

MELHORIA DA QUALIDADE NA EAD COM LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DAS ENGENHARIAS

CURITIBA/PR Maio/2016

Robson Seleme - Universidade Federal do Paraná - robsonseleme@hotmail.com

Alessandra de Paula - Centro Universitário Internacional Uninter - Alessandra_rs1@hotmail.com

Adriana Kopeginski - Universidade Federal do Paraná - adriana.kopeginski@yahoo.com.br

Tipo: INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA (IC)

Natureza: RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA

Categoria: MÉTODOS E TECNOLOGIAS

Setor Educacional: EDUCAÇÃO SUPERIOR

RESUMO

O fator primordial no ensino de qualquer curso de engenharia é a utilização de laboratórios, que, na maioria dos cursos, e por exigência dos órgãos da Educação, devem ser presenciais. Com o advento da internet e com os avanços tecnológicos, tem-se todas as condições de transformar laboratórios presenciais em laboratórios virtuais, possibilitando economia e ampliação do número de vagas de cursos de engenharia. A educação a distância já é uma realidade em todo o mundo e no Brasil no campo da Educação e das Ciências Sociais, começando a ampliar-se para outras áreas, como para a área de saúde, através do curso de Farmácia, inclusive com a adoção de laboratórios de práticas. O artigo realiza a discussão sobre a possibilidade da utilização da EaD no ensino superior de engenharia, incluindo a adoção de laboratórios virtuais. Realiza pesquisa conclusiva indicando que laboratórios desta natureza já existem, estes são apresentados e, não são impeditivos para a aprovação de cursos a distância. Conclui-se afirmando que a melhoria na qualidade do ensino da engenharia ministrado por meio do sistema de Ensino à Distância (EaD) passa pela utilização e a aplicação dos laboratórios virtuais.

Palavras-chave: Laboratórios virtuais. Qualidade nas Engenharias.

1. Introdução

As diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em engenharia instituída pelo Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior por meio da resolução CNE/CES 11 de 11 de março de 2002 preconiza em seus artigos a obrigatoriedade de inclusão em seus projetos de curso, diversos elementos didáticos e de conhecimento.

A estrutura básica é contida em seu artigo 5º que nos diz: “Todo o curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade”. Assim versa sobre a estrutura de conteúdos necessária à formação dos engenheiros.

Destacadamente no parágrafo 2º há a existência da utilização de laboratórios como se depreende a seguir:

- § 2º Nos conteúdos de Física, Química e Informática, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoque e intensividade compatíveis com a modalidade pleiteada. (grifo nosso)

Verifica-se, portanto, a exigência da existência de atividades de laboratório para os conteúdos de química, física e informática e, para os outros conteúdos, destaca-se aqui os profissionalizantes, laboratórios compatíveis com a modalidade pleiteada, conforme grifo apontado.

Ao se considerar a regulamentação da profissão engenheiro por meio de seu órgão regulador o CONFEA, destaca-se que as atribuições profissionais (permissão para a atuação no mercado) são autorizadas com base no currículo de formação do Engenheiro como indicado no Art. 25 da Resolução 218.

- Art. 25 – Nenhum profissional poderá desempenhar atividades além daqueles que lhe competem pelas características de seu currículo escolar, consideradas em cada caso, apenas, as disciplinas que contribuem para a graduação profissional, salvo outras que lhe sejam acrescidas em curso de pós-graduação, na mesma modalidade. (grifo nosso)

Ao se analisar o artigo 25 percebe-se que a atribuição profissional é concedida em função de seu currículo escolar, considerando-se apenas as disciplinas para a graduação profissional e considerando-se a utilização de laboratórios de qualquer tipo.

É inegável as contribuições proporcionadas pelo uso de laboratórios presenciais nos cursos de engenharia, notadamente naqueles voltados à pesquisa objetivando novos métodos e novas descobertas na engenharia. Entretanto uma pergunta se faz essencial: São todos os laboratórios presenciais necessários ao desenvolvimento das competências e atribuições do profissional em Engenharia?.

Os métodos caracterizadores da pesquisa são a revisão bibliográfica dirigida ao tema e à observação participante dos autores que além de serem docentes na modalidade coordenam ou coordenaram cursos de engenharia nas modalidades presencial e a distância.

Tendo como objetivo demonstrar que os laboratórios virtuais podem atender aos objetivos acadêmicos e de formação do graduando em Engenharia, este artigo apresenta diversas possibilidades, pautando-se em conceitos pesquisados procura demonstrar o potencial dos laboratórios virtuais no ensino a distância dos cursos de Engenharia.

