



Ensino e Aprendizagem de Eletromagnetismo usando Recursos de Realidade Aumentada

Raryel Costa Souza – DMC - UNIFEI – raryel.costa@gmail.com

Claudio Kirner – DMC - UNIFEI – ckirner@gmail.com

Resumo

O ensino e aprendizagem de alguns conceitos de eletromagnetismo, por serem relativamente abstratos, necessitam de meios que ofereçam mais clareza ao aluno. O desenho ou projeção de figuras estáticas e em perspectiva no quadro-negro ou em tela tem sido a forma mais tradicional de ensino desse tópico, mas com os avanços da computação e o barateamento dos computadores surgiram soluções alternativas que fazem uso de realidade virtual e realidade aumentada. Pelo que se tem avaliado, essas alternativas se mostram como grandes auxiliares do processo de aprendizagem e transformam o que antes era algo apenas imaginado, a partir de um desenho no quadro ou na tela, em algo tangível, prático e acessível à experimentação pessoal do aluno. Nesse trabalho, apresenta-se uma aplicação de realidade aumentada para auxiliar no ensino e aprendizagem de alguns conceitos básicos de eletromagnetismo. O aluno pode fazer experimentos com um circuito elétrico tal como se estivesse em um mini laboratório e ainda tem a opção de ser instruído por um tutor em áudio que explica os efeitos da interação sobre o circuito.

Palavras-chave: tecnologias de ensino e aprendizagem, eletromagnetismo, realidade aumentada, experimento oersted, circuitos elétricos.

The Teaching and Learning of Eletromagnetism using Augmented Reality Resources

Abstract

The teaching and learning of electromagnetism concepts, due their abstraction, need ways to provide more clarity to the student. The drawing or projection of static pictures and pictures on perspective on the blackboard or screen has been the most traditional way of teaching this topic, but with the advances in computer science and the availability of low cost computers some alternatives using virtual reality and augmented reality have emerged. These alternatives are shown as major supporters of the learning process and transform what was once something only imagined, from a drawing on the board or on screen, in something tangible, practical and accessible to the student's personal experimentation. In this paper, we present an augmented reality application to support the teaching electromagnetism concepts. The student can make experiments with an electric circuit as if he was in a mini-lab and also has the option to be instructed by an audio tutor that explains the effects of his interactions on the circuit.

Keywords: teaching and learning technologies, eletromagnetism, augmented reality, oersted experiment, eletric circuits.

1. Introdução

Alguns conceitos de eletromagnetismo, por serem relativamente abstratos, exigem maior esforço do aluno para serem entendidos, tal como demonstrado nos trabalhos de Donzelli (2005), Pedroso e Araújo (2011) e Souza et al (2000). Quando combinados com a forma tradicional de exposição, através de quadro-negro ou projeção e figuras estáticas, o que faz muitas vezes que o aluno tenha que ficar tentando imaginar muito do que está sendo explicado, isso pode causar ainda mais dificuldades.

Com a intenção de se oferecer uma forma alternativa que dê maior clareza no aprendizado desse tema, que seja tanto interativo (que a aplicação permita fazer experimentos práticos) como dinâmico (que a aplicação seja animada), foi criado o MiniLabEletroMagRA. O objetivo da aplicação é servir como um mini laboratório para experimentos de eletromagnetismo, permitindo, por exemplo, que o aluno explore de forma prática alguns conceitos básicos, como o de corrente elétrica, circuitos elétricos, e o campo magnético gerado pela passagem da corrente elétrica ao redor de um fio retilíneo, simulando também a experiência de Oersted. Mais detalhes sobre esse experimento físico encontram-se no trabalho de Chaib e Assis (2007).

A ideia é que a aplicação possa ser usada tanto pelo professor (como um recurso auxiliar em suas aulas) como pelo aluno (para rever os conceitos em casa através de explicações em áudio e refazer as experiências).

1.1. Realidade Aumentada

“Realidade aumentada é a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário, em tempo real, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais.” KIRNER (2008).

Os requisitos básicos para o uso dessa tecnologia são basicamente um computador, uma webcam, um programa desenvolvido com uma biblioteca de programação como ARToolKit ou FLARToolKit (que é responsável pela integração entre o mundo virtual e o mundo real) e uma plaquinha de papel com um símbolo no interior, denominado marcador fiducial.

