

OBJETOS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE MATEMÁTICA E FÍSICA: CONSTRUÇÃO E ABORDAGEM COM COMPUTADORES MÓVEIS

César Augusto Goulart
Universidade Estadual do Centro Oeste
cesarfisica@hotmail.com

Márcio André Martins
Universidade Estadual do Centro Oeste
mandre@unicentro.br

Tania Toyomi Tominaga
Universidade Estadual do Centro Oeste
tominaga@unicentro.br

Resumo:

Este artigo relata a construção de dois objetos de aprendizagem, em formato de jogos para computadores móveis, considerando o ensino de Matemática e contemplando a interação com conteúdos de Física. Descreve as principais características didáticas, visuais, de interface e de programação. Propõe uma metodologia de encaminhamento e avaliação desses objetos de aprendizagem no âmbito do ensino de Matemática. Um dos objetos de aprendizagem contempla conteúdos de Física e Matemática, o outro apenas conteúdos de Matemática. Através da intervenção pedagógica, com esses objetos de aprendizagem, objetiva-se identificar diferenças relevantes nos processos de aprendizagem que possam ser atribuídas às características interdisciplinares.

Palavras-chave: Objetos de aprendizagem, Ensino de Matemática, interdisciplinar, tecnologias móveis, jogos.

1. Introdução

No ensino de Física e Matemática o professor pode utilizar muitas ferramentas tecnológicas para conseguir que o aluno tenha um aprendizado significativo. “Tecnologias são os meios, os apoios, as ferramentas que utilizamos para que os alunos aprendam” (MORAN, 2005). Nas últimas décadas as tecnologias de informação e comunicação utilizadas no ensino passaram por muitas modificações, o que obriga os educadores a estarem sempre em busca de metodologias atuais e inovadoras.

Na década de noventa, no Brasil, o governo federal implantou laboratórios de informática com o objetivo de permitir o acesso de novas tecnologias aos alunos das escolas públicas (SOUZA; TEIXEIRA; CARMINATI, 2015, p. 381). Nos Parâmetros Curriculares

Nacionais, conhecidos como PCN, os professores do ensino fundamental são orientados a utilizar recursos computacionais para a contribuição nos processos de aprendizagem (BRASIL, 1998, p. 44). Agora, passadas quase duas décadas desde a criação desses PCN, o computador se encontra totalmente incluso na sociedade. Essa tecnologia pode e deve ser utilizada pelos professores no ensino de Matemática, pois ela permite a visualização de objetos dinâmicos e manipuláveis (GRAVINA et al., 2012).

Atualmente os computadores se encontram em outra fase de desenvolvimento tecnológico. Onde existem, além do computador de mesa pessoal, computadores móveis pessoais, os quais podem ser encontrados em vários formatos, como por exemplo, *notebooks*, *netbooks*, *tablets*, *palmtop* e celulares *smartphone*. Os celulares, com capacidade de processamento variável entre cada aparelho, fazem parte do cotidiano da sociedade atual. Entre 2014 e 2015 a proporção de alunos que acessaram a internet, nos últimos três meses, através de telefone celular chegou a 79% dos alunos das escolas públicas e 84% dos alunos das escolas particulares (BARBOSA, 2015). Esses dados mostram que o aparelho celular é uma ferramenta acessível e já presente no cotidiano dos estudantes.

Apesar dos computadores serem de fácil acesso para os professores e alunos, a utilização dessa tecnologia depende da escolha de um *software* adequado para que se alcance os objetivos propostos pelos PCN, para os processos de aprendizagem (BRASIL, 1998, p. 43). Nos aparelhos celulares, e outros dispositivos eletrônicos móveis, os *softwares* são chamados de aplicativo ou *app*, e dependem do sistema operacional instalado no aparelho. Para cada sistema operacional existem lojas específicas como por exemplo o *google play*, *app store* e *Windows phone store* (BARBOSA, 2015, p.407).

