

UMA FERRAMENTA INTERATIVA PARA O ENSINO DA METROLOGIA

por

Sylvio Machado Jr.

Universidade Federal de Santa Catarina
Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial
Departamento de Engenharia Mecânica
Laboratório de Metrologia e Automatização - LABMETRO

Trabalho apresentado como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em
Metrologia na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil

Florianópolis, 31 de março de 2004

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico – Pós-graduação em Metrologia Científica e Industrial

Agradecimentos

Ao meu orientador e mestre, Professor Marco Antonio Cavaco, pela competência e disponibilidade a mim concedidas.

Ao Professor Armando Albertazzi, por seu empenho, pesquisas e divulgação do ensino da metrologia no País.

Aos professores e funcionários do Labmetro – Pós-MCI, pelo apoio e dedicação.

À secretária do Labmetro – Pós-MCI, Rosana Vieira, pela paciência, carinho e competência administrativa durante a duração do curso.

À minha família pelo carinho e apoio durante a elaboração do curso.

Aos professores da comissão examinadora.

A Deus por sempre ter guiado os caminhos que nessa vida já tomei.

UMA FERRAMENTA INTERATIVA PARA O ENSINO DE METROLOGIA

Tópico	Página
Resumo	VI
Abstract	VII

CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO

1.1 – Aspectos epistemológicos e teorias de aprendizagem	1
1.2 – Considerações iniciais	3
1.3 – Público alvo e nível de conhecimento	4
1.4 – Ensino de metrologia com um curso interativo virtual	5
1.5 – Proposta e estrutura do material instrucional	7

CAPÍTULO 2 – ENSINO A DISTÂNCIA (EAD)

2.1 – Introdução	11
2.2 – Aprendizagem via Internet	12
2.3 – Mudanças que a Internet poderá ocasionar nas salas de aula	16
2.4 – Histórico	17
2.5 – Definições	21
2.6 – Objetivos	21
2.7 – Características	22
2.8 – Justificativas	23
2.9 – Ferramentas utilizadas	24
2.10 – Meios de comunicação utilizados	25
2.11 – <i>E-learning</i>	27
2.12 – Tipo de EAD adotado neste trabalho	28
2.13 – Avaliações	29
2.14 – O EAD no cenário nacional	30
2.15 – Experiências realizadas com sucesso	32
2.16– Projeções para o futuro do EAD	33
2.17 – Opções de cursos	34
2.18 – Uma visão do futuro do ensino	36

CAPÍTULO 3 – DESCRIÇÃO DO APLICATIVO DESENVOLVIDO

3.1 – Seqüência para o uso do curso de metrologia interativo	38
---	-----------

CAPÍTULO 4 – AVALIAÇÃO DO APLICATIVO

4.1 – Tópicos avaliados	51
--------------------------------	-----------

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 – Conclusões	59
5.2 – Comparação de trabalhos desenvolvidos para o ensino interativo de metrologia	60
5.3 – Sugestões de melhorias a serem implementadas	63

ANEXO 1

VIM – Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia	64
--	-----------

REFERÊNCIAS

Referências	70
--------------------	-----------

Lista de figuras

Figura	Descrição	Página
1	Tela de acesso ao curso de metrologia interativo	39
2	Tela de apresentação e de acesso aos capítulos do curso	40
3	Opção de escolha aleatória de capítulos e geração de animações	41
4	Ícone de acesso aos arquivos com extensão “pdf”	42
5	Ícone de acesso ao arquivo geral com extensão “pdf”	43
6	Ícone de acesso aos exercícios Excel com extensão “xls”	44
7	Ícone de acesso aos exercícios de revisão dos capítulos	45
8	Ícones de acesso aos exercícios Excel e às animações em Flash	46
9	<i>Links</i> para acesso a endereços na Internet	47
10	Exemplo de acesso aos <i>hyperlinks</i> de apoio (Exemplo 1)	48
11	Exemplo de acesso aos <i>hyperlinks</i> de apoio (Exemplo 2)	49
12	Exemplos de exercícios complementares ao Capítulo 2	50
13	Tela principal do aplicativo virtual para instrumentos de medição	62
14	Valor Verdadeiro Convencional, Indicação e Ajuste	66
15	Representação gráfica da exatidão de medição	66
16	Representação gráfica do erro sistemático	66
17	Exemplo de pirâmide de rastreabilidade	68
18	Representação gráfica da estabilidade	69
19	Representação gráfica da tendência	69

Resumo

Uma Ferramenta Interativa para o Ensino da Metrologia Florianópolis, 2004.

Dissertação de Mestrado – Labmetro – Universidade Federal de Santa Catarina.

A motivação original na elaboração deste curso de metrologia foi torná-lo diferente da maioria dos cursos até então disponíveis para os alunos de graduação e técnicos na área de metrologia.

Partindo de experiências pessoais, tanto do orientador Prof. Marco Antonio Cavaco, como do orientando Sylvio Marchione Machado Jr., foi decidido o conteúdo e o formato que seriam adotados na elaboração do trabalho.

No quesito conteúdo, a base adotada para o desenvolvimento do trabalho foi uma apostila, elaborada pelo Prof. Armando Albertazzi, intitulada Metrologia Parte I. Essa apostila foi e ainda é utilizada como material de apoio no curso de mestrado pelos alunos das turmas do Pós-MCI.

Ficou estabelecido que este trabalho, além dos assuntos mencionados acima, deveria conter tópicos como a história da metrologia, terminologias metrológicas, tratamentos de números, conceitos e aplicações de calibrações e nanotecnologia.

Sendo criterioso para que este trabalho não se tornasse simples transcrição do material escrito na apostila, definições e conceitos com assimilação mais difíceis foram revistos e ilustrados com animações ou exercícios interativos.

O curso foi desenvolvido em uma ordem crescente de dificuldade, do capítulo de apoio até cálculos mais complexos de propagação de incertezas de medição através de módulos.

O curso está hospedado na página principal do Labmetro para que alunos possam acessá-lo fora do expediente de aula.

Este trabalho foi avaliado através de uma pesquisa com trinta colaboradores formados, em sua maioria, por alunos de graduação em engenharia e técnicos em metrologia. Os resultados foram animadores, confirmando-nos que atingimos nossos objetivos iniciais, ou seja, inovar e tornar-se um material de referência para consultas, trabalhos e pesquisas no campo da metrologia.

Palavras chaves: metrologia, interação, medição, calibração.

Abstract

An Interactive Tool for Teaching Metrology Florianópolis, 2004.

Master's degree dissertation – Labmetro – Universidade Federal de Santa Catarina.

The initial assumption when elaborating this metrology project was turning it into a study support material different from most available materials, up to date, to graduating students and technicians in the metrology field.

Having its initial setup based on personal experiences from Prof. Marco Antonio Cavaco and also from the student Sylvio Marchione Machado Jr., the contents and formatting of this project were decided.

Regarding its contents, study notes from Prof. Armando Albertazzi, entitled Metrologia Parte I, became its starting point. These study notes are still used as a standard support material in the master's degree program for some of the Pós-MCI classes.

Besides the topics mentioned above it was decided that this project should contain subjects such as metrology history, metrological terminology, number treatments, calibration concepts and applications and nanotechnology.

We were very careful not to make this project a simple transcription of the study notes from texts to a computer screen, so definitions and concepts harder to understand, in all chapters, were reviewed and illustrated with animations or interactive exercises.

This project was developed obeying a growing order of difficulties, since its support chapter until some complex calculation of uncertainty measurements.

This project can be downloaded from the Labmetro website thus allowing students to access it from remote locations.

This project was evaluated by thirty collaborators of different fields from engineering students to technicians. The results were very good and assured us that we achieved our goals, which were being innovative and becoming a reference material for metrology supporting and researching.

Key words: metrology, interaction, measurement, calibration.

Capítulo 1 – Fundamentação

1.1 – Aspectos epistemológicos e teorias de aprendizagem

Em essência, a preocupação epistemológica diz respeito ao modo como um novo conhecimento é possível considerando estados prévios de conhecimento. Por processo de conhecimento, ou simplesmente conhecimento, entendemos uma interação específica do sujeito que conhece o objeto do conhecimento, tendo como resultado os produtos mentais que chamamos de conhecimento ou saber. Segundo o entendimento corrente entre os estudiosos da área, três são os elementos básicos que aparecem nos estudos sobre o ato de conhecer: o sujeito que conhece (S), o objeto do conhecimento (O) e o conhecimento como produto do processo cognitivo (C), sendo cognição o ato de conhecer, a aquisição de um conhecimento. Três também são os modelos teóricos que mais comumente representam as relações entre estes três elementos: empirismo, apriorismo e construtivismo [15].

No empirismo o sujeito do conhecimento (o aluno) apenas reflete o que lhe chega do objeto (o professor) através dos sentidos; o objeto é a fonte do conhecimento; o sujeito é passivo, neutro, contemplativo, receptivo; o objeto envia uma ação mecânica a ser captada por algum órgão dos sentidos do sujeito ($O \Rightarrow S$).

No apriorismo toda a verdade é proveniente do sujeito que conhece, sendo o objeto considerado neutro; a atenção está centrada no sujeito, a quem se atribui um papel absoluto na criação da realidade ($S \Rightarrow O$).

No construtivismo sujeito e objeto interagem mutuamente, nem sujeito nem objeto são neutros ($S \Leftrightarrow O$) [15]. Este modelo, adotado neste trabalho, pode ser assim representado:

- a) método: contextualização do conhecimento a ser construído com o aluno;
- b) objetivo: provocar perturbações nas construções mentais que o aluno já possui, instigando-o a construir e internalizar novos conhecimentos;
- c) efeitos: o erro é considerado como experiência e indica o estágio em que se encontra o aluno;
- d) funções: o aluno é considerado um ser pensante, com história pregressa e som com um universo mental prévio já internalizado; o professor é orientador e co-partícipe da construção do novo, provocando as perturbações que farão o aluno reestruturar o seu universo pessoal.

O uso de tecnologias computacionais está se tornando quase indispensável, pois usando-as racionalmente, permitem poupar tempo dedicado a análise e resolução de problemas, mudando a orientação do aluno para a reflexão, a análise e a interpretação dos resultados na busca de sua aplicação real, consciente e coerente [1].

A escolha do tipo do produto de ensino de apoio elaborado estava diretamente associado aos objetivos traçados no início do projeto. Teorias de aprendizagem buscam reconhecer a dinâmica envolvida nos atos de ensinar e aprender partindo do reconhecimento da evolução cognitiva do homem, tentando explicar a relação entre conhecimentos preexistentes e novos conhecimentos. Várias teorias tentam explicar como ocorre a aprendizagem de forma cooperativa. Ambientes de aprendizagem cooperativa apoiados por computador, como no caso deste trabalho, fazem uso da tecnologia para apoiar os processos de aprendizagem promovidos com esforços colaborativos entre estudantes e facilitadores para obtenção de determinados objetivos.

1.2 – Considerações iniciais

O curso aqui desenvolvido foi uma das propostas de trabalho sugeridas para a turma de 2 001 do curso de pós-graduação em metrologia científica e industrial Pós-MCI.

A intenção original foi elaborar um curso de metrologia de apoio diferenciado para alunos de graduação em engenharia e técnicos na área de metrologia.

Partindo de experiências pessoais, tanto do orientador Prof. Marco Antonio Cavaco, como do orientando Sylvio Marchione Machado Jr., foi decidido o conteúdo e o formato que seriam adotados no andamento do trabalho.

No quesito conteúdo, a base adotada para o desenvolvimento do trabalho foi uma apostila, elaborada pelo Prof. Armando Albertazzi, intitulada Metrologia Parte I, datada do ano de 2 001. Essa apostila foi e ainda é utilizada como material de apoio no curso de mestrado pelos alunos das turmas do Pós-MCI. Dessa apostila foram aproveitados muitos conceitos e exercícios metrológicos, em especial os contidos nos capítulos 2 e 4 e 7, respectivamente Sistema Internacional de Unidades, Medições e Incertezas de Medições, no curso aqui desenvolvido.

De comum acordo com o orientador, ficou decidido que este trabalho, além dos assuntos mencionados acima, deveria conter tópicos como a história da metrologia, incluindo com detalhes a referente a história brasileira, explanações sobre terminologias metrológicas, tratamentos de números, conceitos e aplicações de calibrações e uma breve descrição do crescente campo da nanotecnologia.

Tivemos muito cuidado para que este trabalho não se tornasse uma transcrição simples e metódica do que diziam a apostila e os livros adotados, o que não acrescentaria nada em seu valor instrucional.

Definições e conceitos com assimilação mais difícil, em todos os capítulos, foram revistos e ilustrados com animações ou exercícios interativos. A história da metrologia foi

enriquecida com detalhes e imagens de seus personagens, o que a tornou interessante e motivadora para o aluno. A maneira com que, por exemplo, Anders Celsius criou a escala de temperatura que leva seu nome ou como Torricelli descobriu a influência da pressão atmosférica sobre todos os corpos na Terra estão entre os muitos assuntos descritos e ilustrados no capítulo 1 – História da Metrologia.

O capítulo 6, intitulado Noções sobre Nanotecnologia, apesar de parecer um pouco fora do contexto do trabalho, foi ali especialmente inserido por duas razões: a primeira foi a de fornecer aos alunos idéias de ordem de grandeza, uma noção difícil de se adquirir através das apostilas tradicionais. Com seus exemplos visuais animados, este capítulo fornece embasamento para que o aluno tenha idéia da ordem de grandeza em que atualmente trabalha a metrologia dimensional e o situa quando, por exemplo, um certificado de calibração atesta que a incerteza de medição na calibração de um paquímetro é de 0,02 mm ou que a incerteza na calibração de um bloco padrão de 25 mm é de 0,08 μm . A segunda foi chamar a atenção de alunos para o crescente campo na nanotecnologia que estima o correto funcionamento de suas infinitas possibilidades e prevê negociações de cerca de 1 trilhão de dólares nos próximos quinze anos no mercado mundial.

O curso foi desenvolvido em uma ordem crescente de dificuldades, desde seu capítulo de apoio, contendo os termos corretos mais usuais utilizados na metrologia até e noções de estatística e complexos cálculos de propagação de incertezas de medição através de módulos.

