

Uso de Realidade Aumentada como apoio ao Ensino do Campo Girante de um Motor de Corrente Alternada

Suzana da Hora Macedo¹, Filipe Arantes Fernandes¹, Evanildo dos Santos Leite¹

José Valdeni De Lima², Maria Cristina Villanova Biasuz²

¹Instituto Federal Fluminense (IFF) – Campus Itaperuna – Itaperuna/RJ - Brasil

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Doutorado em Informática na Educação – Porto Alegre – RS – Brazil
shmacedo@iff.edu.br, filran@gmail.com, eleite@iff.edu.br,
valdeni@inf.ufrgs.br, cbiazus@inf.ufrgs.br

Abstract. *This work presents a Learning Object developed in Augmented Reality environment to support the teaching of the rotating magnetic field of the stator of an electric motor. In this environment the student can see the magnetic field in 3D and also interact with this field. The pedagogical support is the Theory of Meaningful Learning. Comments and evaluations were done to complete the work.*

Resumo. *Este trabalho apresenta um Objeto de Aprendizagem desenvolvido em ambiente de Realidade Aumentada para apoio ao ensino do campo magnético girante do estator de um motor elétrico. Neste ambiente o aluno pode ver o campo magnético em 3D e também interagir com este campo. Como suporte pedagógico foi utilizada a Teoria da Aprendizagem Significativa. Comentários e avaliações foram feitos para complementar o trabalho, destacando suas vantagens no processo de ensino-aprendizagem.*

1. Introdução

A conversão direta da energia elétrica em mecânica só é possível graças à interação de campos magnéticos rotativos cuja base científica é o Eletromagnetismo. São conceitos de fundamental importância na formação dos alunos que estudam Eletricidade.

Parte das dificuldades de aprendizagem dos conteúdos de Eletromagnetismo se concentra na impossibilidade de visualização dos campos magnéticos por parte dos alunos no espaço tridimensional. 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).

Macedo *et al* (2011), afirmam que com o advento do computador novos espaços de aprendizagem começam a ser planejados e construídos e estes espaços não estão mais

restritos ao perímetro em que ocorre uma relação tradicional e fechada entre professores e alunos. Segundo Buchau *et al* (2009), a Realidade Aumentada (RA) ajuda os estudantes a compreenderem a teoria dos campos magnéticos, sendo muito adequada para visualização dos campos magnéticos.

Objeto de Aprendizagem (OA) é qualquer recurso digital que pode ser reutilizado para apoiar a aprendizagem (WILEY, 2000). Neste contexto, foi proposta a criação de um OA desenvolvido com recursos de RA.

Segundo Barros (2007), não cada tema o usuário vai participar do ambiente virtual gerado pelo computador,... neste caso, o ambiente virtual será projetado para simular tanto um ambiente imaginário quanto um ambiente real. Macedo e Leite (2010) afirmam sobre os computadores, que não sua utilização na escola como recurso no processo de ensino-aprendizagem é de grande valia. Com este OA será simulado um ambiente que é impossível de ser visto a olho nu: o campo magnético. Campos eletromagnéticos invisíveis no ar podem ser mostrados em ambiente de RA (BUCHAU et al, 2009). A RA mistura o mundo real com o mundo virtual. O mundo real será composto de ímãs e o mundo virtual será composto dos campos magnéticos gerados por estes ímãs e suas interações. Segundo Coelho e Bähr (2005), não combinação de real com virtual se baseia na presença simultânea de objetos reais e virtuais em uma cena. 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. Desse modo, os campos magnéticos serão demonstrados no mundo virtual, interagindo com os ímãs do mundo real. Este experimento teve como objetivo criar um ambiente onde o aluno pudesse visualizar em terceira dimensão a interação entre os campos magnéticos dos ímãs, além de criar um ambiente lúdico para o estudante.

2. O Ensino Tradicional do Campo Girante

O ensino tradicional do campo girante se dá, em geral, através da análise da figura 1 ou uma figura similar. Note-se que é uma figura bidimensional e estática, explicando um campo girante que na realidade é tridimensional e dinâmico.