Muitos desses aplicativos podem ser utilizados no ensino e conseqüentemente considerados como objetos de aprendizagem (OA). Neste texto, um OA é considerado “qualquer entidade, digital ou não digital, a qual pode ser utilizada, reutilizada ou referenciada durante um aprendizado suportado pela tecnologia” (WILEY, 2000, p. 03). Esses OAs podem ser criados ou encontrados em repositórios.

Na literatura estão disponíveis muitos trabalhos de conceituação e propostas metodológicas de criação ou utilização de OAs. Entretanto, existe um número muito menor de trabalhos relacionados a OAs utilizando computadores móveis, e dentre esses pouquíssimos direcionados para o ensino de Matemática e/ou Física. O artigo “(des)liga esse celular

moleque! Smartphone como minilaboratório no ensino de ciências” (DA ROCHA et al., 2015) onde é descrita uma metodologia em que se utilizam aplicativos, baixados, de medição de velocidade e contagem de passos e aplicativos dos próprios celulares, cronômetro e calculadora, para ensinar conceito de Física, através da medição da velocidade dos alunos e da comparação com a velocidade do atleta velocista Usain Bolt. No artigo “Spacequiz: Um jogo educacional para celular voltado ao ensino de aritmética” (DA SILVA, 2009) o autor descreve sua experiência em duas escolas particulares de Teresina – PI, onde, ensinou 20 crianças, entre 5 e 11 anos de idade, como jogar o spacequiz. E, fez uso de questionários com os alunos e professores para descobrir a aceitação do jogo por esses grupos. No trabalho “Uma abordagem para avaliação de jogos educativos: ênfase no ensino fundamental” (MEDEIROS; SCHIMIGUEL, 2012) os autores propõem uma metodologia de avaliação de jogos educativos com a intenção de auxiliar os professores do ensino fundamental a escolherem os jogos que melhor se adaptam as necessidades dos processos de aprendizagem de cada matéria.

Apesar de existirem muitos artigos relacionados a metodologias de utilização e de avaliação de OAs, não foi possível encontrar nenhuma proposta que executasse a avaliação em OAs para celulares em um contexto comparativo de interdisciplinaridade entre Física e Matemática, ou mesmo, que descrevesse a avaliação dos OAs em um contexto que os OAs apresentem características similares entre si, mas tenham diferenciação nas propriedades visuais. Assim surgiu a proposta de construir dois OAs similares em sua estrutura interna de programação, mas com atributos visuais diferentes. Foi proposto utilizar os atributos visuais para a apresentação de problemas relacionados a conteúdos de Física, demonstrando-os de maneira dinâmica e interativa. Assim, permitindo um comparativo direto entre OAs com as características visuais diferentes, ou seja, um comparativo entre OAs, em que um contemple conteúdos interdisciplinares entre Física e Matemática, e outro apreciando conteúdos apenas de Matemática.

Dessa forma, o presente texto relata a construção de dois OAs, em formato de jogos para computadores móveis que possuam o sistema operacional *android*. Os dois OAs criados têm características parecidas, isso foi feito com o objetivo de desenvolver um comparativo entre os dois. Também é proposta uma forma de para avaliação comparativa dos dois OAs.

2. Desenvolvimento dos Objetos de Aprendizagem

2.1. Objetivos dos objetos de aprendizagem

O principal objetivo, considerado na concepção dos OAs, foi o de instigar o interesse dos alunos para o estudo de Matemática e de Física. Além disso, buscou-se contemplar a perspectiva interdisciplinar.

Como meta, considerou-se a obtenção de OAs atrativos, práticos e de fácil compreensão pelos alunos, em nível de conteúdo e de utilização.

Esses OAs foram desenvolvidos para auxiliar os alunos na compreensão de conteúdos de Matemática e Física, como por exemplo: variáveis, plano cartesiano, adição, subtração, multiplicação, divisão, calculo mental, torque, massa, peso, distancia, equações e combinação linear.