Basicamente, o funcionamento dessas bibliotecas é o ilustrado pela Figura 1.

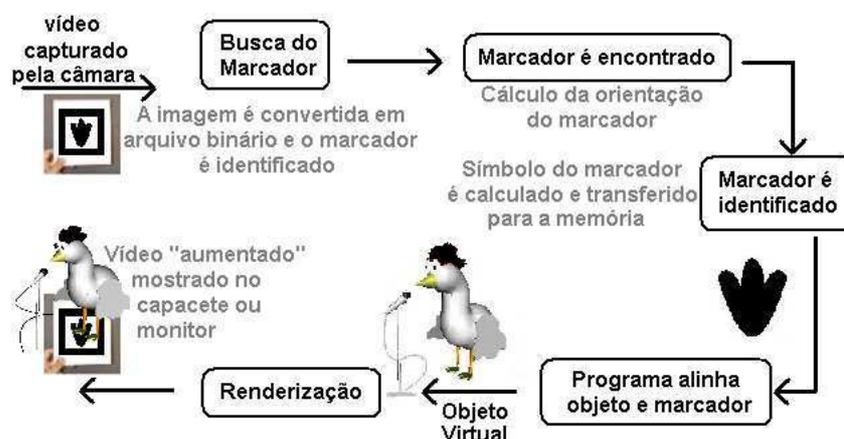


Figura 1 – Funcionamento básico do ARToolKit.



Fonte: <<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50464.pdf>>

1.2 Justificativas para o uso de RA

Foi preferido o uso de realidade aumentada (RA) à realidade virtual (RV) pelo fato de a última exigir um equipamento de interação intermediário (por exemplo, mouse ou luva), o que não ocorre na RA, já que a mesma, por trazer a aplicação para o mundo real, permite uma interação mais intuitiva (são usados movimentos do corpo, como por exemplo a manipulação de um marcador fiducial) (Kirner et al (2007), Kirner e Siscoutto (2006), Tori e Kirner (2006)). Outro fato levado em conta nessa escolha é que, com o uso de RA, a aplicação torna-se mais acessível: os usuários não precisam ter nenhum equipamento muito sofisticado e caro tais como os usados em RV: apenas um computador, uma webcam, e imprimir os marcadores numa folha de papel.

A vantagem de usar a RA em vez de um experimento real é que o aluno tem a possibilidade de ver além do que um cenário real: o cenário é enriquecido com outras informações tais como o sentido da corrente elétrica ou o campo magnético ao redor do fio. Outra vantagem é a portabilidade: o aluno pode refazer os experimentos facilmente sem necessidade de carregar consigo uma bússola, fios, baterias e lâmpadas.

1.3 Divisão do trabalho

A seção 2 aborda alguns trabalhos relacionados, enquanto que na seção 3 apresenta-se o contexto histórico e a Física por trás do experimento de Oersted, buscando assim explicar a importância do mesmo para o mundo moderno (uma das motivações para incluir a simulação do mesmo na aplicação desenvolvida). Na seção 4, fala-se sobre o desenvolvimento da aplicação de RA, incluindo as ferramentas computacionais utilizadas, os marcadores usados, bem como uma breve explicação das funcionalidades da aplicação. Para finalizar, na seção 5, são apresentadas as conclusões.

2. Trabalhos Relacionados

A tecnologia da Realidade Aumentada pode ser especialmente valiosa na área de educação, afirma Billinghamurst (2002). A razão disso, explica ele, é que a experiência educacional oferecida por ela é diferente das demais tecnologias porque ela permite uma interação transparente entre os ambientes reais e virtuais, usa uma interface tangível para a manipulação dos objetos e permite uma transição suave entre a realidade e a virtualidade.

Tal como apontado por Tarouco (2004) citado por Forte, et al. (2008), ampliar os aspectos sensoriais do material didático, tal como através de sonorização e/ou animações, gera resultados positivos no que diz respeito à manutenção do interesse do aluno pelo material estudado. Já o enriquecimento proporcionado pela Realidade Aumentada, por permitir uma interação tangível, vai muito além: o aluno passa a ser o autor de seu próprio conhecimento já que ele pode fazer experimentos livremente sobre os objetos virtuais, defendem Forte, et al (2008). É justamente essa característica que torna a Realidade Aumentada tão indicada para o desenvolvimento de laboratórios virtuais de matérias como física, matemática, engenharias, entre outras, tal como nos trabalhos de Kaufmann e Schmalstieg (2003), Liarokapis, et al (2004), Lima, et al



(2008).

