; na seção 3 são apresentadas as metodologias utilizadas na construção do *serious game* e, finalmente, na seção 4, descrito o desenvolvimento do mesmo, sendo na seção 5, apresentadas as considerações finais dos autores.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Realidade Aumentada

De acordo com Tori, Kirner e Siscoutto [7], ao contrário da Realidade Virtual (RV) que transfere o usuário para o mundo virtual, na RA o usuário permanece no seu ambiente físico enquanto o mundo virtual é transportado para o real, o que permite que os usuários reproduzam e se relacionem com situações fictícias

*e-mail: isadora.moraes1995@gmail.com

e objetos virtuais de uma maneira mais intuitiva e sem a necessidade de treinamento ou adaptação.

Colpani [8] pontua que embora existam diferentes esferas de aplicação, o funcionamento de um sistema de RA pode ser explicado, de uma maneira geral, seguindo o seguinte modelo: o mundo real é capturado por uma câmera e, em seguida, a estimação da posição da câmera é realizada, as coordenadas dos objetos gerados pelo computador são alinhadas em relação à mesma e, por fim, a imagem do mundo virtual é combinada à do mundo real.

2.2 Serious Games

De acordo com Fleury et al. [5], o termo *serious games* foi cunhado por Clark Abt e pode ser definido pela utilização de jogos como ferramentas educacionais. Nesse contexto, o que os difere de qualquer outro tipo de jogo é o seu foco na aprendizagem, sendo a principal finalidade de sua utilização – seja na área da saúde, Educação, treinamento ou formação profissional – proporcionar algum conhecimento a quem os joga, por meio de uma abordagem mais interessante e motivadora [9].

Procurando justificar a sua inserção no ensino, Grando [10] defende ainda que o jogo é um exercício que envolve o desejo e a curiosidade das crianças e, por propor situações em que elas são motivadas a buscar estratégias para vencerem, é uma atividade que permite a elas conhecerem suas possibilidades e limites, conquistando coragem e confiança para arriscar e, nesse sentido, aprender.

2.3 Trabalhos Correlatos

Estudos têm revelado um baixo rendimento por parte dos alunos nas aulas de Matemática, levando muitos professores a buscarem novas alternativas para tornar o ensino mais instigante e significativo e, assim, possibilitar que as crianças construam um conhecimento satisfatório, sendo capazes de aprender conceitos futuros e estabelecer relações entre eles [1][2].

Nesse contexto, procurando minimizar a insuficiência da Educação Básica, atualmente diversas tecnologias e aplicações vêm sendo utilizadas com o intuito de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem [3].

À vista disso, de modo a promover o aprendizado de funções matemáticas por meio de uma abordagem mais lúdica, em [11] é proposto um *serious game* com RA para auxiliar no processo de ensino da Matemática. O jogo, denominado Oceano Matemático, se passa em um ambiente 3D, por volta dos séculos XVI e XVII – período das grandes navegações – em um contexto onde, conforme coloca o próprio autor, piratas sequestravam e contratavam matemáticos para codificar seus mapas de tesouro, por meio de equações, a fim de impossibilitar a compreensão das informações contidas nos mesmos, caso viessem a ser roubados por outros piratas. Nesse sentido, para vencer o jogo, além de compreender o enredo do mesmo, o jogador deve encontrar as coordenadas x e y dos marcadores em um plano cartesiano, as quais são obtidas por meio da resolução de funções, e, ainda, conduzir o personagem até o tesouro, obedecendo a rota encontrada [11].

Dito isso, um ponto bastante positivo na jogabilidade do Oceano Matemático refere-se à condição de derrota. Procurando manter a motivação do estudante, no *serious game* apresentado, ao invés do jogador ser batido frente a um erro cometido, a perda de pontos ocorre de forma gradativa, conforme ele se afasta da rota. Outro diferencial do jogo se apoia no conteúdo educacional explorado e no público-alvo, estudantes do Ensino Médio, onde a ocorrência de jogos com essas características não é muito comum.