2.2. Plataforma de Construção

Para a construção dos OAs foi utilizado o programa *Unity3d* que é “uma plataforma de desenvolvimento flexível e eficiente, usado para criar jogos e experiências interativas 3D e 2D em multiplataforma” (UNITY3D, 2015a). O *unity3d* permite a sua utilização por licenças profissionais, empresariais e pessoais. A licença pessoal do *unity3d* pode ser utilizada por qualquer pessoa física que comprovadamente tenha uma renda menor que US\$ 100.000,00 (Cem mil dólares americanos) por ano (UNITY3D, 2015b). As características multiplataforma do *unity3d* permite o desenvolvimento de jogos, animações e simulações para mais de 20 plataformas diferentes, entre elas o *Windows*, *Linux*, *android*, *ios*, *Samsung smart TV*, *ps4*, *Windows phone*, etc (UNITY3D, 2016).

Foi utilizado o *unity3d* para a construção dos OAs para computadores móveis com plataforma *Android* e com tela sensível ao toque. O *unity3D* permite a utilização de duas linguagens de programação, o *Javascript* e o *C# (C sharp)*. Durante a construção dos OAs foram utilizadas as duas linguagens de maneira integrada, em que alguns algoritmos foram desenvolvidos em *javascript* e outros em *C#*.

2.3. Características e interface dos objetos de aprendizagem

Os dois OAs desenvolvidos tem características em comum, ambos foram desenvolvidos para computadores móveis com o sistema operacional *Android* e têm uma interface de pergunta e resposta, com três opções que podem ser escolhidas para a resposta. As questões são divididas

em seis níveis de dificuldades, quais são diferenciadas entre si através da quantidade de caixas e dos valores possíveis para as massas (seção 2.4.).

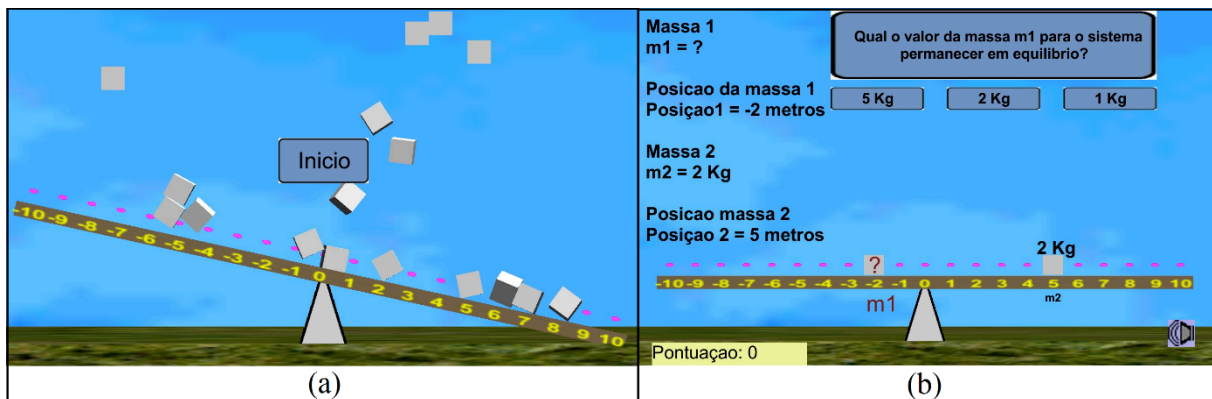


Figura 1: Objeto de Aprendizagem “Torque”: (a) Cena de entrada e (b) Problema de nível 1

Os OAs foram desenvolvidos em duas etapas. Primeiro foi desenvolvido o OA “Torque”, que utiliza relações Físicas de torque nos problemas propostos. Esse objeto tem duas cenas, a primeira cena, figura 1 (a), é a entrada onde aparecem caixas caindo do céu sobre uma gangorra, elas caem de modo aleatório. A gangorra se move de acordo com as localizações e massas das caixas, mostrando ao usuário que as propriedades físicas se aplicam nas caixas e também na gangorra, permitindo ao usuário utilizar os conhecimentos prévios sobre gravidade e torque, mesmo que sejam conhecimentos empíricos adquiridos em experiências pessoais, como por exemplo, brincadeiras infantis.

