



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

TÉCNICAS DE APRENDIZADO INTEGRAL E ENSINO À DISTÂNCIA APLICADAS ÀS AULAS DE LABORATÓRIO EM CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA OU DE COMPUTAÇÃO.

Paulo A. Garcia - e-mail: garciapa@uol.com.br
Universidade Presbiteriana Mackenzie - Depto. de Engenharia Elétrica.
Rua da Consolação, 930 - CEP 01302-907 - São Paulo - SP

José Sidnei C. Martini - e-mail: sidnei.martini@poli.usp.br
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Depto. de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais
Rua Bela Cintra, 847, 9º andar - CEP 01415-903 - São Paulo - SP

Resumo: Este artigo apresenta o resultado de uma pesquisa gerada com uma tese de Doutorado, contendo uma proposta inovadora para o desenvolvimento de disciplinas técnicas de laboratório em Cursos de Engenharia Elétrica ou de Computação. O sistema aqui descrito permite que a interação professor-aluno e o suporte dado pelo professor aos alunos, seja otimizado com o uso da Tecnologia da Informação e da Comunicação via Internet. Esta proposta contempla uma solução híbrida: parte presencial e parte à distância. Com esta solução é possível aumentar a eficiência do ensino e do aprendizado de uma disciplina básica e conceitual, do Currículo da Engenharia Elétrica ou de Computação. Outra importante característica desta metodologia é assegurar-se que o aluno aprovado, domine a totalidade dos conhecimentos transmitidos. Nesta proposta denominada Aprendizado Integral, é possível avaliar-se os alunos e mensurar-se a dificuldade com que cada aluno atravessa o processo de ensino e assimila os conhecimentos entregues pela disciplina. O sistema aqui proposto, foi simulado e testado com alunos do curso de engenharia e os resultados dessa simulação, são apresentados neste artigo.

Palavras chave - Ensino à Distância, Ensino via Internet, Garantia da Qualidade no Ensino à Distância, Avaliação, Laboratório de Sistemas Digitais.

1. INTRODUÇÃO:

Ensino à Distância e Ensino *Online* são atualmente uma realidade. Nas últimas décadas, tais ferramentas tem sido utilizadas para cursos de curta duração e de caráter complementar, porém, é mais recente a utilização das mesmas em cursos básicos e fundamentais. Naturalmente que o Ensino à Distância permite a multiplicação dos recursos educacionais. O aprendizado pode ser feito ou complementado em locais diferentes da escola. Por outro lado, na educação de formação básica não é fácil eliminar a predominância presencial do professor que deverá conduzir o aluno na difícil tarefa de buscar o conhecimento elementar que o permitirá, assim, assimilar a torrente de informação tecnológica que é gerada diariamente (GARCIA, 2005), (ARELARO, 2004), (BERRY, 2003), (CALLAHAN, 2004), (CASEY, 2004), (KULACKI, 1998).

Este artigo trata do ensino em laboratório para as disciplinas básicas de um curso de Engenharia Elétrica e de Computação. Tradicionalmente no ensino de laboratório podem ser encontradas três abordagens educacionais possíveis:

- Totalmente presencial: esta é a forma tradicional das aulas de laboratório que apresentam alguns problemas que serão tratados por este artigo.
- Simulação: os alunos efetivamente não vão ao laboratório – são utilizados softwares para simular os circuitos e processos – obviamente esta solução não substitui a experiência obtida pelo aluno em um laboratório real.
- Weblab: são instalados sensores no laboratório, convertendo-se as variáveis medidas e disponibilizando-as na Internet para acesso pelos alunos de forma remota – neste caso igualmente, os alunos não vão a um laboratório real.

Este artigo apresenta uma nova abordagem pedagógica para o ensino em laboratório de uma forma híbrida: o estudo e preparação são feitos de forma remota e as atividades em laboratório são realizadas de forma presencial.

Outro aspecto abordado por este artigo é o critério de avaliação. Os tradicionais métodos de ensino costumam falhar nesse aspecto. Como é possível aceitar que o aluno que deixa a universidade não detém a totalidade do conhecimento transmitido e que o próprio currículo dessa universidade estabelece como fundamental? O sistema aqui proposto, denominado Técnica de Aprendizado Integral, utiliza a Tecnologia da Informação para garantir que o aluno somente deixe uma etapa do processo de aprendizado quando ele efetivamente dominar a totalidade dos conhecimentos transmitidos nessa mesma etapa (GARCIA, 2000), (SIMONSON, 2000), (TORI, 2004), (GUERRERO, 2004), (DITCHER, 2001).