Já em [12], o autor apresenta um jogo sério com o uso da tecnologia de RV voltado para o ensino de Matemática. Neste, para vencer, o jogador deve se atentar aos obstáculos e inimigos

presentes no ambiente do *game* e, ainda, reunir o maior número de moedas que conseguir, no menor tempo possível. Para concluir a coleta das moedas, ele deve responder corretamente às questões de Matemática apresentadas, trazidas do repositório do jogo de forma aleatória. De acordo com Frade et al. [12], essas questões foram definidas a partir do conteúdo programático do quinto ano do Ensino Fundamental, estabelecido pelo Instituto Natural de Desenvolvimento Infantil e selecionadas com o auxílio de uma pedagoga. À vista disso, como diferencial da proposta destaca-se o acompanhamento de um docente na seleção e elaboração do conteúdo educacional do jogo, e também na possibilidade do professor, conforme suas necessidades, inserir novas questões à base de dados do *game*.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do *serious game* Batalha Matemática, como metodologia, foi utilizado o modelo de processo de *software*, proposto por Sommerville [13], denominado Desenvolvimento Evolucionário, Figura 1. A principal ideia dessa abordagem apoia-se no desenvolvimento de um protótipo inicial da aplicação, feito a partir de especificações abstratas, o qual é refinado, com mais informações do usuário, até que se tenha um sistema completo e que atenda às necessidades do cliente [13].

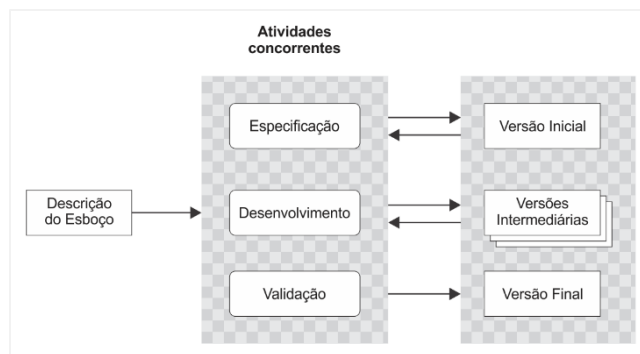


Figura 1 - Desenvolvimento Evolucionário, adaptado de [13]

No mais, outra metodologia utilizada na construção do jogo foi o *Game Design Document* (GDD). O GDD trata-se de um documento onde são detalhados todos os aspectos, mecânicas e *design* do jogo, com o intuito de fornecer ao desenvolvedor uma visão geral do que deverá ser produzido. Neste documento, são apresentadas informações acerca dos objetivos do jogo, elementos utilizados no seu desenvolvimento, enredo, personagens, fluxo do *game*, inteligência artificial envolvida, entre outros recursos [14].

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Arquitetura do sistema e ferramentas utilizadas

A arquitetura do *serious game* proposto, apresentada na Figura 2, é composta por um *smartphone* com processador *Intel Clover Trail*, 8GB de memória, sistema operacional *Android*, na versão 4.4, e câmera com 8 megapixels de resolução; e por marcadores com dimensões 7cm x 7cm, impressos em papel na forma de livro.

O jogo sério com RA foi desenvolvido por meio da engine *Unity3D* e da biblioteca *ARToolKit*, utilizando a linguagem de programação *C#*. Todos os objetos virtuais utilizados no jogo, como cenários e personagens, por exemplo, foram construídos através da ferramenta de modelagem 3D chamada *Blender*. Já as

texturas e demais imagens foram elaboradas usando o editor de imagens GIMP.



Figura 2 – Arquitetura do Sistema

A utilização das ferramentas citadas justifica-se pelo fato da primeira (*Unity*), além de suportar o desenvolvimento de jogos para diversas plataformas, apresentar uma licença gratuita e, das demais se tratarem de programas livres, gratuitos e *open source*.