De acordo com Forte (2009), há um consenso de que a realidade aumentada seja de grande auxílio no processo de aprendizagem, ajudando a manter o interesse do aluno e aumentando a motivação para estudo. Segundo Forte (2009) e Pantelidis (1995), além desses benefícios, a realidade aumentada oferece maior oportunidade para se realizar experimentos e permite que o educando desenvolva seu conhecimento num ritmo próprio.

Motivado pelas dificuldades de ensino e aprendizagem dos conceitos de eletromagnetismo, Donzelli (2005) criou uma aplicação de realidade aumentada para simulação de alguns conceitos de eletromagnetismo. O foco foi a visualização tridimensional de linhas de força e indução e da interação entre campos magnéticos ou elétricos em alguns casos, tais como a aproximação/afastamento de duas cargas elétricas positivas (as linhas de força interagem entre si, repelindo uma às outras), ou a aproximação/afastamento de dois ímãs. Com essa aplicação, algo que antes exigia uma boa dose de imaginação e visão espacial por parte do aluno, na visualização estática, passou a ser algo tangível, prático, interativo e acessível à experimentação direta do aluno.

Em outro trabalho, Souza, et al (2000) criaram uma biblioteca de visualização de campos eletromagnéticos em RV, fazendo uso da linguagem VRML. Entre os itens da biblioteca criada, inclui-se o campo elétrico de uma carga pontual, do dipolo elétrico, da linha infinita de cargas, do capacitor de placas paralelas e o campo magnético ao redor de um fio, por onde passa corrente elétrica. A grande vantagem do uso de RV nessa aplicação é permitir a visualização interativa e tridimensional dos campos, a partir de vários ângulos, constituindo um ganho de interatividade e clareza muito grande em relação a desenhos em perspectiva.

No trabalho de Pedroso e Araújo (2011), numa tentativa de colaborar numa possível transformação da educação básica, em que ainda predomina o ensino desvinculado da realidade dos alunos e baseado na memorização, criou-se um conjunto de simulações de experimentos físicos, em multimídia, implementados através do software Easy Java Simulations. Esses experimentos interativos funcionam como um laboratório virtual de física, permitindo, por exemplo, que o aluno simule a experiência de Oersted e a indução magnética proveniente da movimentação de um ímã perto de um solenoide. Também é possível ao aluno visualizar a direção e o sentido das linhas de indução magnética ao redor de um ímã.

3. Experimento de Oersted

Até o início do século 19, supunha-se que fenômenos elétricos e magnéticos eram independentes. Apesar disso, em 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted, descobriu que uma bússola sofria um desvio quando era colocada nas proximidades de um fio por onde passava corrente elétrica. A partir desse experimento ficou comprovada a relação entre eletricidade e magnetismo (ver Figura 2).

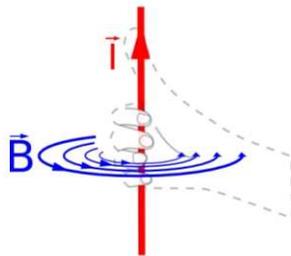


Figura 2 - Campo magnético induzido pela corrente elétrica.

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Right_hand_rule.png

A partir dessa descoberta, a comunidade científica começou a se perguntar se o fenômeno reverso seria possível, isto é, gerar correntes elétricas a partir de campos magnéticos, o que foi comprovado por Michael Faraday, em 1831. Essa última descoberta, a descoberta da indução magnética, serviu como base para a construção das turbinas que convertem outras formas de energia em energia elétrica, tal como ocorre atualmente em usinas hidrelétricas, nucleares e termoelétricas.

4. O desenvolvimento da aplicação com Realidade Aumentada

4.1. Ferramentas utilizadas

A aplicação foi desenvolvida através de programação na linguagem ActionScript 3.0 (AS3) (Adobe (2011a)), uma linguagem orientada a objetos. Seu principal uso é no desenvolvimento de aplicações para rodarem no Adobe Flash Player.