Na segunda cena, mostrado na figura 1 (b), a gangorra se encontra em posição horizontal com duas caixas sobre ela (isso para os níveis de dificuldade 1 e 2). Cada caixa é nomeada de m_1 , m_2 , m_3 ou m_4 . O valor da massa da caixa m_1 sempre será a incógnita e dentro da caixa m_1 aparece um ponto de interrogação. Para as demais aparecem os valores das massas de cada uma, em quilogramas. No caso da figura 1 (b), a caixa m_2 tem uma massa de 2 quilogramas, mas para cada problema apresentado os valores das massas variam.

Como apresentado na figura 1 (b) a gangorra está dividida em duas partes, representando o eixo das abcissas de um plano cartesiano, no meio da gangorra fica o eixo de rotação, a esquerda do eixo de rotação a gangorra é dividida em 10 partes iguais indicando valores negativos, o lado direito do eixo de rotação também está dividido em 10 partes iguais indicando valores positivos. No topo da cena, do centro para a direita, aparece a questão “Qual o valor da massa m_1 para o sistema permanecer em equilíbrio?”, abaixo da questão aparecem três opções de respostas, a saber: 5 Kg, 2Kg e 1 Kg.

Quando uma resposta errada é escolhida, um som é emitido e a gangorra se move de maneira a mostrar que o sistema não está em equilíbrio. O movimento da gangorra ocorre de forma a representar o que aconteceria se no local da caixa massa 1 fosse colocado uma massa com o valor que foi escolhido. No exemplo da figura 2 (a) é mostrado o que ocorre quando a resposta escolhida para a massa 1 tem valor menor que a resposta correta.

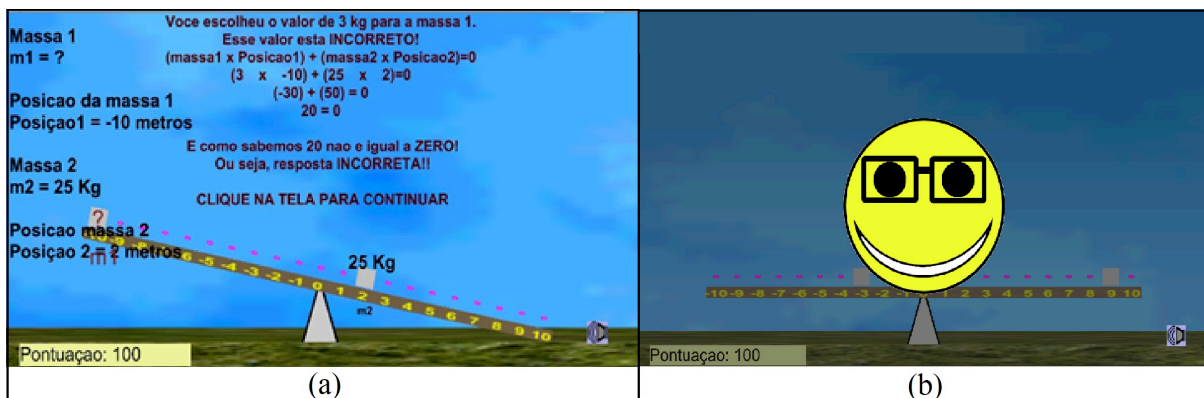


Figura 2: Objeto de Aprendizagem “Torque”: (a) Tela de erro e (b) Tela de acerto

Podemos ver na figura 2 (a) que a caixa de 3 Kg escolhida faz a gangorra se mover no sentido horário, mostrando que a relação entre a força (peso) e a distância produz um torque maior. Uma situação inversa poderá ser observado quando a escolha da massa 1 for maior que 5 kg, para os valores do problema representado na figura 2 (a). Nesse caso, a gangorra se moveria no sentido anti-horário.

Quando é escolhida uma resposta errada, aparece uma janela de ajuda, onde é demonstrando ao usuário porque a resposta está incorreta, como mostrado na figura 2 (a). Ao tocar na tela o OA “torque” volta para a pergunta e a resposta que foi escolhida errada é removida deixando apenas duas opções.