Mais uma vez de comum acordo com o orientador, foi decidido que o curso deveria ficar hospedado na página principal do Labmetro para que os alunos pudessem acessá-lo fora do expediente de aula.

O computador é parte integrante deste curso e, como nem todos têm acesso as tecnologias mais avançadas, o curso foi desenvolvido para ser realizado em computadores

mais simples e antigos. Para isso utilizamos um programa executável, que pode ser carregado e executado pela rede interna ou externa ao Labmetro, e que independente de outros programas utilizados pelos alunos em seus computadores.

Os alunos devem ter obrigatoriamente somente o Acrobat Reader® e o Microsoft Excel® instalados para que possam realizar os exercícios interativos e visualizar o curso em seu formato textual.

Antes que este trabalho passasse pelas considerações da banca examinadora ele foi avaliado através de uma pesquisa com trinta colaboradores formados por alunos de graduação em engenharia e profissionais de diferentes áreas. Os resultados foram animadores (estão mostrados mais adiantes) e nos confirmaram que este trabalho atingiu seu objetivo inicial que era de, ao mesmo tempo, ser interativo e se tornar um material de referência para consultas, trabalhos e pesquisas no campo da metrologia.

1.3 – Público alvo e nível de conhecimento

Este trabalho foi elaborado para ser utilizado por alunos de graduação em engenharia e técnicos que trabalhem na área de metrologia.

O curso, por sua natureza interativa e por conter animações, também abre a possibilidade de ser utilizado por pessoas de outras áreas que desejem ingressar no campo da metrologia, desde que com formação técnica adequada.

Até o capítulo 6, onde são descritas algumas particularidades do novo e promissor campo da nanotecnologia, não existem maiores dificuldades em entender os conceitos apresentados e realizar os exercícios propostos, que até este ponto são mais simples e de fácil assimilação.

Já no capítulo 7, dedicado a avaliações de incertezas de medições, um conhecimento mais específico de certos parâmetros estatísticos pode ser de grande auxílio.

1.4 - Ensino de metrologia com um curso interativo virtual

Para que nossas medições tenham sentido, elas têm que estar em concordância com as medições de outros lugares e setores. Se não fosse esse o caso, poderíamos ultrapassar os limites de velocidade e argumentar que o estávamos obedecendo.

Um dos pontos essenciais da metrologia é o acordo universal de unidades de medida. Para que isso aconteça, uma estrutura metrológica nacional e internacional garante que padrões sejam mantidos e aplicados em nossa vida diária [6].

A busca da metrologia como um diferenciador tecnológico e comercial para as empresas é, na verdade, uma questão de sobrevivência.

No mundo competitivo em que vivemos não há mais espaço para medições sem qualidade. Isto faz com que as empresas invistam em recursos humanos, financeiros e materiais para harmonizar e incorporar funções da competitividade como a normalização, a metrologia e a avaliação de conformidade.

Apesar de sua grande importância, em muitos cursos de formação técnica, engenharia e áreas afins, a metrologia não era sequer parte do escopo de matérias obrigatórias a serem cursadas, somente passando a ser tratada com mais rigor no final da década de 80.

Como consequência dessa, relativamente nova, cultura metrológica em nosso país, sistemas da qualidade de diversas empresas ainda sentem falta de pessoal treinado e habilitado na determinação de parâmetros de aceitação e controle metrológicos.

Na parte de treinamento desta nova cultura metrológica está inserido este curso intitulado “Uma Ferramenta Interativa para o Ensino da Metrologia”. Salientamos como uma das grandes vantagens de usar este curso interativo de apoio, a capacidade de fornecer ao aluno uma visão geral das partes prática e teórica da metrologia.

Este trabalho tem potencial para ser explorado dentro da sala de aula, como complementação e material de apoio e também fora deste ambiente, como um material de ensino a distância (EAD). Nesta última opção existe a possibilidade de avaliar o aluno através de testes enviados por correio eletrônico.

1.5 – Proposta e estrutura do material instrucional

O material instrucional proposto incorpora várias áreas de ensino da metrologia, desde sua história até cálculos de incertezas de medição e pode ser acessado remotamente por alunos e instrutores de todas as partes do mundo. O trabalho foi elaborado utilizando a técnica de programação “Flash”, produzida pela Macromedia®, que permite a visualização de conceitos e aplicações metrológicas e facilita seu entendimento.

Foram elaborados também problemas resolvidos em planilhas “Excel”, da Microsoft®, que permitem ao usuário fazer alterações nos dados de entrada previamente estabelecidos e observar o comportamento das variáveis de saída. Desta maneira importantes conceitos metrológicos podem ser simulados e interpretados adequadamente.

Com o intenção de facilitar o entendimento do curso, optou-se pela divisão em capítulos. Um capítulo de apoio contendo alguns termos do VIM – Vocabulário Internacional de Termos Gerais e Fundamentais de Metrologia, foi enriquecido com gráficos e desenhos elucidativos e encontra-se disponível no início do curso [5].

Em cada um dos outros 7 capítulos, o usuário tem a oportunidade de testar seus conhecimentos por intermédio de 5 testes de revisão da matéria abrangida. O usuário pode ainda optar, se assim lhe convier, por iniciar o aplicativo pelo capítulo 5 ou qualquer outro, não sendo necessário que obedeça a nenhuma seqüência previamente estipulada. Convém salientar que este trabalho não substitui, e sim complementa, o modo tradicional de ensino da metrologia. Na elaboração deste trabalho tivemos a intenção de facilitar o processo de aprendizagem com exemplos visuais e interativos que auxiliam o professor na explicação de conceitos e aplicações metrológicas. O curso interativo foi dividido em um capítulo de apoio, que contém o VIM, e mais sete outros como segue:

Capítulo 1 – Conceitos Gerais (introdução, definição, histórico)

Capítulo 2 – Sistema Internacional de Unidades – SI (unidades de base e suplementares, prefixos, unidades em uso com o SI)

Capítulo 3 – Tratamento de Números (escrevendo números, notação científica, Algarismos significativos, arredondamento, operações matemáticas)

Capítulo 4 – Medições (processos, tipos e sistema de medição, tipos de erros, parâmetros característicos dos instrumentos de medição, resultado da medição, especificação de equipamentos)

Capítulo 5 – Calibrações (validação de instrumentos, rastreabilidade, processo de calibração, intervalos entre calibrações, curva de erros)

Capítulo 6 – Noções de Nanotecnologia (uma visão geral, exemplos numéricos, situação atual e projeções futuras)

Capítulo 7 – Incerteza de Medição (fontes e componentes da incerteza, incerteza tipos A e B, incerteza padrão combinada, graus de liberdade efetivos, incerteza expandida, avaliação de incertezas, grandezas de entrada estatisticamente dependentes e independentes, propagação de incertezas por módulos).

Os textos foram desenvolvidos de maneira concisa e as animações, figuras ilustrativas e interações facilitam sua compreensão. Tentamos com este trabalho proporcionar exemplos interessantes e reais de aplicações metrológicas ao aluno. O intuito foi que, tanto na sua profissão como em situações reais futuras ele possa, baseado na observação e estudo destes exemplos previamente elaborados, tomar as decisões apropriadas.

Como complemento às aulas tradicionais de metrologia este material instrucional poderá, dependendo da necessidade do professor que o utilizar, ser acessado ao final das mesmas como revisão ou ser oferecido como suporte do material fornecido em salas de aula.

Como estará disponível em um servidor, seu acesso pode ser feito por alunos, técnicos e instrutores de diversos estabelecimentos de ensino, independente de sua localização geográfica. Basta para isso ter acesso a um ponto de conexão via Internet. O curso também estará acessível por intermédio de um portal, hospedado na página principal do Laboratório de Metrologia e Automatização da Universidade Federal de Santa Catarina, no *site* www.metrologia24h.br. Neste portal o aluno obtém também acesso remoto aos *sites* dos laboratórios de calibração nacionais, como os da Fundação CERTI, em Florianópolis, ou do TECPAR, Instituto de Tecnologia do Paraná, em Curitiba.

Caso o interesse seja em laboratórios de calibração e centros de referência de metrologia internacionais, ele poderá encontrar no portal endereços virtuais, por exemplo, do National Institute of Standards and Technology (NIST) nos Estados Unidos, do National Research Laboratory of Metrology (NRLM) no Japão ou do Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) na Alemanha.

Com este portal o aluno também pode se atualizar em notícias da metrologia nacional através dos vários *links* ali fornecidos.

O material aqui desenvolvido integra conhecimentos envolvidos nas diversas áreas da metrologia e pretende tornar-se um dos melhores programas interativos de apoio as classes presenciais em metrologia que podem ser acessados pela Internet. Permite também que trabalhos futuros de aprimoramentos, tanto no conteúdo quanto nas interações e animações, sejam a ele incorporados.

A seguir temos um breve histórico do ensino a distância (EAD), modalidade de ensino na qual está inserida este curso de metrologia interativo virtual.

Capítulo 2 – Ensino a distância*

2.1 - Introdução

Na era digital em que vivemos, muitos ainda não sabem o que de fato é o ensino a distância, que vantagens oferece e se funciona realmente. Esse sistema permite acesso a instituições distantes e dá ao estudante total flexibilidade. Como este tipo de aprendizado requer mais disciplina que o convencional, nem todos têm o perfil adequado. O conceito de ensino a distância (EAD) é bem anterior à Internet ou às tecnologias de comunicação. No Brasil esse tipo de ensino teve início na virada do século 20, quando fascículos enviados por correspondência ou vendidos em bancas tornaram-se muito populares entre aqueles que buscavam um curso profissionalizante [8].

Erik Demaine, de 22 anos de idade, o mais jovem professor do Instituto de Tecnologia de Massachusetts, é conhecido por mesclar em seus estudos cálculos e origames. Aos 7 anos de idade abandonou as salas de aula para viajar com seu pai, um artesão norte-americano. Com a ajuda de manuais de EAD ou “escola em casa”, prática comum nos Estados Unidos, aprendeu todas as matérias do ensino fundamental. Aos 12 anos, quando retornou à sua cidade natal, Halifax, no estado da Nova Escócia, convenceu a diretoria da Dalhousie University a aceitá-lo como aluno, apesar da pouca idade e da falta de registros escolares tradicionais.

No desenvolvimento de seu trabalho especializou-se em origame computacional, uma área pouco conhecida cujo principal desafio é a resolução de complexos problemas de geometria espacial. Aparentemente simples, o resultado de suas pesquisas com a dobragem de papel pode ser aplicado da informática à robótica, onde as fórmulas matemáticas são citadas, por exemplo, para compreender como as proteínas se dobram [7].

* * O conteúdo desse capítulo está fundamentado nas propostas de SOUZA (2003, p.39-50) e FIGUEIREDO (2003, p.26-84).

Tanto para casos como o de Erik como para a maior parte da população, a educação a distância recebeu um grande impulso com o desenvolvimento de novas tecnologias e especialmente com a advento da Internet.

2.2 – Aprendizagem via Internet

O computador adquiriu e continua a adquirir na educação um espaço que não deve ser desprezado. Em instituições com maior aporte financeiro o computador está sendo muito utilizado. Simulações de treinamento utilizando ambientes virtuais são muito utilizadas nas forças armadas e em empresas automobilísticas para citar dois dos maiores exemplos.

Computadores de grande porte são, já há algum tempo, muito utilizados por grandes empresas. O computador começou a ganhar mais espaço junto ao público em geral, com a popularização do microcomputador pessoal, na última década do século XX, quando também começou a ser largamente utilizado com funções didáticas por alunos e professores, em princípio nas universidades e depois nas escolas primárias e secundárias. Educadores do mundo inteiro cada vez mais fazem uso de computadores como ferramentas de trabalho na sua rotina de trabalho.

O uso do computador é percebido em quase todas as áreas profissionais. Na área jurídica os advogados já verificam a evolução de seus processos, sem que seja necessário percorrer os corredores do Fórum. Na área médica, exames são feitos com o uso de computadores. O computador é também uma ferramenta importante nas áreas de engenharia, arquitetura e odontologia, entre outras e tornou-se uma parte integrante do ensino a distância (EAD).

O EAD é um processo de ensino-aprendizagem no qual professores e alunos não estão normalmente juntos, fisicamente, mas podem estar conectados, interligados por tecnologias impressas (livros, apostilas, jornais), sonoras (rádio, fitas cassete), audiovisuais (TV, vídeo, CD-ROM) ou telemáticas (Internet).

Hoje temos o ensino presencial, o semipresencial (parte presencial/parte virtual ou a distância) e o ensino a distância (ou virtual, com pouca presença física). O presencial é a dos cursos regulares, em qualquer nível, nos quais professores e alunos se encontram sempre num local físico, chamado sala de aula. É o ensino convencional. O semipresencial, que é o caso específico deste trabalho, acontece em parte na sala de aula e em parte a distância, através de tecnologias. O EAD pode ter ou não momentos presenciais, mas acontece fundamentalmente com professores e alunos separados fisicamente no espaço e/ou no tempo, podendo estar juntos através de tecnologias de comunicação [2].

Uma das dificuldades na implantação do EAD, quando utilizando a Internet, pode ter relação com a figura do professor e o modo com que as aulas presenciais são ministradas.

O professor continua sendo considerado o fator mais importante na aprendizagem do aluno. A idéia de que o aluno fica impossibilitado de aprender sem a figura do professor por perto ainda é muito difundida. As aulas presenciais ainda são predominantes entre as instituições escolares, embora a pedagogia moderna ateste, entre outras coisas, que quanto mais discreto for o professor, melhor será o desempenho do grupo com o qual ele trabalha [3].

Um bom exemplo são as aulas ministradas em dinâmica de grupo. Nessas aulas a tarefa do professor é a de conduzir a atividade e deixar que os alunos trabalhem.

A utilização da Internet de uma maneira bem orientada a torna um instrumento real, atual e facilitador no processo de aprendizagem. A quantidade de informações contidas nesta rede mundial é infindável porém não se pode dizer o mesmo sobre sua veracidade ou confiabilidade. Com uma simples conexão à Internet é possível acessar virtualmente, entre muitos tópicos, artigos ou até bibliotecas de várias partes do mundo.