Este artigo está dividido nas seguintes etapas. Inicialmente trata-se do ensino à distância e de sua aplicação no ensino de disciplinas básicas de laboratório em um curso de engenharia. Em seguida é abordado de que maneira a Tecnologia da Informação (TI) pode aumentar a eficiência dos métodos de ensino e aprendizado em laboratório. Na etapa seguinte é apresentada a proposta-alvo deste artigo, a qual é dividida em pesquisa de campo, descrição do sistema e a sua interação aluno-professor-escola. Em seguida é apresentada uma proposta para um inédito procedimento de avaliação e aprovação. Finalmente são apresentados os resultados da simulação desta metodologia a alunos de um curso de engenharia. Os resultados são discutidos e as perspectivas para a continuação desta pesquisa são discutidas.

2. A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO PODE SER USADA NA UNIVERSIDADE TRADICIONAL PARA AUMENTAR A SUA EFICIÊNCIA PEDAGÓGICA.

Não há dúvidas hoje que, é possível ampliar o potencial de atuação do professor com a TI e o ensino à distância. Em função disso, o potencial do professor pode ser direcionado para atividades mais nobres da arte de ensinar. Entretanto, um dos pontos críticos detectados no ensino à distância é como lidar com a heterogeneidade dos alunos. A assimilação de conhecimentos por parte dos alunos pode ser feita de diferentes formas, muitas vezes exigindo técnicas específicas direcionadas para um público heterogêneo. As técnicas tradicionais de ensino à distância não são tão eficientes para tratar da heterogeneidade dos alunos nem da transmissão de conceitos teóricos. Outro aspecto importante é encontrar uma forma de medir as dificuldades de cada aluno durante o processo de ensino à distância e dessa forma atuar corretivamente no processo de aprendizagem.

Este artigo está então, propondo uma solução para os mencionados problemas (DITCHER, 2001), (TRAUTMAN, 1977), (EBOLI, 2002).

3. PESQUISA DE CAMPO

Com o objetivo de conhecer a realidade praticada nos Laboratórios de Sistemas Digitais nas principais Escolas de Engenharia, foram consultados 29 professores da área de Sistemas Digitais dos cursos de Engenharia Elétrica e de Computação, dentre 16 instituições nacionais de renome. Para esse universo, foi aplicada uma pesquisa sobre os métodos e processos utilizados nos Laboratórios de Sistemas Digitais. A base utilizada para a pesquisa está descrita na Tabela 1 (GARCIA, 2005).

Tabela 1 - Descrição da base utilizada para a pesquisa

Descrição		Quantidade
Universidades	Total	16
	Públicas	7
	Privadas / Fundações	9
Questionários recebidos		32
Professores		29
Turmas de laboratório		140
Alunos		670

Foram recebidos 32 questionários de 16 instituições, consolidando-se o seguinte resultado:

- A disponibilização do material didático via Internet já é uma realidade.
- A estrutura de grupos de alunos para a realização das experiências é fixa, permitindo a geração de dependência de alguns alunos sobre outros.
- Nem todos os professores optam por realizar uma avaliação de desempenho específica para o Laboratório, principalmente devido a falta de tempo para isso.

- ❑ Metade dos professores que se pronunciaram, realizam uma apresentação teórica de embasamento no próprio Laboratório, além da aula teórica da disciplina. Percebe-se que essa atividade demanda uma parcela de tempo significativa da atividade de Laboratório e pode se revelar insuficiente muitas vezes.
- ❑ Igualmente, metade dos professores que responderam a pesquisa, consideram importante aplicar-se uma avaliação preliminar à execução da experiência, com o objetivo de equalização de conhecimentos e confirmação da aptidão para a realização das atividades práticas. Porém quando se consulta os professores sobre se efetivamente aplicam essa avaliação, obtém-se um percentual de apenas 20%. Quanto aos demais, não o fazem por falta de tempo.
- ❑ Analogamente, apenas metade dos professores que retornaram a pesquisa, exigem relatórios das experiências executadas. Dessa forma, para os demais casos, o acompanhamento do real aprendizado dos alunos com as experiências, restringe-se às avaliações, que em certos casos, podem apresentar resultados limitados.
- ❑ Relata-se também a grande frequência de solicitação de esclarecimentos de dúvidas ao professor. Ressalta-se dessa forma a necessidade do acompanhamento intensivo do processo, pelo professor.
- ❑ E finalmente comprova-se que em nenhuma das instituições consultadas é aplicado um sistema semelhante o que está se propondo neste artigo.