A interação do jogador com a aplicação ocorre, de um modo geral, por meio do posicionamento do *smartphone* sobre o marcador, de modo que a câmera consiga capturar a imagem do mesmo. O aplicativo, então, faz a detecção do marcador, processa a imagem, efetua a renderização dos objetos virtuais e os sobrepõe com o mundo real, permitindo que o usuário acesse os *minigames*.

4.2 Descrição do serious game Batalha Matemática

O aplicativo Batalha Matemática é um *serious game* com RA voltado para o processo de ensino-aprendizagem de Matemática Básica. A principal finalidade da proposta é auxiliar estudantes do Ensino Fundamental na construção da noção da prioridade dos sinais e no desenvolvimento da capacidade do cálculo mental envolvendo as operações básicas da Matemática.

Nesse contexto, apoiado no modelo de processo de *software* proposto por Sommerville [13], o Desenvolvimento Evolucionário, inicialmente foi realizado um levantamento de requisitos preliminar com uma professora de Matemática do Ensino Fundamental, de uma escola pública da rede estadual, de modo a identificar as principais dificuldades apresentadas pelas crianças frente à disciplina.

Dando continuidade ao processo de desenvolvimento do aplicativo, o escopo do jogo foi definido, optando-se pela utilização de *minigames* em sua composição e, em seguida, iniciadas as atividades referentes à construção dos mesmos, considerando-se o acompanhamento da professora de Matemática.

Embora, a priori somente um *minigame* encontra-se finalizado, o jogo será composto por cinco *minigames*, sendo cada um deles referente à uma operação matemática e o último dedicado ao aprendizado da noção da precedência dos sinais:

- *Minigame* da adição: este *minigame* aborda a aprendizagem da adição e, assim como os demais, além de apresentar cinco fases, a interação com o aplicativo ocorre por meio dos botões A e B e do *joystick*. O cenário do *minigame* da adição, Figura 3, é constituído por um cômodo com três portas, cada uma representada por um número diferente; e por uma equação, centralizada acima das portas. Para vencer, o jogador deve resolver a equação e selecionar a porta que apresenta o resultado correto para solucionar a expressão matemática. Conforme a criança e seu adversário respondem corretamente às equações, a pontuação tal como o nível de dificuldade aumentam. Vence o jogo quem tiver, ao final da última fase, a maior pontuação.
- *Minigame* da subtração: voltado para a aprendizagem da subtração, o objetivo deste *minigame* é coletar a maior

quantidade de moedas e, nesse sentido, fazer o máximo de pontos possível. Dessa forma, o jogador com base na expressão matemática exibida na tela do seu dispositivo, deve caminhar pelo cenário na busca pela moeda que apresenta o resultado correto para solucioná-la. Além disso, o usuário deve se atentar aos personagens inimigos presentes no terreno. Quando há a colisão com esses personagens, a velocidade do jogador é minimizada por três segundos, até que o mesmo se recupere do impacto. Assim como os outros *minigames*, vence o jogo quem apresentar o maior *score*.

- *Minigame* da multiplicação: como o próprio nome indica, este é o *minigame* direcionado para o aprendizado da multiplicação. O jogo ocorre em um labirinto e o objetivo é alcançar a maior quantidade de pontos possível. O *minigame* apresenta cinco fases, e para avançar de uma à outra, a criança deverá se deslocar até a saída que, entre as três existentes no cenário, apresenta o produto correto da multiplicação. Novamente, sai vitorioso o jogador que obtiver a maior pontuação.
- *Minigame* da divisão: voltado para a aprendizagem da divisão, esse *minigame* apresentará uma série de desafios aos usuários que, por sua vez, deverão encontrar os resultados que solucionam as situações-problema. Vence o jogo, o jogador que conseguir reunir o maior número de pontos.
- *Minigame* da prioridade dos sinais: este *minigame* é voltado para o aprendizado da noção da precedência dos sinais. O jogo se passa em uma ilha e, para vencer, o jogador deve encontrar os baús de tesouro indicados no mapa e resolver uma equação matemática, de modo a abrir o baú e, assim, acrescentar pontos ao seu *score*. O jogo, de forma aleatória, poderá ainda apresentar baús do tipo *gold*, *silver* ou *bronze*. A ocorrência desses baús não é muito frequente, principalmente quanto ao baú *gold*. Entretanto, quando o jogador se depara com esse bônus, ele pode desbloquear um novo personagem, através do baú *gold*, ou ganhar uma pontuação extra, por meio dos baús *silver* e *bronze*. Para isso, vale ressaltar, o usuário deve responder corretamente à expressão matemática. Ganha o *minigame* quem possuir, ao final, a maior pontuação.