Atualmente os computadores estão muito mais presentes, mesmo em empresas de pequeno porte ou escolas públicas com poucos recursos.

O trabalho aqui desenvolvido permite que seus usuários tenham acesso a conceitos e aplicações metrológicas e tenta, entre outras coisas, conscientizar e educar seus usuários enfatizando que uma metrologia adequada, tanto na produção quanto no controle dos produtos é essencial na busca da qualidade final dos produtos.

A grande maioria dos sistemas atuais que tem como proposta o EAD via Internet utiliza o modelo de *Websites*, isto é, o material didático é exposto nas páginas no formato *html* e a comunicação entre aluno e o instrutor, assim como a participação em listas de discussão, são feitas por troca de *e-mail*, de modo assíncrono.

Nenhuma discussão de aprendizado a distância estaria completa sem considerar o impacto da multimídia. Elementos de mídia, como gráficos, animações, filmes, áudio e vídeo, têm sido utilizados em situações de treinamento há anos. Atualmente, a tecnologia do computador oferece oportunidades para combinar diferentes tecnologias de mídia, ou seja, multimídia, e permite que os aprendizes interajam com elas.

Quando utilizada com cuidado e adequadamente, como foi a intenção deste trabalho, é possível incorporar a riqueza da multimídia na experiência do aprendizado, sem degradação do acesso, da qualidade ou da velocidade. É possível simular experiências de maneira mais realista, trazer o mundo ao aprendiz e criar interações que reflitam mais o trabalho real.

Ao considerar a elaboração de uma boa multimídia, talvez a melhor palavra a ser usada seja equilíbrio. O equilíbrio entre os valores de produção e os valores instrucionais, entre o custo e o retorno, entre o brilho e a autenticidade e, acima de tudo, entre o treinamento e o aprendizado. A multimídia pode ser uma excelente ferramenta para melhorar o aprendizado e motivar os aprendizes. Mas, assim como a tecnologia, a multimídia não é, por si só, uma estratégia de EAD [4].

A interatividade entre as partes, proporcionada pelo uso da Internet com exemplos montados em multimídia, é mais dinâmica que a fornecida por modelos tradicionais de cursos a distância, como os feitos por correspondência ou os que utilizam mídias complementares de transmissão, como o rádio ou a televisão pois permite uma troca de informações mais imediata entre o aluno e o instrutor.

Nem tudo, entretanto, pode ou deve ser fornecido eletronicamente. Determinar onde o EAD virtual deve ser implementado e onde ainda não é adequado é uma decisão importante a ser tomada. Este trabalho pode ser utilizado por alunos após a matéria ter sido vista em classe como um curso de apoio virtual complementar.

Permite também que os usuários o acessem em horários ou lugares diferentes da sala de aula utilizando um CD compilado ou mesmo diretamente pela Internet. Esta regra também se aplica aos alunos que utilizarem este trabalho como um material de apoio às aulas presenciais. A construção deste curso privilegiou a facilidade de operação, a interação entre aluno e instrutor e tentou minimizar a necessidade de recursos técnicos sofisticados por parte de seus usuários. Como o curso também estará disponível via Internet, foram considerados os recursos existentes e os fatores limitadores da rede mundial, como a velocidade de transferência, a segurança e a integridade dos dados.

2.3 – Mudanças que a Internet poderá ocasionar nas salas de aula

Como complementação do ensino tradicional, o EAD apresenta muitas oportunidades para o aprendizado de enriquecimento e de resultados. A Internet pode servir como um fator de agregação, mantendo as pessoas da comunidade de conhecimento em contato umas com as outras e com o conteúdo, ou após o aprendizado formal ter sido concluído, ou entre os eventos do aprendizado [4].

No futuro é mais provável que, à medida que novos e melhores sistemas de EAD sejam elaborados, as aulas tradicionais em salas de aula diminuam. No entanto, a importância das aulas tradicionais que permanecerem será maior.

Uma combinação criativa dos dois métodos será vital para uma arquitetura de ensino e aprendizado bem-sucedida.

Além do instrutor, a informação virá de várias fontes, incluindo a Intranet corporativa (todas as salas de aula deverão ter acesso à Internet), os próprios aprendizes (à medida que formarem comunidades de conhecimento) e os peritos externos [8].

As apostilas que estiverem acessíveis via Internet poderão ser facilmente atualizadas. Mesmo assim alguns cursos deverão abandonar as apostilas definitivamente, em favor da informação corporativa na Internet, organizadas para atender às necessidades dos aprendizes.

As datas de início e de término do curso serão menos relevantes pois, com o acesso à Internet, o aprendizado poderá ser iniciado antes da aula e ter continuidade muito depois que a aula tiver terminado. Além disso, por causa das diferenças cada vez maiores na formação, no nível de conhecimento, na motivação e na disponibilidade das pessoas, ficará cada vez mais difícil encontrar pessoas que estejam prontas, ao mesmo tempo, para o mesmo curso em sala de aula [4].

2.4 – Histórico do EAD

As primeiras iniciativas de educação a distância, no resto do mundo, também aconteceram por meio dos impressos, com o auxílio do serviço postal. Datam do começo século 19 os primeiros passos do estudo por correspondência na Europa e nos Estados Unidos. As empreitadas iniciais surgiram como um ensino paralelo, que visava quase sempre habilitar o cidadão a exercer uma atividade.

Segundo definido pela lei, artigo 1º do decreto nº 2 494, de 10 de fevereiro de 1 998, o EAD é uma forma de educação que possibilita a auto aprendizagem, com a medição de recursos didáticos apresentados, em diferentes suportes e veiculados pelos meios de informação.

Com a evolução dos meios de comunicação diversas fontes alternativas foram trazidas para a educação, visando difundir conhecimentos, e o ato de aprender sem sair de casa foi ganhando força. O rádio e a televisão foram grandes aliados à quem buscava uma formação mais sólida. O telecurso forma uma média bem expressiva de 500 mil alunos por ano no Brasil [8].

De acordo com Fredric Litto [8], presidente da Associação Brasileira de Educação a Distância, a Abed, até hoje existe muita desconfiança em torno do que se oferece como EAD e complementa dizendo que a má reputação dessas iniciativas deve-se, em boa parte, a uma série de cursos mal organizados e com objetivos duvidosos oferecidos em larga escala ao longo dos anos.

Aos poucos, o EAD vem se aproximando das universidades mais respeitadas. No início dos anos 90 começaram a surgir pelos campi pesquisas com ambientes virtuais de ensino. Assim apareceram as primeiras aulas, depois os minicursos, e por fim, as disciplinas oferecidas integralmente no modo não-presencial. Também começaram a se espalhar as videoconferências e a formação de redes de trabalho.

A chegada da Internet possibilitou a ruptura da barreira entre educação presencial e não-presencial. Ao governo federal coube regulamentar o EAD dentro das diretrizes de base educacionais. Existe uma promessa presidencial de dobrar o número de vagas oferecidas pelas universidades com a criação de mais cursos a distância [8].

René Birocchi [8], diretor geral do Instituto Universidade Virtual Brasileira, atesta que o governo atual se mostra muito interessado em ampliar o alcance de iniciativas não presenciais e que os membros do atual ministério também são autoridades na área de educação e conhecedores das inúmeras possibilidades desse campo.

Entusiastas do EAD afirmam que, nessa nova era, todos acabarão exercendo papel de aprendiz, porque professores também precisarão se desligar dos vícios da educação tradicional e pesquisar, entre outras coisas, novas linguagens de comunicação. Eles precisam ter espírito empreendedor e competência para assumir que também aprenderão a cada nova aula, já que a simples transferência do conteúdo do curso tradicional para alguma das técnicas do ensino a distância não corresponderá a realidade desta nova modalidade de ensino [8].

O material instrucional apresentado nesta dissertação não foi simplesmente uma transferência de conteúdo de cursos presenciais para a tela do computador. Contém novas formas de abordagem e explicação de conceitos e aplicações já conhecidos no mundo metrológico que, na opinião dos colaboradores que o avaliaram, facilitam muito seu entendimento.

Apresentamos a seguir um quadro ilustrativo com fatos que marcaram a evolução do ensino a distância no Brasil, desde os fascículos até a obtenção do bacharelado [8].

Dos fascículos ao bacharelado

Principais fatos que marcaram a história do ensino a distância no Brasil	
1 904	Cursos por correspondência utilizando mídia impressa. A primeira escola oferecia cursos em espanhol.
1 923	Rádio Roquete Pinto oferecia cursos de francês e literatura, entre outros.
1 932	Manifesto “ Pioneiros da Escola Nova”. Educadores propunham o uso dos recursos do rádio e do cinema para a educação brasileira.
1 937	Criação do Serviço de Radiodifusão Educativa do Ministério da Educação.
1 939	Surge o Instituto Monitor, primeira instituição brasileira com oferta sistemática de cursos profissionalizantes a distância.
1 941	Nasceu o Instituto Universal Brasileiro, que viria a ser o maior difusor de cursos técnicos a distância no Brasil do século 20, pela modalidade de ensino por correspondência.
1 941	A Universidade do Ar (RJ) fez emissões radiofônicas para a formação de professores leigos.
1 965-1 970	Foram criadas, pelo poder público, as TVs Educativas.
1 980	Começou a oferta de supletivos por telecursos (televisão e materiais impressos) por fundações sem fins lucrativos.
1 985-1 998	Iniciou-se o uso de mídias de armazenamento (videoaulas, disquetes, CD-ROMs) como meios complementares.
1 989	Criou-se a rede nacional de Pesquisa (uso de BBS, bitnet e e-mail).
1 990	Difusão do uso de teleconferências (cursos via satélite) em programas de capacitação a distância.
1 994	Início da oferta de cursos superiores a distância por mídia impressa.
1 995	Disseminação da Internet nas instituições de ensino superior.
1 996	Início da oferta de mestrado a distância por universidade pública em parceria com empresa privada.
1 997	Criação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem em universidades públicas e particulares.
1 999-2 001	Criação de redes públicas e privadas para cooperação em tecnologia e metodologia em EAD.
1 999-2 002	Credenciamento oficial de instituições universitárias para atuar em EAD.

FONTE: SOUZA (2003, p. 40).

2.5 – Definições do EAD

Não existe uma definição conceitual única para o EAD, o que não quer dizer que não se possa chegar a um resultado que concilie o pensamento dos estudiosos. Apresentamos a seguir a definição que esta dissertação adotou como base para o seu desenvolvimento. Este enfoque é do ano de 1986 e pertence a **José Luíz García Llamas**.

Ele atesta que o EAD é uma estratégia educativa baseada na aplicação da tecnologia à aprendizagem, sem limitação do lugar, tempo, ocupação ou idade dos alunos. Implica novos papéis para os alunos e para os professores, novas atitudes e novos enfoques metodológicos [9].

Este trabalho obedece a esta definição pois aplica uma nova estratégia educativa de apoio, pode ser acessado de pontos remotos, independe do tempo e pode ser utilizado por pessoas de diferentes ocupações e idades, desde que com um conhecimento técnico adequado.

2.6 - Objetivos do EAD

Nos últimos anos o EAD tem aparecido como uma importante ferramenta de difusão do conhecimento e da informação. O aprendizado a distância pode colaborar, de maneira muito eficiente, na preparação de profissionais para a competição no mercado mundial. Entre os vários fatores que propiciaram o desenvolvimento desta modalidade educativa podemos citar:

- *democratizar o acesso a educação* – possibilita ofertar a educação para todos, atender alunos geograficamente dispersos e que residam em locais desprovidos de instituições de ensino convencionais e dar igualdade de oportunidades educativas.

- *propiciar uma aprendizagem autônoma* – permite que os alunos sejam ativos em sua formação e que o professor seja seu orientador.

- *promover um ensino inovador com qualidade* – visa ampliar as ofertas de estudos de cursos regulares ou não. O sistema educativo inovador, por sua sistemática e recursos didáticos instrucionais e de multimídia, tem incumbências previstas para alunos e professores, desenvolvidas em casa, no trabalho ou em locais apropriados. Usa a comunicação bidirecional como garantia de uma aprendizagem inovadora e interessante.

- *incentivar a educação permanente* – promove atividades de extensão educacional e cultural e oferece instrumentos visando a formação permanente, a reciclagem e o aperfeiçoamento profissional.

- *reduzir custos* – na produção de materiais instrucionais e de apoio à sistemática operacional a redução dos altos custos é alcançada com a economia em escala e com a rentabilidade dos sistemas de EAD.

2.7 - Características do EAD

Desde seu formato inicialmente concebido, no século 19, o EAD recebeu significativas modificações trazidas pelo contínuo avanço das tecnologias de comunicação. Os últimos trinta anos fizeram com que o EAD se colocasse em posição de destaque nas atenções educacionais de um número cada vez maior de países.

Um desafio e uma necessidade atual, o EAD é uma das soluções imprescindíveis para o nosso tempo. A tecnologia de que hoje dispomos nos oferece subsídios e nos possibilita uma ação cada vez mais abrangente para o uso do EAD.

Os meios de comunicação como a televisão, o videoteipe, os recursos da informática e a Internet crescendo cada vez mais nos guiam para um aproveitamento massivo de suas possibilidades em benefício da educação.

O EAD pode abranger uma gama muito grande de cursos que permitam uma permanente atualização ou multiplicação de habilidades profissionais e culturais.

2.8 - Justificativa do EAD

O EAD é um processo educativo reconhecido que apresenta uma maior abrangência, uma melhor razão entre custo e benefício, uma formação permanente e pessoal e, acima de todas, uma maior flexibilidade possibilitando sua personalização em níveis que cheguem até a individualização. Por exemplo, o desenvolvimento de um curso para treinamento de técnicos no uso do *laser* para a calibração de máquinas de medir coordenadas. Este é um curso bem específico mas que atende a demanda de várias indústrias. Este curso pode conter capítulos destinados ao uso de acessórios do *laser* que serão ainda mais específicos aos laboratórios de calibração que os possuem.