2. A Engenharia e a educação a distância

O Ensino Superior começou a manifestar-se no país a partir do início do século XIX, época em que começam a aparecer os impactos da ciência moderna em diversas partes do mundo (LEÃO, 2007). A implantação do Ensino Superior se deu através do interesse pelas ciências da natureza, ciências da cultura e ciências exatas, por médicos, advogados e engenheiros, respectivamente.

Em 1996 surge a World Wide Web (www), com a popularidade de programas de navegação na plataforma; passou a ocorrer o estreitamento das distâncias geográficas, e por consequência, culturais e sociais (MAIA e GARCIA, 2000).

Algumas das primeiras tentativas relacionadas a sites educacionais na web se deram especialmente no Canadá, com o desenvolvimento de softwares chamados *courseware*, que auxiliavam na construção de cursos on line (MAIA e GARCIA, 2000). Propostas para o ensino e aprendizado a distância, entretanto, necessitavam transpor a barreira da didática para tornar o método eficiente e efetivo.

Nos cursos de engenharia, os laboratórios físicos acabam por limitar o acesso ao conhecimento. Os laboratórios virtuais são a forma de incentivar o estudante a desenvolver o seu conhecimento, porque estaria disponível em todo momento, não dependente das limitações de tempo (dia ou noite) ou mesmo agendamentos (disponibilidade do espaço ocupado por outros alunos).

A modalidade de Ensino a Distância proporcionou a muito estudantes o acesso à Educação Superior em diversas áreas, mas mais especificamente em áreas em que não há a utilização de laboratórios especiais ou específicos que demandam instalações específicas, como exemplo os cursos das áreas de Educação (Licenciaturas em Pedagogia, Letras e Matemática) ou das Ciências Sociais (Sociologia, Filosofia e História).

O Ensino a Distância para os cursos de Engenharia ainda é um assunto controverso, não pelas disciplinas teóricas, mas pelos ensinamentos dados em laboratórios e pelo ensino não presencial. Muitos dos laboratórios físicos hoje presentes nas Faculdades e Universidades poderiam ser substituídos por laboratórios virtuais, proporcionando um acesso a um número maior de estudantes que hoje, por motivos de tempo, não poderiam cursar na modalidade presencial um curso de Engenharia.

De acordo com o portal E-Mec (Sistema de Regulação do Ensino Superior) 27 instituições de ensino superior já ofertam cursos de Engenharia na modalidade distância em diversas habilitações:

TABELA 1- RELAÇÃO DE CURSOS E INSTITUIÇÕES

Cursos	Modalidade	Instituições
Engenharia Ambiental	A Distância	7
Engenharia Ambiental e Sanitária	A Distância	2
Engenharia Civil	A Distância	9
Engenharia da Computação	A Distância	4
Engenharia de Comunicações	A Distância	1
Engenharia de Controle e Automação	A Distância	1
Engenharia de Produção	A Distância	24
Engenharia de Software	A Distância	1
Engenharia Elétrica	A Distância	4
Engenharia Mecânica	A Distância	2

FONTE: <http://emec.mec.gov.br/> (2015)

Apesar das instituições ofertarem os cursos da tabela 1 a distância não há qualquer garantia de que esses profissionais tenham seus currículos registrados pelo sistema CONFEA/CREA tendo as

possibilidade de obter as atribuições profissionais daqueles formados pela educação presencial.

Silva et al (2010) fazem uma analogia interessante sobre o ensino da engenharia na formação do engenheiro:

- [...] o engenheiro é o produto final de um curso de engenharia, que utiliza uma estrutura curricular como processo de transformação e que o insumo (aluno) vem do mercado e o produto final (engenheiro) vai para o mercado. Desta forma, são as disciplinas integrantes da estrutura curricular as responsáveis pela preparação técnica do profissional, sendo por meio delas que se faz a exposição da teoria e que se coloca o aluno em contato com os problemas que deverá enfrentar.

Ora, se tal afirmação é verdadeira deve-se formar o Engenheiro para o mercado. Considerando que o mercado desenvolve aplicações de tecnologia que implicam em sua maciça utilização, não utilizar estas tecnologias no ensino sugere um contrassenso.

A figura 1 apresenta o processo de formação do engenheiro desde seu ingresso como aluno até a possibilidade de sua interação com o mercado e as oportunidades oferecidas.