Se o usuário acertar a resposta é apresentado um desenho de um rosto sorrindo, acompanhado da emissão de um som e aumenta o valor da pontuação do usuário, como ilustrado na figura 2 (a). Destaca-se que os pontos adicionados ao sistema de pontuação, são calculados a partir do nível de dificuldade e se o usuário acertou na primeira chance. Por exemplo, se o nível de dificuldade é o nível 4 e foi acertado na primeira chance, a pontuação recebida é de 400 pontos, mas se o usuário acertou na segunda chance, a pontuação recebida cai para 100 pontos. Se a resposta da questão estiver errada não ocorre acréscimo no sistema de pontuação, mas também não ocorre decréscimo.

O sistema de pontuação é usado como referência para trocar o nível de dificuldade das simulações, sendo que, no total são seis níveis de dificuldade. Acima de 2000 pontos o nível de dificuldade passa a ser o nível 2, a partir de 5000 pontos nível 3, 10000 pontos nível 4, 15000 pontos nível 5 e acima de 25000 pontos os problemas apresentados são de nível 6. Os diferentes níveis são explicados na próxima seção.

Os OAs ao serem iniciados criam um relatório em que a cada resposta, certa ou errada, é atualizado. Ele contém todos os acertos, erros, questões e tempo de início de cada questão. Esse relatório tem uma função importante, pois através da análise do relatório os professores podem fazer levantamentos sobre quais alunos estão com dificuldades e quais as questões que foram resolvidas de maneira errada.

Na etapa seguinte foi criado o segundo OA, chamado de “Algedroid”, nome que vem da fusão das palavras “álgebra” e “*android*”. Este objeto tem a mesma estrutura interna que o primeiro, mas sem as características interdisciplinares - Matemática e Física. No Algedroid aparecem a pergunta e as três opções de respostas. Diferentemente do OA “Torque” o Algedroid utiliza apenas conceitos de Matemática para a resolução dos exercícios.

A pergunta que é feita da seguinte forma: “Qual é o valor de Z na equação a seguir: $Z = (25 \times 4) + (5 \times 10) - (8 \times 15)$ ”. Abaixo da pergunta existem três opções de resposta e apenas uma é correta.

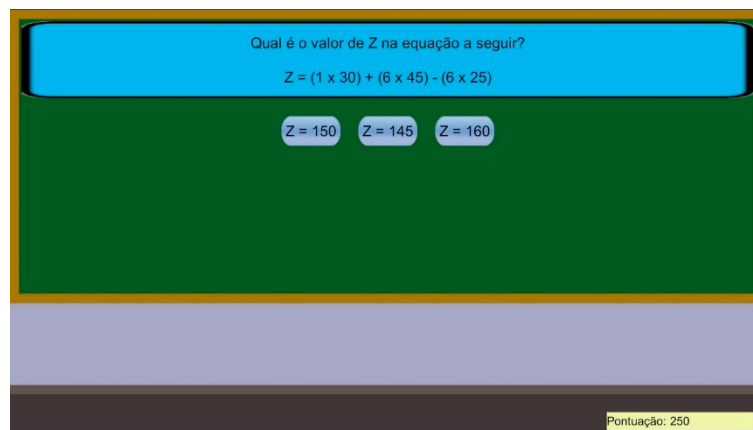


Figura 5: Tela principal do Algedroid

No Algedroid, quando o usuário erra a resposta aparece uma janela com uma imagem de um desenho representando um professor e a resolução detalhada da questão. Ao tocar na tela

da janela de resolução uma nova questão aparece. Se a resposta escolhida para a questão estiver correta uma nova questão aparece imediatamente.