O EAD utiliza tecnologias de comunicação síncronas e assíncronas. No caso da segunda, tanto os professores como os alunos têm maior flexibilidade. Isso ocorre pela ausência de rigidez quanto aos requisitos de espaço ou local das aulas, de quando estudar e de ritmo ou velocidade em que aprender.

Em contrapartida a estas posições favoráveis, o EAD também apresenta limitações que merecem considerações.

O contato do orientador com o aluno não ocorre da maneira tradicional, a não ser em momentos presenciais previamente estabelecidos para supervisão. A retificação de possíveis erros pode ser lenta, mesmo com o advento dos novos meios tecnológicos.

Em certos cursos, o aluno precisa ter um elevado nível de compreensão de textos e saber utilizar recursos de multimídia. Com exceção das atividades presenciais de avaliação, os resultados da avaliação a distância são bem menos confiáveis que da educação presencial, pois oferece oportunidades a plágios ou fraudes.

A ambição de se alcançar muitos alunos tem como causa muitos abandonos, deserções ou fracassos.

Os custos iniciais elevados para a implantação de cursos a distância se diluem ao longo de sua aplicação. A economia dessa modalidade educativa é evidente mas os serviços administrativos são, geralmente, mais complexos que no ensino presencial.

2.9 - Ferramentas utilizadas no EAD

Atualmente novas tecnologias são capazes de transportar, em poucos segundos, enormes cargas de informações a qualquer parte do mundo. Estes avanços na comunicação viabilizarão a construção de sociedades totalmente novas no ciberespaço, colocando em contato pessoas com interesses em comum para troca de informações.

As tecnologias interativas atuais têm aparência inovadora com grande apelo visual e linhas de raciocínio e entendimento diferentes do processo linear e sistemático de aprendizagens mais tradicionais.

As diferenças existentes entre as características de aprendizagens realizadas a partir de intermediações com as tecnologias interativas e as metodologias de ensino tradicional constituem grandes desafios para o professor. É essencial estabelecer um ambiente favorável entre quem aprende e as novas tecnologias interativas, que ainda oferecem possibilidades à educação presencial ou a distância. A educação presencial beneficia-se da qualidade que as novas tecnologias interativas podem adicionar à relação professor e aluno.

Com a aplicação de novas tecnologias no desenvolvimento de aprendizados mais interativos, de maneira não linear, o estudante determina seu passo, sua velocidade e seus caminhos. O desenvolvimento contínuo da eletrônica e da informática proporcionará uma presença maior do EAD em relação ao sistema convencional de ensino. Para que isso ocorra será necessária uma mudança de mentalidade, que nos permita utilizar de maneira maciça o rádio, a televisão, o cinema, os computadores e os satélites [8].

2.10 - Meios de comunicação utilizados no EAD

Na utilização de meios de comunicação no ensino a distância, destacam-se as seguintes tecnologias de informação [9]:

- *o rádio* – meio de comunicação de massa cuja importância no EAD tornou-se destacada por sua abrangência e praticidade. Na radiodifusão no Brasil verifica-se que o rádio teve importante papel no decorrer da sua história recente em experiências de caráter regional como as envolvidas no Movimento de Educação de Base de 1961, na Fundação Educacional Padre Landell, na Fundação Padre Anchieta de 1967.

Destacou-se também o Instituto de Radiodifusão Educativa da Bahia de 1969. O Projeto Minerva, de 1970, já tinha caráter nacional.

- *a televisão* – é um aparato tecnológico que pode ser empregado com sucesso no EAD, desde que aplicada de forma consciente e consistente. Um exemplo da utilização de um canal de televisão é o Telecurso 2000, parceria da Fundação Roberto Marinho com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo iniciada em 1995. Os 33 milhões de brasileiros entre 15 e 35 anos, que por algum motivo foram excluídos do sistema regular de ensino de 1º e 2º graus, formam o público almejado.

- *a vídeo conferência* - é um sistema interativo de comunicação em áudio e vídeo, permitindo que a interatividade aconteça em tempo real. A transmissão pode ser feita através de vários meios como o rádio, satélite ou linha telefônica. A aula pela videoconferência se constitui na apresentação dos conteúdos relativos à disciplina pelo professor e pelos alunos, através de seminários, realização de jogos, solução de casos e outras atividades interativas, individuais ou coletivas. A videoconferência permite a utilização de recursos de interatividade disponíveis em seus equipamentos periféricos como câmeras, apresentações multimídia e Internet, nas salas remotas.

- *a multimídia* - permite que textos sejam enviados ou resgatados de localidades remotas com muita facilidade. O correio eletrônico permite que pessoas se comuniquem com extrema rapidez. O surgimento de salas de bate-papos permitiu a comunicação síncrona entre várias pessoas. A rede permitiu que fosse agilizado o processo de acesso a documentos não só de textos, mas também gráficos, fotografias, sons e vídeo.

- *a Internet* - visa melhorar a interação do aluno com o professor e entre alunos, como um espaço de troca e produção coletiva de conhecimento e informação, fora dos horários de aula de videoconferências. Essa interação acontece nos endereços *www*, disponíveis para os alunos e demais envolvidos no curso. As ferramentas de multimídia ali disponíveis permitem que o aluno se comunique com seus professores ou colegas, comente as aulas, discuta temas relacionados às disciplinas em andamento, envie sua produção ao professor e acesse conteúdos de disciplinas, bibliografias ou outras informações importantes para um bom desempenho no curso. Este endereço deve ser mantido e atualizado pelo laboratório de EAD. Informações sobre o curso são disponibilizadas com antecedência e permitem que os alunos se preparem para as aulas.

2.11 – *E-learning*

O e-learning é uma modalidade de EAD que possibilita a auto-aprendizagem em diferentes mídias distribuídas pela Internet para um público alvo adulto. Como características positivas do e-learning temos [11]:

- flexibilidade, com a quebra da barreira do tempo e espaço;
- maior colaboração de alunos e professores;
- aprendizagem realizadas no ritmo do aluno;
- redução nos custos de treinamento e de deslocamento;
- agilidade na implantação de programas de treinamento;
- acompanhamento do desempenho do aluno.

O planejamento de implantação do *e-learning* deve levar em conta a formação de parcerias, a organização de informações (perfil da empresa, público alvo, histórico dos cursos), o delineamento do curso e a definição da infra-estrutura necessária (servidor, velocidade de acesso, número de acessos).

Na estruturação do curso via *e-learning* deve-se considerar se o curso será síncrono (como em uma sala de bate-papo) ou assíncrono (troca de e-mail, por exemplo), será individual ou coletivo, terá a emissão de um certificado ou será de caráter informativo, será realizado 100% via Internet ou terá um formato misto que poderá incluir aulas presenciais, fitas de vídeo e Internet entre outros tipos de mídias.

Para obter mais informações sobre o *e-learning* na Internet basta acessar o endereço www.elearningbrasil.com.br.

2.12 - Tipo de EAD adotado neste trabalho

Quando não utilizado como apoio à matéria dada dentro do ambiente da sala de aula e sim como um material de EAD, optamos por questões práticas, didáticas e logísticas, entre as cinco maneiras citadas, em mesclar duas dessas técnicas. Este curso, intitulado “Uma Ferramenta Interativa para o Ensino da Metrologia”, utilizará em seu contexto ferramentas de trabalho de multimídia e Internet e estará hospedado no servidor www.labmetro.ufsc.br. A modalidade de ensino conhecida como *e-learning* assíncrono, na qual a comunicação entre professor e aluno não é feita em tempo real, é usada na avaliação dos conhecimentos adquiridos e no esclarecimento de possíveis dúvidas que possam surgir.

Acessando o endereço listado na página anterior, pela rede interna do Labmetro ou pela Internet, o aluno visualizará, entre outras opções, o acesso ao conteúdo do curso de metrologia interativa. O aluno perceberá que o curso procurou seguir uma ordem de complexidade e abrangência que cresce a cada passo e capítulo estudado.

2.13 - Avaliações

Professores de cursos presenciais utilizam diversos tipos de testes, formais ou informais, para avaliar seus alunos. Por exemplo, para avaliar formalmente o aprendizado dos alunos a maioria dos professores utiliza testes, questionários, trabalhos e tarefas. Estas atribuições ajudam o professor a avaliar o rendimento do aluno e atribuir notas.

Para avaliar o aprendizado informalmente, os professores fazem questionamentos e escutam cuidadosamente o que o estudante responde, observam sua linguagem corporal e suas expressões faciais. A maneira informal permite ajustes na maneira que se ensina que permitem, por exemplo, reduzir ou aumentar o ritmo de ensino ou revisar materiais de apoio que estejam gerando dúvidas.

No EAD, os educadores devem estar preparados para lidar com desafios diferentes pois não terão a sua disposição, por exemplo, uma sala de aula tradicional, um grupo de alunos relativamente homogêneo, um contato direto durante as aulas (comentários, linguagem corporal e expressões faciais) e oportunidades de falar individualmente com cada um dos alunos.

Por essas razões, na educação a distância pode ser melhor, não só avaliar os alunos com testes e tarefas, mas também utilizar-se de diferentes estratégias para coletar dados e determinar a comodidade do aluno com o método utilizado.

Na avaliação, as seguintes áreas devem ser consideradas [12]:

- uso da metodologia - familiaridade, preocupações, problemas, aspectos positivos, comportamento em relação a tecnologia empregada;
- quantidade e qualidade da interação com outros estudantes e com o instrutor;
- conteúdo do curso - relevância, organização;
- tarefas - utilidade, grau de dificuldade e tempo requerido, tempo de retorno, capacidade de leitura de materiais impressos;

- testes - frequência, relevância, revisão, dificuldade, retorno;
- serviços de apoio - intermediador, tecnologia utilizada, serviços de biblioteca, disponibilidade do instrutor;
- conquistas do aluno – adequação, pontualidade e envolvimento;
- comportamento do estudante - presença, tarefas entregues, participação na aula;
- facilitador - contribuição como líder de discussões, eficiência, organização, preparação, entusiasmo, abertura a opiniões dos estudantes.

2.14 - O EAD no cenário nacional

O EAD não deve ser considerado como substituto da educação convencional ou presencial. São duas modalidades do mesmo processo.

Como apoio à educação presencial no Brasil, o EAD pode ser utilizado como uma forma complementar de educação, atualizando conceitos e conhecimentos e auxiliando na divulgação de informações aos profissionais sobre os avanços promovidos em suas áreas específicas.

Tanto na formação profissional básica quanto na universitária, o EAD tem demonstrado ser uma modalidade com grande potencial.

A informática, em processos de capacitação, tem gerado grandes avanços em treinamentos a distância ou independentes. Procedimentos adotados pelas grandes companhias aéreas e pelas Forças Armadas, com a utilização de simuladores e bancos de dados interativos, são bons exemplos de treinamento. Cresce a cada dia o número de empresas que utilizam as vantagens do treinamento a distância para a capacitação e atualização de seus funcionários.

O EAD, como modalidade complementar à presencial, pode auxiliar na introdução de novos instrumentos tecnológicos para o acompanhamento dos alunos em sua ação prática, em serviço. Seus materiais instrucionais também poderão ser de grande utilidade na educação presencial.

A rápida transformação tecnológica da microinformática tem proporcionado a utilização de processos de multimídia com interações de banco de dados poderosos, capazes de fornecer aos educadores instrumentos eficientes de comunicação de dupla via com os alunos.

É importante observar que o EAD não é necessariamente sinônimo de sofisticação tecnológica. As modernas tecnologias somente passam a ser instrumento adequado do EAD quando ganham dimensão econômica de massa. A oportunidade do EAD fornece preparação profissional àqueles que já estão no mercado formal de trabalho.

2.15 - Experiências realizadas com sucesso

René Birocchi, diretor geral do Instituto Universidade Virtual Brasileira, diz que é importante estimular o aluno de forma permanente. Assegura também que é essencial oferecer nas aulas formas de interatividade dinâmica, animações bem elaboradas e simulações intrigantes e que, ao ambiente virtual, faz-se necessário agregar o suporte presencial e a infraestrutura de pesquisa para o estudante [8].

A Rede Universia firmou uma parceria com o MIT, Massachusetts Institute of Technology, que disponibiliza 24 cursos para professores, no programa Open Course Ware, criado em 2001, que pretende ajudar na democratização do ensino pelo mundo [13].

No final de 2003 foi liberado aos usuários do portal acesso gratuito a cursos de engenharia, biologia molecular, introdução ao marketing, psicologia, economia, política, física, entre outros no *site* <http://ocw.mit.edu>. Tem como objetivo oferecer um conteúdo especializado e de qualidade aos educadores da América Latina e Península Ibérica e, por esta razão, serão traduzidos para o português e espanhol. Vários professores brasileiros participaram da tradução dos textos, adequação dos termos técnicos e da validação do material. Entre eles estão o professor titular da área de divulgação da Fundação Getúlio Vargas, Marcos Henrique Nogueira Cobra e a professora titular de genética molecular do Instituto de Biociência da Unesp de Botucatu, Catalina Romero Lopes.

Os cursos têm uma página de introdução, programa, calendário, leituras, anotações de classe, tarefas e exames disponibilizados em slides, textos e arquivos de áudio e vídeo. Para André Pedreño, presidente do conselho da Rede Universia.net, a parceria com o MIT é mais um passo no conceito da Internet como veículo divulgador de informação.

O acesso aos cursos é feito através do site: <http://www.universiabrazil.net/mit>. Informações detalhadas, contatos com professores e buscas sobre o EAD podem ser encontrados na página da Internet com endereço <http://www.prossiga.br/edistancia>.

2.16 – Projeções para o futuro do EAD

Quando se fala em futuro do ensino a distância, é comum acreditar numa cultura de Jetsons, em que crianças aprendem mais com robôs que com humanos e a vida é orientada por aparatos modernos. Até bem pouco tempo essa era uma imagem do que seria o século 21 e, para a decepção da maioria, ainda se vive de forma muito parecida à geração anterior. Houve muita evolução no campo da tecnologia, mas descobertas de última geração ainda são pouco acessíveis em países como o Brasil.

No campo da educação, a inclusão ainda é restrita. Apenas 8% dos jovens brasileiros estão no ensino superior. Este número por exemplo, na nossa vizinha Argentina, sobre para 30%. Discursos moderados apontam que por muito tempo o ensino não presencial será uma boa ferramenta complementar para a educação tradicional.