4. PROPOSTA PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA INOVADOR, SUPORTADO PELA TI PARA O ENSINO DE LABORATÓRIO DE SISTEMAS DIGITAIS.

Este trabalho apresenta uma nova proposta para o desenvolvimento das aulas de Laboratório de Sistemas Digitais em Escolas de Engenharia. Tal sistema poderia ser aplicado com pequenas alterações em outras áreas do conhecimento (BERRY, 2003), (KHALIFA, 2002), (KADERALI, 2001), (ZAINA, 2001), (EBOLI,2002)..

4.1 Premissas do Sistema Proposto (GARCIA, 2005), (ILLYEFALVI, 2004), (EPPER, 2004)

- ❑ Preparação e fundamentação teórica do aluno para a execução da experiência.
- ❑ Comunicação, relatórios e avaliações totalmente eletrônicas.
- ❑ Interatividade contínua com o professor. À distância e presencial.
- ❑ Interatividade contínua com a universidade.
- ❑ Acompanhamento de todas as etapas pelo professor.
- ❑ Mecanismos de controle do professor sobre as atividades dos alunos.
- ❑ Flexibilidade de horários. O aluno agenda a execução das provas e das experiências, de acordo com a sua disponibilidade de horário, dentro do planejado pela universidade.
- ❑ Alunos agrupados em equipes distintas a cada experiência, o que evita a dependência que alguns acabam tendo sobre outros.
- ❑ Avaliação contínua. Permite ao professor saber a cada etapa, as dúvidas e dificuldades dos alunos.
- ❑ Avaliação de conteúdo e tempo despendido para a realização das tarefas.
- ❑ Utilização da TI para: apoio ao processo de aprendizado, pesquisa e busca de bibliografia e informação, elaboração do relatório da experiência com dados e fotos do processo, execução das avaliações, comunicações com o professor e a universidade.
- ❑ Certificação do aluno. Este não encerra o processo enquanto tiver dúvidas sobre o assunto

4.2 Interação com o computador (GARCIA,2005)

A disciplina de Sistemas Digitais terá como suporte, um *website* na Internet onde através deste, o aluno poderá interagir com o professor da disciplina e com a escola. Através desse *website* será possível ao aluno:

- ❑ Conhecer o programa da disciplina.
- ❑ Cadastrar-se no sistema.
- ❑ Obter a Bibliografia de suporte à Disciplina.
- ❑ Conhecer o conteúdo, roteiro de projeto, cálculos e textos base para as experiências.
- ❑ Obter a Bibliografia para o embasamento teórico das experiências.
- ❑ Realizar provas *on-line* para certificação pré e pós-experiências e enviar essas provas ao professor.
- ❑ Interagir com o professor da disciplina, visando o esclarecimento de dúvidas e receber deste, orientações.
- ❑ Agendar as datas e salas para a realização das experiências

- Fazer a requisição do material necessário e dos componentes eletrônicos para a realização da experiência.
- Solicitar ao monitor do Laboratório, componentes e/ou equipamentos adicionais.
- Anexar fotos das etapas importantes das experiências ao relatório.
- Executar a experiência e o relatório pré-formatado da experiência.
- Disponibilizar o relatório para o professor.
- Receber o comentário do professor e a respectiva nota.
- Externar suas dúvidas e dificuldades ao professor, recebendo deste, explicações e orientações quanto aos estudos necessários para complementar os seus conhecimentos referentes às lacunas ainda existentes.

Por outro lado o *website* permitirá ao professor realizar as atividades:

- Fornecer aos alunos, informações gerais sobre a disciplina, normas, nome e email do professor.
- Cadastrar a bibliografia, conteúdos programáticos e roteiros das experiências.
- Verificar os dados, horários e salas dos alunos cadastrados para as experiências da disciplina.
- Verificar o andamento dos alunos cadastrados para as experiências da disciplina.
- Receber as provas e relatórios efetuados pelos alunos cadastrados, para correção.
- Efetivar a habilitação dos alunos para a execução da experiência.
- Digitar as notas dos alunos para divulgação aos mesmos.

Enquanto o monitor do laboratório poderá executar as seguintes funções através do *website*:

- Receber as requisições de equipamentos e componentes, geradas pelos alunos para a execução das experiências.
- Verificar os dados, horários e salas dos alunos cadastrados para as experiências da disciplina.
- Verificar o andamento dos alunos cadastrados para as experiências da disciplina.
- Tomar conhecimento dos alunos habilitados pelo professor, para a realização da experiência.
- Receber os agendamentos de data e salas, efetuados pelos alunos para: a prova de habilitação, execução da experiência e prova final.
- Habilitar nas datas e horários agendados, o início dos eventos: prova de habilitação, execução da experiência e prova final.

