

MOBILE-LEARNING: APRENDIZAGEM MATEMÁTICA POR MEIO DE REALIDADE AUMENTADA

Bruno Resende*

Thaísa Jacintho Müller**

Resumo: O presente trabalho explora a aprendizagem matemática por meio do *m-learning* e tem como principal objetivo apresentar a criação de um aplicativo de Realidade Aumentada utilizado como um recurso tecnológico no estudo de mapas de contorno e geometria espacial que tem a capacidade de interpretar marcadores *Vumark*¹. Essa tecnologia mostrou-se capaz de possibilitar novas situações de potencialização de aprendizagem por meio de aparelhos portáteis e acessíveis a qualquer momento e ambiente. Neste trabalho, concluiu-se que o aplicativo, direcionado para atividades de geometria espacial, pode ser utilizado como uma possibilidade de apoio aos estudantes de ensino médio, em vista que os resultados da investigação evidenciaram um desenvolvimento satisfatório dos participantes durante as atividades propostas.

Palavras-chave: Realidade Aumentada. Matemática. Mapas de contorno. Geometria Espacial. *Vumark*.

1 Introdução

O progresso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) proporcionou novas possibilidades nos processos de ensino e aprendizagem. Os avanços tecnológicos contribuíram e vêm contribuindo para o desenvolvimento do ensino a distância *on-line* e para a aprendizagem com mobilidade (com dispositivos móveis).

Nesse artigo, apresenta-se uma exploração da tecnologia na Educação Matemática sob o viés da Realidade Aumentada (RA). A principal justificativa para trabalhar matemática com esse recurso foi devido à dificuldade de visualização dos gráficos durante o estudo de funções de duas variáveis reais e sólidos tridimensionais, que são expressos de maneira plana no livro didático. Em vista disso, para explorar esses conteúdos planejados em perspectiva “3D”, pensou-se em usar o potencial da RA. Isto porque essa tecnologia insere objetos

*Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

**Doutora em Informática na Educação e Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

¹*Vumark* é uma nova geração de códigos de barras. Possui grande liberdade de guardar imagens e dados permitindo uma experiência única na projeção de objetos em 3D. Disponível em: <https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark>.



tridimensionais no ambiente real do usuário, ou seja, é capaz de proporcionar uma experiência diferente em relação ao objeto visualizado.

Assim, combinações de elementos mundanos com outros virtuais utilizados em conteúdos de matemática poderiam possibilitar novos meios de ensino e de aprendizagem. Partindo-se da ideia que a “[...] tecnologia tem vindo continuamente a alterar de forma profunda de como as pessoas aprendem e vivem” (CRUZ-CUNHA et al., 2010, p.167), buscou-se estudar a tecnologia dos dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) e suas possibilidades em relação à produção do conhecimento matemático no contexto da RA.

Sabe-se que existem muitas maneiras de utilização de tecnologia para promover a aprendizagem. Os *softwares* utilizados em sala de aula, por exemplo, interagem com o usuário por meio de uma tela com uma realidade bi e tridimensional. O computador trouxe, então, sofisticação na interatividade entre o ser humano e a máquina exigindo que as pessoas se ajustassem às interfaces e à tecnologia (KIRNER; SISCOOTTO, 2007). As limitações por parte do aspecto computacional se restringem ao espaço da tela do monitor. Por outro lado, a interação com o *mouse* e o teclado por meio de combinações multimídias (vídeo, imagens e som) serviu como inspiração para trabalhar a RA em um âmbito educacional (KIRNER; KIRNER, 2011).

Com a limitação da visualização e a representação em perspectiva gráfica e geométrica nos livros e materiais didáticos (BECKER, 2009), surgiu a ideia de explorar a RA por meio do desenvolvimento de um aplicativo que seria um complemento no estudo de determinado conteúdo (inicialmente, mapas de contorno, funções de duas variáveis e geometria espacial). Para contemplar o trabalho com RA e Matemática, procurou-se estudar conceitos de *mobile learning* no intuito de contribuir para o desenvolvimento do aplicativo com os marcadores *Vumark*. Ou seja, teve-se a intenção de desenvolver um aplicativo que seja utilizado em conjunto com um material didático e uma nova tecnologia de marcadores de RA.