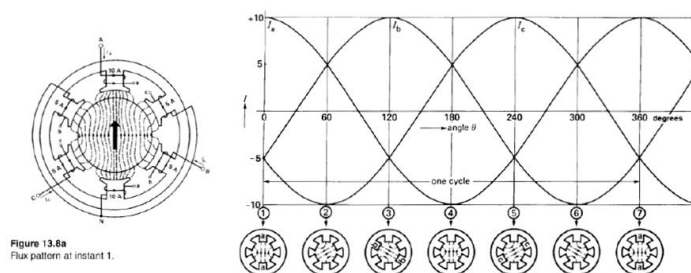


Figura 1. Imagem utilizada para analisar o campo girante.
Fonte: Fernandes, 2010.

Este tipo de estudo conduz o educando a muitas dúvidas, já que é uma visualização rudimentar, em que dificilmente o aluno consegue visualizar este campo magnético girante.

3. Proposta Pedagógica Baseada na Aprendizagem Significativa

Esta proposta pedagógica está baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo (Moreira e Masini, 2001). Neste trabalho, a partir de conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, pretende-se que o aluno os utilize como subsunçores de forma a alicerçar os novos conceitos a serem apreendidos. Segundo Moreira (2006) não subsunçor é um conceito, uma idéia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de âncoradouro a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (isto é, que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação). Nesse aspecto os conceitos previamente ancorados na estrutura cognitiva do aluno, servirão como subsunçores, para que uma nova informação seja adquirida por parte do educando. Como nova informação, entende-se os conceitos de Eletromagnetismo necessários ao ensino do campo girante. Guimarães (2009) afirma que, para que a Aprendizagem Significativa possa ser observada deverá ser criada numa situação nova que exija transformação do conhecimento original. A Aprendizagem Significativa foi verificada da seguinte forma: (a) assistiram a uma explicação tradicional sobre a formação do campo girante; (b) foi realizado o experimento em Realidade Aumentada; (c) responderam perguntas sobre o novo conhecimento.

Foi feito um teste preliminar no mês de junho de 2011, com 44 alunos dos grupos de teste que cursavam a disciplina Máquinas Elétricas em uma instituição federal de ensino, turno diurno, utilizando este experimento em sala de aula. Para o experimento foi utilizado um **laptop** com **webcam** e um **datashow**. Inicialmente os estudantes puderam observar o professor e posteriormente cada um pode manipular o Objeto de Aprendizagem.

4. Experimento Utilizando RA

O experimento com os alunos foi a demonstração do campo magnético girante de um motor. A RA foi aplicada ao estator de um motor elétrico, onde foram misturados o mundo real e o mundo virtual da seguinte maneira: a câmera filmou o motor e surgiu a imagem do mundo virtual, em que apareceram os campos magnéticos envolvidos, que no mundo real são invisíveis. O resultado disto foi uma imagem em RA: o motor e os campos magnéticos, neste caso, visíveis para o aluno, superando a grande dificuldade encontrada pelos estudantes, que é a visualização dos campos.

O motor elétrico utilizado neste experimento é o motor de corrente alternada assíncrono monofásico de fase dividida. Foi simulado o campo girante do estator. Segundo Carvalho (2008), estator é o nome dado à parte fixa do motor, que pode conter um ou mais enrolamentos por pólo.



Figura 2 - Estator do motor em que foi realizado o experimento junto com o marcador

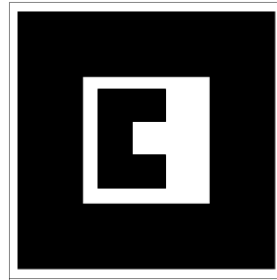


Figura 3 - Marcador utilizado no experimento

Este experimento foi desenvolvido com o software ARToolKit, pela facilidade de programação oferecida pelo mesmo.

Na figura 2 pode-se observar o estator utilizado no experimento.

