

AVALIAÇÃO DE SIMULADORES APLICADOS NA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA A DISTÂNCIA

Abril/2004

Mauricio Alves Mendes, M. Eng.

Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR
e-mail: mauricio@cefetpr.br

Francisco Antônio Pereira Fialho, Dr. Eng.

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
e-mail: fialho@led.br

TEMA: Planejamento, Elaboração e Avaliação de Materiais Didáticos para Educação a Distância

CATEGORIA: Educação Fundamental, Média e Tecnológica

Resumo. A aplicação de softwares simuladores como ferramentas didáticas de apoio à educação tecnológica a distância tem demonstrado ser uma das principais soluções para a viabilização da oferta de cursos que necessitem de demonstrações e ensaios práticos. Os simuladores de dispositivos eletro-eletrônicos, bem como de elementos científicos, já apresentam avançado desenvolvimento tecnológico para tal aplicação, porém carecem de uma avaliação do ponto de vista didático-pedagógico, principalmente no que diz respeito ao aspecto metodológico. Este artigo tem por objetivo a apresentação de resultados obtidos com ensaios utilizando-se softwares simuladores em aulas de graduação em cursos de tecnologia bem como uma análise desta aplicação sob o ponto de vista de sua eficácia na aquisição de conhecimento.

Palavras-chave: Simuladores, Ensino a Distância, Laboratórios Virtuais, Avaliação de materiais didáticos para Educação a Distância.

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A utilização de conjuntos de componentes didáticos de experimentos e fitas de vídeo com demonstrações de ensaios práticos encaminhados aos estudantes para suprir as necessidades de experimentações práticas já foi uma das principais alternativas para a oferta de cursos tecnológicos a distância, anteriormente ao surgimento das ferramentas multimídia e da Internet. Este procedimento restringe consideravelmente as áreas dos cursos com possibilidade de serem ofertados remotamente.

A distribuição de materiais e componentes didáticos relacionados com o ensino prático de elementos tecnológicos modernos, torna os cursos inviáveis financeiramente para os estudantes e instituições de ensino. Além disto, existem instrumentos de medição, de custo elevado, que não podem ser disponibilizados desta maneira. Outra alternativa seria a programação de aulas intensivas de laboratório em centros remotos equipados adequadamente. Isto também torna oneroso o curso, considerando-se os custos com deslocamento, além do fato de que os

conteúdos teóricos ficariam mais isolados da experimentação e demonstração prática.

A aplicação da multimídia, dos dispositivos interativos e dos hipertextos, comumente utilizados em cursos a distância através de ambientes virtuais de aprendizagem ou de LMS's (learning management system) vem aprimorar a aquisição de conhecimento nas diversas áreas do saber. A integração de recursos como imagem, áudio, textos e telemática, permite ao estudante o contato com uma extraordinária riqueza de informações que podem ser acessadas de uma maneira dinâmica e interativa. Estes recursos porém, demonstram-se insuficientes para os ensaios e demonstrações científico-tecnológicas, bem como para o desenvolvimento de competências e habilidades práticas relacionadas com os perfis profissionais programados pelas intuições de ensino (Dede, 2000).

A experimentação prática de elementos científicos e de dispositivos tecnológicos efetuada em cursos a distância, conta com o apoio de animações elaboradas com softwares específicos para demonstrações de movimentos e formas, porém a aquisição de conhecimento sem que se viabilizem inferências não permite um ciclo completo de cognição (Fialho, 2001), torna-se necessário o desenvolvimento de softwares tutoriais e de simulação de experimentos práticos específicos, bem como a disponibilização de laboratórios virtuais que venham a atender às diversas programações curriculares. As eventuais limitações na utilização destas ferramentas de ensino devem ser estudadas de forma aprofundada, antecedendo-se ao planejamento e desenvolvimento de programas de cursos com exigência de aulas práticas a distância.

Percebe-se um crescimento na aplicação de técnicas de simulação no ensino presencial ou a distância das diversas áreas do conhecimento. A imaginação auxiliada por computador Lévy (1.993), potencializa os recursos e as metodologias de ensino a distância tanto para exemplificação e assimilação de conteúdos teóricos, como para a substituição de experimentos práticos de laboratório.

A eficiência didática e, principalmente, a capacidade de aquisição de conhecimento proporcionada pela aplicação de softwares simuladores em experimentos práticos requer uma investigação científica criteriosa para cada área de conhecimento antecipadamente à oferta destes cursos, para que seja possível um planejamento metodológico adequado do desenvolvimento das habilidades e competências esperadas com a devida dosagem de teoria, experimentação real e experimentação simulada.