Assim, a proposta desenvolvida neste trabalho é apresentar um aplicativo de RA com marcadores denominados de *Vumark* que podem servir de apoio aos processos de ensino e aprendizagem do conhecimento matemático.

2 Embasamento teórico

Ao longo deste estudo, surgiram questionamentos sobre como as TIC, no caso dispositivos móveis, podem participar de forma efetiva no processo de produção do conhecimento matemático por meio de aplicativos.

Dentro da concepção da RA e do conhecimento matemático, procurou-se desenvolver



um aplicativo com o intuito de potencializar o estudo de mapas de contorno e geometria espacial. Dessa forma, foram determinados como referenciais teóricos: RA e *m-learning*.

2.1 Realidade Aumentada

Segundo Forte (2009), a RA se refere à realidade mundana com um ponto inicial para uma tentativa de ensaio que leva o usuário a vivenciar um mundo virtual (sem sair dessa realidade). Assim, a RA não extrai o usuário da realidade mundana, mas utiliza o mesmo ambiente que ele se encontra inserindo materiais tridimensionais em uma experiência que combina o mundano e o virtual. Sobretudo, a RA sobrepõe objetos em ambientes físicos por meio de um instrumento tecnológico (KIRNER; SISCOUTTO, 2007).

O avanço da tecnologia e as formas de investigação da RA contribuíram para o desenvolvimento de abordagens diferenciadas como a utilização de dispositivos móveis com RA, para ambientes educacionais. Como dizem Marçal, Andrade e Rios (2005) isto ocorreu quando os recursos da computação gráfica móvel manifestaram-se como uma tecnologia recente e renovadora para a educação.

Assim, entende-se que ao inserir essas tecnologias, atividades e explorações com o mundo cibernético, interagindo com a realidade mundana na esfera educacional matemática, serão criadas possibilidades de potencializar o ensino e a aprendizagem de desta disciplina.

Aproveitar-se dos recursos da RA e aplicá-los na educação é uma forma de construir alternativas de ensino e de aprendizagem ao lado dos livros, fotos, ilustrações, vídeos e das aulas expositivas. Atividades com RA podem contribuir para um ambiente de conexão não só entre tecnologia e matemática, mas com outras áreas de ensino ou ciência.

Nesse sentido, além de computadores pessoais, as tecnologias móveis estão presentes na sociedade e cada vez mais fazem parte das tarefas diárias dos usuários. Estão, assim, interferindo na forma como buscam informação, conhecimento e trabalho. Tomando vantagem dos recursos móveis, buscou-se por aplicações de RA em aplicativos móveis sem preocupação em utilizar computadores pessoais, mas pensando em dispositivos que estão constantemente com os professores e alunos; como os *smartphones*, por exemplo. Possuir um aparelho com vários recursos e que as pessoas estão acostumadas a utilizá-los pode servir como um importante recurso da tecnologia para trabalhar em conjunto com a RA. Segundo Cruz-Cunha e colaboradores (2010), um dispositivo móvel é um meio de ensino e de aprendizagem de grande valor.

Procurar maneiras diferentes de se refletir sobre atividades que envolvam a matemática para dentro de uma aplicação de RA é um desafio a ser superado para



profissionais da Educação Matemática. Criar, desenvolver, planejar e executar uma aplicação ou um aplicativo (para *smartphone*) com objetivo principal sendo a exploração de objetos ou cenários matemáticos seria fundamental e de grande benefício para o ensino e para a aprendizagem. Como argumentam Cruz-Cunha e colaboradores (2010), algumas TIC trazem vantagens e podem beneficiar o ensino e um bom campo para aplicar essas TIC seria a matemática.

A RA presente em *softwares* que interagem com o usuário por meio de sistemas de saída como monitores e projetores expressa com naturalidade objetos ou materiais virtuais em um ambiente da realidade mundana. Cuperschmid e Freitas (2013, p. 12) relatam isso quando dizem que “[...] a RA permite que usuários interajam com o conteúdo virtual de uma maneira natural, intuitiva”. Contudo, os aplicativos de RA para *smartphones* ficam abaixo do esperado não só para a área da matemática, mas como outras áreas como arquitetura, engenharia e construção (AEC) (CUPERSCHMID; FREITAS, 2013), nas quais se encontra uma grande quantidade destas aplicações com objetivos de modelar virtualmente cenários imobiliários.

