

Laboratórios Digitais - Uma nova abordagem Pedagógica

Paulo A. Garcia e José Sidnei C. Martini

Resumo — Este artigo apresenta o status atual de uma pesquisa objeto de tese de doutorado, contendo uma proposta inovadora para o desenvolvimento das aulas de Laboratório de Sistemas Digitais em Escolas de Engenharia. O sistema aqui descrito utiliza a Tecnologia da Informação e a Comunicação via Internet para otimizar a atuação do professor, multiplicando a sua presença e suporte aos alunos. Aliando-se as características de flexibilidade do Ensino à Distância com a interatividade e o suporte intensivo do Ensino Presencial, esse sistema permite aumentar a eficiência do ensino e do aprendizado de uma disciplina básica e conceitual, do Currículo da Engenharia Elétrica e de Computação, disciplina essa que necessita da observação e da experimentação prática em laboratório para a fixação dos conhecimentos. Adicionalmente é desenvolvida e aplicada uma também inovadora sistemática de avaliação e aprovação. Trata-se de uma metodologia onde se assegura que o aluno aprovado domine a totalidade dos conhecimentos transmitidos e através do estabelecimento de um parâmetro de avaliação, é possível mensurar a dificuldade com que cada aluno atravessa este processo de ensino e assimila os conhecimentos entregues pela disciplina. O sistema aqui proposto poderia ser aplicado com pequenas alterações em outras áreas do conhecimento.

Palavras Chave—ensino à distância, ensino via Internet, garantia da qualidade no ensino à distância, avaliação, laboratório de sistemas digitais.

I. INTRODUÇÃO

Muito tem sido publicado a respeito de mudanças no processo do aprendizado. Grandes transformações têm ocorrido na área do ensino nas últimas décadas, principalmente na relação escola-professor-aluno, envolvendo novas técnicas pedagógicas. No aspecto relacionamento humano, se for comparada a realidade da sala de aula nos dias atuais com a mesma realidade de quarenta anos atrás, percebe-se as profundas mudanças, principalmente devido à transformação da sociedade e da forte influência dos meios de comunicação sobre os já mencionados três personagens fundamentais da educação: escola-professor-aluno.

No aspecto das ferramentas de apoio ao aprendizado é inequívoca a constatação de que o computador é o poderoso elemento introduzido, principalmente nas últimas duas décadas. Hoje é impossível imaginar o professor não utilizando o computador em todas as etapas de seu trabalho, seja na preparação, na apresentação de suas aulas e também na

avaliação. No lado do aluno, o computador é ferramenta ímpar, de auxílio, pesquisa e acompanhamento de qualquer curso. Desnecessário seria comentar sobre a utilização do computador, por parte da escola, na agilização de suas atividades administrativas e gerenciamento da vida escolar dos alunos.

Expandindo-se as idéias previamente expostas, considerando-se que o computador hoje é parte integrante da comunicação e das redes locais e distantes, tem-se a Internet como a grande rede mundial que permite acesso à informação em escala colossal. Considerando-se o poder das ferramentas: computador, tecnologia da informação e conectividade, é possível constatar-se que o seu potencial de aplicação tem sido ainda pouco explorado no ensino tradicional.

Muito se tem falado sobre o chamado ensino à distância e seu potencial multiplicador dos recursos didáticos disponíveis. Assim como o trabalho em muitas áreas das empresas possui hoje uma conotação móvel, ou seja, pode ser realizado em qualquer parte, seja na própria empresa, seja em casa ou em movimento, o ensino também, pode muitas vezes ocorrer ou ser complementado em locais diferentes da escola. Por outro lado, no ensino de formação básica, que é desenvolvido até a graduação, não é possível dispensar a predominância presencial e a figura do professor orientador que está conduzindo o aluno nos seus primeiros passos, na difícil tarefa de buscar o conhecimento elementar que o permitirá, assim, assimilar a torrente de informação tecnológica que é gerada diariamente. [1], [2], [3], [4], [5], [6].

Percebe-se dessa forma que existem então duas situações hoje bastante distintas: o ensino tradicional da formação básica e as novas técnicas de ensino à distância, em geral utilizadas para cursos de caráter complementar, acessório e informativo.