Investimentos de bilhões de dólares por parte de grandes corporações podem levar os desenvolvedores de ferramentas para o EAD a descobrir novas linguagens para o treinamento de profissionais e assim gerar veja uma grande evolução na educação a distância voltada à interesses empresariais [8].

2.17 – Opções de cursos

A *Open University*, na Inglaterra com endereço na Internet www.open.ac.uk, tem cerca de 200 mil alunos inscritos em seus programas de formação e é uma das mais bem sucedidas e completas experiências com *e-learning*. A Escola do Futuro da USP, www.futuro.usp.br é a entidade voltada à pesquisa de linguagens, tendências e possibilidades da educação a distância. Um dos produtos desenvolvidos pela equipe da Escola do Futuro é a Biblioteca Virtual do Estudante Brasileiro, www.bibvirt.futuro.usp.br. Com uma estrutura totalmente voltada ao EAD, a biblioteca é um dos endereços de educação mais premiados da Internet brasileira e uma rica fonte de pesquisa.

Caso o interesse principal seja por leis, números, eventos e estudos em EAD, páginas interessantes na Internet são a da Associação Brasileira de Ensino a Distância, www.abed.org.br.

Uma outra opção de busca é a publicação eletrônica “Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância”, voltada a pesquisas em EAD no Hemisfério Sul.

Para saber o que as principais universidades públicas do país oferecem em EAD, pode-se visitar o endereço da Universidade Virtual Pública do Brasil www.unired.br, um consórcio formado por 70 universidades públicas do país. O governo federal possui uma secretaria específica para a educação a distância.

No endereço do Ministério da Educação www.mec.gov.br pode-se conferir as políticas de atuação, metas e principais programas. Este endereço também oferece informações sobre outros cursos aprovados pelo MEC.

ALGUMAS DAS INSTITUIÇÕES DE EAD CREDENCIADAS PELO MEC		
INSTITUIÇÃO	CURSO	NÍVEL
Universidade Federal do Pará / www.ufp.br	MATEMÁTICA	BACHARELADO
Universidade Federal do Paraná / www.ufpr.br	PEDAGOGIA	LICENCIATURA
Universidade Braz Cubas / www.brazcubas.br	DIREITO CIVIL E PENAL	PÓS LATO SENSO
Universidade Estadual do Norte Fluminense / www.uenf.br	CIÊNCIAS BIOLÓGICAS	LICENCIATURA
Universidade Federal Fluminense / www.uff.br	MATEMÁTICA	LICENCIATURA
Universidade Federal do Mato Grosso / www.ufmt.br	EDUCAÇÃO BÁSICA (1ª A 4ª SÉRIES)	LICENCIATURA
Universidade Estadual de Santa Catarina / www.udesc.br	PEDAGOGIA	LICENCIATURA
Faculdade de Administração de Brasília / www.aiec.br	ADMINISTRAÇÃO	GRADUAÇÃO
PUCR do Rio Grande do Sul / www.pucrs.br	ENGENHARIA QUÍMICA	GRADUAÇÃO
Universidade Federal de Alagoas / www.ufa.br	PEDAGOGIA	LICENCIATURA
CEFET – Paraná / www.cefetpr.br	GESTÃO ESTRATÉGICA DA PRODUÇÃO	PÓS LATO SENSO

FONTE: SOUZA (2003, p. 50).

2.18 – Uma visão do futuro do ensino

Segundo Fredric Litto, presidente da Abed, está cada vez mais claro que o futuro pode trazer, para a maioria dos aprendizes, os benefícios de uma nova forma de atuação educacional, que aproveita com inteligência as novas tecnologias e os novos conceitos de aprendizagem.

Estão listados a seguir alguns indicadores de elementos estruturais, citados por Litto [8], que a educação poderia ter se fossem deixados de lado os preconceitos do passado da sociedade em geral, o corporativismo da classe de profissionais da educação e o pensamento antiquado dos burocratas da educação:

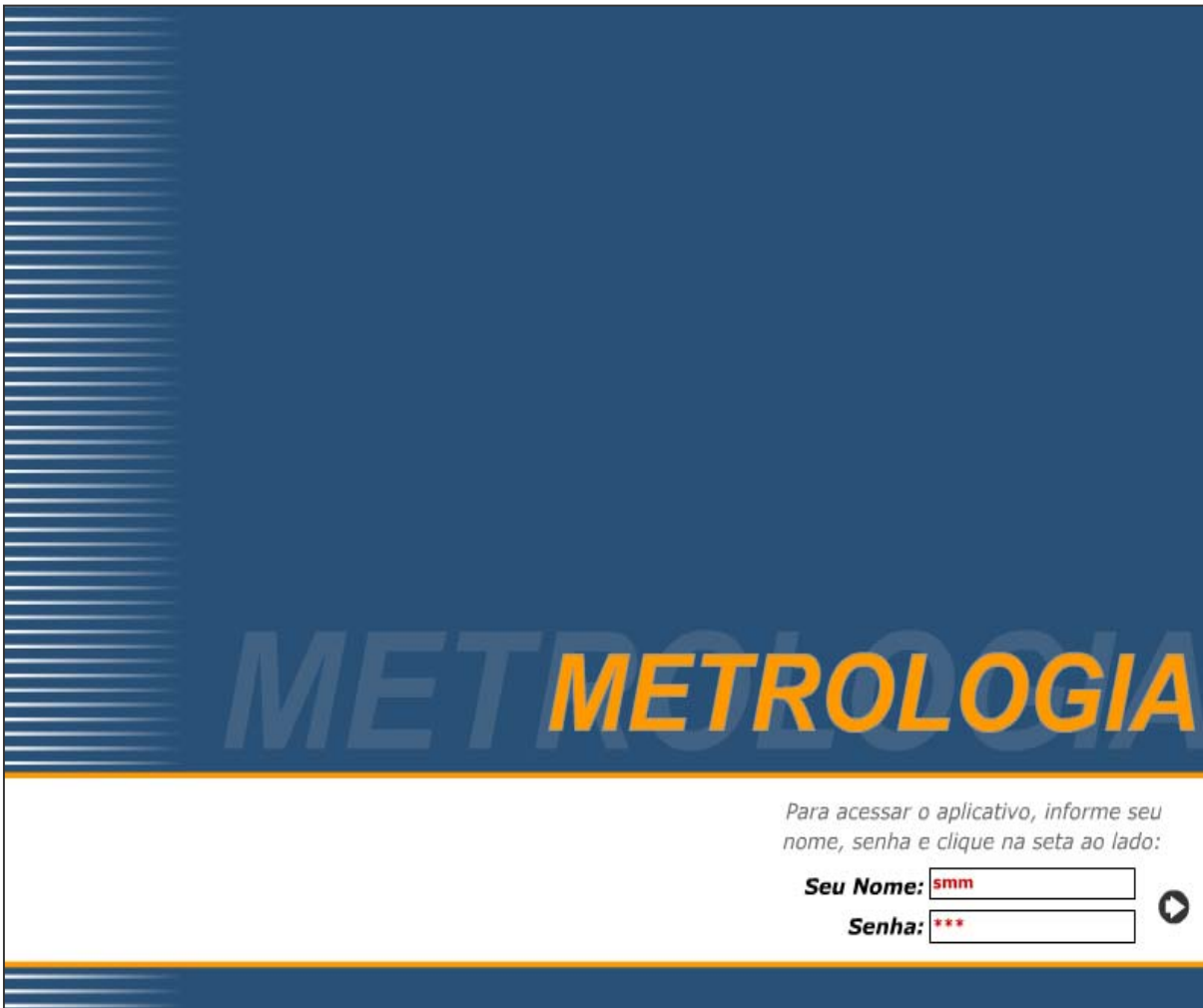
- a avaliação e avanço do aluno serão baseados em sua competência. Assim, um curso pode durar horas, dias ou semanas, não necessariamente meses; o sistema semestral desaparecerá e novos cursos começarão semanalmente;
- diminuição da divisão radical entre ensino médio, superior e pós-graduação, permitindo aos alunos fazer cursos mediante demonstração de capacidade intelectual, artística e vontade;
- o aluno será responsável, no todo ou em parte, pela montagem do elenco de disciplinas que quer cursar, ciente que, eventualmente, terá que prestar exame do conselho regional profissional;
- o aluno escolherá o sistema de aprendizagem que quiser: totalmente presencial (sala de aula), a distância (TV ou Internet) ou ambos;
- o aluno receberá um diploma que, como passaporte, terá validade por tempo limitado, requerendo novos cursos para revalidação;

- com os e-books (livros eletrônicos) e e-papers (folhas que recebem da rede cargas elétricas com informação, que pode ser apagadas e reaproveitadas), não haverá necessidade de colecionar livros pois tudo estará disponível sob demanda;
- a educação informal, feita via Internet por meio de “comunidades de prática” compostas de especialistas de todo o mundo, competirá com êxito com a educação formal como vemos hoje.

Capítulo 3 – Descrição do aplicativo desenvolvido

3.1 – Seqüência para o uso do curso de metrologia interativo

Na primeira tela do curso semipresencial desenvolvido o aluno deve entrar com seu nome e com uma senha, seu número de matrícula na universidade, antes de prosseguir. Note que se um destes campos não for preenchido, o aplicativo não funcionará (Figura 1).



A imagem mostra a tela de login do aplicativo. O fundo é azul escuro com o texto "METROLOGIA" em letras grandes, onde "MET" é azul claro e "METROLOGIA" é amarelo. Abaixo, há uma barra branca com o seguinte conteúdo:

Para acessar o aplicativo, informe seu nome, senha e clique na seta ao lado:

Seu Nome:

Senha:

À direita dos campos de entrada, há um ícone de uma seta para a direita dentro de um círculo.

Figura 1 – Tela de acesso ao curso de metrologia interativo

A segunda página do aplicativo contém a descrição dos temas que são abordados e em quais capítulos eles estão localizados. Clicando com o *mouse* na seta na parte direita inferior do monitor começa-se a navegação pelo curso, que é livre e rápida e deixa o aluno com a opção de escolher o capítulo que vai estudar (Figura 2).



Figura 2 – Tela de apresentação e de acesso aos capítulos do curso

O aluno terá mais informações ou animações sobre o assunto clicando com o mouse sobre o sinal (+) envolto em um círculo de cor azul, sempre que este aparecer.

O aluno tem a opção também, abrindo o *menu* no campo superior direito do monitor, de selecionar o capítulo desejado ou saltar, por exemplo, do capítulo “x” para o capítulo “y”, se assim lhe convier (Figura 3).

METROLOGIA

Usuário: smm

4 - MEDIÇÕES

Opção de escolha aleatória do capítulo a ser visto, no exemplo o capítulo 5 - Calibrações

4.7 - Parâmetros característicos dos instrumentos

São definidos parâmetros metroológicos para caracterizar o comportamento de um sistema de medição. Podem ser expressos na forma de um simples número, que define o valor máximo assumido pelo sistema de medição em sua faixa de operação, por uma faixa de valores ou ainda de maneira gráfica.


4.7.1 - Faixa de Indicação (FI)

Definida como o intervalo entre o maior e o menor valor que o indicador do sistema de medição seja capaz de apresentar como leitura. Nos medidores de medição analógica a faixa de indicação corresponde ao intervalo entre o menor e o maior valor da escala. Nos indicadores digitais, a capacidade é indicada como sendo, por exemplo, de 3½ dígitos quando o valor for de $\pm 1\,990$ ou quatro dígitos para o valor de $\pm 9\,999$.

Animação gerada quando clicado o sinal + relativo ao item 4.7.1, Faixa de Indicação (FI)

Apresentação
Conteúdo
 Termos Fundamentais em Metrologia
 1 - Conceitos Gerais
 2 - O Sistema Internacional de Unidades
 3 - Tratamento de Números
 4 - Medições
 5 - Calibrações
 6 - Noções de Nanotecnologia
 7 - Cálculo de Incertezas de Medições
 Considerações Finais
 Referências

manômetro (0 a 6 bar)



faixa de indicação

anterior próximo

Figura 3 – Opção de escolha aleatória de capítulos e geração de animações

Todos os assuntos abordados nos capítulos contém uma descrição resumida do assunto proposto, mostradas na tela principal. Essas descrições podem ser mais abrangentes se o aluno usar os arquivos com extensões *pdf*, localizados e habilitados do lado direito do número de cada subitem do capítulo selecionado (Figura 4).

The screenshot shows a software interface with a blue header containing the word "METROLOGIA" and a close button. Below the header, the user is identified as "Usuário: smm" and the current section is "4 - MEDIÇÕES".

The main content area is divided into two sections:

- 4.6 - Fontes de Erros**: This section contains a paragraph explaining that measurement error is composed of various sources. Below the text is a list of five sources, each with a plus sign icon:
 - o instrumento de medição
 - o operador
 - os materiais
 - o procedimento
 - o laboratório.
- 4.7 - Parâmetros característicos dos instrumentos**: This section is partially visible and describes metrological parameters for characterizing a measurement system.

Annotations and callouts:

- An arrow points from the text "Acesso ao arquivo PDF de conteúdo específico ao item 4.6 do capítulo 4 - Medições" to a PDF icon in the top right corner of the interface.
- Another arrow points from the text "Descrição da fonte de erros referente ao operador da medição quando clicado o símbolo de +" to the plus sign next to "o operador" in the list.
- A third arrow points from the plus sign next to "o operador" to a detailed text box on the right.

The detailed text box on the right is titled "operadores" and contains the following text:

Uma única pessoa pode obter diversos resultados repetindo o mesmo procedimento de medição. Uma autoavaliação muitas vezes não identifica o erro humano. A tendência a leituras mais altas ou mais baixas é um tipo de erro humano. As fontes deste tipo de erro estão relacionadas com a capacidade e habilidade da pessoa. O estado psicológico do operador, como cansaço, no momento da medição também influi. Comparação de resultados intralaboratoriais e treinamento de pessoal são formas de prevenir os erros humanos.

At the bottom of the interface, there are navigation buttons labeled "anterior" and "próximo".