O marcador (figura 3) é colocado no centro do estator (mundo real), visto na figura 4, para que o seu campo magnético apareça (mundo virtual), formando o ambiente de RA.

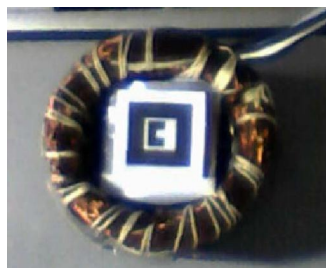


Figura 4 - Estator do motor em que foi realizado o experimento junto com o marcador

Surge o campo girante do estator, que pode ser visto na figura 5. Na figura 6 pode-se ter uma idéia do campo girante, já que o mesmo está sendo mostrado em outra posição.

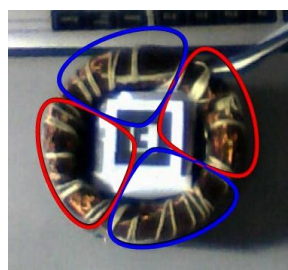


Figura 5 - Estator do motor junto com o campo girante ĩ posição 1

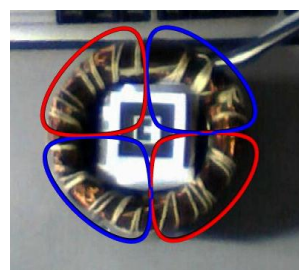


Figura 6 - Estator do motor junto com o campo girante ĩ posição 2

Ainda neste mesmo experimento, o marcador agora fará outro link, com o objetivo de se visualizar o campo girante lateralmente (figura 7). Surgirá, no mundo virtual, o

campo girante visto da parte lateral do motor. Serão visualizados o motor e o seu campo girante em vista lateral em ambiente de RA. Na figura 8 pode-se observar o campo em outra posição.

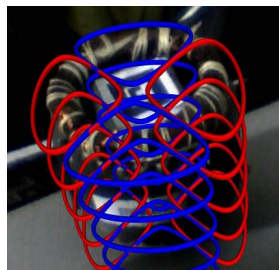


Figura 7 - Vista lateral do campo girante em posição 1

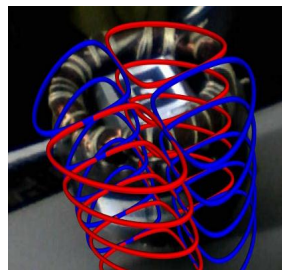


Figura 8 - Vista lateral do campo girante em posição 2

Ao final da aula responderam o Pós-teste para verificação da aprendizagem.

5. Teste para Verificação dos Indícios da Aprendizagem Significativa

De acordo com Moreira (2006) uma maneira de se evitar a ãsimulação da Aprendizagem Significativa è formular questões inéditas ao aprendiz. Moreira e Masini (2001) propõem que para verificar os indícios da Aprendizagem Significativa seja colocada uma nova tarefa que dependa da precedente. A partir da aula sobre formação do campo girante foram realizadas as atividades do quadro 1.

Foi realizado um pré-teste para verificação do estágio inicial dos estudantes em relação ao assunto a ser estudado. A partir da aula sobre formação do campo girante foram realizadas as atividades do quadro 1. Ao final, os estudantes responderam perguntas inéditas relacionadas ao novo conhecimento (Pós-teste). As perguntas do Pré-teste foram as mesmas perguntas do Pós-teste para posterior comparação. Foi feito um total de nove perguntas, sendo quatro sobre o conteúdo estudado e cinco sobre a percepção do aluno em relação ao estudo de Eletromagnetismo. São descritas aqui as três perguntas mais relevantes, as duas primeiras sobre a percepção do aluno e a terceira sobre o tema estudado. Os resultados são relativos ao Pré-teste e Pós-teste.

As atividades foram realizadas em quatro turmas, três de teste, em que foi realizado o experimento com RA (turmas A, B e C), totalizando 44 alunos e um grupo de controle que não participou do experimento com RA (grupo D), com 17 alunos.