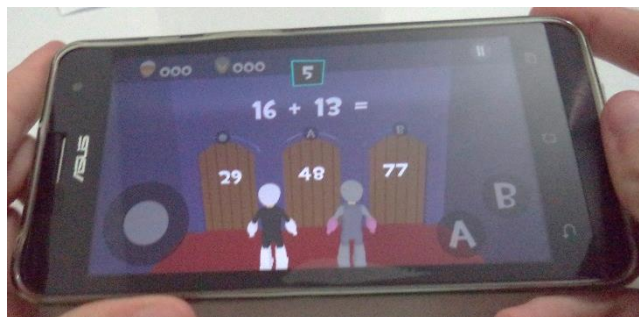


Figura 3 – Minigame da adição

Para jogar os *minigames*, a criança deverá dispor de um livro contendo vários marcadores, onde cada um permite o acesso a um joguinho. Este livro trará as principais ideias envolvidas no aprendizado das operações básicas da Matemática e, será elaborado com o intuito de complementar os conceitos abordados no *serious game* Batalha Matemática.

Conforme é mostrado na Figura 4, quando o aluno posiciona o seu *smartphone* ou *tablet* sobre o marcador, a aplicação sobrepõe

os objetos virtuais sobre o mesmo, combinando as imagens do ambiente virtual com a do real. Dessa forma, ao interagir com a cena apresentada na tela do dispositivo, o usuário consegue acessar o *minigame* referente àquele marcador.

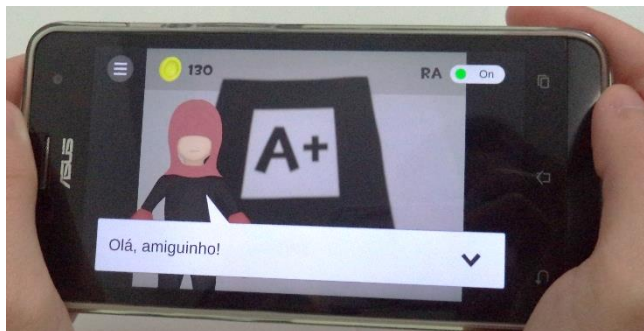


Figura 4 – Interação do usuário com o marcador da adição

A princípio, o jogo apresenta sete personagens: Charlie, Nicolo, Netuno, Kim, Polaris, Astrid e Magnus, apresentados na Figura 5. No momento em que o *minigame* começa, a criança pode optar entre jogar contra um colega (modo *multiplayer*), ou contra a própria máquina. Nessa última situação, a escolha de ambos os personagens, tanto o do jogador, quanto o do personagem controlado pela máquina, é realizada pela criança. Contudo, se o usuário preferir, a definição dos personagens pode ser feita de forma aleatória.



Figura 5 – Personagens do *serious game* Batalha Matemática

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo apresentou o desenvolvimento de um *serious game* combinado com o uso da tecnologia de RA voltado para o ensino-aprendizagem de Matemática Básica, com vistas a auxiliar estudantes do Ensino Fundamental no desenvolvimento do cálculo mental envolvendo as operações básicas da Matemática e na construção da noção da prioridade dos sinais.