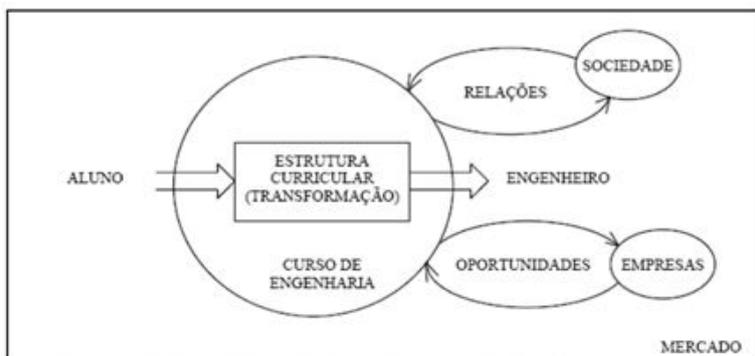


FIGURA 1 - A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO
FONTE: Belhotj& Neto (2006)

Contudo, há décadas atrás, fizeram parte do aprendizado da engenharia, as réguas de cálculo, os monogramas e as calculadoras mecânicas, e posteriormente as eletrônicas, mostrando-se indispensáveis na solução dos problemas das disciplinas. Não diferente, com a evolução das tecnologias da informática, telemática e telecomunicações, assim como a popularização dos computadores (de mesa e portáteis) os softwares passaram a mostrar-se ferramentas importantíssimas para a evolução do ensino da engenharia e da carreira de engenheiro.

3. Laboratórios Virtuais

Queiroz (1998) apresenta os três níveis da classificação dos laboratórios virtuais:

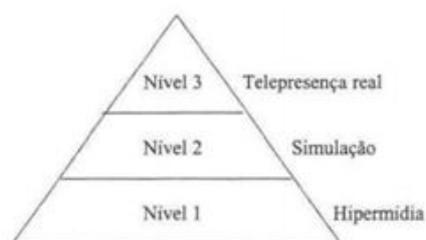


FIGURA 2 - CLASSIFICAÇÃO DOS LABORATÓRIOS VIRTUAIS
FONTE: Queiroz (1998)

De acordo com Nunes Filho (2003), as hiperfídias têm características dinâmicas, que proporcionam disseminação do conhecimento e produção de sentidos, pois se associam aos elementos imaterialidade, interatividade e velocidade.

Bairon e Petry (2000), em seu prefácio escrito por Lúcia Santaella, destacam que a hipermídia tem poder definidor, com capacidade de armazenar informações e que, por meio da interação do receptor, se transformam em incontáveis versões virtuais que vão surgindo na medida em que o receptor se coloca na posição de coautor.

Como apresenta Queiroz (1998), a hipermídia está na base da pirâmide por apresentar aos usuários somente textos, figuras ou vídeos sobre o assunto ministrado, sendo o nível de interação baixo ou destinando-se somente a disponibilização de material didático.

Já no segundo nível da pirâmide há uma interação maior do usuário. Neste tipo de laboratório o estudante consegue realizar experiências similares às realizadas nos laboratórios reais, com a multiplicidade de aplicações baseadas na Estatística e Física.

De acordo com Hohenfeld e Penido (2009) temos:

- [...] a utilização das simulações computacionais como importantes aliadas nas atividades experimentais. Sua articulação é citada para situações muito custosa, perigosa ou que demandam muito tempo para uma aula. Outro argumento importante é a possibilidade de visualização de aspectos que não são facilmente visíveis na experimentação convencional.

No terceiro nível da pirâmide o usuário tem a possibilidade de interagir com o ambiente remotamente. Em definição de Tomazi (2009), a telepresença:

- [...] se baseia no deslocamento ou na transferência dos processos cognitivos e sensoriais de um participante para o corpo de uma máquina (ou um robô) que se encontra em um outro espaço geograficamente remoto, qualquer que seja, ambos interligados por uma conexão ponto a ponto – linha telefônica ou telegráfica, satélite, rádio etc.

No estudo das Engenharias, laboratórios virtuais nas diversas áreas possibilitariam aos estudantes comprovações técnicas dos estudos teóricos, mas de forma mais continuada e acessível.

Verifica-se, sem controvérsia a importância dos laboratórios virtuais nos cursos de Engenharia Aeronáutica, com os simuladores de voo, assim como na Engenharia Aeroespacial e na Engenharia Nuclear.