Será relatada neste artigo, a avaliação efetuada em pesquisa conjunta do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná e Universidade Federal de Santa Catarina ao longo da oferta de disciplina teórico-prática de graduação em Tecnologia Eletrônica no CEFET-PR com a devida comparação de desempenho dos estudantes ao aplicaram

componentes e instrumentais reais com os que efetuaram os mesmos ensaios com dispositivos totalmente simulados.

2. A PROBLEMÁTICA

As técnicas de simulação, em particular aquelas que utilizam imagens interativas não garantem as inferências/raciocínios humanos, mas prolongam e transformam a capacidade de imaginação e de pensamento (Lévy,1999) comparativamente com a passividade proporcionada pela simples demonstração de vídeos ou animações sem interação. A imersão proporcionada pela simulação ou pela realidade virtual, pode substituir algumas modalidades de experimentações práticas através de avaliações e estratégias específicas.

Torna-se necessária a dosagem adequada da utilização das diversas ferramentas disponíveis, após uma análise criteriosa da eficácia da utilização de tais ferramentas para o desenvolvimento de cada habilidade e competência esperada. Alguns fatores, estudados em pesquisas de aplicabilidade de ferramentas virtuais, justificam esta dosagem criteriosa da aplicação destes recursos, são eles:

- a) possibilidade de falsa geração de habilidades e destrezas relacionadas ao saber fazer;
- b) insegurança ou indeterminação por parte dos estudantes em situações práticas reais após ter sido submetido apenas a dispositivos simulados, sem riscos e sem prejuízos como acontecem com experimentos reais ;
- c) desenvolvimento limitado de habilidades motoras relacionadas com as profissões em estudo;
- d) falsa sensação de domínio do tema em estudo por parte dos alunos ao completarem, com êxito, os experimentos simulados;
- e) dosagem de experimentos reais mínimos necessários para se proporcionar aos alunos um contato inicial com instrumentos e componentes reais buscando-se a potencialização didática das ferramentas simuladas.
- f) ausência de avaliação e realimentação contínua do desenvolvimento dos ensaios por parte do professor
- g) ferramentas ainda pouco aprimoradas no que diz respeito à interação professor-aluno no desenrolar dos experimentos.

Muito embora existam na atualidade simuladores de altíssimo grau de detalhamento e sofisticação tecnológica, muitos aprimoramentos ainda devem ser implementados no sentido de torná-los efetivamente didáticos, proporcionando maior interação entre professor e aluno durante o processo de experimentação remota.

Paralelamente ao aprimoramento dos softwares de forma integrada com os designers educacionais, os

organizadores/coordenadores de cursos tecnológicos à distância necessitam de uma avaliação prévia das metodologias e estratégias a serem empregadas para contornar as eventuais deficiências de ensino-aprendizagem como as aqui relatadas.

3. AVALIAÇÃO DE SIMULADORES

Uma das formas de avaliação da aplicabilidade de simuladores em experimentos tecnológicos é a comparação de sua eficiência em ensaios simulados com os resultados obtidos com ensaios reais, utilizando-se laboratórios que disponham de instrumentos e componentes reais. A partir desta comparação surge a adequação dos tutoriais e metodologias programadas para cada etapa do curso. Além disso, os resultados destas comparações auxiliam no aprimoramento das novas versões das ferramentas em desenvolvimento.

3.1 A escolha da ferramenta adequada

A etapa que antecedeu a avaliação dos experimentos simulados diretamente com os estudantes foi a de análise e avaliação dos softwares de simulação existentes no mercado buscando-se o que melhor se adapta aos requisitos de aplicação de ensaios sem a presença do professor e que permita, com versatilidade, a tramitação de arquivos de tarefas pela Internet.

Para efeito de comparação e avaliação das ferramentas de simulação foram levados em consideração, principalmente, o efeito cognitivo proporcionado pelos mesmos, bem como a sua aplicabilidade na educação tecnológica a distância. Foram considerados os seguintes fatores na avaliação destas ferramentas:

- a)Interface gráfica;
- b)Velocidade de simulação;
- c)Interface amigável com o usuário (LabUtil, UFSC,2.003);
- d)Facilidade de conexões (montagens de circuitos);
- e)Biblioteca de componentes eletro-eletrônicos atualizada e ampla;
- f)Ampla disponibilidade de instrumentos de geração e medição;
- g)Fidelidade dos resultados das simulações;
- h)Custo para aplicação em Ensino a Distância;
- i)Possibilidade de trafegar pela Internet;
- j)Tipos de erros e mensagens ao usuário;
- k)Possibilidades de indução do usuário ao erro ou ao acerto irreal;
- l)Similaridade aos experimentos e instrumentos reais;
- m)Existência de mensagens tutoriais.