Este artigo está organizado da seguinte forma: Inicialmente discorre-se sobre o ensino à distância e suas dificuldades. Posteriormente comenta-se de que forma a Tecnologia da Informação pode aumentar a eficiência do ensino e a seguir apresenta-se a proposta alvo deste estudo, que está dividida entre pesquisa de campo, descrição do sistema e sua interação aluno-professor-escola. Finalizando-se é apresentada uma proposta para um critério inovador de avaliação-aprovação do aluno, são discutidos os resultados e comentadas as perspectivas para a continuação deste trabalho [7], [8].

II. DIFICULDADES COM O ENSINO A DISTÂNCIA

Durante 1997-1998, cerca de 1,4 milhões de estudantes realizaram cursos universitários à distância, via Internet, nos EUA (Departamento de Educação dos EUA, 1999). O mercado mundial de Educação à Distância deve crescer de US\$ 6,6 bilhões em 2002 para US\$ 23,7 bilhões em 2006, prevê o Grupo IDC [9]. O número de alunos desse tipo de ensino tem crescido vertiginosamente nos últimos anos, principalmente pelos motivos de: elevação dos custos das universidades tradicionais; não disponibilidade de tempo dos estudantes para frequentar uma escola presencial; falta de vagas nas escolas presenciais. Conforme Casey, 1998, tais cursos à distância proporcionam uma solução de ensino de baixo custo e flexível [10].

Por outro lado, verifica-se que os alunos de cursos à distância, via Internet, ressentem-se da não existência ou da lentidão de um *feedback* quanto à sua evolução de aprendizado. A comunicação via e-mail e boletins eletrônicos acaba não sendo eficiente. De acordo com Hofmann, 2002 [11], muitos estudantes não lêem todas as comunicações e as mesmas acabam sendo extremamente impessoais e lentas, principalmente se comparadas à presença do professor no ensino presencial. Adicionalmente, a não existência de um compromisso com presença física exige um grande grau de responsabilidade e força de vontade por parte do aluno para que o curso não seja interrompido ou retardado por outros eventuais compromissos [12], [6].

III. UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA UNIVERSIDADE PRESENCIAL PARA AUMENTAR A SUA EFICIÊNCIA PEDAGÓGICA

Como o elemento preponderante da escola presencial é o Professor, se fosse possível otimizar a sua atuação, multiplicando a sua presença e suporte, estaria-se aumentando a eficiência do ensino e do aprendizado, aproveitando o seu potencial para as atividades mais nobres da arte de ensinar.

A grande missão do Professor acaba se revelando principalmente nas aulas teóricas, onde conceitos têm que ser transmitidos e a assimilação dos alunos se faz de forma diferenciada, na maior parte das vezes exigindo técnicas específicas e direcionadas para um público heterogêneo. As técnicas de ensino à distância não se mostram eficazes para contornar essa heterogeneidade, bem como para a transmissão de conceitos. Contudo observa-se que nas aulas práticas em laboratório é que a eficiência das técnicas tradicionais empregadas, na maior parte das Universidades, acaba não se revelando, havendo limitações e dificuldades para as quais se pretende apresentar e propor uma solução [13], [14].

IV. PESQUISA DE CAMPO

Com o objetivo de conhecer a realidade praticada nos Laboratórios de Sistemas Digitais nas principais Escolas de Engenharia, estão sendo consultados 63 professores da área de Sistemas Digitais dos cursos de Engenharia Elétrica e de

Computação, dentre 16 instituições nacionais de renome. Para esse universo, está sendo aplicada uma pesquisa sobre os métodos e processos utilizados nos Laboratórios de Sistemas Digitais. Até o momento obteve-se a resposta de 10 instituições, consolidando-se o resultado apresentado na tabela 1:

TABELA I
RESULTADOS PRELIMINARES OBTIDOS DA PESQUISA DE CAMPO

Comportamento		Frequência
Disponibilização do roteiro da experiência via Internet		100%
Mudança na composição dos grupos de alunos a cada experiência		20%
Realização de avaliação específica para o Laboratório		60%
O aluno realiza atividades de preparação para a experiência		70%
Embasamento teórico para as experiências	nas aulas teóricas	30%
	introdução teórica no laboratório	10% (10 min. - 1 hora)
	ambos	40%
	próprio aluno	20%
Seria importante uma avaliação preliminar à experiência ?		50%
Realiza atualmente uma avaliação preliminar ?	sim	20%
	não, por falta de tempo	80%
Exigem relatórios ?		50%
Esclarecimentos de dúvidas dos alunos		80%

V. CONCLUSÕES SOBRE A PESQUISA DE CAMPO PRELIMINAR

A partir dos dados apontados e compilados na tabela 1, pode-se gerar as seguintes conclusões:

- 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 à 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. Essa apresentação possui tempo variável de 10 minutos a 1 hora. Percebe-se que essa atividade demanda uma fração 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 aos 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.