Quadro 1 - Atividades realizadas

Turmas de Teste	Turmas de Controle
Pré-teste: Perguntas relativas ao assunto a ser estudado e sobre a percepção do aluno.	Pré-teste: Perguntas relativas ao assunto a ser estudado e sobre a percepção do aluno.
Explicação tradicional do campo girante	Explicação tradicional do campo girante
Experimento utilizando RA	xxx
Pós-Teste: Mesmas perguntas do Pré-teste	Pós-Teste: Mesmas perguntas do Pré-teste

5.1. Teste: primeira pergunta

A **primeira pergunta** foi: "Você achou fácil compreender os conceitos de eletromagnetismo?". As respostas dos alunos relativas ao Pré-teste e Pós-teste se encontram no gráfico 1.

5.1.1. Resultados: turmas de teste (A+B+C) e turma de controle

No pré-teste, 4,5% das turmas de teste afirmaram que acharam fácil compreender os conceitos de Eletromagnetismo, enquanto que no pós-teste, este número subiu para 52,3% (gráfico 1). Na turma de controle (D) nenhum aluno achou fácil compreender os conceitos de Eletromagnetismo no pré-teste e no pós-teste 14,3% dos alunos acharam fácil.

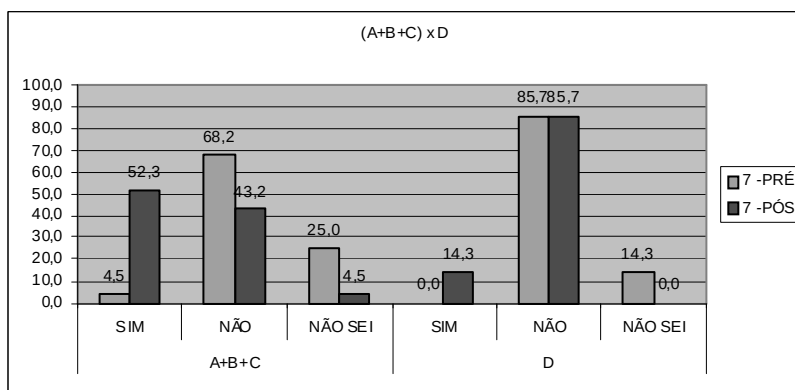


Gráfico 1 – Resposta dos alunos à pergunta nº1
Turmas de Teste (A+B+C) e Turma de Controle (D)
Porcentagem de alunos X sim / não / não sei

5.1.2. Análise dos resultados: comparação entre as turmas de teste (A+B+C) e a turma de controle (D)

Comparando com o somatório das turmas de teste com a turma de controle, observa-se que os alunos das turmas de teste, que estudaram os conceitos de eletromagnetismo usando RA, tiveram uma percepção de facilidade na compreensão maior que os estudantes da turma de controle que não tiveram acesso a RA como ferramenta de ensino-aprendizagem, demonstrando a melhoria do processo ensino-aprendizagem quando se utilizou a RA.

5.2. Teste: segunda pergunta

A **segunda pergunta** foi: "Você achou fácil visualizar os campos magnéticos?". As respostas dos alunos se encontram no gráfico 2.

