



REALIDADE AUMENTADA COMO APOIO AO ENSINO DO CAMPO MAGNÉTICO AO REDOR DE UM FIO RETILÍNEO

Suzana da Hora Macedo

Doutora em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora do Instituto Federal Fluminense *Campus* Campos Centro (IFF)/RJ. Professora da Universidade Estácio de Sá *Campus* Campos dos Goytacazes/RJ - Brasil. E-mail: shmacedo@iff.edu.br

Evanildo dos Santos Leite

Doutor em Engenharia de Materiais pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). Professor do Instituto Federal Fluminense *Campus* Campos Centro (IFF)/RJ – Brasil. E-mail: eleite@iff.edu.br

Yan Ricardo Damasceno Rangel

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estácio de Sá *Campus* Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: yanrdrangel@hotmail.com

Jonathan Valverde Lisboa

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estácio de Sá *Campus* Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: jonathan.v.lisboa@hotmail.com

Juliano Joaquim Vieira Lage

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estácio de Sá *Campus* Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: julianojoaquimvieira@gmail.com

Luiz Eduardo Granado Cardoso

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estácio de Sá *Campus* Campos dos Goytacazes/RJ – Brasil. E-mail: luizeduardo_granado@hotmail.com

Abstract: Electromagnetism brings abstract concepts, making it difficult for the student to understand. Aiming to reduce this difficulty, the magnetic field of a rectilinear wire in an Augmented Reality environment was generated in which the student can observe the wire in the real environment and the magnetic field around this wire in the virtual environment, also being able to interact and visualize in third dimension. This work aims, in order to minimize students' difficulties, to emphasize the visualization of magnetic fields with the aid of Augmented Reality. This Learning Object can be used to support Electromagnetism classes and was tested with a group of ten Electrical Engineering students presenting positive results.

Keywords: electromagnetism, learning object, magnetic field, Augmented Reality

Resumo: O Eletromagnetismo traz conceitos abstratos, dificultando o entendimento do aluno. Com o objetivo de diminuir tal dificuldade, foi gerado o campo magnético de um fio retilíneo em ambiente de Realidade Aumentada em que o aluno pode observar o fio no ambiente real e o campo magnético ao redor deste fio no ambiente virtual, também podendo interagir e visualizar em terceira dimensão. O objetivo deste trabalho, com o intuito de se minimizar as dificuldades dos estudantes, foi dar ênfase à visualização dos campos magnéticos com o

auxílio da Realidade Aumentada. Esse Objeto de Aprendizagem pode ser utilizado como apoio às aulas de Eletromagnetismo e foi testado com um grupo de dez estudantes de Engenharia Elétrica apresentando resultados positivos.

Palavras-chave: eletromagnetismo, objeto de aprendizagem, campo magnético, Realidade Aumentada

1. Introdução

Tendo a seu favor a versatilidade de aplicação e a sua adaptabilidade a diversas atividades, a informática pode promover a integração curricular, a quebra de barreiras entre as disciplinas e entre as diversas culturas, enriquecendo a formação dos alunos e contribuindo para elevar o nível cultural e tecnológico dos educandos.

Novos espaços de aprendizagem começam a ser planejados e construídos, não mais restritos ao perímetro em que ocorre uma relação tradicional e fechada entre professores e alunos. A partir das indicações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio na área de Informática (BRASIL, 1999a), algumas escolas já contam com a inserção da informática no seu cotidiano, começando a valorizar o deslocamento das atividades de ensino para experiências e vivências virtuais, em lugares, tempos e espaços onde e quando as coisas acontecem, como forma de enriquecimento pedagógico. Ou seja, mostram-se preocupadas com o oferecimento de um ensino de melhor qualidade, incentivando o envolvimento de professores e educandos para a construção individual e coletiva dos conhecimentos (KENSKI, 2003).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, indicam que a área de Física (BRASIL, 1999b, p. 54) e, em especial, as áreas de Ótica e Eletromagnetismo “além de fornecerem elementos para uma leitura do mundo da informação e da comunicação, poderiam, numa conceituação ampla, envolvendo a codificação e o transporte da energia, ser o espaço adequado para a introdução e discussão de modelos microscópicos”. Destaca-se assim a importância de uma compreensão dos conteúdos dessa área para uma formação efetiva do aluno, que o faça capaz de entender os conhecimentos científicos como também contextualizá-lo nos fenômenos que acontecem em sua vida diária.