Figura 4 – Ícone de acesso aos arquivos com extensão “pdf”

O curso completo também está disponível em extensão *pdf*, e seu acesso também é imediato, caso seja de interesse do aluno, na primeira página do aplicativo. Este arquivo contém todo o conteúdo do curso e pode ser impresso como um material de apoio ao ensino tradicional (Figura 5).

The screenshot shows a web application interface for 'METROLOGIA'. At the top left, it displays 'Usuário: smm' and a 'CONTEÚDO' tab. The main content area lists several topics: TERMOS FUNDAMENTAIS EM METROLOGIA, CONCEITOS GERAIS, O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES, TRATAMENTO DE NÚMEROS, MEDIÇÕES, CALIBRAÇÕES, NOÇÕES DE NANOTECNOLOGIA, and CÁLCULO DE INCERTEZAS DE MEDIÇÕES. On the right side, there is a sidebar with a 'Conteúdo' section listing: Apresentação, Termos Fundamentais em Metrologia, 1 - Conceitos Gerais, 2 - O Sistema Internacional de Unidades, 3 - Tratamento de Números, 4 - Medições, 5 - Calibrações, 6 - Noções de Nanotecnologia, 7 - Cálculo de Incertezas de Medições, Considerações Finais, and Referências. Below this sidebar, there is a text box with an arrow pointing to a PDF icon, containing the text: 'Acesso ao arquivo geral do curso interativo no formato PDF' and 'Clicando nos ícones do Adobe Acrobat Reader, você tem acesso a mais informações sobre o capítulo indicado.' Below the text box, it says 'Arquivo com todo o conteúdo do curso (3,25 Mb)' next to a PDF icon. At the bottom of the interface, there are navigation buttons for 'anterior' and 'próximo'.

Figura 5 – Ícone de acesso ao arquivo geral com extensão “pdf”

Além disso, em alguns capítulos, existem exercícios de fixação elaborados para serem utilizados com planilhas de cálculo do Microsoft Excel®, localizados na parte inferior direita do monitor. Os exercícios propostos estão resolvidos e têm o objetivo de auxiliar o aluno na interpretação e resolução de problemas similares. Estes exercícios estão protegidos contra alterações por senha, a não ser em campos específicos, definidos por fonte vermelha, que permitem alterações.

Estas alterações têm a intenção de fazer com que o aluno perceba o que acontece no sistema como um todo quando algumas ou todas as variáveis de entrada são alteradas.

Essa percepção é muito útil, por exemplo, quando deseja-se determinar qual o componente do sistema que contribui com a maior ou menor parcela na incerteza final de medição. Esta análise facilita uma abordagem pelo aluno na identificação e substituição do componente correto caso esteja tentando minimizar a incerteza final (Figura 6).

The screenshot displays a software interface titled "METROLOGIA" with a user name "smm". The main heading is "7 - CÁLCULO DE INCERTEZAS DE MEDIÇÕES".

7.1 - Incertezas em um Processo Metrológico

De maneira formal, a incerteza é o parâmetro associado com o resultado de uma medição. Caracteriza a dispersão de valores que podem ser atribuídos ao mensurando. Em termos mais simples, a **incerteza de medição** é a dúvida que envolve o resultado de uma medição. A incerteza do resultado de uma medição pode ser avaliada aplicando um modelo matemático que melhor descreva o processo de medição e usando a lei de propagação dos erros.

7.2 - Fontes e componentes da incerteza

Entre as muitas possíveis fontes de incertezas em medições, destacam-se:

- a) *indefinição do que se está medindo;*
- b) *método de medição inadequado;*
- c) *amostra medida não representativa do que se está medindo;*
- d) *condições ambientais inadequadas durante o processo de medição;*
- e) *resolução de instrumentos;*

At the bottom left, there is a green checkmark icon and the text "Exercícios propostos em Microsoft Excel" with an arrow pointing to a list of exercises on the right. The list includes:

- Torquímetro
- Régua em 3D
- Carro
- Manômetro
- Massa específica
- Projétil
- Balança de Dois Pratos
- Calibração de Termômetro digital

The list is titled "exercícios excel (capítulo 7)". At the bottom right, there are navigation buttons labeled "anterior" and "próximo".

Figura 6 – Ícone de acesso aos exercícios Excel com extensão "xls"

Na parte inferior direita estão os exercícios de revisão de cada capítulo e suas respostas podem ser visualizadas ao final, com a alternativa correta se destacando das demais por ter uma iluminação diferenciada (Figura 7).

METROLOGIA

Usuário: smm

7 - CÁLCULO DE INCERTEZAS DE MEDIÇÕES

7.1 - Incertezas em um Processo Metroológico

De maneira formal, a incerteza é o parâmetro associado com o resultado de uma medição. Caracteriza a dispersão de valores que podem ser atribuídos ao mensurando. Em termos mais simples, a **incerteza de medição** é a dúvida que envolve o resultado de uma medição. A incerteza do resultado de uma medição pode ser avaliada aplicando um modelo matemático que melhor descreva o processo de medição e usando a lei de propagação dos erros.

7.2 - Fontes e componentes da incerteza

Entre as muitas possíveis fontes de incertezas em medições, destacam-se:

- a) indefinição do que se está medindo;
- b) método de medição inadequado;
- c) amostra medida não representativa do que se está medindo;
- d) condições ambientais inadequadas durante o processo de medição;
- e) resolução de instrumentos;

3- Entre as componentes de incertezas abaixo, qual não pode ser considerada do tipo "B"?

- a) Incertezas obtidas em manuais
- b) Desvio padrão da média de uma série de observações
- c) Dados provenientes de certificados de calibração
- d) Especificações dos fabricantes

Exercícios de revisão sobre o conteúdo apresentado no capítulo

exercícios (capítulo 7)

Figura 7 – Ícone de acesso aos exercícios de revisão dos capítulos

Os exercícios do capítulo 7 apresentam versões animadas de figuras que ilustram seus objetivos que facilitam o entendimento do enunciado dos problemas.

Devido a natureza da programação na linguagem Flash ®, essas animações tem um bom apelo visual mas não permitem quaisquer alterações. O aluno deve usar então a planilha do Excel, que pode ser acessada logo após a visualização do problema proposto, trabalhar com os dados que permitem alterações e verificar como as alterações dos dados de entrada influenciam os resultados finais do exercício (Figura 8).

METROLOGIA

Usuário: smm

7 - CÁLCULO DE INCERTEZAS DE MEDIÇÕES

7.1 - Incertezas em um Processo Metrológico

De maneira formal, a incerteza é o parâmetro associado com o resultado de uma medição. Caracteriza a dispersão de valores que podem ser atribuídos ao mensurando. Em termos mais simples, a **incerteza de medição** é a dúvida que envolve o resultado de uma medição. A incerteza do resultado de uma medição pode ser avaliada aplicando um modelo matemático que melhor descreva o processo de medição e usando a lei de propagação dos erros.

7.2 - Fontes e componentes da incerteza

Entre as muitas possíveis fontes de incertezas em medições, destacam-se:

- indefinição do que se está medindo;
- método de medição inadequado;
- amostra medida não representativa do que se está medindo;
- condições ambientais inadequadas durante o processo de medição;
- resolução de instrumentos;

exercícios em Microsoft Excel

Exercício resolvido em Microsoft Excel e com animação visual em Flash, que propõe o cálculo da energia cinética de um veículo em um teste de impacto.

27,28 s

100m

carro

clique para abrir o aplicativo

anterior próximo

Figura 8 – Ícones de acesso aos exercícios em Excel e às animações em Flash

Até aqui foi mostrado como o sistema de ensino adotado utiliza a multimídia como ferramenta principal. A Internet pode ser acessada por meio de *links* distribuídos pelo curso. Isto permite que o aluno tenha várias opções na busca de informações complementares nos assuntos que lhe interessar. O acesso, tanto deste curso quanto dos *links* dentro dele disponíveis, pela Internet é um ponto de fundamental importância, em especial para alunos que estejam estudando, tanto por necessidade como por opção, longe dos locais onde são ministradas as aulas presenciais (Figura 9).

METROLOGIA

Usuário: smm

VIM - Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia

Consulta imediata às definições dos termos mais utilizados e exercícios de fixação

Acesso à versão completa disponibilizada pela Internet

Quase todas as áreas da sociedade sofrem a interferência direta da metrologia. Uma linguagem comum para todas essas áreas faz-se necessária para evitar erros na definição e utilização de termos usuais em metrologia.

A terminologia oficial em metrologia é definida pelo VIM (International vocabulary of basic and general terms used in metrology, 1993), que possui uma versão brasileira no Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia, (2ª edição - ano de 2000) editado pelo INMETRO, através da portaria número 29 de 10/03/95.

<http://www.inmetro.gov.br/infotec/vim.asp>

<http://www.inmetro.gov.br/infotec/si.asp>

+ Valor verdadeiro convencional (de uma grandeza)

+ Mensurando

Descrição no VIM sobre o VVC

Acesso imediato a páginas da Internet como as relativas ao VIM e ao SI

Valor atribuído a uma grandeza específica e aceito, às vezes por convenção, como tendo uma incerteza apropriada para uma dada finalidade.

Observação:
"Valor verdadeiro convencional" é às vezes denominado pelo valor designado, melhor estimativa do valor, valor convencional ou valor de referência.

valor verdadeiro convencional
(de uma grandeza)

anterior próximo

Figura 9 – “Links” para acesso a endereços na Internet

Alguns *hyperlinks* importantes estão distribuídos no conteúdo do curso. Estes *hyperlinks* têm a função de agilizar o acesso e facilitar a compreensão de alguns dos conceitos metroológicos mais usados que estão apresentados neste trabalho. Por exemplo, se o aluno estiver no capítulo 4 e ficar em dúvida quanto ao conceito de termos como “erros aleatórios” ou “repetitividade”, para citar alguns, bastará clicar com o *mouse* sobre estes termos, que estarão sublinhados e escritos com fonte vermelha, que suas definições aparecem instantaneamente na tela (Figura 10).

The screenshot shows a web application titled "METROLOGIA" with a user logged in as "smm". The main content area is titled "4 - MEDIÇÕES" and contains two sections: "4.5.1 - Classificação dos Erros" and "4.5.2 - A Convivência com o Erro". In the first section, the text describes various error types, with "erros aleatórios" highlighted in red and underlined. A mouse cursor is positioned over this text, and a definition popup window appears. The popup contains the following text: "Erro Aleatório: Resultado de uma medição menos a média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando efetuadas sob condições de repetitividade." A text box above the popup explains that this definition is obtained by clicking on the red-highlighted terms. The interface also includes navigation buttons for "anterior" and "próximo" at the bottom.

Figura 10 – Exemplo de acesso aos “hyperlinks” de apoio (1)

Em algumas ocasiões essas definições podem ser acessadas a partir de fluxogramas. Neste caso, os conceitos estarão sublinhados e mais visíveis quando o *mouse* passar por cima da caixa do fluxograma. Essas mesmas técnicas também são aplicadas para os capítulos 1, 5 e 7 (Figura 11).

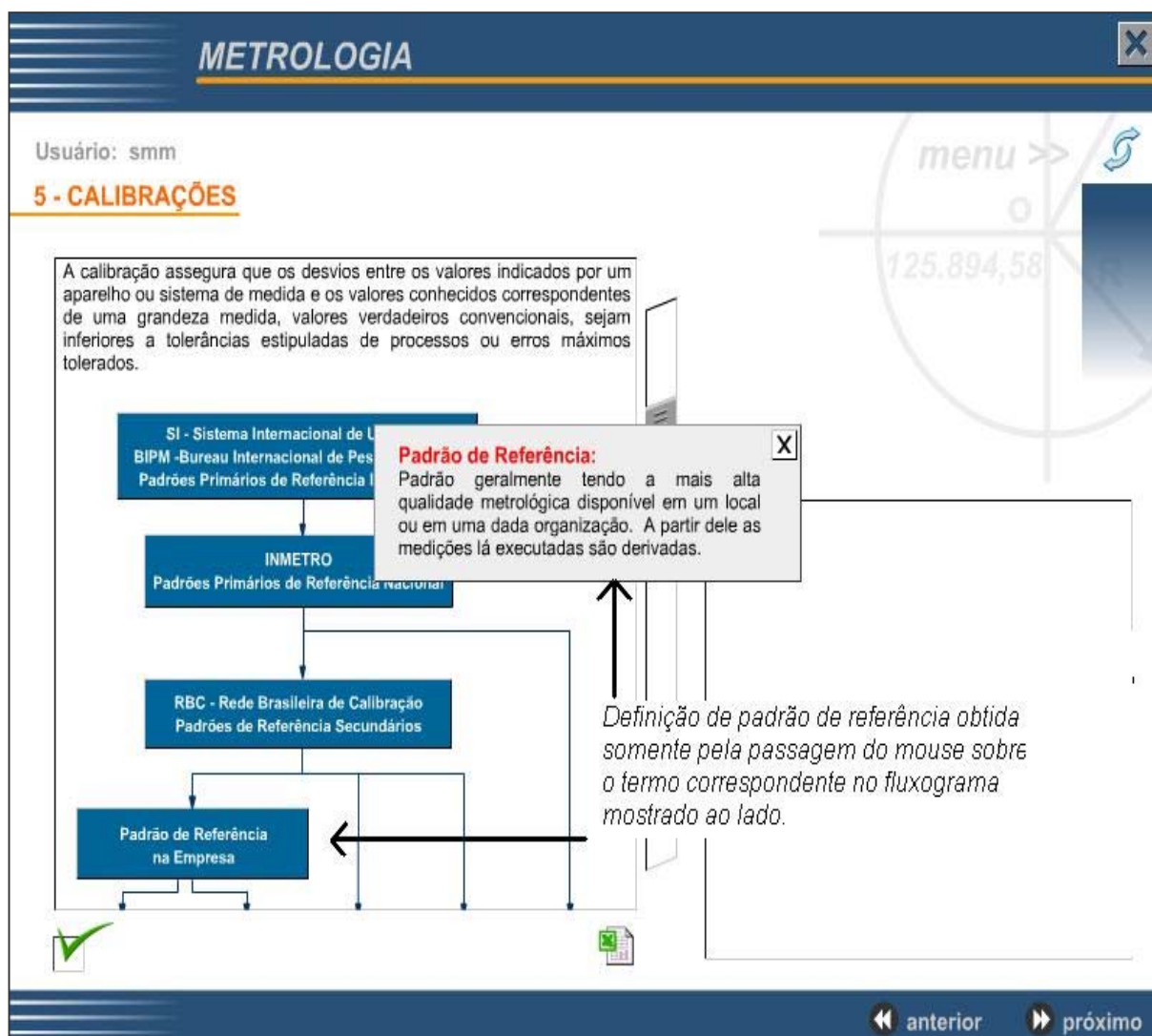


Figura 11 – Exemplo de acesso aos “hyperlinks” de apoio (2)

Além dos quarenta testes de revisão disponíveis com acesso imediato durante o curso e que devem ser utilizados para uma autoavaliação do aluno, sessenta e quatro testes complementares estão disponíveis para serem enviados, recebidos e corrigidos com *e-mail*. Estes sessenta e quatro testes suplementares foram elaborados no sistema de pontuação e correção que fazem uso do sistema binário. Como estes testes serão enviados e recebidos pela rede, por *e-mail*, configuram uma ferramenta de ensino assíncrona (Figura 12).