VI. 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. [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22].

A. Interação com o Computador

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

- Conhecer o programa da disciplina.
- Conhecer os critérios de avaliação 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 explicações e orientações quanto aos estudos necessários para complementar os seus conhecimentos referentes às lacunas ainda existentes.

Por outro lado o *site* permitirá ao professor:

- 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.

O monitor do laboratório poderá executar as seguintes atividades através do *site*:

- 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, efetivados 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 *sites* de busca e *sites* dos fabricantes.

- Realizar simulações de circuitos através de softwares disponíveis para essa finalidade, tais como, o *Electronic Work Bench* (EWB)

B. Instalações Físicas no Laboratório

Além do instrumental padrão para a realização das experiências de Sistemas Digitais, o laboratório deverá disponibilizar um microcomputador para cada bancada, a fim de que os alunos possam realizar a experiência com a interatividade ao *site* da disciplina e às consultas descritas anteriormente. Os microcomputadores das bancadas estarão ligados em rede entre si e com o microcomputador servidor que estará sendo operado pelo monitor dos laboratórios. Este servidor deverá dispor de uma impressora, ficando sob responsabilidade do mesmo monitor. Através do servidor, deverá ser possível rastrear e registrar toda a navegação realizada pelos alunos nas bancadas, para evitar-se, assim, o acesso a *sites* indevidos e fora do uso da aula. Os microcomputadores das bancadas deverão estar conectados às câmaras fotográficas digitais para documentação das fases da experiência. Esses microcomputadores deverão estar protegidos por anti-vírus atualizados [23].

C. 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 *site* da disciplina, inteirando-se do programa da mesma, localizando a experiência a ser realizada a seguir e cadastrando-se no

sistema para essa experiência. Deverá ler um texto base, de motivação para a experiência, bem como localizar e ler a bibliografia básica recomendada para o embasamento teórico à realização da mesma. 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. Essa prova será individual e poderá ser constituída da elaboração de um texto sobre os assuntos pesquisados e pertinentes à experiência, com tempo limitado e sob supervisão. Para realizar esse teste, os alunos deverão procurar o monitor do laboratório, o qual habilitará, mediante a sua senha, o início da prova em um microcomputador, contido em uma sala específica para essa finalidade. Essa sala conterà uma câmara de vídeo com a gravação do sinal. Dessa forma estará se confirmando a identidade do aluno que faz o teste. A realização desse teste será feita utilizando-se tempo controlado e medido. O professor acessará a prova realizada, corrigindo-a e emitindo a respectiva nota. As notas serão informadas aos alunos, através do *site*, e estes deverão confirmar o recebimento das mesmas. Somente será habilitado à realização da experiência o aluno que obtiver o aproveitamento máximo (nota 10), na prova realizada. No caso da não obtenção desse resultado, 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. O aluno terá um prazo para o agendamento e execução da experiência. Ultrapassado esse prazo, o aluno será desabilitado para realizar o respectivo agendamento, devendo contatar o professor através de email e expor os motivos que levaram a esse atraso. O professor poderá, a seu critério, re-habilitar o aluno. Em caso favorável, o aluno re-habilitado deverá, através do *site*, efetivar o procedimento: agendamento de data/horário, reserva da sala e requisição dos equipamentos e componentes eletrônicos necessários. Tanto para o aluno cujo prazo expirar, ou para aquele que faltar sem justificativa legal na respectiva prova, será aplicada penalidade de nota, de acordo com o critério definido no capítulo: critério de aprovação. Em caso de o professor considerar que os motivos que levaram o aluno ao atraso não são justificáveis, será atribuída a nota zero ao mesmo, para essa experiência.

D. Realização da Experiência

A figura 1 apresenta o diagrama de blocos funcional do sistema completo, proposto para o Laboratório de Sistemas Digitais.

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 agendados, os alunos estarão presentes à sala programada para a realização da experiência, identificando-se para o monitor dos laboratórios. De posse dos equipamentos e componentes eletrônicos, iniciarão os experimentos utilizando o roteiro disponível no *site* da disciplina, o qual terá

interatividade, com perguntas sobre as respectivas etapas, mensurando-se, também, o tempo utilizado em cada uma. Atendendo às instruções específicas do roteiro, os alunos fotografarão as etapas solicitadas da experiência, anexando as respectivas fotos ao relatório de dados da experiência. 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 a 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.