Entende-se que existe uma preocupação em conhecimentos técnicos sobre linguagem de programação para que se possa unir a tecnologia, a RA e a matemática devido às barreiras encontradas. Martins e Guimarães (2012) ressaltam como uma das dificuldades, os diversos requisitos complexos encontrados para que o professor desenvolva os próprios conteúdos. Contudo, compreende-se que persistir em um caminho que busque estudos para entender, explorar e alavancar as aplicações da RA é proporcionar colaborações para o avanço do ensino e da aprendizagem em matemática.

Após as considerações feitas sobre RA e suas possibilidades de contribuir para a Educação Matemática, apresenta-se, a seguir, conceitos e aspectos do *m-learning*.

2.2 *M-learning*

A expansão do mundo digital, como a internet, possibilitou um enorme avanço tecnológico para os meios de ensino e aprendizagem a distância. As TIC proporcionaram o desenvolvimento do ensino a distância *on-line*, denominado *e-learning*. Assim, com novos recursos tecnológicos de *hardware* e *software* e oferecendo diferentes possibilidades de ensino, originou-se outra modalidade, o *mobile learning* (*m-learning*) (TAROUCO et. al., 2004).

Segundo Mülbert (2014), o *mobile learning* é uma determinada quantidade de práticas e atividades educativas realizadas por meio de dispositivos móveis assim como as aplicações educacionais de sua utilização. Nesse contexto, o *m-learning* é a concepção de aprendizagem



mediante dispositivos de mão como PDAs (*Personal Digital Assistant*), *smartphones*, *tablets* e outros recursos portáteis que possuam e manipulem informações (MÜLBERT; PEREIRA, 2011).

De acordo com Tarouco e colaboradores (2004), essa nova modalidade alterou a forma e a dinâmica do ensino e da aprendizagem proporcionando o acesso a informações educacionais em qualquer momento e em qualquer lugar.

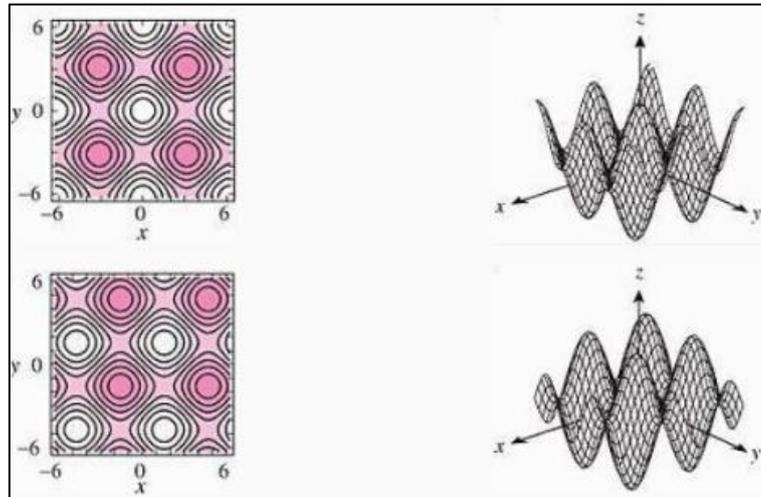
No trabalho de Batista e colaboradores (2011), os autores utilizaram dois aplicativos para celulares na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I em duas turmas do Ensino Superior do Instituto Federal Fluminense com o intuito de possibilitar acessos a materiais e permitir suporte tecnológico nas atividades trabalhadas no curso. Desse modo, os estudantes tinham em suas mãos aplicativos que possibilitavam traçar gráficos de até três funções, alterar coeficientes, visualizar a derivada e calcular a área sob uma curva em qualquer intervalo (em representações 2D). Assim, Batista e colaboradores (2011) concluíram que os aplicativos se tornaram recursos mediadores e colaboraram no processo de aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral I.