Desta forma, a mesma importância poderia ser dada aos laboratórios voltados as áreas de Civil, Mecânica, Produção, Mecatrônica, Química, Eletrônica e Elétrica, possibilitando aos estudantes uma proximidade dos conceitos a pratica.

BIANCHINI (2006), em estudo sobre o ensino da Engenharia por meio de laboratórios virtuais aplicados especificamente ao ensino da Engenharia Elétrica, aponta que é possível a solução de problemas de aproveitamento de um equipamento com a aplicação de simulações em laboratório (laboratório de simulação); como exemplo tem-se a Simulação de Eventos Discretos que permite a reprodução virtual de determinado processo, gerando desta reprodução um modelo, ao qual podem ser acrescentadas tantas modificações e melhorias quantas forem necessárias, tendo antecipadamente os dados positivos e negativos da aplicação.

- A solução para as limitações de recursos de investimentos para laboratórios se apresenta factível por meio da implementação de laboratórios virtuais. Devido ao avanço da tecnologia atual é possível a criação deste tipo de laboratórios a partir de CD-ROM como pela Web. Este último traz as facilidades oferecidas pela possibilidade de um estudo a distância (EaD), e oferecem ao professor ferramentas que permitem a simulação ou emulação de sistemas através de processamento de dados, sons e imagens que são acessíveis através da rede mundial Internet e habilitam interoperabilidade de dados e aplicativos.” (BIANCHINI; GOMES, 2006)

De acordo com Giordan (2008), as simulações computacionais apresentam fenômenos derivados de modelos teóricos, como as representações algébricas, codificações de leis, com parâmetros

ajustados para reproduzir medidas experimentais, e simulações com base em leis empíricas.

Desta forma, como aponta Hohendeld (2011), a presença das tecnologias digitais utilizadas nas aulas de Física, através das simulações computacionais, demonstra que a aula vai além da função básica de exposição do corpo teórico trabalhado, facilitando a compreensão do estudante e desenvolvendo habilidades de observação e reflexão em um ambiente virtual, tendo em vista que a repetição do experimento poderá ser feita mais vezes porque demanda um tempo menor para a experimentação, assim como a repetição em outro momento para melhor observação.

Queiroz (1998) em sua dissertação de mestrado apresenta alguns laboratórios virtuais em áreas não somente da engenharia, mas também da psicologia, farmácia e matemática.

- *Articulate Virtual Laboratories for Science and Engineering Education* tem como objetivo desenvolver Laboratórios Virtuais que ensinam ciência e princípios de engenharia orientando os estudantes nas tarefas de projeto. Experiências de projeto são difíceis de serem realizadas num ambiente típico de sala de aula, porque muitos artefatos físicos de interesse (tais quais plantas de força, motores a jato, e refrigeradores) são caros ou perigosos para se construir e testar. Este laboratório evita tais problemas. Possibilitando aos estudantes projetar, analisar e testar os artefatos em um ambiente simulado, barato e seguro.

Outro laboratório apontado por Queiroz (1998) é o Netrolab, projeto da Universidade da Reading do Reino Unido (Roboscape), que tem como objetivo o compartilhamento de experimentos robóticos de custos elevados, auxiliando em projetos nas áreas de robótica e inteligência artificial.

Com os recursos dos Laboratórios Virtuais e a modalidade de Ensino a Distância há um alcance de público maior, proporcionando expansão dos cursos ofertados, visto que ainda existem muitos cursos de Engenharia em períodos integrais que limitam o acesso de determinado público.

3.1. Softwares para Laboratórios Virtuais

Segundo Hohendeld (2011), os laboratórios virtuais tem base em simulações computacionais, em sistemas on-line ou off-line, disponibilizados através da internet ou de mídias. Tais simulações se utilizam de linguagem de programação tipo C++, Java, Flash dentre outras.

Alguns projetos cooperados já vêm desenvolvendo sistemas voltados ao ensino de Engenharia. O software ETOOLS é um sistema voltado ao ensino de Engenharia de Estruturas; o FTOOL, desenvolvido com o apoio do CNPq, é um programa gratuito para análise de estruturas bidimensionais; o DEMOOP é um programa baseado nos métodos dos elementos finitos utilizado para análise estrutural (LAS CASAS, 2008).