Nos cursos técnicos de Eletrotécnica e Eletromecânica e nos cursos de Engenharia Elétrica o ensino de Eletromagnetismo também é muito importante, pois a compreensão dos fenômenos eletromagnéticos é base científica e tecnológica para o estudo das Máquinas Elétricas Girantes que são os fundamentos da conversão de energia mecânica em elétrica e vice-versa. Portanto, estes são conceitos de fundamental importância na formação dos técnicos em Eletrotécnica e Eletromecânica e Engenheiros Eletricistas.

O estudo dos campos magnéticos dos ímãs é importante desde o Ensino Médio, já que está inserido na disciplina de Física, assim como é importante nos cursos técnicos de Eletrotécnica e também nas Engenharias.

A compreensão dos fenômenos eletromagnéticos é base científica para o estudo das Máquinas Elétricas Girantes que são os fundamentos da conversão eletromecânica de energia. A matriz energética do Brasil está alicerçada sobre a energia elétrica. Essa energia elétrica, na quase sua totalidade, é obtida por meio de processo de conversão de energia mecânica associada aos ventos, às quedas d'água, turbinas movidas a gás, óleo, vapor, entre outros.

A conversão dessa energia mecânica em elétrica só é possível graças à interação de campos magnéticos rotativos cuja base científica é o Eletromagnetismo.

Verifica-se que as dificuldades de aprendizagem dos conteúdos de Eletromagnetismo se concentram na impossibilidade de visualização dos campos magnéticos por parte dos

alunos no espaço tridimensional e também no tratamento matemático relacionado ao estudo. Segundo Paz:

Constatamos que as dificuldades de aprendizagem dos conteúdos de Eletromagnetismo se concentram no entendimento das interações e comportamento das variáveis eletromagnéticas no espaço tridimensional, [...] (2007, p. viii).

O objetivo deste trabalho, com o intuito de se minimizar as dificuldades dos estudantes, foi dar ênfase à visualização dos campos magnéticos com o auxílio da Realidade Aumentada (RA). Foi criado o campo magnético de um fio retilíneo em ambiente de RA com o objetivo de apoiar o processo de ensino e aprendizagem de Eletromagnetismo.

Herpich *et al.* (2017) afirmam que:

A realidade aumentada consiste na integração de recursos virtuais com elementos físicos do mundo real, em que os elementos gráficos concebidos através de computador são apresentados nos dispositivos tecnológicos dos usuários, simultaneamente com os elementos do ambiente real em que se encontram.

Ainda, segundo Buchal *et al.* (2009), os problemas da vida real são em 3D. A RA pode ajudar neste aspecto, pois com esta tecnologia é possível mostrar esses campos magnéticos em 3D, e, de acordo com esses autores, campos magnéticos invisíveis podem ser mostrados em um ambiente de RA. De acordo com Panegalli *et al.* (2015), “dentre muitas possibilidades tecnológicas, nos deparamos com a utilização da RA como facilitadora no processo de ensino e aprendizagem”.

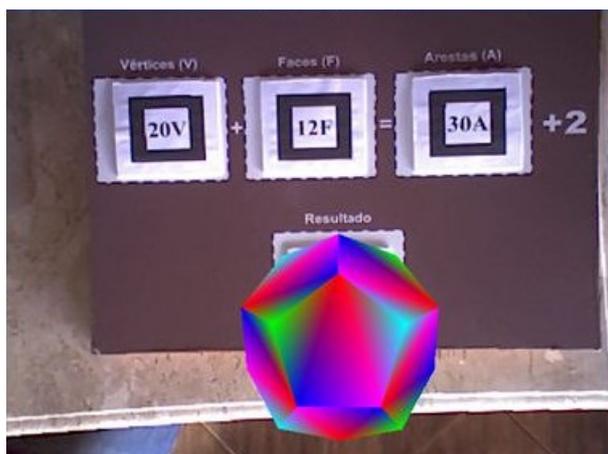
Este artigo está organizado em 8 seções. Além desta Introdução, compõem-no a Fundamentação Teórica, o estudo tradicional do campo magnético ao redor de um fio, o funcionamento da RA, materiais e métodos, resultados e discussão, conclusão e referências.