Nessa perspectiva, no presente artigo, é proposto o uso do *m-learning* como uma possibilidade de estudo sobre mapas de contorno, funções de duas variáveis e geometria espacial por meio de um aplicativo de RA com interação de marcadores *Vumark*.

3 Construção do aplicativo de RA, marcadores e a prática em sala de aula

Durante o estudo de cálculo diferencial e integral, por meio do material didático impresso, é possível perceber uma limitação no que se refere aos gráficos das funções de duas variáveis. A Figura 1 ilustra um exercício sobre mapas de contorno, presente em um livro de cálculo.

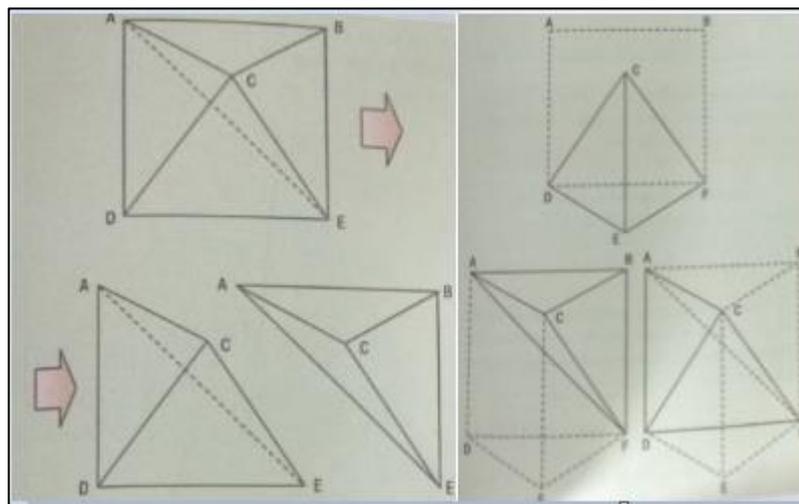
Figura 1: Mapas de contorno no livro didático.



Fonte: Anton, Bivens e Davis (2007, p. 934).

Essa atividade questiona o estudante para descobrir qual é o mapa de contorno de cada gráfico que aparece na imagem. Porém, o livro didático não permite que se tenha total visão de todos os ângulos desse gráfico. A Figura 2 ilustra a demonstração do volume de uma pirâmide por meio de uma perspectiva tridimensional.

Figura 2: Volume de uma pirâmide no livro didático



Fonte: Spinelli, Souza e Reame (2005, p. 69).

Desse modo, tomaram-se essas limitações do livro didático como motivação para a criação de um aplicativo de RA no estudo de mapas de contorno e geometria espacial.

Nessa perspectiva, apresentam-se os recursos utilizados para o desenvolvimento do aplicativo bem como a mais nova tecnologia em marcadores de RA.

3.1 Marcadores *Vumark*

Diferentemente dos códigos de barras bidimensionais denominados de *QR Codes*, a *Vumark* é a evolução de código de barras dos recursos da RA. Ele permite a liberdade de um *design* personalizado, simultaneamente codificando dados e atuando como um marcador de RA.

Atualmente, as *Vumarks* têm aplicação em ambos os mercados de empresas e consumidores. Esses marcadores oferecem um método simples para codificar dados ou um número de série. Ou seja, a *Vumark* serve como instruções para indicar ao usuário onde a experiência da RA pode ser encontrada no espaço e como projetá-las.

No mercado de consumo, *Vumarks* oferecem uma maneira confiável de reconhecer e rastrear brinquedos, eletrônicos e ferramentas. As marcas de consumo podem criar experiências 3D que são projetadas para mostrar como usar o produto ou para agregar valor com novos recursos digitais. Exemplos de marcadores *Vumarks* são apresentados na Figura 3.

Figura 3: Exemplos de *Vumarks*.



Fonte: <https://library.vuforia.com/articles/Training/VuMark>.

Nesse contexto, buscou-se nos marcadores uma maneira de potencializar a aprendizagem com mobilidade. Assim, para o estudo de mapas de contorno, foi desenvolvido um *design* próprio que contém informações de funções de duas variáveis (a Figura 4 ilustra o marcador). Cada marcador pode gerar uma função de duas variáveis de até 25 caracteres. Além disso, para a aprendizagem de geometria espacial, as *Vumarks* contêm também exemplos de sólidos de revolução e volume de uma pirâmide.