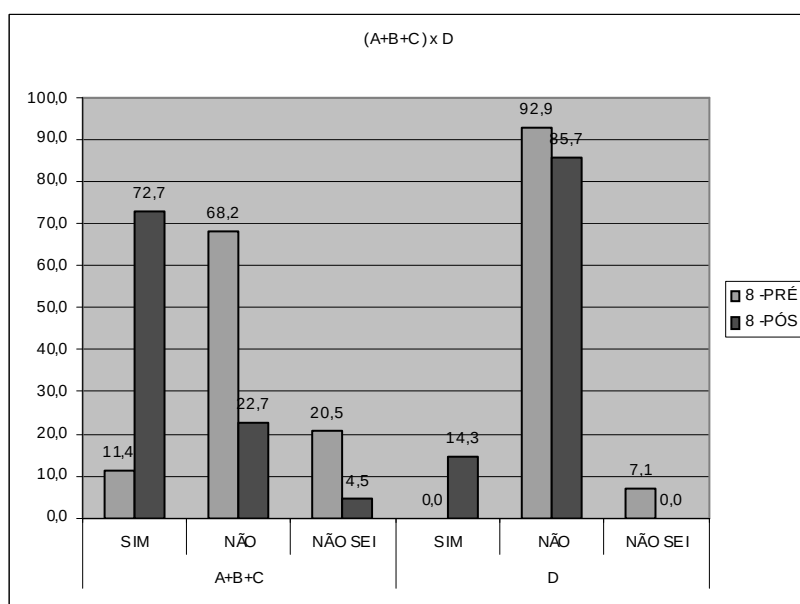


Gráfico 2 - Resposta dos alunos à pergunta nº2
Turmas de Teste (A+B+C) e Turma de Controle (D)
Porcentagem de alunos X sim / não / não sei

5.2.1. Resultados: turmas de teste (A+B+C) e turma de controle

Nas turmas de teste, no pré-teste, 11,4% dos alunos responderam que foi fácil visualizar os campos magnéticos, enquanto que no pós-teste, 72,7% dos alunos afirmaram que acharam fácil (gráfico 2). Já na turma de controle, nenhum aluno achou fácil no pré-teste, enquanto que 14,3% dos alunos acharam fácil.

5.2.2. Análise dos resultados: comparação entre as turmas de teste (A+B+C) e a turma de controle (D)

As turmas de teste A, B e C, que utilizaram a RA no estudo de eletromagnetismo, tiveram percepção de facilidade de visualização dos campos magnéticos bem superior à turma de controle.

Considerando o nível de abstração envolvido na visualização dos campos, a RA foi uma importante ferramenta nesse estudo. Esta questão demonstra claramente a importância da RA neste estudo.

5.3. Teste: terceira pergunta

A **terceira pergunta** foi: "Explique o princípio de funcionamento do gerador elementar". As respostas dos alunos se encontram no gráfico 3 para as turmas de teste comparadas com a turma de controle.

5.3.1. Resultados: turmas de teste (A+B+C) e turma de controle

No pré-teste, nas turmas de teste, 2,3% dos alunos sabiam o princípio do funcionamento do gerador elementar (gráfico 3). No pós-teste, 54,5% sabiam. Na turma de controle (D), no pré-teste nenhum aluno sabia, enquanto que no pós-teste 14,3% dos alunos sabiam.

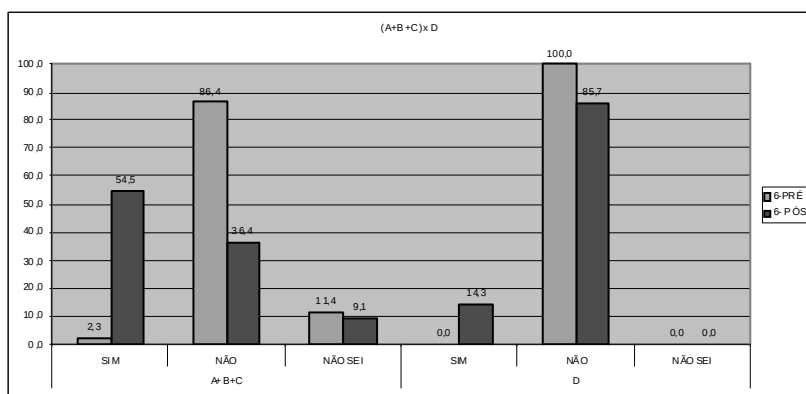


Gráfico 3 | Resposta dos alunos à pergunta nº3
Turmas de Teste (A+B+C) e Turma de Controle (D)
Porcentagem de alunos X sim / não / não sei

5.3.2. Análise dos resultados: comparação entre as turmas de teste (A+B+C) e a turma de controle (D)

Confrontando os resultados do somatório das turmas teste com a de controle, observa-se que 54% dos estudantes das turmas de teste aprenderam o princípio de funcionamento do gerador, enquanto que na turma de controle o êxito foi de apenas 14% evidenciando a facilitação do aprendizado proposta pelo recurso da RA neste estudo.