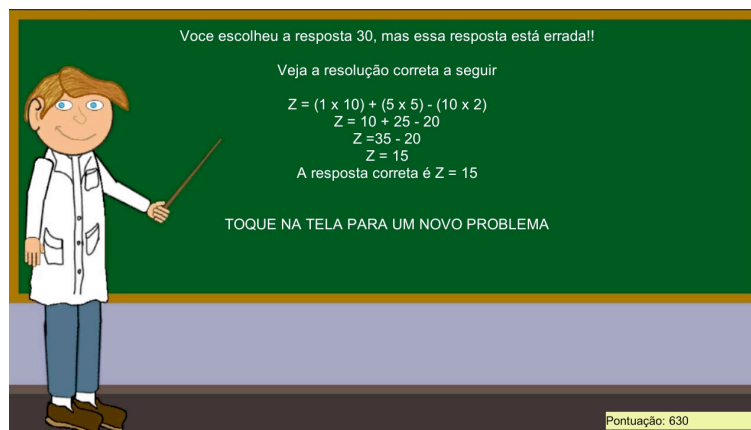


Figura 6: Tela de resolução detalhada do Algedroid

2.4. Algoritmos

Para a construção dos algoritmos dos dois OAs utilizou-se apenas valores inteiros nas respostas. Para que os alunos resolvessem as questões com cálculos mentais, foi desenvolvido um algoritmo que calcula todas as combinações possíveis para cada nível, onde os valores das massas sempre assumem um dos seguintes valores: 1 kg, 2 kg, 3kg, 5 kg, 10 kg, 15 kg, 20 kg, 25 kg, 30 kg, 35 kg, 40 kg, 45 kg e 50 kg.

Para o OA “Torque”, foram construídas seis funções que calculam as possíveis combinações, essas funções posteriormente foram incluídas também no Algedroid. Nos níveis 1 e 2 são apresentadas duas caixas sobre a gangorra, cada caixa está em uma posição e tem uma massa. Para o nível 1 as massas das caixas podem assumir os valores: 1 kg, 2 kg, 3kg, 5 kg, 10 kg, 15 kg, 20 kg e 25 kg. Para o nível 2 as massas podem assumir os mesmos valores do nível 1 e mais os seguintes valores: 30 kg, 35 kg, 40 kg, 45 kg e 50 kg. Todos os níveis seguem o padrão dos níveis 1 e 2. Nos níveis 3 e 5 os valores que podem aparecer para as massas nas questões são iguais aos valores do nível 1. E nos níveis 4 e 6 os valores das massas são iguais aos do nível 2. Nos níveis 1 e 2 de dificuldade, aparecem apenas 2 caixas na gangorra. Nos níveis 3 e 4 aparecem três caixas e nos níveis 5 e 6 aparecem quatro caixas sobre a gangorra, sendo duas de cada lado.

Outra função que foi criada nos objetos é o relatório das atividades. Nesse relatório sempre que é respondida uma questão, dentro do OA “Torque”, o relatório atualizado é gerado com as seguintes informações: nível da atividade, valores das massas, valores das posições, resposta correta, resposta escolhida, opções de respostas que estavam disponíveis, horário, se foi respondido certo na primeira tentativa, na segunda tentativa ou se não foi acertada a questão. Para o Algedroid, o relatório grava as seguintes informações: nível da questão, equação apresentada, resposta correta, resposta escolhida, opções de resposta, horário e se a resposta está correta.

3. Análise das características dos Objetos de Aprendizagem

A intenção na análise é a verificação se os OAs podem ser ferramentas úteis no processo de ensino e aprendizagem, como exemplo, buscar identificar se as características visuais e interdisciplinares podem interferir e como acontece essa interferência.

Mesmo os dois OAs tendo características em comum, em sua estrutura interna e em interface, outros atributos são inerentes de cada OA. No OA “Torque”, um conhecimento do conteúdo de torque, da matéria de Física, é necessário para resolução dos exercícios, as características visuais auxiliam na interpretação do problema, o que pode representar um diferencial importante. No Algedroid, as características visuais foram retiradas, deixando os problemas com um número menor de informações, também não se faz necessário um conhecimento específico de Física para se resolver as questões.

Para a avaliação dos dois aplicativos serão realizadas atividades onde o professor pesquisador irá acompanhar 10 turmas das salas de reforço, em contraturno, em várias escolas. Esses alunos serão divididos em três grupos: Grupo de controle, grupo do objeto “Torque” e grupo do Algedroid.