Figura 4: *Vumark* personalizada para o aplicativo.

Fonte:Elaborado pelos autores.

No entanto, para a visualização do conteúdo em RA foi necessário a criação de um aplicativo com um algoritmo capaz de interpretar as informações dentro da *Vumark*.

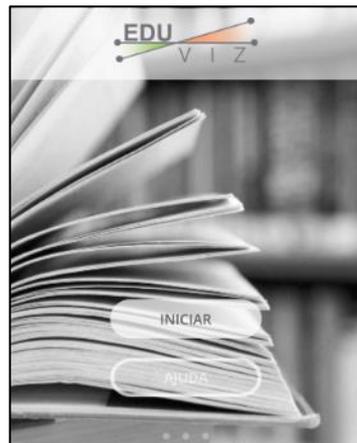
3.2 O aplicativo

A principal motivação de criar um aplicativo de RA voltado à aprendizagem matemática é a falta de aplicativos que explorem os conteúdos de forma a instigar os usuários por meio da interação. Além de existir poucos aplicativos nas lojas virtuais, a principal função dos mesmos é somente projeção de formas geométricas ou gráficos. Acredita-se que não existam muitos desenvolvimentos de aplicações em RA que promova uma interação atrativa para os indivíduos que pretendem aprender por meio de um *smartphone*. Logo, procurou-se criar um aplicativo que proporcionasse uma relação dinâmica entre o conteúdo e os usuários.

O desenvolvimento do aplicativo de RA se deu por meio da linguagem de programação *C#* e o *software Unity*. O algoritmo de programação foi criado com o intuito de interpretar os conteúdos matemáticos contidos nos marcadores *Vumark*. Assim, o aplicativo tem a capacidade de reconhecer funções de duas variáveis, projetar os seus respectivos gráficos e sólidos tridimensionais.

O aplicativo possui uma interface simples com somente um botão que aciona a câmera do dispositivo móvel (Figura 5). A aplicação foi desenvolvida para o sistema operacional *Android* e está disponível para *download* na loja *Google Play*.

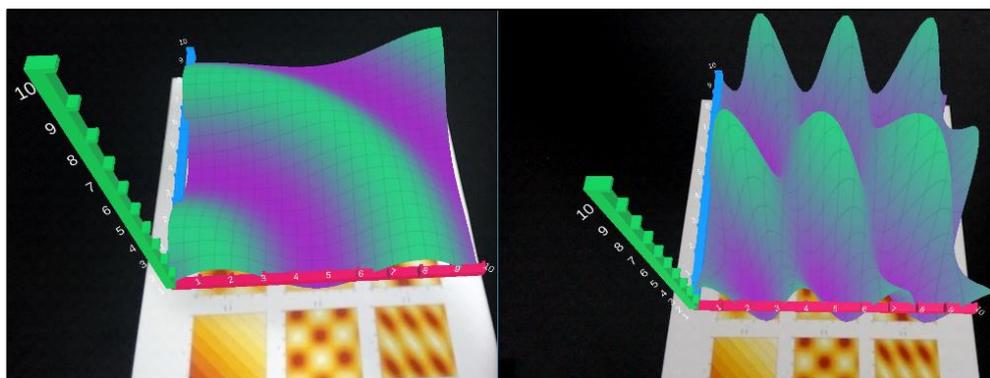
Figura 5: Interface inicial do aplicativo.



Fonte:Elaborado pelos autores.

Independentemente de qual for o marcador, o aplicativo consegue diferenciar as informações das funções que estão inseridas dentro do código. Ou seja, com o mesmo aplicativo é possível interpretar *Vumarks* diferentes, como mostra a Figura 6.

Figura 6: Mapas de contorno visualizados por meio do aplicativo.



Fonte:Elaborado pelos autores.

Nessa perspectiva, elaboraram-se exemplos sobre geometria espacial baseados em uma aprendizagem com mobilidade utilizando o aplicativo de RA desenvolvido (Figura 7). Por conseguinte, procurou-se trabalhar na busca de novos modelos de ensino e aprendizagem com dispositivos móveis em conjunto com a nova tecnologia dos marcadores *Vumark*.