Formatados: Marcadores e numeração

Quadro 1: Softwares de simulação avaliados na pesquisa

Simulador	Fabricante	Versão
TINA	Design Soft	5.5
CIRCI	Montgomery	2.1
SpiceNet	Intusoft	8.3.7
Crocodile Physics	Crocodile Clips	1.5
Electronics Workbench	Interactive	4.0

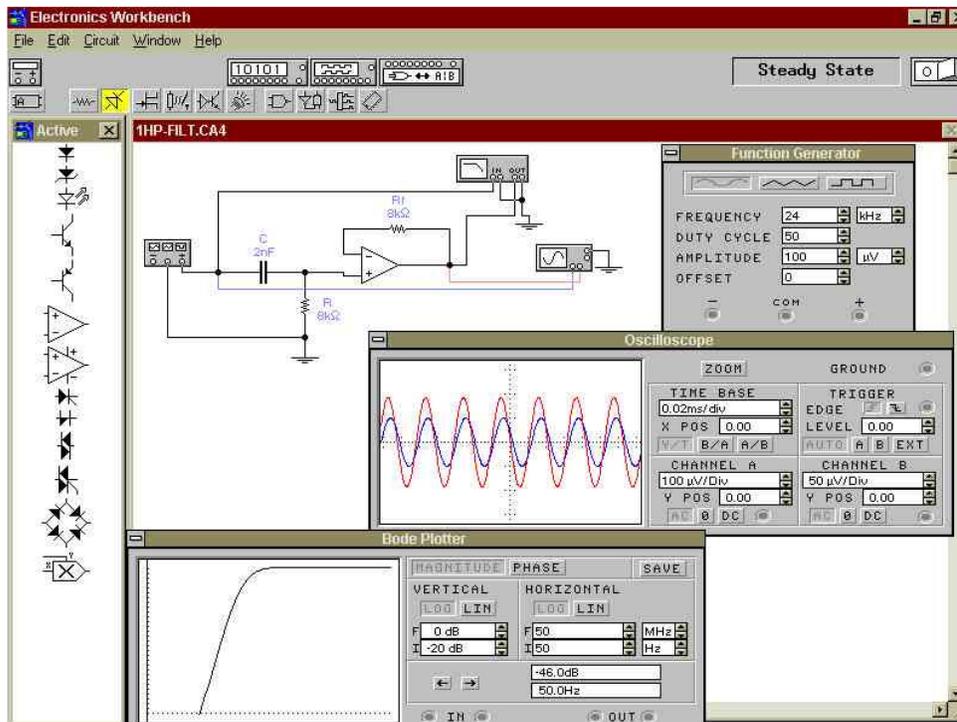
O simulador EWB (Electronics Workbench, versão 4.0 ,produzido pela Interactive Image Technologies, Ltd), demonstrou características que vão ao encontro às principais necessidades dos programas de ensino aplicáveis a distância das áreas de Eletricidade e Eletrônica, desde o nível mais básico até o mais avançado.

Um estudo aprofundado sobre esta versão mereceu especial atenção, pois se trata de um simulador de laboratório de Eletro-Eletrônica versátil, que disponibiliza uma biblioteca de componentes ampla e apresenta instrumentos de medição e geração de sinais com excelente grau de sofisticação e funcionalidade. Com apenas 2 Mbytes, aproximadamente, de espaço de memória ocupado, o EWB proporciona aos estudantes e professores uma ampla gama de experimentações simuladas, com a importante e fundamental característica de tramitar facilmente pela Internet em locais de baixa velocidade de comunicação.

Na figura 1 , é representado o ensaio de avaliação efetuado com este simulador no qual um filtro eletrônico ativo (passa-alta) é analisado tanto com o auxílio de um osciloscópio duplo-traço, como com um analisador de curva de resposta (Bode Plotter), ambos virtuais. Um gerador de funções é aplicado à entrada do dispositivo.

Observa-se que os ajustes e configurações dos instrumentos e gerador são fiéis aos encontrados nos instrumentos reais. Com um simples clique do mouse sobre a representação destes instrumentos no circuito, obtém-se uma visão ampliada e detalhada dos ajustes e sinais nas telas de visualização de gráficos e formas de onda.