CAPÍTULO 2 – SI
Exercícios de múltipla escolha – Some os valores da(s) alternativa(s) correta(s) e indique o resultado da soma ao final

1- Indique as alternativas que não contém o ano em que foi fundado o BIPM, Bureau International des Poids et Mesures:

a) (1) 1 875
b) (2) 1 922
c) (4) 1 950
d) (8) 1 791

Resultado: _____

2- Assinale a(s) alternativa(s) que contém características do SI – Sistema Internacional de Unidades:

a) (1) contém sete unidades básicas e duas unidades suplementares
b) (2) contempla mais de uma unidade por grandeza
c) (4) tem suas unidades definidas, sempre que possível, em função de fenômenos físicos
d) (8) tem os múltiplos e submúltiplos definidos com ajuda de prefixos devidamente especificados

Resultado: _____

3- Assinalar a(s) alternativa(s) que contém somente unidades básicas do SI:

a) (1) metro, quilograma, segundo e farad
b) (2) ohm, volt, metro e ampère
c) (4) kelvin, mol, candela e segundo
d) (8) metro, kelvin, volt e candela

Resultado: _____

Exemplos de exercícios complementares referente ao capítulo 2 - Sistema Internacional de Unidades - SI

Figura 12 – Exemplo de exercícios complementares ao Capítulo 2

Busca-se, com os recursos deste de trabalho, conseguir uma agilidade de acesso à informação maior que no ensino tradicional. Convém aqui reforçar a idéia de que não existe aqui a intenção de substituir as aulas presenciais mas sim de tornar-se uma complementação do ensino tradicional de uma maneira diferente e estimulante. Para isso utiliza algumas das ferramentas de EAD já consagradas e interativas como a multimídia, a Internet e o acompanhamento do desenvolvimento do aluno através do envio e do recebimento de e-mail, seja para testes, seja para esclarecimento de dúvidas sobre o conteúdo do curso que possam aparecer.

Ao final do treinamento proporcionado por este curso, espera-se que o aluno ou técnico possa, por exemplo:

- utilizar terminologias metrológicas apropriadas;
- estar ciente e procurar usar as unidades do sistema internacional de unidades;
- realizar corretamente tratamentos em números e operações matemáticas;
- ser capaz de entender os diversos tipos de medições e seus erros;
- saber utilizar conceitos e resultados de calibrações;
- classificar tipos de erros;
- estimar incertezas de medições.

Capítulo 4 – Avaliação do aplicativo

4.1 – Tópicos avaliados

Para assegurar a qualidade do material apresentado foram coletadas opiniões de técnicos em metrologia, alunos de graduação e de mestrado e profissionais de áreas como certificação de produtos, biologia e química. Esta amostragem de colaboradores foi composta da seguinte maneira: 18 (dezoito) de graduação em engenharia da Universidade Federal de Santa Catarina, 3 (três) alunos de mestrado em metrologia do Pós-MCI, 1 (um) professor do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2 (dois) técnicos em metrologia, 3 (três) engenheiros de certificação de produtos, 2 (dois) químicos e 1 (um) biólogo. O número maior de 18 (dezoito) alunos de graduação é justificado porque foi para auxiliar em sua educação que o aplicativo foi desenvolvido. Os outros colaboradores foram escolhidos para que obtivéssemos opiniões e sugestões de profissionais mais experientes e porque todos lidam no seu dia a dia, de maneira direta ou indireta, com a metrologia. Foi pedido a todos os colaboradores, estudantes e profissionais, que utilizassem o material instrucional e respondessem a um questionário semi-estruturado assinalando a alternativa que melhor representasse sua opinião. O questionário contém duas partes distintas: a primeira com questões de cunho geral, delineando os perfis dos colaboradores, como idade, escolaridade e frequência de utilização da metrologia e a segunda mais direcionada a uma avaliação criteriosa do aplicativo. Utilizou-se para isso alternativas de respostas específicas, algumas vezes com campos em aberto para que se pudesse expressar uma opinião diferente das apresentadas [3].

O questionário está reproduzido abaixo. Foram compiladas 30 (trinta) respostas dos estudantes e profissionais. Foi dedicado um espaço ao final do formulário para possíveis comentários adicionais não abrangidos pelas perguntas e opções de respostas fornecidas:

- 1) Qual é a sua escolaridade?
 - Curso superior
 - Curso técnico
 - 2° grau
 - Outra

- 2) Qual é a sua idade?
 - 17 – 22 anos
 - 23 – 28 anos
 - 29 – 34 anos
 - Mais de 34 anos

- 3) Você possui computador?
 - Sim
 - Não

- 4) Você utiliza a Internet?
 - Nunca
 - Raramente
 - De vez em quando
 - Sempre

- 5) Você já teve a oportunidade de realizar um curso a distância, utilizando como ferramenta o computador e/ou a Internet?
 - Sim
 - Não

- 6) Se a resposta para o item 5 for sim, qual é a sua opinião sobre esta maneira de ensino?
 - Está cada vez mais popular e será parte integrante do futuro do ensino
 - É interessante mas ainda precisa melhorar bastante
 - Ainda acho importante o contato direto com o professor
 - Outra opinião _____

- 7) Em sua formação escolar, a metrologia é ou foi parte integrante de seu escopo de disciplinas?
 - Sim
 - Não
 - Não sei

- 8) Com qual frequência, no seu dia a dia, você faz uso da metrologia?
- Nunca
 - Raramente
 - De vez em quando
 - Sempre
- 9) Qual é a sua opinião quanto aos materiais para consultas disponíveis na área metrológica?
- Fracos
 - Suficientes
 - Bons
 - Não sei
- 10) Estes materiais são de fácil acesso e localização?
- Sim
 - Não
 - Não sei

As questões 11 a 22 são relativas especificamente ao Curso Interativo de Metrologia apresentado. Para garantir e melhorar a qualidade do material apresentado sua opinião sobre esse curso é muito importante. Todas as avaliações serão submetidas anonimamente. No caso de sua opinião diferir das alternativas de respostas apresentadas, favor usar o campo “outra opinião” para expressá-la. Os resultados finais da avaliação serão compilados e apresentados ao instrutor e elaborador do curso para uma futura implementação de melhorias em sua qualidade. Ao final do questionário existe um espaço destinado a comentários adicionais que não tenham sido abrangidos pelo questionário.

- 11) Na sua opinião, o formato do curso de metrologia apresentado contribui para seu aprendizado?

- Sim
- Não
- Poderia ser melhor elaborado
- Outra opinião _____

- 12) Foi possível navegar pelo aplicativo com facilidade?

- Sim
- Não
- Poderia ser melhor
- Outra opinião _____

- 13) A identidade do(s) realizador(es) do curso está evidente?

- Sim
- Não

14) Os “links” apresentados são relevantes e interessantes?

- Sim
- Não
- Poderiam ter sido melhor escolhidos
- Outra opinião _____

15) Foi possível acessar a qualquer parte do curso e em qualquer ordem?

- Sim
- Não
- Às vezes
- Outra opinião _____

16) A maneira apresentada (e-mail de contato) de interagir com o instrutor / elaborador é apropriada?

- Sim
- Não
- O contato direto com o instrutor é sempre melhor
- Outra opinião _____

17) Os exercícios são interessantes e relevantes ao curso e ao mundo real??

- Sim
- Não
- Poderiam ter sido mais elaborados
- Outra opinião _____

18) A combinação de textos, gráficos e interações está apropriada?

- Sim
- Não
- Poderiam ter sido mais elaborados
- Outra opinião _____

19) O curso é educativo?

- Sim
- Não
- Outra opinião _____

20) O curso instigou seus conhecimentos?

- Bastante
- Um pouco
- Não
- Outra opinião _____

21) Caso ache necessário alterar a maneira como o curso foi elaborado e apresentado, o que alteraria:

- O conteúdo
- As animações e exercícios propostos
- O modo de avaliação dos conhecimentos adquiridos
- Não modificaria nada. O curso correspondeu às minhas expectativas
- Outra opinião _____

22) Recomendo este curso a outros colegas?

- Sim
- Não
- Outra opinião _____

Comentários adicionais:

Favor enviar este questionário preenchido para Sylvio Machado Jr. – e-mail:
smm@labmetro.ufsc.br

As avaliações, junto com instruções para o uso do aplicativo, foram enviadas e recebidas tanto pessoalmente quanto por *e-mail*. Os resultados foram então compilados e estão apresentados a seguir de maneira simplificada.

<u>Item avaliado</u>	Resposta A (%)	Resposta B (%)	Resposta C (%)	Resposta D (%)
1	68	11	16	5
2	32	26	10	32
3	95	5	---	---
4	0	0	5	95
5	32	68	---	---
6	15	35	35	15 (*)
7	100	0	0	---
8	0	0	58	42
9	25	32	32	11
10	56	32	16	---
11	95	0	0	5 (*)
12	90	0	5	5 (*)
13	89	11	---	---
14	84	0	5	11
15	79	0	21	0
16	47	0	42	11 (*)
17	74	0	11	16 (*)
18	95	0	0	5 (*)
19	100	0	0	---
20	47	47	0	6 (*)
21	5	16	11	58 (*) / 11(**)
22	95	0	5	---

* No item 6, relativo à opinião sobre a maneira de ensino proposta, a porcentagem apresentada se refere somente às pessoas que responderam ao item 5 positivamente.

* No item 11, relativo ao formato do curso, foram sugeridas inclusões de aplicações e exercícios de metrologia nas áreas de em química e biologia.

* No item 12, relativo à facilidade de navegação, foram sugeridas melhoras no sistema para que obedecesse ao movimento ou cliques no *mouse*.

* No item 16, relativo à maneira de interação com o instrutor, foi mencionado que o contato com o instrutor / elaborador do curso deve ir além do e-mail fornecido e estar mais evidente. Um outro avaliador mencionou que já realizou vários cursos pelo sistema de EAD e que somente a ferramenta de *e-mail* para contato com o instrutor muitas vezes não foi suficiente.

* No item 17, relativo aos exercícios propostos, foi proposto que uma próxima versão os tornassem ainda mais interativos.

* No item 18, relativo a combinação de textos, gráficos e interações, um dos avaliadores sugeriu a criação de uma alternativa para que todos os alunos pudessem interagir enquanto realizando os exercícios propostos ao final de cada capítulo.

* No item 20, que pergunta se o curso instiga os conhecimentos dos alunos, mais uma vez foi sugerido que, em uma futura versão, ele abranja também a área de metrologia química.

** No item 21, relativo à alterações que os avaliadores sugeririam no modo que o curso foi elaborado, estão listadas aqui as opiniões que divergem das opções fornecidas:

- ocupar mais os espaços vazios para aumentar a altura dos textos;
- a interação com orientadores poderia ser mais enfatizada;
- um reposicionamento do capítulo sobre nanotecnologia.

Na avaliação geral nota-se, pelas opiniões apresentadas, que o curso foi bem aceito e que os avaliadores ficaram muito satisfeitos com o que o curso se propôs a realizar.

Pelas sugestões apresentadas acima, referente aos itens 6, 11, 12, 16, 17, 18 e 21, percebe-se que, em uma futura versão, o curso pode ser aperfeiçoado e, partindo da base aqui definida, ter seu conteúdo mais abrangente e ampliado.

Entre outras sugestões de melhorias encaminhadas no campo dos comentários adicionais, muitas foram atendidas e implementadas e outras ficaram pendentes para uma futura versão do aplicativo. Entre as pendentes podemos citar:

- O sinal (+), que identifica a existência de mais informações sobre o item em questão, poderia ser um pouco mais óbvio, pois assim aumentaria a eficácia do relacionamento (programa – usuário). Como sugestão foi sugerido usar uma caixa como símbolo com a palavra “Exemplos” ou com os dizeres “saiba mais” escritos em seu interior.
- As animações que ocorrem quando o sinal (+) é acionado poderiam fornecer uma opção para fechá-las. Uma outra sugestão para agilizar a navegação recebida foi a de habilitar os comandos *PageUp* e *PageDown*, além do guia de comando central apresentado no aplicativo.
- Foi sugerida a inclusão de assuntos como equipamentos básicos de metrologia e tecnologias atuais de medição e que o programa deveria contar com um ícone especial para desabilitar o som.

Capítulo 5 – Considerações finais

5.1 – Conclusões

Existe uma demanda por educação continuada por estudantes e profissionais no mercado. Esta é uma das principais funções do ensino a distância, EAD, e foi o contexto no qual este trabalho foi inserido.

O material aqui desenvolvido baseou-se no fato de que, principalmente com a recente popularização da Internet, a maior parte dos alunos viu crescer a disponibilidade de um acesso direto a uma forma diferente de atuação educacional, que aproveita novos conceitos e tecnologias de aprendizagem.