2. Fundamentação teórica

Diversos pesquisadores estão criando ambientes em RA com o objetivo de facilitar a aprendizagem. Algumas propostas de uso da RA na Educação serão abordadas a seguir.

Lemos e Carvalho (2010) criaram o SISEULER, que atua como Objeto de Aprendizagem, onde o aluno pode ter um melhor entendimento da relação de Euler através da visualização e manipulação de objetos. O software SISEULER foi implementado com técnicas de Realidade Aumentada e utilizado para apoio ao ensino da Relação de Euler. O software baseado em RA permite ao aluno a visualização em terceira dimensão e também a interação com os objetos. Neste trabalho, a Relação de Euler é utilizada para associar o número de vértices, faces e arestas dos poliedros. Este experimento foi testado com um resultado positivo com professores da educação básica que estão cursando mestrado profissional em Educação Matemática. A Figura 1 mostra um dodecaedro utilizando o SISEULER.

Figura 1. Dodecaedro no SISEULER criado por Lemos e Carvalho



Fonte: Lemos e Carvalho (2010)

Lima *et al.* (2008) elaboraram o VSTARGD (*Viewer of Torus Surfaces of Descriptive Geometry Through Reality*). Neste *software* se pode visualizar superfícies tóricas, onde três são animadas. A Figura 2 mostra a o VSTARGD.

Figura 2. VGSTARGD desenvolvido pela UFRJ



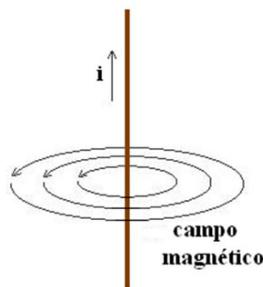
Fonte: Lima *et al.* (2008)

Neste trabalho, a RA servirá para ampliar o horizonte do aluno, possibilitando a interação com o fenômeno físico em estudo, fazendo com que ele visualize no mundo virtual objetos que os seres humanos não conseguem visualizar no mundo real. Segundo Kaufmann *et al.* (2005), a principal vantagem do uso da Realidade Aumentada é que os alunos realmente veem objetos tridimensionais os quais até agora tinham que calcular e construir com os métodos tradicionais - principalmente papel e caneta. Desse modo, o campo magnético será demonstrado no mundo virtual, interagindo com o fio do mundo real.

3. O estudo tradicional do campo magnético ao redor de um fio

No estudo do campo magnético ao redor de um fio retilíneo o objeto real utilizado foi o fio e o objeto virtual é o campo magnético ao seu redor. Com o apoio da Realidade Aumentada o aluno pode ver em terceira dimensão o campo magnético de um fio retilíneo. Tal fenômeno não é possível de ser visto a olho nu, pois os campos magnéticos não são visíveis pelo olho humano. No ensino tradicional do campo magnético ao redor de um fio, utiliza-se, em geral, a Figura 3 ou semelhante.

Figura 3. Ensino tradicional do campo magnético ao redor de um fio retilíneo



Fonte: Toffoli (2006)

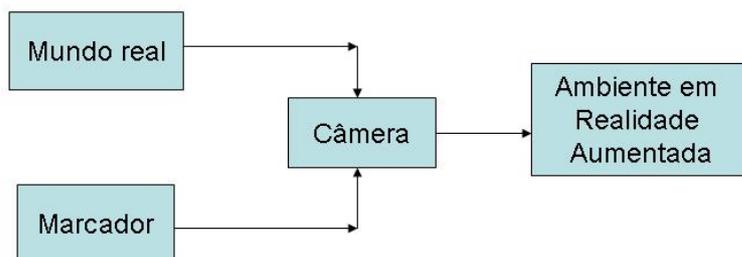
Nota-se que é uma figura bidimensional, trazendo grandes dificuldades aos alunos no sentido de que os mesmos têm que imaginar um campo magnético tridimensional a partir de uma figura bidimensional.