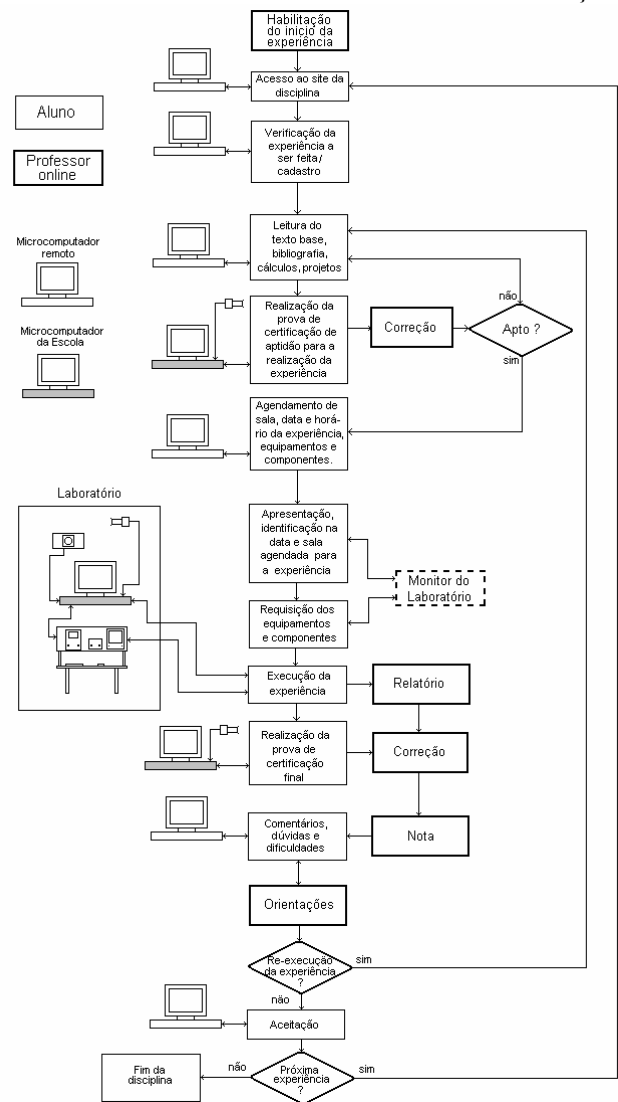


Fig.1 Diagrama de blocos funcional do sistema completo proposto para o Laboratório de Sistemas Digitais

A prova, após concluída, será disponibilizada ao professor,

o qual emitirá a respectiva nota. As notas serão informadas aos alunos, através do *site*, e estes deverão confirmar o recebimento das mesmas. 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. O aluno que não comparecer à data agendada deverá contatar o professor através de e-mail, para apresentar justificativa plausível para a falta. O professor poderá, a seu critério, aceitar ou não tal justificativa e, em caso favorável, reabilitar o aluno a agendar nova data para a realização da experiência. O aluno faltante será penalizado na sua nota, de acordo com o critério definido na seção E (Critério de Aprovação). Em caso de o professor considerar que os motivos que levaram o aluno à ausência na prova não são justificáveis, será atribuída a nota zero ao mesmo, para essa experiência.

E. 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 domine 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. Para algumas disciplinas, constantes no currículo de um curso de engenharia, as quais sejam, de caráter apenas informativo, pode-se eventualmente admitir que o aluno obtenha apenas a idéia sobre o assunto a ele apresentado. Porém, para disciplinas básicas, relacionadas com a sua formação, exige-se então, um critério mais rigoroso que certifique os seus conhecimentos, como este que está se propondo.

Como somente permitir então, a aprovação 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 [24], [25], [26], [27].

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 de corte, 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 [7].

VII. CONCLUSÕES E PROSSEGUIMENTO DA PESQUISA

Este artigo descreve a sistemática proposta para aumentar a eficiência do ensino em aulas de Laboratório de Sistemas Digitais nas Escolas 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. O sistema aqui descrito, 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.

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 [28]. Outro aspecto abordado nesta proposta é, a sistemática de avaliação com utilização inédita neste tipo de aplicação que, naquelas disciplinas consideradas básicas e fundamentais, 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 a certificação do aluno, mensurando-se a dificuldade com que este atravessa o processo de ensino, através do estabelecimento de um parâmetro de avaliação.

Certamente que para a implantação do sistema 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 [28].