Adicionalmente, o aluno poderá utilizar o computador para:

- Consultar *data-sheets* de componentes eletrônicos, através de *websites* de busca e *websites* dos fabricantes.
- Realizar simulações de circuitos através de softwares disponíveis para essa finalidade, tais como o *Electronic Work Bench* (EWB)

4.3 Preparação para a Experiência

O professor iniciará o processo relativo à experiência em questão, liberando o acesso informatizado à mesma. Ao mesmo tempo é iniciada a contagem de tempo para a execução da experiência. O aluno irá acessar o *website* da disciplina, inteirando-se do programa da mesma, localizando a experiência a ser realizada a seguir e cadastrando-se no sistema para essa experiência. Adicionalmente, o aluno realizará todos os projetos e cálculos necessários a essa preparação. Quando o aluno se considerar apto para a execução da experiência, deverá fazer a prova *on-line* de certificação de aptidão para a realização da experiência e a enviar para o professor. Essa prova será individual, com tempo limitado e realizada sob supervisão nas dependências da universidade, em uma sala contendo uma câmera de vídeo com a gravação do sinal. Caso o aluno não seja habilitado, o professor irá, através de comunicação eletrônica, propor novas leituras ao aluno e este realizará uma nova prova, buscando a certificação. Esse processo se repetirá até que o aluno esteja habilitado. Quando isso ocorrer, o aluno receberá então, a autorização para realizar a experiência, sendo habilitado ao agendamento dessa fase dentro de um prazo determinado previamente (GARCIA, 2005).

4.4 Realização da experiência

Ao agendar a experiência, os alunos poderão ser agrupados em equipes distintas a cada experiência, o que evita a dependência que alguns acabam tendo sobre outros. Na data e horário agendado, os alunos estarão presentes à sala programada para a realização da experiência e de posse dos equipamentos e componentes eletrônicos, iniciarão os experimentos utilizando o roteiro disponível no *website* da disciplina, o qual terá

interatividade, com perguntas sobre as respectivas etapas, mensurando-se também, o tempo utilizado em cada uma. Após o término das medições e resposta dos quesitos apresentados, os alunos disponibilizarão o relatório da experiência ao professor, o qual emitirá uma nota coerente com a consistência dos dados apresentados, com a resposta das questões aplicadas durante à experiência, sendo computado também, o tempo gasto para a realização da mesma. Em seguida, os alunos deverão realizar o teste de certificação de resultado, cujas questões abordarão aspectos relativos à experiência feita. Esse teste será feito também nas dependências da escola, pela mesma equipe que realizou a experiência, sob supervisão, com tempo controlado e medido, seguindo-se o mesmo procedimento do teste de habilitação. Em seguida os alunos deverão preencher um relatório pré-formatado com suas dúvidas e dificuldades em todo o processo. O professor analisará esse relatório e com o desempenho apurado no teste de certificação de resultado e no relatório de dados da experiência poderá, a seu critério, apresentar aos alunos, orientações quanto aos estudos necessários para complementar os seus conhecimentos referentes às lacunas ainda existentes, podendo, também propor a re-execução da experiência em outra data e horário.