Figura 7: Sólidos visualizados por meio do aplicativo.



Fonte:Elaborado pelos autores.

Ao inserir conteúdos matemáticos no âmbito da RA, existe a possibilidade de experimentar uma maneira diferente de estudar utilizando um dispositivo móvel interagindo e explorando em três dimensões mapas de contorno e sólidos 3D que antes eram vistos planejados em um livro didático.

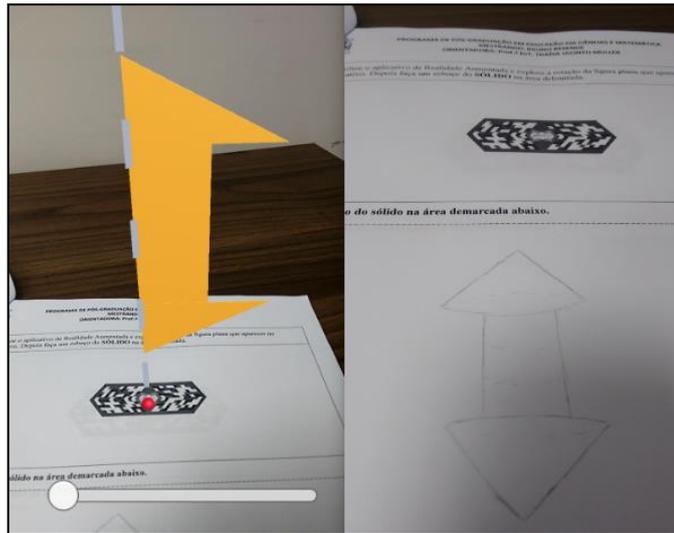
3.3 Utilização do aplicativo para aprendizagem de geometria espacial

Nesse contexto, definiu-se um conteúdo de geometria espacial para utilizar o aplicativo, objetivando explorar sólidos de revolução em um experimento com 23 estudantes do primeiro ano do ensino médio, a fim de obter um retorno sobre o levantamento de dados em relação à aprendizagem matemática por meio de um aplicativo de RA. Este objetivo foi traçado em razão de que o propósito é “[...] descobrir como os protocolos de coleta de dados e os instrumentos do levantamento de dados irão funcionar sob circunstâncias reais” (FLOYD; FOWLER, 2011).

Dessa maneira, os participantes fizeram o download do aplicativo e receberam os materiais criados para a atividade. No que se refere aos resultados obtidos na observação do desenvolvimento das atividades com os participantes, podem-se detalhar as seguintes informações:

No primeiro exercício, o objetivo consistia em esboçar a forma do sólido de revolução gerado por uma interação dinâmica do usuário com a forma geométrica plana visualizada. A Figura 8 ilustra a comparação entre o desenho do sólido de um dos estudantes e a forma geométrica em RA.

Figura 8 - Comparação do desenho esboçado pelo aluno com a forma geométrica plana em RA.

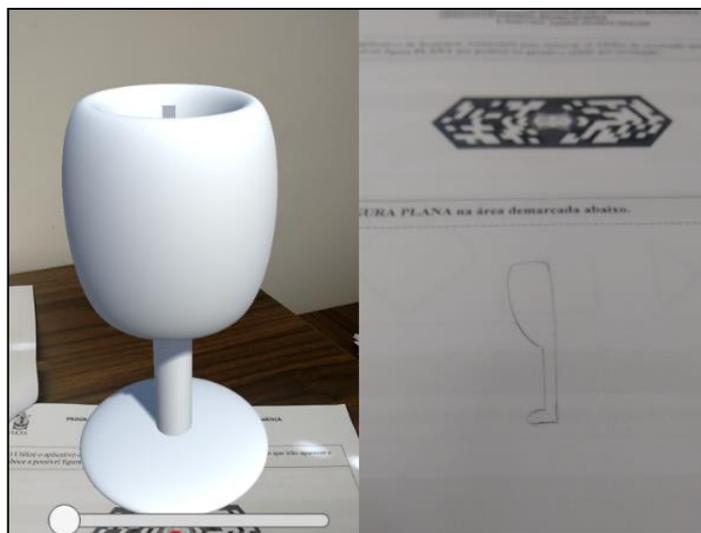


Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse tipo de exercício, identificou-se que a interação com o aplicativo proporcionou um complemento no exercício de visualização da composição do sólido sendo possível verificar que o esboço está bem próximo do modelo em RA.