6. Conclusões

Foi estruturada uma atividade pedagógica utilizando RA como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem. Foram testados os resultados da utilização desta ferramenta como apoio neste processo. Também foram analisados os resultados que apontaram as evidências da aprendizagem utilizando-se o OA construído em ambiente de RA a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa.

A Realidade Aumentada apresentou as seguintes vantagens: permitiu aos alunos a visualização do campo magnético girante; permitiu a interação do aluno com estes campos magnéticos; a partir do momento em que o Objeto de Aprendizagem em Realidade Aumentada foi elaborado, sua utilização é simples e prática; simplicidade e economia do equipamento utilizado (os experimentos foram realizados com apenas uma **webcam** e um laptop); foi utilizado também um **data show** com telão, sendo que o **data show** não é necessário, servindo apenas para enriquecer o experimento; o ambiente em Realidade Aumentada é excelente para visualização dos campos magnéticos.

Os resultados mostram que houve melhorias estatisticamente significativas no desempenho dos aprendizes do grupo experimental, quando comparados aos aprendizes do grupo de controle. Neste trabalho foi proposta uma nova forma de ensinar o campo magnético girante. Com este experimento, e de acordo com o teste respondido pelos alunos, pode-se verificar que a Realidade Aumentada pode contribuir como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem do campo girante a partir da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Referências

- Ausubel, D. P.; Novak, J. D.; Hanesian, H. ***Psicologia Educacional***. Tradução de Eva Nick et. al. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- Barros, Nelci Moreira. ***Aprendizagem a Distância. Do Rádio Ilustrado à Realidade Virtual Aumentada***. Florianópolis, SC, Insular. 2007
- Buchau, André; Rucker, Wolfgang M.; Wössner, Uwe; Becker, Martin. ãAugmented Reality in Teaching Electrodynamicsò. The International Journal for Computation and Mathematics in Electrical and Electronic Engineering. Vol. 28 No. 4. 2009. pp 948-963.
- Carvalho, Geraldo. ***Máquinas Elétricas i Teoria e Ensaios***. 2ª edição revisada. São Paulo: Érica, 2008.
- 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/tid.inpe.br/sbsr/2004/11.11.08.15/doc/2925.pdf>> Acesso em 22/05/2010.
- Fernandes, Emannuel. ***5ª Aula de Máquinas Elétricas CA***. 2010.
Disponível in:
http://emannuelfernandes.blogspot.com/2010_08_01_archive.html
- Guimarães, C. C. ãExperimentação no ensino de Química: Caminhos e Descaminhos rumo à Aprendizagem Significativaò, ***Química Nova na Escola, vol. 31, agosto, 2009***.
- 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:
<http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/CT05_GeomEdu_SpatialAbilities.pdf> Acesso em 27/07/2010.
- Macedo, S. H.; Fernandes, F. A.; Lima, J. V.; Biazus, M. C. V. Ensino e aprendizagem do campo Magnético de um Ímã usando Realidade Aumentada. In: ***XXXIX COBENGE - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia***. Blumenau, 2011.
- Macedo, S. H.; Leite, E. S. ãEstudo Sobre o Software Electronics Workbench como Ferramenta de Ensino-aprendizagem de Eletrônica Digitalò. In: ***21º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação***. SBIE 2010.
- Moreira, M. A. ***A teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula***. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.
- Moreira, M. A.; Masini, E. F. S. ***Aprendizagem Significativa i A Teoria de David Ausubel***. São Paulo. Centauro, 2001.

- Paz, A. M. ***Atividades Experimentais e Informatizadas: Contribuições para o Ensino de Eletromagnetismo***. 2007. 228 p. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Wiley, D. A. (2000). ***Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy***. In D. A. Wiley (Ed.), *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. Retrieved MONTH DAY, YEAR, from the World Wide Web: <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>. Acesso em 15/02/2012.