Figura 1 : Simulador Electronics Workbench – Filtro eletrônico analisado por instrumentos simulados



As pequenas dimensões dos arquivos de circuitos gerados pelo EWB (máximo de 100kBytes, incluindo comentários do professor ou do aluno) tornam este simulador muito adequado para utilização remota.

3.2 A aplicação dos ensaios

Para esta pesquisa foram utilizados dois laboratórios do Departamento Acadêmico de Eletrônica do CEFET-PR, um deles composto por bancadas para experimentos práticos com dispositivos eletrônicos reais, dispendo de:

- a) Fonte de alimentação de Corrente Contínua;
- b) Fonte de alimentação de Corrente Alternada;
- c) Gerador de funções;
- d) Osciloscópio duplo-traço;
- e) Componentes Eletrônicos listados no enunciado dos experimentos;
- f) Protoboards para conexão de componentes.

Formatados: Marcadores e numeração

Formatados: Marcadores e numeração

Foi utilizado um segundo laboratório composto por 20 microcomputadores com a configuração mínima necessária para o funcionamento do software. Neste laboratório instalou-se a versão educacional do EWB em todas as máquinas.

Inicialmente as duas turmas receberam um treinamento e um texto tutorial sobre a utilização do programa, bem como informações sobre todos os seus recursos e limitações. As tarefas apresentadas foram esclarecidas e embasadas teoricamente.

3.3 Tarefas apresentadas aos alunos

Foram elaboradas tarefas relacionadas com conteúdos de Eletricidade e Eletrônica já estudados anteriormente de forma teórica, exclusivamente. Entre as tarefas foram exploradas principalmente a habilidade no manuseio de instrumentos, conexões de componentes eletro-eletrônicos e medidas quantitativas e qualitativas das grandezas físicas relacionadas com esta área do conhecimento.

As tarefas apresentadas aos alunos foram programadas para execução num prazo de duas semanas, com sessões de 150 minutos cada semana, tanto no laboratório de informática como no laboratório de ensaios reais. Para tarefas mais complexas, efetuadas totalmente remotamente, o prazo estipulado foi de dez dias.

3.4 Seqüência dos Ensaio de Aplicação da Ferramenta

Uma das turmas foi submetida, inicialmente, aos experimentos simulados. As tarefas foram efetuadas no laboratório com observação individual do desempenho dos alunos, evitando-se orientações do Professor que não pudessem ser feitas em tempo real a distância, como demonstrações individuais, reparos de conexões e verificação de defeitos de funcionamento. As demais tarefas foram efetuadas pelos alunos isoladamente em computadores próprios e/ou disponíveis na Instituição, para uma completa análise do desempenho a distância, sem acompanhamento presencial de um docente.

Na seqüência estes alunos foram observados efetuando as mesmas tarefas em laboratório com instrumentos reais. A outra turma de estudantes seguiu a seqüência contrária, ou seja, primeiro experimentaram os circuitos propostos em laboratório, com bancadas e instrumentos reais, e em seguida exclusivamente com o software simulador.

A inversão da seqüência foi idealizada para que uma comparação posterior entre o desempenho das duas turmas fosse efetuada. Observa-se desta maneira, na aplicação de simuladores no ensino a distância, se as eventuais dificuldades ou deficiências do aprendizado com estas ferramentas podem ser minimizadas com aulas presenciais prévias ou alternadas, utilizando-se laboratórios reais.

No sentido inverso, ou seja, analisando-se o desempenho dos estudantes que operaram primeiramente os laboratórios virtuais, procurou-se observar se as habilidades adquiridas em experimentos remotos, ao serem aplicadas em situações reais, causam alguma distorção ou efeito nos resultados das tarefas.

Os trabalhos dos alunos foram enviados ao professor em disquete e por e-mail. Foram testados, avaliados, corrigidos e comentados e em seguida devolvidos em forma eletrônica aos alunos.

Foi testada a eficácia deste trabalho de orientação realizado de forma remota. Os circuitos simulados foram testados pelo professor a distância e as sugestões de correções foram devolvidas por e-mail. Esta

análise de possibilidade de interatividade remota deve ser considerada na escolha das ferramentas de simulação.

3.5 Avaliação do Desempenho dos Estudantes

Formatados: Marcadores e numeração

Para uma análise do desempenho da aplicação de softwares simuladores em substituição aos experimentos práticos reais em laboratório, adotou-se a metodologia de observação individual de desempenho e avaliação de ensaios e relatórios entregues via e-mail e/ou disquetes.