Na segunda parte da atividade, os participantes tinham que fazer o oposto do primeiro exercício, esboçar a figura plana que origina o sólido. Por conseguinte, durante a atividade foi possível verificar os desenhos provenientes da visualização espacial dos objetos. A Figura 9 ilustra uma das respostas desenvolvidas por um dos participantes.

Figura 9 - Comparação do esboço do estudante com o sólido em RA.



Fonte: Elaborado pelos autores.

No exercício dois, verificou-se uma dificuldade por parte dos participantes para a

realização da tarefa. Como o intuito era interagir e prestar atenção nos detalhes de um sólido em RA, as representações apresentavam divergências em relação ao sólido de referência.

Portanto, observou-se, nessa breve aplicação das atividades, um desenvolvimento satisfatório em relação ao objetivo de apresentar um aplicativo de RA com interação dinâmica apesar de algumas dificuldades encontradas pelos participantes durante o segundo exercício. Perceberam-se as seguintes reações segundo as descrições dos estudantes como, por exemplo: “Ajudou, pois podemos visualizar o objeto e ver o movimento que é realizado”, “[...] vimos a figura plana no aplicativo e a partir do uso do app conseguimos representar o sólido”., “[...] é um material muito didático que ajuda a visualizar como, a partir de uma figura plana, pode-se obter sólidos de revolução”(informação verbal). Logo, os estudantes demonstraram satisfação com a atividade e o exercício de estudar com o aplicativo manifestando uma sensação de aprovação do recurso quando questionados quanto à utilização da tecnologia de RA no desenvolvimento dos exercícios.

4 Considerações finais

Este artigo pretendeu apresentar o desenvolvimento de um recurso educacional *mobile* no intuito de ser utilizado juntamente com um material didático. Logo, produziu-se marcadores *Vumarks* personalizados para o estudo de funções de duas variáveis e geometria espacial. A tecnologia apresentada tem a facilidade de poder funcionar em qualquer dispositivo *mobile* com sistema *Android*, tornando-se, assim, um meio intuitivo e de fácil utilização pelos estudantes e professores. Entende-se que é preciso ampliar as pesquisas sobre o *m-learning*, no intuito de agregar valor aos conteúdos e incentivar mais desenvolvimentos de recursos para a aprendizagem de ciências e matemática. O aplicativo de RA com a interação com as *Vumarks* pode proporcionar experiências e situações novas a partir da experiência *mobile*, possibilitando expandir o ensino e a aprendizagem da matemática por meio de aparelhos portáteis e acessíveis a qualquer momento e ambiente. Desse modo, justifica-se o desenvolvimento do aplicativo pelo fato de que as lojas virtuais não possuem muitas aplicações em RA direcionadas para a matemática nem cenários que proporcionem uma relação dinâmica entre os usuários e o conteúdo. No caso deste trabalho, concluiu-se que o aplicativo de RA direcionado para atividades de geometria espacial pode ser utilizado como uma possibilidade de apoio aos estudantes de ensino médio, em vista que os resultados da aplicação evidenciaram um desenvolvimento satisfatório dos participantes durante as atividades propostas. Além de tudo, compreende-se que dedicar esforços e persistir em desenvolvimentos de aplicações em RA com a finalidade de propiciar a potencialização da



produção do conhecimento matemático por meio do virtual combinado com o mundo real é buscar por inovações e contribuições para a área da Educação em Ciências e Matemática em relação às novas práticas com tecnologias.