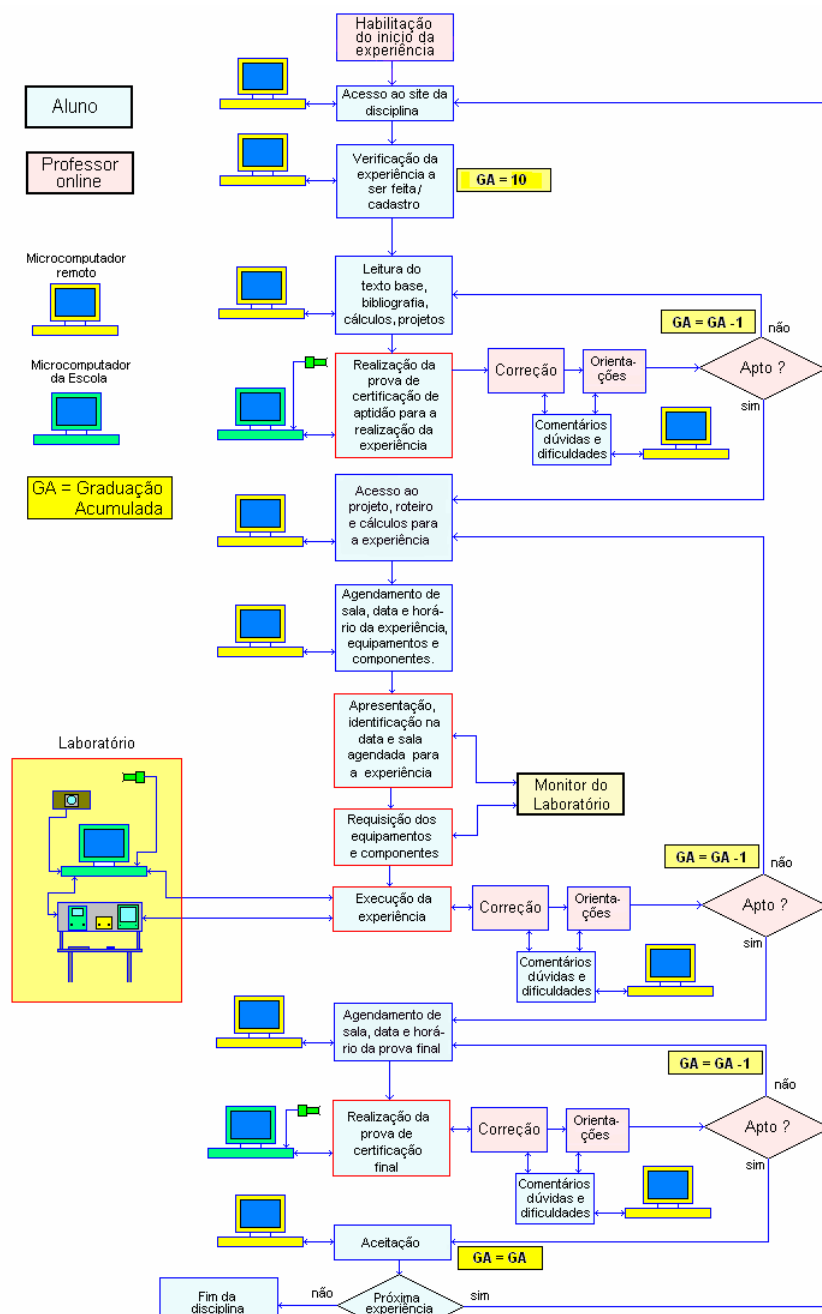


Figura 4.1 – Diagrama de Blocos do sistema completo proposto para o Laboratório de Sistemas Digitais. 4.5 Critério de Aprovação

Os tradicionais critérios de avaliação e aprovação no ensino, independentemente do tipo de curso, nível ou etapa escolar, atribuem notas às atividades realizadas pelos alunos, dentro de uma escala de 0 a 10, correspondendo de 0 a 100%. As notas de corte variam para cada escola, podendo ser na maior parte das vezes, 50 ou 70%. Isto significa que, ao aprovarmos um aluno com 70%, estamos admitindo que ele não domina pelo menos 30% do conteúdo apresentado e cobrado em provas e trabalhos. Mais grave então, seria no caso do critério de aprovação de 50%, em que admite-se que o aluno domina apenas metade daquilo que foi ensinado no respectivo curso. Como admitir que o profissional que deixa a universidade, não possui a abrangência do conhecimento que os próprios currículos estabelecem como importantes para a formação desses mesmos profissionais? Por outro lado, dentro dos tradicionais métodos de ensino e avaliação, torna-se extremamente difícil, mudar-se os parâmetros acima descritos. Como permitir a aprovação somente de alunos que conheçam a totalidade ou praticamente a totalidade dos tópicos que foram ministrados durante o curso? Uma vez que os alunos não são totalmente homogêneos quanto ao nível de conhecimento básico que dispõem e apresentam curvas de aprendizado variável, um sistema de ensino que se propuser a levar a totalidade de uma classe a um grau próximo da excelência, deverá forçosamente tratar seus alunos de maneira diferenciada, utilizando-se de processos iterativos e constantemente avaliados.

A sistemática de avaliação, que é apresentada neste sistema integrado com a TI, proposto para os Laboratórios de Sistemas Digitais, permite que o aluno somente passe para uma etapa seguinte dentro da disciplina, ou seja aprovado nesta, se efetivamente dominar os conteúdos abordados e constantes em seu plano de ensino.