De acordo com Silva (2011) aplicações do tipo *Applets* Java, como o *Physlets*, apresentada na figura 3 e figura 4, para o ensino da Física em cursos de Engenharia permitem a criação e simulação de aplicações voltadas para experimentos da Física, simulando um laboratório virtual. Assim aponta Silva (2011) em seus estudos sobre laboratórios virtuais de Física para cursos de Engenharia:

- Os *Physlets* são simples, pequenos em termos de código e dedicados a abordar um fenômeno físico em particular. Por isso, ocupam pouco espaço em disco e podem ser facilmente executados em um navegador Web embutidos em uma página HTML. Geralmente *Physlets* não utilizam grandes quantidades de dados e tabelas.

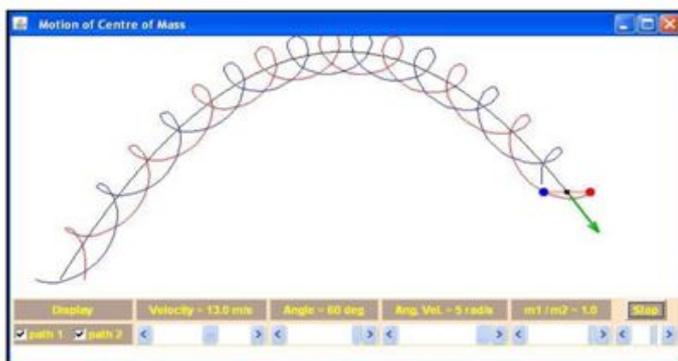


FIGURA 3 –PHYSLET PARA SIMULAÇÃO DO MOVIMENTO DE UM CORPO
 FONTE: Silva (2011)

Além das aplicações em física pode-se utilizar o mesmo processo para a grande maioria dos laboratórios utilizados nas Engenharia de onde seus parâmetros são derivados dos estudos da física.

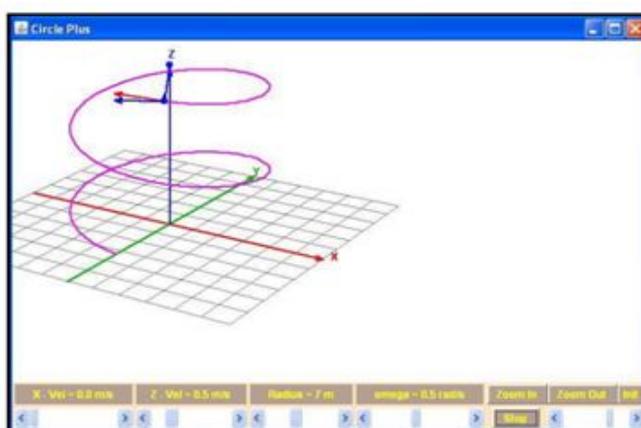


FIGURA 4 – PHYSLET CIRCLE PLUS SIMULANDO UM MOVIMENTO TRIDIMENSIONAL
 FONTE: <http://www.festo-didactic.com> (2015)

Uma ferramenta didática utilizada para simulação de circuitos de pneumática / hidráulica e elétrica é o Software FluidSim 3.6, da desenvolvedora Festo (<http://www.festo-didactic.com/>). De acordo com Santos et al (2012), falando da versão anterior (3-Pneumática), a ferramenta tem capacidade de simular os “conhecimentos da pneumática e permite a concepção de desenhos segundo a norma DIN de diagramas de circuitos eletropneumáticos, além de realizar simulações realistas dos desenhos baseados em modelos físicos de seus componentes”.



FIGURA 5 - INTERFACE DO SOFTWARE FLUIDSIM3®PNEUMÁTICA
 FONTE: Santos et al. (2012)

Expõem ainda, que a ferramenta tem excelente concepção didática, o que facilita a compreensão dos conhecimentos, apresentando descrições, figuras e animações, importantes para a área de automação.

Silva (2011) ainda aponta que tais aplicações podem facilmente serem inseridas em ambientes Moodle, amplamente utilizados pelas Instituições de Ensino por ser gratuito e customizável.

4. Considerações Finais

Acredita-se que uma das maiores dificuldades das Instituições seja a manutenção dos laboratórios, obrigatórios para o ensino da Engenharia. Além da disponibilidade física dos mesmos, ou seja, o número limitado da capacidade para o uso de estudantes, tem-se o custo elevado para mantê-los.

O custo de laboratórios presenciais por vezes inviabiliza um curso ofertado por instituições de ensino superior, independentemente de serem públicas ou privadas. Uma alternativa razoável e acessível é a utilização de laboratórios virtuais, que cumprem o papel a que se propõem quando comparados aos laboratórios físicos.