Os próximos passos desta pesquisa serão: a aplicação desse sistema em caráter experimental a alunos do curso de Engenharia, coletando-se os resultados obtidos para o aperfeiçoamento da sistemática aqui proposta e a modelagem do sistema como um todo, através de um padrão voltado para a orientação a objetos.

VIII. REFERÊNCIAS

- [1] D.Keegan, "Foundations of distance education," Londres, UK: Routledge, 1996, 3ª edição.
- [2] L. R. Porter, "Creating the virtual classroom: distance learning with the Internet," Nova York, EUA: Wiley Computer Publishing, 1997.
- [3] M. Simonson, et al, "Teaching and Learning at a Distance," Foundations of Distance Education, EUA: Prentice Hall, 2000.
- [4] B. Willis, (2004, Outubro). Distance education at a Glance. [Online]. Disponível em: <http://www.uidaho.edu/evo/distgland.html>. Acesso em: 14 Novembro 2005.
- [5] F. Kulacki and E. R. Krueger. (2004, Outubro). Trends in engineering education - An international perspective. Presented at Proc. Int. Conf. Engineering Educ. [Online]. Disponível em: <http://www.ineer.org/Events/ICEE1998/ICEE/Index.htm>.
- [6] I. E. Allen and J. Seaman. (2004). Entering the Mainstream: The Quality and Extent of Online Education in the United States, 2003 and 2004. [Online]. Disponível em: http://www.sloan-c.org/resources/entering_mainstream.pdf. Acesso em: 04 Julho 2005.
- [7] R. B. Kvavik and J. B. Caruso and G. Morgan. (2004). Study of Students and Information Technology: Convenience, Connection, and Control. Educause Center for Applied Research. [Online]. Disponível em: http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ecar_so/ers/ERS0405/ecm0405.pdf. Acesso em: 04 Julho 2005.
- [8] A. Levine (2005). All That Glitters. Educause Center for Applied Research. Review, vol.40, n.2. (Março/Abril 2005), p.8-9. [Online]. Disponível em: <http://www.educause.edu/LibraryDetailPage/666?ID=ERM0525>. Acesso em: 04 Julho 2005.
- [9] Web Aula, (2001, Dezembro). Evolução do E-learning no mundo. Begin Act II: Worldwide and U.S. Corporate e-Learning Forecast, 2002-2006, do IDC Group. [Online]. Disponível em: http://portal.webaula.com.br/entenda_evolmund.aspx?sm=evolmund. Acesso em 04 Outubro 2004.
- [10] D. Casey, Learning from or through the WEB: "Models of WEB based education. Integrating Technology in Computer Science Education (ITICSE)," Conference Proceedings, Dublin, Irlanda, 1998.
- [11] D. W. Hofmann, "Internet-based distance learning in higher education," Tech Directions p. 28, 5 pags, Denison, TX, Agosto, 2002.
- [12] N. Hara et al, (2004, Outubro). Student's Frustrations with Web-Based Distance Education Course. First Monday - Peer-Reviewed Journal on the Internet. University of Illinois: EUA, 1999. [Online]. Disponível em: http://firstmonday.org/issues/issue4_12/hara/index.html. Acesso em: 04 Novembro 2004.
- [13] A. K. Ditcher, "Effective teaching and learning in higher education, with particular reference to the undergraduate education of professional

engineers," Internal Journal of Engineering Education, vol. 17, no. 1, pp. 24-29, 2001.