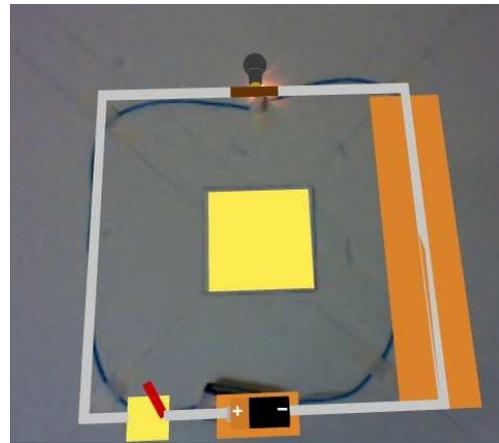
Como ambiente de desenvolvimento, foi utilizada a ferramenta opensource FlashDevelop (versão 3.3.4) (FlashDevelop HomePage (2011)), juntamente com a versão opensource do Adobe Flex SDK 4.1 (Adobe (2011b)) e as bibliotecas FLARToolkit (versão 2.5.4) (Saqoosha (2011)) e PaperVision3D (versão 2.1.920) (PaperVision3D Official Blog (2011)). Para a modelagem 3D de alguns objetos mais complexos foi usado o Google SketchUp (versão 7.0) (Google SketchUp HomePage (2011)).

4.2. A aplicação em RA

Nas Figuras 3a e 3b, pode-se visualizar o circuito elétrico da aplicação de RA desenvolvida, em seu estado inicial. O retângulo sob o interruptor e sob a bateria é uma área que será utilizada para fazer a interação multi-marcaador. O retângulo maior sob o lado direito do fio representa a área de teste para o campo magnético.



a) Circuito elétrico real



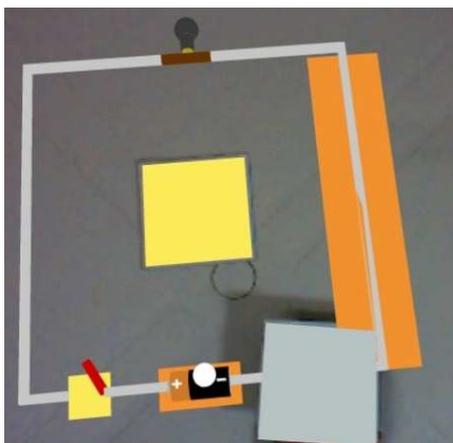
b) Circuito enriquecido com a RA

Figura 3 - O circuito elétrico da aplicação.

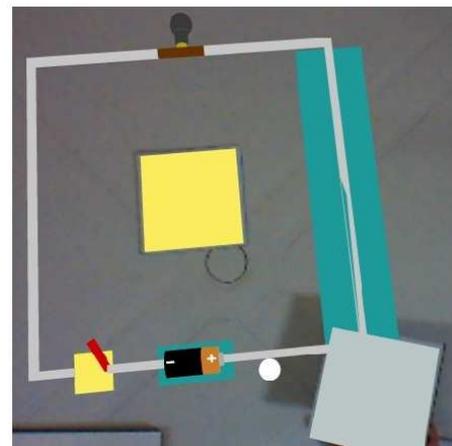
4.2.1. Marcadores utilizados

Para utilização da aplicação são usados três marcadores fiduciais: um deles é usado para a exibição do circuito elétrico, outro para a bússola e um último para interação multi-marcaador. Este último pode ser usado para ligar o circuito elétrico, inverter o sentido da corrente elétrica e ativar a bússola.

Para fazer o marcador de interação funcionar, basta tocar a esfera com ele associada na bateria, no interruptor, ou na bússola. A Figura 4 mostra uma inversão no sentido da bateria, antes (Figura 4a) e depois (Figura 4b) da interação do marcador na base sob a bateria.



a) Antes



b) Depois

Figura 4 - Inversão no sentido da bateria através do marcador de interação.