4. Como funciona a Realidade Aumentada

Este trabalho propõe o ensino do campo magnético ao redor de um fio utilizando Realidade Aumentada, proporcionando ao estudante uma visualização do campo magnético em terceira dimensão e também a interação do estudante com este campo.

A Realidade Aumentada, filma uma cena em tempo real, e a partir de um marcador, traz para a tela do computador um mundo virtual misturado com um mundo real, que é o mundo em RA. A formação do ambiente em RA é exemplificada na Figura 4.

Figura 4. Formação do ambiente em Realidade Aumentada



Fonte: Macedo *et al.* (2010)

5. Materiais e métodos

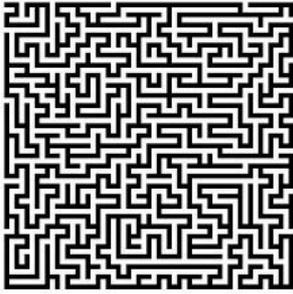
Foi elaborado um Objeto de Aprendizagem em ambiente de Realidade Aumentada representando pictoricamente o campo magnético ao redor de um fio retilíneo.

Os *softwares* utilizados na criação do Objeto de Aprendizagem foram o SketchUp e o Unity. O SketchUp é um programa de modelagem 3D, que é muito utilizado para maquetes 3D devido ser um programa prático e intuitivo. Neste trabalho, foi utilizado para fazer a modelagem das espiras que representam o campo magnético ao redor do condutor retilíneo. O Unity é uma plataforma de criação de jogos 2D e 3D com alta capacidade gráfica. Devido a seus atributos é possível criar aplicações de Realidade Aumentada e Realidade Virtual. No Unity é feita a importação do objeto 3D previamente modelado e associado a um marcador Vuforia. O desenvolvimento de aplicações com RA no Unity3D pode ser realizado com a utilização da ferramenta Vuforia, integrável com o Unity, com qualidade de renderização (VUFORIA, 2015). O Vuforia é um plugin que permite a utilização de marcadores e câmeras configuradas para o reconhecimento de padrões dos marcadores, podendo assim ser utilizado em Realidade Aumentada.

De acordo com Coelho e Bähr: “Por meio de RA são formadas cenas de um certo local, em tempo real, a partir de cenas do mundo real e de cenas de um mundo virtual, correspondentes a este local. As cenas formadas devem dar a impressão de que objetos virtuais existam no mundo real” (2005, p. 2925).

No experimento foi utilizado um fio real. O marcador é apresentado na Figura 5.

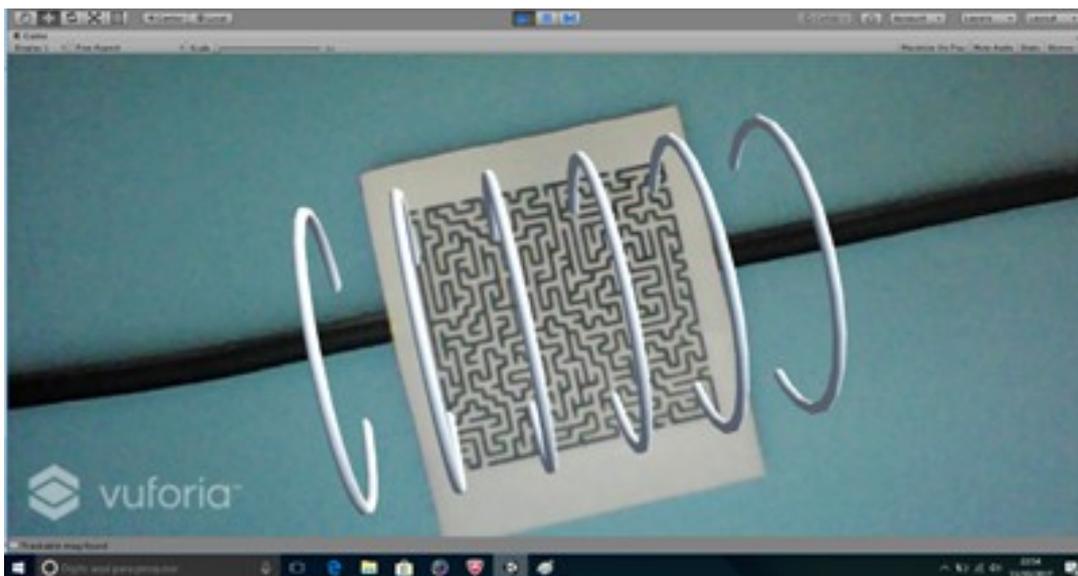
Figura 5. Marcador utilizado no experimento