- [14] D. L. Trautman, "Where are the frontiers in education ?" *IEEE Trans. Educ.*, vol. E-20, pp. 138-140, Agosto, 1977.
- [15] Z. L. Berge, (2004, Dezembro). The Role of the Online Instructor / Facilitator. EUA, 1995. [Online]. Disponível em: http://www.emoderators.com/moderators/teach_online.html. Acesso em: 04 Novembro 2004.
- [16] F. C. Berry et al, "The Future of Electrical and Computer Engineering Education," *IEEE Transactions on Education*, vol. 46, no.4, p. 467-476, Novembro, 2003.
- [17] C. A. G. Ferraz, (2004, Outubro). Educação a distância: do papel aos sistemas distribuídos. [Online]. Disponível em: <http://www.di.ufpe.br/~sd/ead/>. Acesso em: 04 Novembro 2004.
- [18] N. Harrison, "How to design Self-directed and distance Learning," Boston: McGrawHill, 1999.
- [19] M. Khalifa and R. Lam, "Web-Based Learning: Effects on Learning Process and Outcome," *IEEE Transactions on Education*, vol. 45, no. 4, Novembro, 2002.
- [20] F. Kaderalli et al, "Studying electrical engineering in the virtual university," Internal Journal of Engineering Education, vol. 17, no. 2, pp. 119-130, 2001.
- [21] C. McCormack and D. Jones, "Building a Web-Based Education System," USA: John Wiley & Sons, Inc., 1998.
- [22] L.A. M. Zaina et al, *Analysis of Distance Education Environments*. Proceedings of International Conference on Information Technology based higher Education and Training, 2001. Kumamoto: Japão, Julho, 2001.
- [23] D. G. Oblinger and J. L. Oblinger (2005). Educating the NET Generation.. Educause Center for Applied Research. North Carolina State University. Disponível em: www.educause.edu/educatingthenetgen. Acesso em 04 Julho, 2005.
- [24] W. J. Popham, "Como avaliar o ensino," Rio Grande Sul, Brasil: Editora Globo, 1978.
- [25] C. Hadji, "A avaliação desmistificada," Porto Alegre, Brasil: Editora Artmed, 2001.
- [26] J. E. Romão, "Avaliação: desafios e perspectivas," São Paulo, Brasil: Instituto Paulo Freire, 1998.
- [27] S. Z. L. Souza, "Revisando a Teoria da Avaliação da Aprendizagem," São Paulo, Brasil: Papirus, 1991
- [28] P. Arabasz and J. Pirani and D. Lawcett. (2003). Supporting e-Learning in Higher Education. Educause Center for Applied Research. Disponível em: <http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ERS0303/ecm0303.pdf>. Acesso em: 04 Julho 2005.

XIX. BIOGRAFIAS



Paulo Alves Garcia nascido em 1954, obteve o título de Engenheiro Eletricista modalidade Eletrônica em 1978, pela Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP) em São Paulo, SP, Brasil. Recebeu o Título de Mestre em Engenharia Elétrica em 2000, pela Universidade Presbiteriana Mackenzie em São Paulo, SP, Brasil. Atualmente está cursando o Doutorado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, desde agosto de 2001, em São Paulo, SP, Brasil, onde realiza pesquisas na área da Tecnologia da Informação aplicada à Educação. Atuou nas empresas: Honeywell, Ford, Digicon, Engematic e Klockner Moeller em cargos técnicos e gerenciais na área de Automação e Controle desde 1979. É professor adjunto do Curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP), ministrando a disciplina Sistemas Digitais desde 1987. Foi Coordenador do Curso de Sistemas de Informação da Uniban, de 2001 a 2003. Atua também, como professor período integral na Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, desde 2001, ministrando disciplinas nas áreas de Comunicações, Sistemas Digitais e Microeletrônica, para o curso de Engenharia Eletrônica. Suas áreas de interesse são: Sistemas Digitais, Comunicações Móveis, Ensino à Distância e Tecnologia da Informação aplicada à Educação.



José Sidnei Colombo Martini nasceu em 1947, graduou-se em Engenharia Elétrica em 1970 pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil. Recebeu o Título de Mestre em Engenharia Elétrica em 1975, Doutor em Engenharia Elétrica em 1982, Livre Docente em 1992 pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Foi Professor da Escola de Engenharia Mauá de 1971 a 1973. Atuou como Diretor nas seguintes áreas e empresas:

Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia - FDTE de 1973 a 1979, Controle Operacional da SABESP de 1979 a 1984, Tecnologia da Informação na COPESP de 1991 a 1993, COMSIP Engenharia S.A. de 1984 a 1991, CBB - Instrumentação e Controle de 1993 a 1995, CEGELEC Engenharia S.A. de 1995 a 1998 e ALSTOM de 1998 a 1999. Foi Presidente da EPTE - Empresa Paulista de Transmissão de Energia Elétrica S.A. de 1999 até a sua fusão com a CTEEP em 2001. Desde 1999 até hoje é o Presidente da CTEEP - Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista, empresa controlada pelo Governo do Estado de São Paulo, responsável pela transmissão da energia elétrica no Estado, utilizando-se de 11 mil km de linhas de transmissão e de 99 subestações de alta tensão, superiores a 230 kV com um corpo de 3500 empregados. Desde 2002 é professor Titular do Departamento de Engenharia de Computação de Sistemas Digitais da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Suas áreas de interesse são: Engenharia Elétrica, Sistemas Digitais, Sistemas Abertos de Automação.