4.2.2 Funcionalidades da Aplicação

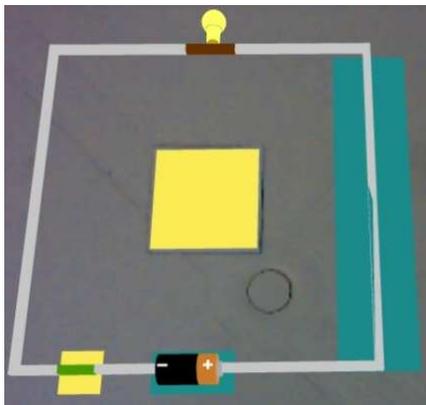
a) Introdução teórica em áudio

Para que o aluno tenha uma base teórica mínima para utilização da aplicação, foram incluídas breves narrações em áudio. Para ouvi-las, basta pressionar uma das teclas de '1' a '5' (não do teclado alfanumérico).

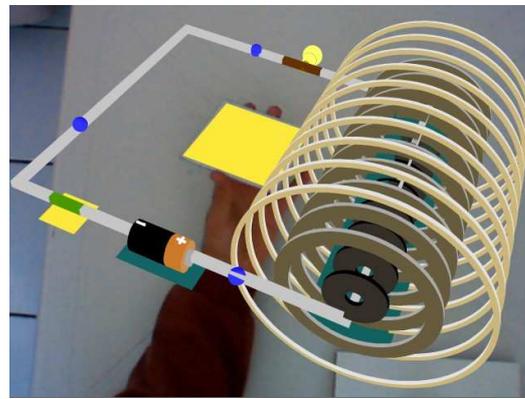
b) Alternar entre modo de visão Normal e Detalhado

Para utilizar a aplicação, o usuário tem dois modos de visão possíveis: normal e detalhado. No modo de visão normal, ele pode ter a mesma “profundidade de visão” de um observador real, em relação a um circuito elétrico real (Figura 5a): não é possível ver o sentido de movimentação dos elétrons, tampouco as linhas de indução do campo magnético ao redor de um trecho do fio.

Já no modo de visão detalhado, o usuário pode ver aquilo que ele não é possível se ver a olho nu de um circuito elétrico real (Figura 5b): o sentido de movimentação dos elétrons e as linhas de indução do campo magnético ao redor de um trecho do fio.



a) Visão normal



b) Visão detalhada

Figura 5 - Modos de visão normal e detalhado do circuito elétrico ligado.

c) Ligar e desligar o circuito elétrico

O usuário pode ligar e desligar o circuito elétrico, através de duas opções de interação: fazer a interação através do teclado, pela tecla 'l' (L minúscula), ou usar o marcador de interação na base sob o interruptor.

Ao ligar o circuito, se o modo de visão estiver ajustado como detalhado, será possível ver o sentido de movimentação dos elétrons bem como as linhas de indução ao redor de um trecho do fio.

d) Inverter o sentido da corrente elétrica

O usuário também pode inverter o sentido da corrente elétrica e, para isso, ele tem duas opções de interação: fazer a interação através do teclado, pela tecla 'i' (minúsculo), ou usar o marcador de interação atuando na bateria.

e) Ativar e desativar a bússola

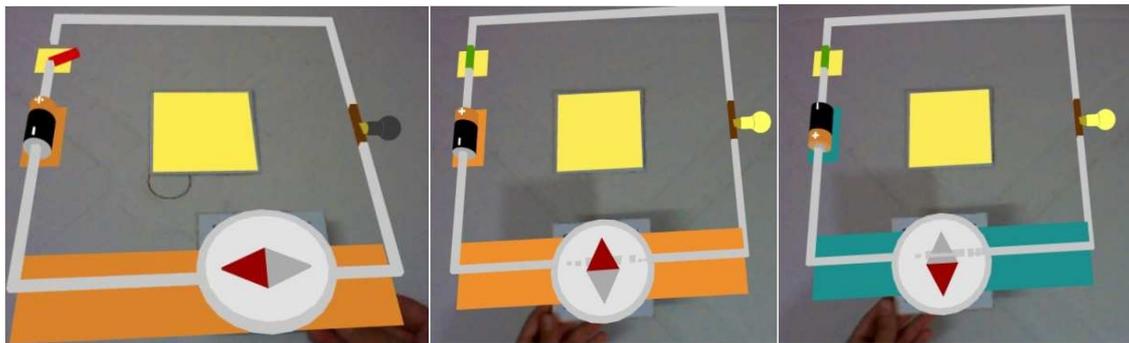
A bússola é utilizada para simular o experimento de Oersted. Para ativar a exibição da bússola há duas opções: ou fazer a interação através do teclado pressionando a tecla 'b', ou então aproximar usar o marcador de interação no centro da bússola.

f) Simular o experimento de Oersted

Com a bússola ativada é possível simular a experiência de Oersted. O sentido indicado pela extremidade vermelha da bússola virtual indica o sentido do vetor indução magnética.