Fonte: Babba-Gi (2011)

Após o marcador ser detectado pela câmera, o campo magnético ao redor do fio surgiu na tela do computador (Figura 6).

Figura 6. Campo magnético ao redor do fio criado em ambiente de RA

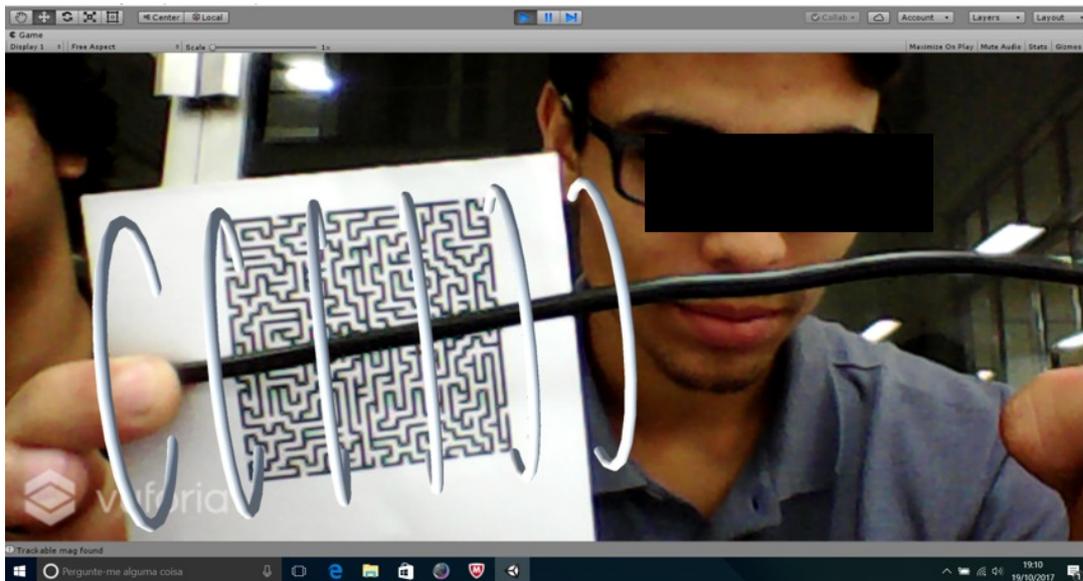


Fonte: autores

Um experimento foi realizado com 10 alunos do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da Universidade Estácio de Sá. Os alunos tinham idade variando entre 21 a 31 anos, sendo nove do sexo masculino e uma do sexo feminino. Oito alunos estão no décimo período e dois estão no oitavo período.

O experimento foi realizado com cada aluno separadamente, podendo cada um interagir com o campo magnético do ímã, sendo utilizado o laptop da professora.

Figura 7. Aluno interagindo com o campo magnético ao redor do fio criado em ambiente de RA



Fonte: autores

Os alunos foram capazes de visualizar o campo magnético ao redor do ímã em terceira dimensão e também de interagir com este campo (Figura 7). Também puderam interagir com este campo. Quando o usuário movimenta o fio e o marcador, o campo também se movimenta, junto com o fio e o marcador. Neste caso, o aluno pode ter uma visualização em terceira dimensão desse campo.