As aplicações de laboratórios virtuais existentes no mercado atualmente, apesar de terem um alto custo, ao disseminarem-se a possibilidade de sua utilização por um grande número de instituições e/ou até mesmo usuários tem a tendência de terem seus preços diminuídos, e mais, são oportunidades para que as academias possam desenvolvê-los integradamente em cursos de tecnologia, especialmente os de engenharia.

Softwares e aplicações são desenvolvidos para diversas áreas da Engenharia de forma a proporcionar a prática exigida pelas Instituições nas mais diversas habilitações da engenharia. Como apresentado, os laboratórios de Física já têm várias aplicações que são utilizadas como coadjuvantes no ensino, e que podem substituir as práticas dos laboratórios físicos com a aplicação dos mesmos conceitos. Não obstante, tem-se já disponível outros laboratórios virtuais que têm papel de suporte no ensino da engenharia, mas que poderiam atuar como principais com a mesma qualidade no aprendizado.

Finalmente, a maior barreira encontrada atualmente não é de tecnologias que permitam o desenvolvimento virtual do aluno mas, a postura adotada com relação à prática do ensino a distância. Deve-se pois utilizar-se das melhores condições de ensino proporcionadas pelo uso dos laboratórios virtuais, estes permitirão o melhor desenvolvimento e o aprendizado do aluno de engenharia.

5. Referências

BAIRON, S.; PETRY, L. **Hipermídia: psicanálise e história da cultura**. São Paulo: Ed. Mackenzie, 2000.

BELHOT, R. V.; NETO, J. D. O. **A solução de problemas no ensino de engenharia**. In: XIII Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru: 2006.

BELLONI, M. L. **Educação a Distância**. Campinas: Editora Vozes, 1999.

BIANCHINE, D.; GOMES, F. de S.C. **O Ensino de Engenharia por meio de Laboratórios Virtuais de Eletrônica: Uma Reflexão entre a Montagem no Protoboard e a Simulação**. Anais: XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Passo Fundo. 2006.

BRASIL. E-Mec–**Sistema de Regulação do Ensino Superior**. Disponível em , Acesso em 21 Ago 2015.

CNE/CES – Conselho Nacional de Educação, Câmara de Educação Superior, **Resolução CNE/CES 11**, de 11 de março de 2002, Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, 2002.

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, **Resolução Nº 218**, de 29 Jun 1973 – Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: Estudos socioculturais e a Teoria da Ação Mediada**. Ijuí: Unijuí, 2008.

GOULART, I. B. **Psicologia da Educação**. Petrópolis: Editoria Vozes, 2003.

H Aidat, R. C. C. **Curso de Didática Geral**. São Paulo: Editora Ática, 2003.

HERNÁNDEZ, F. et. al; **Aprendendo com as Inovações nas escolas**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2000.

HOHENFELD, D. P.; PENIDO, M. C. M. **A Complementariedade dos Laboratórios Convencionais e Virtuais no Ensino de Física**. IFBA - Instituto de Educação Tecnológica da Bahia e UFBA – Universidade Federal da Bahia, 2008.

LAS CASAS, R. S. **Tecnologias Web aplicadas ao ensino de engenharia de estruturas**. 164 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

LEÃO, I. Z. C. **Breve esboço da tecnologia no Brasil**. UFPR: Revista de Economia e Tecnologia – Ano 03, v. 08 – Jan/Mar 2007.

LITWIN, E. **Educação a Distância – Temas para o debate de uma nova agenda educativa**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2001.

MAIA, C.; GARCIA, M. **Ead.br – Educação a distância no Brasil na era da Internet**. São Paulo: Anhembi Morumbi, 2000.

NUNES FILHO, P. **Processos de significação Hipermídia Ciberespaço e Publicações Digitais, 2003**. Disponível em , Acesso 23 Ago 2015.

QUEIROZ, L. R. de. **Um laboratório virtual de robótica e visão computacional**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Computação, Campinas, 1998.

SAKURADA, N.; MIYAKE, D. I. **Aplicação de simuladores de eventos discretos no processo de modelagem de sistemas de operações de serviços**. *Gestão da Produção*. São Carlos, v. 16, n. 1, p. 25-43, jan.-mar. 2009.

SANTOS A.M. et al, **O ensino da engenharia por meio de laboratórios virtuais: Softwares de automação industrial**.XL-Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012.

TOMAZI, M. **Um sopro de luz e letra em meio ao caos**. ARS: São Paulo. Volume 7, n. 13, jan/jun, 2009.