Além disso, para a elaboração do mesmo, foi considerado o acompanhamento de uma professora de Matemática do Ensino Fundamental, com o intuito de identificar e minimizar as principais dificuldades apresentadas pelos alunos quanto aos conceitos abordados no jogo.

O *serious game* proposto se encontra em fase inicial de desenvolvimento. Desse modo, objetiva-se desenvolver ainda outros *minigames* para compô-lo – já que até o momento somente o *minigame* da adição encontra-se finalizado – e, nesse sentido, promover um maior interesse e curiosidade nas crianças pelo mesmo.

Como próxima etapa, se faz necessário realizar a avaliação do jogo sério em sala de aula, com os alunos e professores. À vista disso, métodos qualitativos e quantitativos serão utilizados, respectivamente, com o objetivo de avaliar a usabilidade da aplicação e, também, a ferramenta como projeto de um material de aprendizagem, permitindo conhecer opiniões de profissionais da

área; e investigar o potencial do *serious game* Batalha Matemática como instrumento de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem de Matemática Básica.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Cardoso, A. G. C. Giralddello, N. A. M. Batista. Tabuada Legal: um jogo sério para o ensino de multiplicações. In: *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)*, Campinas, páginas 376-385, 2013.
- [2] Todos Pela Educação. De olho nas metas: Sexto relatório de monitoramento das 5 Metas do Todos Pela Educação. 2015. Disponível em: <http://www.todospelaeducacao.org.br/arquivos/biblioteca/de_olho_nas_metas_2013_141.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2016.
- [3] J. P. Gallego. A Utilização dos Jogos como Recurso Didático no Ensino-Aprendizagem da Matemática. Monografia (Graduação em Pedagogia), UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Bauru, Bauru, 2007.
- [4] Brasil. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998. 152 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/matematica.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.
- [5] A. Fleury, D. Nakano, J. H. D. Cordeiro. Mapeamento da Indústria Brasileira de Jogos Digitais. São Paulo: Pesquisa do GEDIGames, NPGT, Escola Politécnica, USP, para o BNDES, 2014.
- [6] F. M. V. Reis, T. G. Kirner. Percepção de Estudantes quanto à Usabilidade de um Livro Interativo com Realidade Aumentada para a Aprendizagem de Geometria. *Novas Tecnologias na Educação*, 10 (1), 2012.
- [7] R. Tori, C. Kirner, R. Siscoutto. Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Livro do Pré-Simpósio, VIII Symposium on Virtual and Augmented Reality. Porto Alegre: SBC, 2006.
- [8] R. Colpani. AR+G Atividades Educacionais: Um aplicativo de Realidade Aumentada com Gamification para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de alunos com deficiência intelectual. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos - Campus de Sorocaba, Sorocaba, 2015.
- [9] R. G. S. G. Oliveira, R. A. F. Araujo, R. S. Menezes, G. B. Júnior, A. C. Paiva. Uma Abordagem Lúdica e Cultural para o Ensino da Matemática com Jogos Customizáveis Gerenciados pelo Educador. In: *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, Teresina, páginas 1025-1031, 2015.
- [10] R. C. Grando. O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula. Tese (Doutorado), Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- [11] J. B. Dourado, A. B. Santos, J. S. Silva, F. J. M. Silva, A. Bortoli, A. Bezerra. Desenvolvimento e avaliação de um jogo com tecnologia de RA para auxiliar no ensino de matemática. In: *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, Teresina, páginas 846-853, 2015.
- [12] B. V. Frade, B. F. Alixandre, P. M. Sousa. Desenvolvimento de um jogo Sério com Uso de Realidade Virtual Aplicado ao Ensino da Matemática. In: *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital (SBGames)*, Teresina, páginas 802-808, 2015.
- [13] I. Sommerville. Engenharia de Software. Tradução de André Maurício de Andrade Ribeiro. 6ª ed. São Paulo: Addison Wesley, 2003. 592 p.
- [14] P. Schuytema. Design de Games: Uma abordagem prática. São Paulo: Cengage Learning, Série Profissional, 2008.