Foram observadas individualmente, ao longo das experiências com simulador, as dificuldades e as facilidades encontradas pelos alunos nas seguintes etapas das tarefas, utilizando componentes simulados e instrumentos virtuais:

- a)Elaboração de conexões de componentes eletro-eletrônicos;
- b)Manuseio de instrumentos de medição;
- c)Manuseio de fontes de alimentação e geradores de função;
- d)Medições de grandezas elétricas com instrumentos simulados;
- e)Análise de formas de onda de sinais elétricos;
- f) Rendimento dos ensaios sem a presença do professor.

Formatados: Marcadores e numeração

Ao longo da observação do desempenho dos alunos, foi analisada a diferença no manuseio dos instrumentos, bem como nas medições efetuadas pelos alunos que já haviam executado os experimentos reais em comparação com os que iniciaram pela simulação.

Observou-se ao longo da análise que este software proporciona aos estudantes da área de Eletrônica desenvolvimento satisfatório das habilidades práticas, principalmente no que se refere ao manuseio de instrumentos com maior grau de sofisticação. Em grande parte dos experimentos, esta ferramenta permite simulações muito próximas às situações reais.

O principal foco da observação foi a verificação da proximidade das situações simuladas com as situações reais, principalmente se, através de simulação, os estudantes estavam adquirindo habilidades e se havia possibilidade de exploração dos conceitos tecnológicos. De uma forma abrangente objetivou-se, com a observação da execução das tarefas, a análise do processo de cognição (Richard, 1.990).

Durante a elaboração das tarefas os estudantes são submetidos a desafios e ao desenvolvimento de habilidades relacionadas com as competências esperadas pelos programadores da disciplina. Verificou-se tanto nas experiências reais como nas virtuais a eficácia dos ensaios através dos resultados apresentados ao professor e dos relatórios contendo medições elétricas e formas de onda (gráficos). As conclusões apresentadas pelos alunos referentes aos dois tipos de ensaios (reais e virtuais) foram comparadas para identificar-se os conteúdos tecnológicos em que a simulação de realidade pode substituir experimentos reais.

3.6 Comparação do Desempenho entre as duas Turmas

Formatados: Marcadores e numeração

Analizando-se os resultados dos experimentos de todos os alunos, envolvendo todas as tarefas propostas, observou-se nos alunos da turma que foi submetida a experimentos reais antecipadamente, maior habilidade e facilidade no manuseio dos instrumentos de medição virtuais, principalmente nas tarefas onde se exigia a habilidade na operação de funções mais avançadas dos instrumentos. Notaram-se nitidamente as associações e analogias feitas pelos estudantes entre os equipamentos reais já conhecidos por eles e os virtuais. Nos instrumentos mais básicos, como multímetro e geradores de função, não foram observadas diferenças relevantes.

No que diz respeito às conexões entre componentes, fontes, geradores e instrumentais, notou-se claramente uma maior cautela na escolha dos componentes com parâmetros adequados e maior respeito aos limites dos mesmos. Alguns acidentes comuns no desenvolvimento de experimentos, tais como queima de componentes por curto-circuito ou excesso de corrente elétrica, inversões de terminais, queima de fusíveis de medidores, etc., despertaram nos estudantes maior responsabilidade. Nos experimentos simulados existem os limites pré-programados ou não, mas acidentes como os citados não causam prejuízos relevantes.

Na turma em que as simulações ocorreram antecipadamente aos experimentos reais, observou-se que os alunos depararam-se com algumas situações nas quais surgiram variáveis inexistentes no ambiente virtual. Por exemplo, ao trabalharem em frequências mais elevadas ou sinais de níveis de tensão mais baixos, a interferência de induções externas alterava as medições. As diferenças encontradas entre os resultados calculados e os medidos foram maiores do que nas mesmas situações em ambiente simulado. Este resultado reforçou a necessidade da elaboração de textos explicativos mais detalhados ou vídeos demonstrativos para serem utilizados nos programas a distância em que não haverá contato com laboratórios reais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo os simuladores mais simples, que proporcionam alterações de variáveis, desde que não efetuem apenas animações demonstrativas, tornam-se complementos importantes ao processo de cognição. O exercício de conteúdos teóricos em programas de simulação induz os estudantes à inferências tanto epistêmicas (construção de interpretações/compreensão) quanto pragmáticas, objetivando ações (Fialho,2001). Para serem motivados a dominarem conteúdos e habilidades, os estudantes necessitam enxergar a conexão daquilo que estão aprendendo para o resto de suas vidas com os modelos mentais de que já fazem uso (Dede,1.996).