São definidos dois tipos de graduação. A nota que o aluno obtém em cada etapa e a sua graduação acumulada. O aluno sempre entra no processo de cada experiência, com uma graduação acumulada inicial igual a 10. A medida que for caminhando pelas diversas etapas, poderá perder pontos, se não atingir determinados objetivos definidos para cada avaliação e para a própria parte prática da experiência. As faltas e o não cumprimento de metas e prazos, também implicarão em perdas de pontos. Em cada uma das etapas do processo de cada experiência, o aluno deverá atingir o aproveitamento máximo (nota igual a 10). Caso não obtenha esse resultado, terá que refazer a respectiva etapa, ao mesmo tempo em que a sua graduação acumulada será reduzida de acordo com um critério previamente definido. O professor acompanhará o desempenho do aluno e no momento em que a sua graduação acumulada atingir um valor previamente estabelecido, fica demonstrada a sua não evolução no processo de aprendizado. A partir daí, o professor deverá intervir, contatando o aluno pessoalmente e tomar ciência das dificuldades existentes. O professor poderá a seu critério, re-inserir o aluno ou não no processo. Em caso na não re-inserção, será atribuída a nota zero ao aluno, nesta experiência. A graduação acumulada final representa de maneira inversa, o grau de dificuldade que o aluno apresentou para obter o aproveitamento total na experiência e como consequência, a partir desse parâmetro pode-se avaliar o processo ensino-aprendizado (GARCIA, 2005).

5. SIMULAÇÃO E TESTES

De forma a se validar a proposta desta pesquisa, o sistema descrito neste artigo foi aplicado a 10 alunos de Engenharia Eletrônica da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Os alunos realizaram uma experiência completa de acordo com o critério descrito na seção 4 deste artigo (GARCIA, 2005).

A Tabela 2 mostra o tempo gasto e a Graduação Acumulada obtida pelos alunos nas diversas etapas da experiência simulada.

Tabela 2 – Tempo gasto e Graduação Acumulada na simulação

Alunos #	Prova de habilitação		Experiência - A1			Experiência - A2			Experiência - A3			Prova Final	GA	Tempo Total
	A1	A2	M	D	R	M	D	R	M	D	R			
	(min.)	(min.)	(min.)	(min.)	(min.)	(min.)	(min.)	(min.)	(min.)	(min.)	(min.)			
1	85	65	60	60	50	--	--	--	--	--	--	125	7	445
2	45	--	45	25	40	--	--	--	--	--	--	60	10	215
3	45	--	45	25	40	--	--	--	--	--	--	60	10	215
4	75	--	45	25	40	--	--	--	--	--	--	60	10	245
5	55	65	75	--	--	80	--	--	--	60	30	95	7	460
6	55	--	75	--	--	80	60	30	--	--	--	95	8	395
7	70	60	80	--	--	--	50	40	--	--	--	85	8	385
8	65	75	80	--	--	--	50	40	--	--	--	85	8	395
9	40	--	50	15	35	--	--	--	--	--	--	45	10	185
10	35	--	50	15	35	--	--	--	--	--	--	45	10	180
Tempo Médio	57	66	61	28	40	80	53	37	--	60	30	76	9	312

Legenda:

A1 - Primeira vez em que o aluno realizou a etapa
A2 - Segunda vez em que o aluno realizou a etapa
A3 - Terceira vez em que o aluno realizou a etapa
M - Montagem da experiência D - Depuração do circuito
R - Geração do relatório GA - Graduação Acumulada

Obs.: (1) Toda a vez em que o aluno refaz uma etapa do processo ele perde um ponto da GA.
(2) O tempo é medido em minutos.

5.1 Principais resultados detectados na simulação

Puderam ser observados os seguintes resultados com a simulação:

- A prova de habilitação atuou como um filtro na entrada do processo. Forçou os alunos a estudarem mais, minimizando a heterogeneidade inicial dos alunos.
- A preparação para as experiências pode ser feita de forma antecipada (em qualquer hora e qualquer lugar).
- Na segunda realização, o resultado sempre foi satisfatório.
- Muitas atividades e comunicações ocorreram à noite e em fins de semana (em qualquer hora e em qualquer local).
- As Comunicações via email, funcionaram em todas as etapas e documentaram o processo.
- Os relatórios pré-formatados, com fotos de todo o processo, orientaram a execução da experiência e documentaram em detalhes a parte experimental.