6. Resultados e discussão

Os participantes tiveram oportunidade de, um de cada vez, visualizar o campo magnético tridimensional ao redor do fio e interagir com o mesmo. Ao final, os mesmos responderam um questionário com respostas em Escala Likert e as respostas às perguntas serão mostradas a seguir.

Quando perguntados sobre “Você achou fácil utilizar a Realidade Aumentada?”, os resultados “Concordo” somados aos resultados “Concordo totalmente”, totalizaram 90% dos alunos entrevistados (Gráfico 1). 10% dos alunos responderam “não concordo nem discordo”.

Gráfico 1. Respostas à pergunta “Você achou fácil utilizar a Realidade Aumentada?”



Fonte: autores

Quando perguntados sobre “Você conseguiu visualizar o campo magnético ao redor de um fio?”, os resultados “Concordo” somados aos resultados “Concordo totalmente”, totalizaram 100% dos alunos entrevistados (Gráfico 2).

Gráfico 2. Respostas à pergunta “Você conseguiu visualizar o campo magnético ao redor de um fio?”



Fonte: autores

A pergunta seguinte foi “Você gostaria de ter mais aulas usando Realidade Aumentada?”, os resultados “Concordo” somados aos resultados “Concordo totalmente”, totalizaram 90% dos alunos entrevistados (Gráfico 3). 10% dos alunos responderam “não concordo nem discordo”.

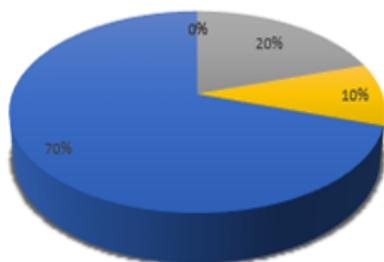
Gráfico 3. Respostas à pergunta “Você gostaria de ter mais aulas usando Realidade Aumentada?”



Fonte: autores

Quando perguntados sobre “Você achou mais fácil compreender o conceito de Eletromagnetismo (campo magnético ao redor de um ímã) usando Realidade Aumentada?”, os resultados “Concordo” somados aos resultados “Concordo totalmente”, totalizaram 90% dos alunos entrevistados (Gráfico 4). 10% dos alunos responderam “não concordo nem discordo”.

Gráfico 4. Respostas à pergunta “Você achou mais fácil compreender o conceito de Eletromagnetismo (campo magnético ao redor de um ímã) usando Realidade Aumentada?”



■ Discordo Totalmente ■ Discordo ■ Não concordo e nem discordo ■ Concorde ■ Concorde totalmente

Fonte: autores

Por último, os alunos tiveram um espaço livre para críticas e sugestões. As respostas dos alunos que quiseram se manifestar estão a seguir:

Aluno A – “Essa Realidade Aumentada poderia ser desenvolvida através de um APP de celular, por ser mais fácil de utilizar”.

Aluno B – “A ideia é boa pois facilita o entendimento de Eletromagnetismo que é notadamente uma disciplina complexa”.

Aluno C – A inserção de novas tecnologias é sempre bem-vinda ao aprendizado”.

Aluno D – “Eu gostaria de ter mais aulas usando Realidade Aumentada”.

Aluno E – “Se implementado ao sistema de ensino, seguramente será uma boa ferramenta de auxílio ao entendimento e absorção da disciplina de Eletromagnetismo e outras que envolvam o estudo do campo magnético”.

Aluno F – “É uma excelente prática para a metodologia de ensino”.

Aluno G – “Muito bom, ajuda no entendimento”.

Aluno H – “Deveriam apresentar este projeto nas oportunidades de captação de novos alunos”.

Nas respostas em que os estudantes puderam se expressar livremente, percebe-se que os mesmos gostaram da experiência e que a Realidade Aumentada auxiliou no processo de ensino e aprendizagem.

7. Conclusões

Este trabalho propôs a criação e utilização de um objeto de aprendizagem criado em ambiente de RA como apoio ao ensino e aprendizagem do campo magnético ao redor de um fio.