As atividades serão divididas em três etapas. A primeira etapa será uma avaliação no início das atividades, para identificação dos conhecimentos prévios dos alunos. A segunda etapa será a utilização dos OAs. Para o grupo de controle essa etapa se restringirá na resolução de problemas no caderno. Na terceira etapa será aplicada uma nova avaliação. Outras fontes de dados serão os relatórios criados pelos OAs, as anotações dos alunos e o diário de bordo do pesquisador..

A análise de dados será baseada nas informações coletadas nas atividades com os alunos. Será criada uma tabela que mostre a quantidade de acertos e erros de cada conteúdo na

primeira avaliação feita pelos alunos e comparada aos acertos e erros da segunda. Assim será possível analisar se os OAs contribuíram na aprendizagem dos alunos.

Com os dados dos relatórios dos OAs também é possível criar tabelas contendo a quantidade de problemas resolvidos em um período de tempo, quantidade de acertos para cada grupo de cada escola e a quantidade de questões de cada nível de dificuldades que foram respondidas corretamente.

4. Considerações

O desenvolvimento de um OA pode ser demorado, pode necessitar de um investimento de tempo e conhecimento que nem sempre estão disponíveis para os educadores. Em sites chamados repositórios, que são bancos de cadastro e armazenamento de OAs, são encontrados muitos OAs com características variadas, mas os OAs desenvolvidos para computadores móveis com sistema operacional *android* são uma minoria. Muitas vezes não é possível aos educadores incluírem OAs em suas metodologias de ensino e essas dificuldades decorrem de vários fatores, por exemplo, existem OAs para vários sistemas operacionais e alguns dependem de instalação de outros aplicativos para um funcionamento adequado. Para fazer a instalação de OAs nos laboratórios de informática das escolas, os educadores precisam que esses sejam compatíveis com o sistema operacional e com a capacidade de processamento dos computadores disponíveis, e precisam da presença do técnico responsável pelo laboratório de informática. A utilização dos celulares dos próprios alunos pode ser a solução para essas dificuldades.

Com esta pesquisa, se espera coletar dados que apontem evidências que a utilização de OAs em forma de jogos pode auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Matemática. Também se espera concluir que a utilização dos celulares direcionados ao ensino é uma metodologia que auxilia os alunos na revisão, estruturação e melhor compreensão de conceitos de Matemática.

5. Referencias

BARBOSA, A. F. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC educação 2014**. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2015.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Tendências e concepções no currículo da matemática para os anos iniciais do ensino fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

DA ROCHA, M. D. et al. (Des) Liga esse celular, moleque! Smartphone como minilaboratório no ensino de ciências. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, p. 41–52, 2015.

DA SILVA, F. A. P. Spacequiz: Um jogo educacional para celular voltado ao ensino de aritmética. **VII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment**, 2009.

GRAVINA, M. A. et al. **Matemática, mídias digitais e didática: tripé para formação de professores de matemática**. Porto Alegre: Evangraf, 2012.

MEDEIROS, M. DE O.; SCHIMIGUEL, J. Uma Abordagem para avaliação de jogos educativos: ênfase no ensino fundamental. **III Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, 2012.

MORAN, J. M. **Gestão inovadora da escola com tecnologias - Adaptado do texto original publicado em VIEIRA, Alexandre (org.). Gestão educacional e tecnologia**. São Paulo: 2005

SOUZA, L. DE L.; TEIXEIRA, L. C. T.; CARMINATI, C. J. Um computador por aluno: Um dos ícones da modernização da escola brasileira na segunda década do século XXI. **Educação em Revista**, v. 31, p. 379–404, 2015.

UNITY3D. **Sobre o Unity3d**. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/unity>>. Acesso em: 6 mar. 2016a.

_____. **Acordo de licença de software do Unity pro e Unity personal versão 5.X**. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/legal/eula>>. Acesso em: 6 mar. 2016b.

_____. **Crie uma vez e implemente onde quiser**. Disponível em: <<https://unity3d.com/pt/unity/multiplatform>>. Acesso em: 6 mar. 2016.

WILEY, D. A. **Learning Object Design and Sequencing Theory**. Provo - UT: Department of Instructional Psychology and Tecnology, 2000.