Entretanto, uma restrição da tecnologia está na criação de marcadores para diferentes conteúdos. No caso do presente artigo, o aplicativo permite gerar conteúdos sobre funções de duas variáveis reais e sólidos de revolução. Assim, para outras explorações na matemática, deve-se ter conhecimento em linguagem de programação e conhecimentos suficientes sobre a tecnologia das *Vumarks* para a criação de marcadores compatíveis com as atividades desejadas. Portanto, até o momento, não existe um *software* que os professores ou profissionais da educação possam gerar marcadores próprios e para uso em sala de aula.

Logo, tem-se como objetivo buscar novos horizontes para ultrapassar as restrições do aplicativo, como o desenvolvimento de uma plataforma que permitirá o professor gerar marcadores com diversos conteúdos matemáticos compatíveis com o aplicativo de RA.

MOBILE-LEARNING: MATHEMATICAL LEARNING BY AUGMENTED REALITY

Abstract: The present work explores mathematical learning through m-learning and has as main objective to present the creation of an Augmented Reality (AR) application used as a technological resource in the study of contour maps and spatial geometry that has the capacity to interpret Vumark markers. This technology has proved capable of enabling new situations of learning potential through portable devices and accessible at any time and environment. However, further studies and applications of the application in the field of education are necessary in order to obtain better results on the resource as an allied to mathematical knowledge. In this work, it was concluded that the application, directed to activities of spatial geometry, can be used as a possibility of support to high school students, since the results of the investigation has showed a satisfactory development of the participants during the proposed activities.

Keywords: Augmented Reality. Math. Contour Maps. Spatial Geometry. Vumark.

Referências

ANTON, Howard; DAVIS, Irl; DAVIS, Stephen. **Cálculo**. 8. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BATISTA, Silvia Cristina Freitas et al. Celular como ferramenta de apoio pedagógico ao cálculo. **RENOTE**, v. 9, n. 1, 2011.

BECKER, Marcelo. **Uma alternativa para o ensino da geometria:** visualização geométrica e representação de sólidos no plano. 2009. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de



Matemática, Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

CRUZ-CUNHA, Maria Manuela et al. Realidade Aumentada e Ubiquidade na Educação. **IEEE-RITA**, v. 5, n. 4, p. 167-174, 2010.

CUPERSCHMID, Ana Regina M.; FREITAS, Marcia. Regina de. Possibilidades de Uso de Realidade Aumentada Móvel para AEC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 3; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 5. Campinas, SP. **Anais...** Campinas, 2013.

FLOYD, J.; FOWLER, Jr.. **Pesquisa de levantamento**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

FORTE, Cleberson Eugenio. **Software Educacional Potencializado com Realidade Aumentada para Uso em Física e Matemática**. 2009. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Computação, Ciências Exatas e da Natureza., Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2009.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada. In: IX SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, 1., 2007, Petrópolis. **Realidade Virtual e Aumentada: conceito, projetos e aplicações**. [s.i.]: Sbc, 2007. p. 2 - 21.

KIRNER, Claudio; KIRNER, Tereza Gonçalves. Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada. **Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. Cap**, v. 1, p. 10-25, 2011.

MARÇAL, Edgar; ANDRADE, Rossana; RIOS, Riverson. Aprendizagem utilizando dispositivos móveis com sistemas de realidade virtual. **RENOTE**, v. 3, n. 1, 2005.

MARTINS, Valéria Farinazzo; GUIMARÃES, Marcelo de Paiva. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. In: **Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação**. 2012. p. 100-109.

MÜLBERT, Ana Luisa; PEREIRA, Alice TC. Um panorama da pesquisa sobre aprendizagem móvel (m-learning). **Associação Brasileira de Pesquisadores em Cibercultura**, 2011.

MÜLBERT, Ana Luisa. **A Implementação de Mídias em Dispositivos Móveis: um framework para a aplicação em larga escala e com sustentabilidade em educação a distância**. 2014. 317 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia e Gestão do Conhecimento, Engenharia e Gestão do Conhecimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Constam no texto sem o trema

SPINELLI, Walter; SOUZA, Maria Helena; REAME, Eliane. **Matemática Ensino Médio**. São Paulo: Nova Geração, 2005.

TAROUCO, Liane MR et al. Objetos de Aprendizagem para M-learning. In: **SUCESU- Congresso Nacional de Tecnologia da Informação e Comunicação**. Florianópolis, 2004.