6. CONCLUSÕES E CONTINUAÇÃO DA PESQUISA

Este artigo descreve a sistemática proposta para aumentar a eficiência do ensino em aulas de Laboratório para disciplinas básicas em cursos de Engenharia Elétrica e de Computação, utilizando-se a Tecnologia da Informação e o acesso à Internet, otimizando-se dessa forma a atuação do professor, multiplicando a sua presença e suporte aos alunos. Educação à Distância e educação virtual não são conceitos novos. Porém, é inédita a abordagem desta proposta onde, aplicam-se os aspectos mais eficientes das técnicas de Educação à Distância e virtual, no ensino de laboratório de uma disciplina básica do curso de engenharia elétrica e de computação. Em todas as investigações realizadas por este trabalho, nas principais instituições brasileiras, não se viu algo similar.

É importante salientar que, esta aplicação não é totalmente virtual ou à distância, mas, combina também os necessários componentes presenciais onde são exigidos. Vale ressaltar também que, no aspecto virtual, é possível aumentar o potencial do sistema, criando uma estrutura de suporte à distância que permaneça 24 horas à disposição do aluno (GARCIA, 2005).

Outro aspecto abordado nesta proposta é, a sistemática de avaliação com utilização inédita neste tipo de aplicação que, só permite que o aluno deixe cada etapa do processo de aprendizado, quando conhecer a totalidade dos conhecimentos transmitidos nessa mesma etapa. Dessa forma assegura-se que o aluno aprovado no processo, domine a totalidade dos conhecimentos transmitidos, mensurando-se a dificuldade com que cada aluno atravessa o processo de ensino, através do estabelecimento de um parâmetro de avaliação (GARCIA, 2005).

Considerando as simulações realizadas e a análise dos resultados apresentada na seção 5 deste artigo, concluiu-se que o sistema aqui proposto fornece soluções para os seguintes problemas: resolver a questão dos horários das aulas de laboratórios, considerada como mais problemática nos laboratórios convencionais, possibilitando a realização da experiência em um horário flexível, de acordo com a disponibilidade dos alunos; estabelecer um padrão para os relatórios das experiências de laboratório de Sistemas Digitais que, são feitos de forma eletrônica e *online*, com fotos de todo o processo, possibilitando uma documentação clara da experiência; permitir que, a preparação da experiência seja feita de forma antecipada, na residência do aluno ou mesmo na universidade, em horas livres, facilitando a antecipação e a preparação de atividades; equalizar o conhecimento dos alunos, antes da realização da experiência, uniformizando os resultados obtidos e o aprendizado no processo da experiência em curso; ao mesmo tempo, realizar atividades de aprendizado em períodos diversos como, à noite e em fins de semana, o que reforça o aspecto do “*aprendizado em qualquer hora e em qualquer local*” (GARCIA, 2005).

Um outro aspecto detectado durante as simulações abordadas na seção 5 deste artigo é a dificuldade que muitos alunos apresentam nas montagens dos circuitos durante as experiências. Aqui também revela-se uma dificuldade para os sistemas de laboratório tradicionais. Não há tempo disponível durante as aulas previstas, para

que o aluno pratique e minimize as suas dificuldades nas montagens. Propõe-se também, com o sistema híbrido (presencial - à distância) aqui descrito, disponibilizar cursos em vídeo de curta duração, sobre diversos assuntos para os quais os alunos apresentem dificuldades e dúvidas. Esses cursos poderiam abordar orientações sobre as diversas etapas das montagens e também sobre a utilização correta do instrumental de laboratório.

Este sistema, diferencia-se substancialmente das ferramentas genéricas existentes para o desenvolvimento, gerenciamento e utilização dos cursos on-line e à distância, pois, é uma metodologia específica para a utilização otimizada e avaliação das aulas nos referidos laboratórios, aplicando-se técnicas combinadas de Ensino à Distância e presencial.

O sistema aqui proposto, pode ser implementado utilizando-se uma estrutura desenvolvida especificamente para esta aplicação ou então, tomando-se como base um dos ambientes de suporte e desenvolvimento para Educação à Distância, tais como: COL - Cursos On-line, Moodle Platine, WebCT, Blackboard, AulaNet, etc, a partir de algumas implementações adicionais na sua estrutura (GARCIA, 2005).

Certamente que para a implantação do sistema aqui descrito, será necessária uma mudança na forma de se gerar os conteúdos, por parte dos professores e um maior investimento tecnológico por parte das instituições (ARABASZ, 2003).

Todas as etapas do sistema descrito neste artigo foram modelados em UML, de forma a facilitar a sua implantação em qualquer linguagem voltada para a orientação a objetos.

Os próximos passos desta pesquisa serão o desenvolvimento do *website* completo e sua aplicação em uma disciplina real de um curso de engenharia, realizando a sua adequação e adaptação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARABASZ, P.; PIRANI, J; LAWCETT, D. (2003). "Supporting e-Learning in Higher Education. Educause Center for Applied Research". Disponível em: <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ERS0303/ecm0303.pdf>. Acessado em: July, 4, 2005.