Analisando as respostas dos estudantes, pode-se concluir que a RA contribuiu no processo de Ensino e Aprendizagem. Os alunos tiveram oportunidade de visualizar o campo magnético ao redor de um fio em terceira dimensão e, também, puderam interagir com este campo magnético.

A RA também apresenta a vantagem de ser uma opção de baixo custo, já que, a partir da criação do objeto de aprendizagem, este pode ser utilizado diversas vezes sem custo adicional. Também há simplicidade e economia do equipamento utilizado: o experimento foi realizado com apenas um laptop. O experimento pode ser projetado em uma data show.

O ambiente em RA é excelente para visualização dos campos magnéticos. Conclui-se que este aparato tecnológico é de grande valia como apoio ao ensino do campo magnético ao redor de um fio. A RA pode ser utilizada como potencializadora do processo de ensino e aprendizagem.

Este objeto de aprendizagem faz parte de um conjunto de objetos que serão utilizados futuramente na criação de uma sequência didática para ensino dos campos magnéticos.

8. Referências

- BABBA-GI 2011. *The Grinding meat wheel*. 2011. Disponível em: <http://babba-gi.blogspot.com.br/2011/05/>. Acesso em 15 abr. 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: Linguagens, códigos e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999a.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999b.
- COELHO, A. H.; BÄHR, H. P. Visualização de dados de CAD e LIDAR por meio de Realidade Aumentada. In: *XII Simpósio de Sensoriamento Remoto*, 16-21 de abril de 2005, INPE, pp. 2925-2932. Disponível em: < <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.11.08.15/doc/2925.pdf> > Acesso em 28/10/2017.
- HERPICH, F.; NENES, F. B.; VOSS, G. B.; SINDEAUX, P.; TAROUÇO, L. M.R.; DE LIMA, J. V. Realidade Aumentada em Geografia: uma atividade de orientação no ensino fundamental. *RENTE. Revista Novas Tecnologias na Educação*, v.15, n.2, dez. 2017.
- KAUFMANN, H; STEINBÜEGL, K.; DÜNSER, A; GLÜCK, J. General Training of Spatial Abilities by Geometry Education in Augmented Reality. In *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine: A Decade of VR*, vol. 3, pp. 65-76, 2005. Disponível em: <<https://www.ims.tuwien.ac.at/publications/tuw-139934>> Acesso em 30/10/2017.
- KENSKI, V. M. *Tecnologias e ensino presencial e a distância*. Campinas, SP: Papyrus, 2003.
- LEMOS, B. M. ; CARVALHO, C. V. A. Uso da Realidade Aumentada para apoio ao entendimento da relação de Euler. *RENTE. Revista Novas Tecnologias na Educação*, v.8, n.2, jul. 2010.
- LIMA, A. J. R.; CUNHA, G. G.; HAGUENAUER, C. J.; LIMA, L. G. R. Torus Surfaces of Descriptive Geometry in Augmented Reality. *5º Workshop de Realidade virtual e Aumentada*, 2008, UNESP.
- MACEDO, S. H.; LIMA, J. V.; AZEVEDO, F. C. Uso da Realidade Aumentada no Ensino de Sólidos. Anais: *Congresso Iberoamericano de Informática na Educação*. Santiago. *Universidad de Chile*, p. 179-183, 2010.
- PANEGALLI, F. S.; CAGLIARI, D. C.; BERNARDI, G.; CORDENONSI, A. Z.; MALLMANN, E. M. Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Jogos Educacionais: um estudo de caso de um jogo de língua inglesa. *RENTE. Revista Novas Tecnologias na Educação*, v.13, n.1, jul. 2015.
- PAZ, A. M. *Atividades Experimentais e Informatizadas: Contribuições para o Ensino de Eletromagnetismo*. 2007. 228 p., Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica).
- TOFFOLI, L. *Campo magnético de um fio retilíneo*. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisica/campo-magnetico-de-um-fio-retilineo/>> Acesso em 30/10/2017.
- VUFORIA, Q. *Manual Vuforia Developer*. 2015. Disponível em: <<http://developer.vuforia.com>>. Acesso em 15 mar. 2018.