Com o interruptor aberto não passa corrente elétrica pelo condutor, logo a bússola não sofre desvio (Figura 6a). Ao fechar o interruptor a bússola sofrerá desvio tendendo a se dispor ortogonalmente ao fio (Figura 6b).

Ao se inverter o sentido da corrente, a bússola se desvia no sentido contrário ao caso anterior (figura 6c). Uma observação é que fora dessa área de teste, a bússola se orientará de acordo com o campo magnético da Terra do cenário aumentado (relativo ao marcador com o circuito elétrico).



a) Circuito desligado

b) Circuito ligado

c) Circuito ligado inverso

Figura 6 - Bússola sobre a área de teste.

g) Ativar e desativar o tutor em áudio

Para facilitar o entendimento e fixação do conteúdo, a cada interação do usuário (por exemplo, fechar o circuito, inverter o sentido da corrente elétrica, etc.) é acionada uma narração em áudio explicando os efeitos dessa interação sobre o circuito, bem como os conceitos físicos envolvidos. As narrações podem ser desabilitadas e habilitadas pela tecla 'a' (minúsculo).

5. Conclusões

Esse trabalho apresentou uma aplicação de realidade aumentada para auxiliar no ensino e aprendizagem de alguns conceitos básicos de eletromagnetismo, entre eles corrente elétrica, circuitos elétricos, o campo magnético gerado pela passagem da corrente elétrica por um fio retilíneo e a experiência de Oersted. A contribuição do trabalho foi a criação de uma aplicação que funciona basicamente como um mini laboratório interativo (o usuário pode fazer experimentos práticos) e dinâmico (com animações 3D, tais como no caso da movimentação dos elétrons e da experiência de Oersted).

Uma das dificuldades enfrentadas foi a modelagem de alguns objetos através do Google SketchUp, que é um programa muito poderoso, mas exige que o usuário conheça vários “truques” e atalhos para poder trabalhar com facilidade e eficiência, mesmo em modelagens relativamente simples.

Como trabalhos futuros, pode-se citar primeiramente a extensão da aplicação com experimentos mais complexos e que aproveitem ainda mais o potencial da realidade aumentada, como por exemplo uma explicação tridimensional e sonorizada sobre a regra da mão direita (usada para determinar a direção do campo magnético em relação à direção de circulação da corrente elétrica).

Outras melhorias futuras incluem permitir que o usuário altere variáveis do circuito elétrico tal como a intensidade da corrente, ou a tensão elétrica da pilha e ver os



efeitos que isso gera no campo magnético e no próprio circuito. Também planeja-se incluir exercícios interativos, outros experimentos típicos de eletromagnetismo como a indução magnética e, finalmente, se a 1,50cmvaliar a aplicação com usuários finais para mensurar os benefícios do uso da realidade aumentada nesse tipo de aplicação.

6. Agradecimentos

Agradecimentos à FAPEMIG pela concessão da bolsa de iniciação científica (PIBIC-UNIFEI), que possibilitou o desenvolvimento desse trabalho.

7. Referências Bibliográficas

- ADOBE. (2011a) **ActionScript Technology Center**. Disponível em: <<http://www.adobe.com/devnet/actionscript.html>>. Acesso em: 28 mai. 2011.
- ADOBE. (2011b) **Flex SDK**. Disponível em: <<http://opensource.adobe.com/wiki/display/flexsdk/Flex+SDK>>. Acesso em: 28 mai. 2011.
- BILLINGHURST, Mark. (2002) **Augmented Reality in Educacion**. Disponível em: <http://it.civil.aau.dk/it/education/reports/ar_edu.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2011.
- CHAIB, J. P. M. C.; ASSIS, A. K. T. (2007) **Experiência de Oersted em sala de aula**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172007000100009&script=sci_arttext>. Acesso em: 29 mai. 2011.
- DONZELLI, Thiago M. (2005) **A Utilização de Realidade Virtual no Ensino de Conceitos de Física**. Disponível em: <<http://www.unimep.br/phpg/mostraacademica/anais/4mostra/pdfs/434.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2011.
- FLASHDEVELOP HOMEPAGE. Disponível em: <http://www.flashdevelop.org/wikidocs/index.php?title=Main_Page>. Acesso em: 25 mai. 2011.
- FORTE, Cléberon E.; KIRNER, Claudio. (2009) **Usando Realidade Aumentada no Desenvolvimento de Ferramenta para Aprendizagem de Física e Matemática**. Disponível em: <<http://sites.unisanta.br/wrva/st/62200.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2011.
- FORTE, Cléberon; OLIVEIRA, Francisco C.; SANTIN, Rafael; KIRNER, Claudio. (2008) **Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância**. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/wrva/artigos/50464.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2011.
- GOOGLE SKETCHUP HOMEPAGE. Disponível em: <<http://sketchup.google.com/>>. Acesso em: 28 mai. 2011.
- KAUFMANN, Hannes; Schmalstieg, Dieter. (2003) **Mathematics And Geometry**