ARELARO, L. R. G. "Os desafios do Ensino à Distância". *Jornal da USP*, São Paulo, 08 nov. 2004. p. 12.

BERRY, F. C. et al. "The Future of Electrical and Computer Engineering Education". *IEEE Transactions on Education*, vol. 46, n.4, p. 467-476, nov. 2003.

CALLAHAN, D. W.; CALLAHAN, L. B. "Looking for engineering students? Go home". *IEEE Transactions on Education*. vol. 47, issue 4, p. 500-501, nov. 2004.

CASEY, D. M. "The impact of distance learning on interpersonal communication satisfaction: A comparison of online and face-to-face community college classrooms". PhD Thesis. University of Miami. Sept. 2004.

DITCHER, A. K. (2001). "Effective teaching and learning in higher education, with particular reference to the undergraduate education of professional engineers". *Internal Journal of Engineering Education.*, vol. 17, nr. 1, p. 24-29.

EBOLI, M. P. "Aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar". *Revista Distribuição*, v. 10, n. 117, p. 166-167. São Paulo: Aug. 2002.

EPPER, R. M.; GAM, M. (2004). "Virtual Universities: Real Possibilities".

GARCIA, P. A. "Laboratórios Digitais – Uma Nova Abordagem Pedagógica". Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

GUERRERO, L.G. et al. "Internet-assisted laboratory experiments for distance learning systems". In: 14th International Conference on Electronics, Communications and Computers, CONIELECOMP 2004. p. 208-212. Mexico: Fev. 2004.

ILLYEFALVI, V. Z.; GORDON, P. "Distance learning - How to use this new didactic method in education of electronics engineering?". In: Conference on Electronic Components and Technology. ECTC04. Vol.2. Hungary. Junho, 2004.

KADERALI, F; STEINKAMP, G.; CUBALESKA, B. "Studying electrical engineering in the virtual university". *Internal Journal on Engineering Education*, vol. 17, n. 2, p. 119-130, 2001.

KHALIFA, M.; LAM, R. "Web-Based Learning: Effects on Learning Process and Outcome". *IEEE Transactions on Education*, vol. 45, n. 4, Nov. 2002.

KULACKI, F.; KRUEGER, E. R. "Trends in engineering education - An international perspective". In: International Conference on Engineering Education. Disponível em: <<http://www.ineer.org/Events/ICEE1998/ICEE/Index.htm>>. Acessado em: Out. 25, 2004.

OBLINGER, D. G.; OBLINGER, J. L. (2005). "Educating the NET Generation". EDUCAUSE Center for Applied Research. North Carolina State University. Disponível em: <<http://www.educause.edu/educatingthenetgen>>. Acessado em: July, 4, 2005.

SIMONSON, M. et al. "Teaching and Learning at a Distance - Foundations of Distance Education". EUA: Prentice Hall, 2000.

SOUZA, C. P.; COSTA FILHO, J. T. "Laboratório à Distância – Um novo recurso na Educação à Distância". Publicação Interna da Universidade Federal do Maranhão, 2000.

TORI, R. "A integração entre virtual e presencial na educação superior". Rio de Janeiro: Brasa - CL Edições, 2004.

TRAUTMAN, D. L. (1977). "Where are the frontiers in education ?". IEEE Transactions on Education, vol. E-20, p. 138–140.

ZAINA, L. A. M. et al. (2001). "Analysis of Distance Education Environments". In: Proceedings of International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, 2001. Kumamoto, Japan.

Abstract - *This paper presents the results of a PhD thesis research, with an innovative proposal for the development of a Technical Laboratory Disciplines in Electrical and Computing Engineering Schools. The presented system allows that the Teacher-Student interaction and the Teacher support be improved by using IT and Internet Communication. This proposal is an hybrid solution: part online part presential. With this solution is possible to enlarge the delivered contents and learning efficiency of a basic discipline of Electrical and Computing Engineering Curriculum. Another important feature of this methodology is the possibility of ensuring that the approved student in the learning process actually knows the entire transmitted pedagogical content. This proposal is named Integral Learning where is really possible to evaluate the students and to measure the difficulties of them during the respective learning process. This system was tried out for Engineering students and the results are presented in this paper.*

Key-words: *Distance Learning, Internet Learning, Quality Assurance on Distance Learning, Evaluation, Digital Systems Laboratory*