O acesso remoto via meios eletrônicos a bancos de informações, a utilização de ferramentas de visualização e de demonstrações e a possibilidade de se efetuarem simulações locais ou a distância proporcionam uma expansão das percepções humanas, permitindo o

reconhecimento de inter-relações e fundamentos tácitos que, de outras maneiras, estariam perdidos em universos de letras e números.

Comparando-se o desempenho de estudantes em experimentos reais e com a utilização de simuladores, observa-se que a simulação facilita a exploração de diversas situações que, na prática, não seriam analisadas por questões de custos, desperdícios ou riscos. As conexões de componentes na montagem de experimentos são muito mais simplificadas quando feitas com ferramentas virtuais. Existe uma tendência de os alunos trabalharem de forma empírica, sem um planejamento e cuidados prévios, pois caso haja algum dimensionamento ou montagem incorreta, eles receberão no máximo uma mensagem de erro. Isto acarreta, nos alunos, uma falsa sensação de domínio de certas habilidades, o que deve ser devidamente corrigido através de orientação dos professores. Situações como a inversão da polaridade de um capacitor eletrolítico, por exemplo, na prática podem acarretar explosão do componente, enquanto numa simulação, ocorrerá apenas uma mensagem de erro ou simplesmente o dispositivo ensaiado não funcionará. As limitações dos experimentos simulados, comparados com os experimentos reais, devem ser salientadas pelos tutores do processo ensino-aprendizagem de forma a minimizar a tendência de acomodação do estudante diante das facilidades e ausência de riscos e custos do ambiente virtual.

Ainda levando-se em consideração as limitações das ferramentas existentes, recomenda-se que não aconteça nos planejamentos de programas de ensino prático a substituição de todas as experiências por situações simuladas, devendo-se selecionar criteriosamente quais são os experimentos que são propostos com a finalidade principal de fixação ou por comprovação/consolidação de projetos e quais são propostos para que o estudante adquira experiência prática com situações de instabilidade ou de interferência de variáveis externas não controláveis. Neste último caso, recomenda-se o experimento real ou no máximo demonstrações via vídeo, com comentários salientando a diferença entre as situações teóricas ou simuladas eventualmente exploradas e as reais.

Para Chris Dede (1.995, p.10) “As tecnologias de informação assemelham-se mais às roupas do que ao fogo. O fogo é uma tecnologia maravilhosa porque, sem sabermos nada a respeito de como funciona, pode-se aquecer-se apenas pela aproximação. As pessoas às vezes consideram os computadores, televisores e as telecomunicações frustrantes por esperarem destes dispositivos a emanção de conhecimentos. Mas todas as tecnologias de informação comparam-se mais às roupas, que para tirar-se proveito delas é necessário que elas façam parte do nosso espaço pessoal, costuradas de acordo com as nossas necessidades” . Cada forma ou modalidade de habilidades e competências, assim como áreas de conhecimento exigem técnicas próprias.

As ferramentas de simulação fazem, portanto, com que os estudantes adquiram conhecimentos de uma forma participativa e não de forma simplesmente passiva ou observatória, mas para obter-se eficácia na aquisição dos conhecimentos ou desenvolvimento das habilidades

práticas esperadas, o emprego de instrumentos didáticos virtuais requer um estudo estratégico/metodológico prévio aprofundado, diferenciado das técnicas e metodologias de ensino presenciais.

5. REFERÊNCIAS

DEDE, Chris. Emerging Technologies and Distributed Learning. The American Journal of Distance Education. New York, Jan. 1.996.

DEDE, Chris. Emerging Influences of Information Technology on School Curriculum. Journal of Curriculum Studies. New York, 2000. Education. New York, Jan. 1.996

DEDE, Chris. Testimony to the U.S. Congress, House of Representatives, Joint Hearing on Educational Technology in the 21st Century. Washington , Out. 1.995.

FIALHO, F. A. P. Ciências da Cognição. Florianópolis: Insular, 2.001.

LÉVY, Pierre. As tecnologias da inteligência. O Futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro:Ed. 34, 1.993.

LÉVY, Pierre . Cibercultura. Rio de Janeiro: Ed.34, 1.999.

RICHARD, Jean-François. Les Activités Mentales. Paris:Armand Polin, 1.990.