Education With Collaborative Augmented Reality . Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.13.1057&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2011.

KIRNER, Claudio. (2008) **RVA – Definições**. Disponível em:

<<http://www.realidadevirtual.com.br/cmsimple-rv/?DEFINI%C7%D5ES>>. Acesso em: 28 mai. 2010.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada**. In: KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. (Ed.). Realidade Virtual Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações. Livro do Pré- Simpósio: IX Symposium of Virtual and Augmented Reality. Petrópolis – RJ. 28 mai. 2007, p. 1-22. Disponível em:

<<http://www.ckirner.com/download/livros/Realidade%20Virtual%20e%20Aumentada-2007.zip>>. Acesso em: 28 mai. 2011.

KIRNER, Claudio.; TORI, Romero. **Fundamentos de Realidade Aumentada**. In: KIRNER, Claudio; TORI, Romero; SISCOOTTO, Robson. (Ed.). Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Pré Simpósio SVR 2006, SBC, Belém, 2006, p. 22-38. Disponível em:

<http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2011.

LIAROKAPIS, Fotis; MOURKOUSSIS, Nikolaos; WHITE, Martin; DARCY, Joe; SIFNIOTIS, Maria; PETRIDIS, Panos; BASU, Anirban; LISTER, Paul F.. (2004)

Web3D and augmented reality to support engineering education . Disponível em:

<<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.70.7785&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 29 mai. 2011.

LIMA, Álvaro J. R.; CUNHA, Gerson G.; HAGUENAUER, Cristina J.. (2008)

Realidade Aumentada no ensino de geometria descritiva. Disponível em:

<http://www.latec.ufrj.br/revistarealidadevirtual/vol1_2/3.pdf>. Acesso em: 29 mai. 2011.

PANTELIDIS, V. **Reasons to use Virtual Reality in Education**. VR in the Schools, vol. 1, no. 1, jun. 1995. Disponível em: <<http://vr.coe.edu/vrits/1-1-cont.htm>>.

Acesso em: 26 mai 2011.

PAPERVISION3D PROJECT OFFICIAL BLOG. Disponível em:

<<http://blog.papervision3d.org/>> . Acesso em: 25 abr. 2011.

PEDROSO, Luciano S.; ARAÚJO, Mauro S. T. (2011) **Simulações Interativas no Ensino de Conceitos de Eletromagnetismo**. Disponível em:

<<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0005-1.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2011.

SOUZA, Antonio L.; OLIVEIRA, Fabiano S.; OLIVEIRA, José C.; SANTOS, Marcelo P. L. (2000) **Uma Biblioteca VRML para a Visualização de Campos**



Eletromagnéticos. Disponível em: <<http://www.pp.ufu.br/trabalhos/47.PDF>>. Acesso em: 28 mai. 2011.

SPARK PROJECT. **FLARToolKit.** Disponível em: <<http://www.libspark.org/wiki/saqoosha/FLARToolKit/en>>. Acesso em: 25 mai. 2011.

TORI, R.; KIRNER, C. **Fundamentos de Realidade Virtual.** In: KIRNER, Claudio; TORI, Romero; SISCOOTTO, Robson. (Ed.). Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada. Pré Simpósio SVR 2006, SBC, Belém, 2006, p. 2-21. Disponível em: <http://www.ckirner.com/download/capitulos/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidad_e_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2011.