Este trabalho objetivou, de um modo inovador, prender a atenção do aluno com exemplos visuais e interativos e, mesmo sem a presença física do professor, facilitou o caminho para que o aluno compreendesse, de uma maneira diferente, conceitos e aplicações metrológicas. Assim, diversificando o modo com que os alunos buscam, pesquisam e adquirem informações, este trabalho espera, de alguma forma, contribuir para esse sistema de educação diferenciado, o EAD semipresencial.

Como características dominantes deste trabalho podemos citar a flexibilidade de horários proporcionada ao aluno, a facilidade de busca de informações e a desobrigação de deslocamentos de atividades cotidianas.

Como citado anteriormente, a principal inovação que tornou possível o desenvolvimento de programas para EAD, para alunos e técnicos no Brasil inteiro, foi a massificação da Internet.

Nesta linha de pensamento, buscamos com este trabalho auxiliar o ensino da metrologia em um escopo bem abrangente, desde seu contexto histórico até a interpretação de cálculos mais elaborados de incertezas de medição.

O trabalho poderá ser acessado na Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, através de seu servidor, na página www.labmetro.ufsc.br . Um CD contendo todo o material do curso também poderá ser compilado para pessoas que não tenham acesso à Internet.

5.2 – Comparação de trabalhos desenvolvidos para o ensino interativo de metrologia

Na busca de programas similares, interativos de ensino, para uma comparação com o trabalho aqui desenvolvido, encontramos uma dissertação de mestrado elaborada por Roberto Lessa Figueiredo, formado pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que foi direcionada para uma empresa de fabricação de instrumentos de medição dimensional. O CD, gerado com animações interativas e mencionado como anexo, é de uso comercial. Este CD também fez uso da linguagem “Flash” e conta com várias animações que auxiliam o aluno no entendimento de conceitos e na resolução dos exercícios propostos. Testes, nos quais o aluno digita o valor ou seleciona a opção correta, são realizados quanto a leituras de valores indicados e quanto a operação e seleção de instrumentos de medição dimensional. Seu enfoque, no entanto, é diferente do apresentado nesta dissertação. O trabalho, desenvolvido na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, visa prover a seus usuários conceitos sobre o uso de instrumentos de medição e sua escolha adequada.

Contempla também os principais erros de medição na operação de instrumentos da área dimensional como, por exemplo, paquímetros, comparadores de diâmetros internos, micrômetros, réguas, relógios apalpadores, traçadores de altura e esquadros combinados.

A figura 13 a seguir apresenta os tópicos abrangidos, conforme a página inicial da versão demonstrativa do referido trabalho.



Figura 13 – Tela principal do aplicativo virtual desenvolvido na PUC-Rio

Já o CD gerado neste trabalho de dissertação não trata especificamente das operações de um instrumento de medição, mas sim do campo da metrologia com uma visão mais abrangente. No capítulo sobre medições, por exemplo, são apresentados conceitos genéricos sobre medições e sistemas de medições. É descrito também a maneira pela qual convivemos com erros grosseiros, aleatórios e sistemáticos (instrumentais, ambientais, de observação e residuais). Aborda-se também as principais fontes de erros provenientes do instrumento de medição, do operador, dos materiais, do procedimento e do laboratório.

O texto ainda fornece informações sobre a determinação da tendência e da repetitividade das medições, apresenta exemplos visuais animados de parâmetros característicos dos instrumentos (faixa de indicação, faixa de medição, valor de uma divisão, incremento digital, resolução, sensibilidade e histerese).

Ao final do capítulo de medições estão descritos procedimentos para o tratamento dos resultados de uma medição, em relação a classificação do mensurando (invariável ou variável), ao número de medidas (uma ou várias), e quanto a compensação ou não dos efeitos sistemáticos tanto para mensurando variável quanto para invariável.

O grande número de animações e figuras explicativas complementando o texto foi cuidadosamente preparado para que o aluno não se sentisse entediado e massificado com o acúmulo dos conceitos como, por exemplo, gráficos que descrevem de uma maneira visualmente interessante especificações de equipamentos de medição.

Analisando os dois trabalhos conclui-se que, apesar de ambos serem trabalhos destinados ao ensino da metrologia de maneira interativa, eles possuem conteúdos diferentes e que se complementam e, por isso, podem ser usados conjuntamente, dependendo da necessidade do aluno e da matéria explanada na sala de aula pelo professor.

5.3 – Sugestões de melhorias a serem implementadas

O CD gerado como produto desta dissertação de mestrado, que tem o título de “Uma Ferramenta Interativa para o Ensino da Metrologia”, tem a intenção de funcionar como suporte para as aulas de metrologia presenciais.

Como a metrologia é uma área muito abrangente e complexa, apesar deste trabalho englobar seus principais conceitos com exemplos ilustrativos e interativos, melhorias podem ser implementadas, como as provenientes das propostas vindas das considerações e comentários das avaliações do capítulo 4 desta dissertação.

Algumas sugestões para futuras versões deste aplicativo incluem a elaboração de mais alguns exercícios interativos que avaliem o grau de aprendizado do aluno em cada capítulo e a ampliação das discussões dos temas aqui propostos e subdivididos ou na inserção, como por exemplo, exercícios de metrologia química. Maiores destaques devem ser dados aos capítulos 4, 5 e 7 do curso, dedicados às medições, calibrações e incertezas de medições, pois estes são os capítulos mais complexos e abrangentes e de extrema importância no campo da metrologia.

A incorporação de simulações a este trabalho, em um ambiente como o do *software* Labview®, também é uma opção importante para futuras versões. Experimentos virtuais podem ser adicionados ao curso de forma a permitir uma melhor visualização dos conceitos.

Anexo 1 - Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia

Neste anexo estão apresentadas algumas definições e conceitos fundamentais da metrologia.

Terminologias metrológicas

A metrologia interfere em quase todas as áreas da sociedade. Por esta razão, faz-se necessária uma linguagem comum para todas estas áreas que tem como objetivo prevenir equívocos na definição e utilização de termos metrológicos.

A terminologia oficial em metrologia é definida pelo *VIM (International vocabulary of basics and general terms used in metrology, 1993)*, que possui uma versão brasileira no *Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia*, (2ª edição – ano de 2000) editado pelo INMETRO, através da portaria número 29 de 10 de março de 1 995 [5] [14].

Alguns dos termos mais usuais do VIM, com suas respectivas interpretações gráficas, estão descritos a seguir:

VIM 1.20 - Valor verdadeiro convencional (de uma grandeza)

Valor atribuído a uma grandeza específica e aceito, às vezes por convenção, como tendo uma incerteza apropriada para uma dada finalidade. Observação: "Valor verdadeiro convencional" é às vezes denominado pelo valor designado, melhor estimativa do valor, valor convencional ou valor de referência (Figura 14).

VIM 3.2 - Indicação (de um instrumento de medição)

Valor de uma grandeza fornecido por um instrumento de medição.

Observações:

- 1) Para uma medida materializada, a indicação é o valor a ela atribuído.
- 2) A grandeza pode ser um mensurando, um sinal de medição ou uma outra grandeza a ser usada no cálculo do valor do mensurando (Figura 14).

VIM 4.30 – Ajuste

Operação destinada a fazer com que um instrumento de medição tenha desempenho compatível com seu uso. Observação: O ajuste pode ser automático, semi-automático ou manual (Figura 14).

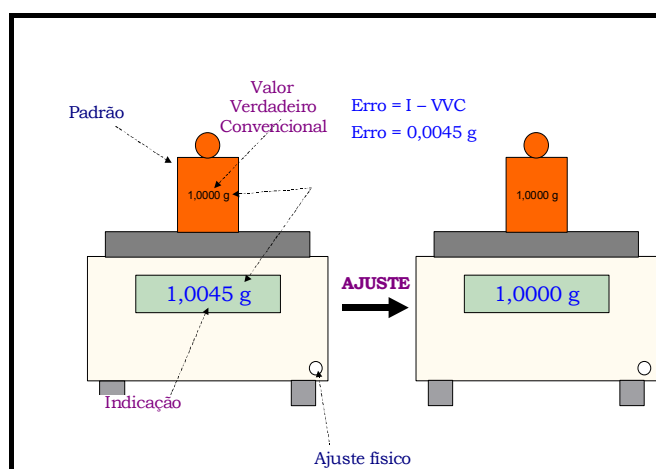


Figura 14 - Valor Verdadeiro Convencional, Indicação e Ajuste

VIM 3.5 - Exatidão de medição

Grau de concordância entre o resultado de uma medição e o valor verdadeiro do mensurando (Figura 15).

Observações:

- 1) Exatidão é um conceito qualitativo
- 2) O termo precisão não deve ser utilizado como exatidão.

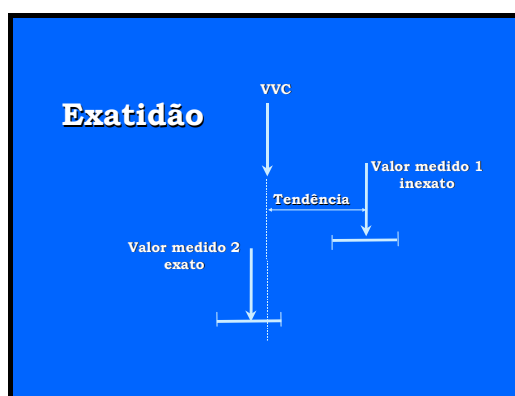


Figura 15 – Representação gráfica da exatidão de medição

VIM 3.14 - Erro sistemático

Média que resultaria de um infinito número de medições do mesmo mensurando, efetuadas sob condições de repetitividade, menos o valor verdadeiro do mensurando (Figura 16).

Observações:

- 1) O erro sistemático é igual ao erro menos aleatório.
- 2) O erro sistemático e suas causas não podem ser completamente conhecidos.

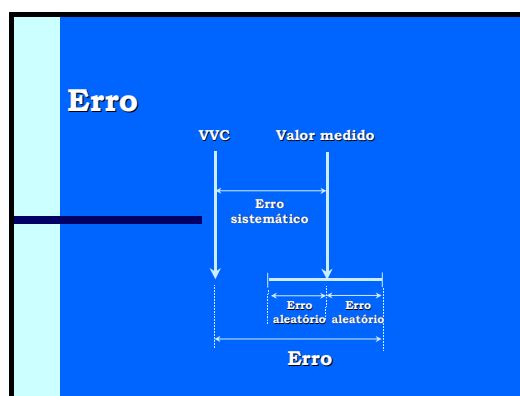


Figura 16 – Representação gráfica do erro sistemático

VIM 6.4 - Padrão Primário

Padrão que é designado ou amplamente reconhecido como tendo a mais alta qualidade metrológica e cujo valor é aceito sem referência a outros padrões de mesma grandeza (Figura 17).

Observação: O conceito de padrão primário é válido para grandezas fundamentais e para grandezas derivadas.

VIM 6.5 - Padrão Secundário

Padrão cujo valor é estabelecido por comparação com um padrão primário da mesma grandeza (Figura 17).

VIM 6.7 - Padrão de Trabalho

Padrão utilizado rotineiramente para calibrar ou controlar medidas materializadas, instrumentos de medição ou materiais com referência (Figura 17).

Observações:

- 1) Um padrão de trabalho é rotineiramente calibrado por comparação a um padrão de referência.
- 2) Um padrão usado rotineiramente para assegurar que as medições estão sendo executadas corretamente é chamado padrão de controle.

VIM 6.8 - Padrão de Referência

Padrão geralmente tendo a mais alta qualidade metrológica disponível em um local ou em uma dada organização, a partir do qual as medições executadas são derivadas (Figura 17).

VIM 6.10 – Rastreabilidade

Propriedade do resultado de uma medição ou do valor de um padrão estar relacionado a referências estabelecidas, geralmente padrões nacionais ou internacionais, através de uma cadeia contínua de comparações, todas tendo incertezas estabelecidas (Figura 17).

Observações:

- 1) O conceito é geralmente expresso pelo adjetivo rastreável.
- 2) Uma cadeia contínua de comparações é chamada de cadeia de rastreabilidade.

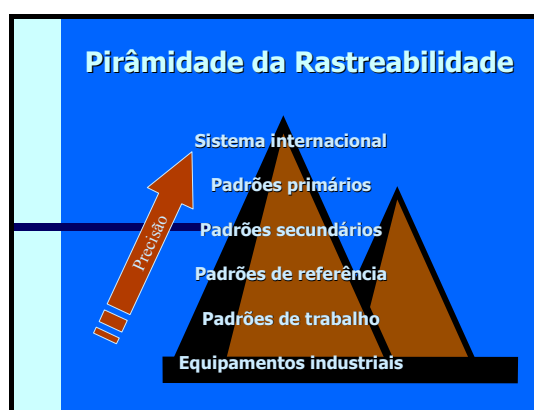


Figura 17 – Exemplo de uma pirâmide de rastreabilidade

VIM 5.14 – Estabilidade

Aptidão de um instrumento de medição em conservar constantes suas características metrológicas ao longo do tempo (Figura 18).

Observações:

- 1) Quando a estabilidade for estabelecida em relação uma outra grandeza que não o tempo, isto deve ser explicitamente mencionado.
- 2) A estabilidade pode ser quantificada de várias maneiras, por exemplo: pelo tempo no qual a característica metrológica varia de um valor determinado ou em termos da variação de uma característica em um determinado período de tempo.

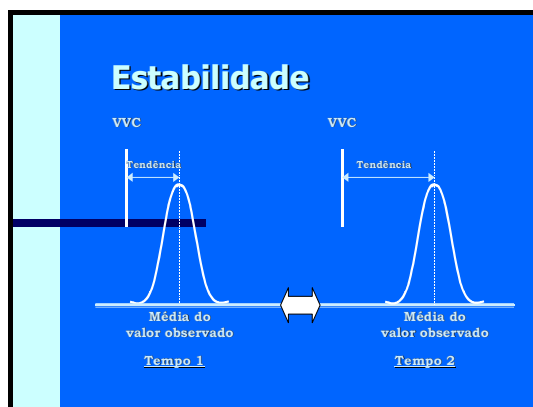


Figura 18 – Representação gráfica da estabilidade

VIM 5.25 - Tendência (de um instrumento de medição)

Erro sistemático da indicação de um instrumento de medição. Observação: tendência de um instrumento de medição é normalmente estimada pela média dos erros de indicação de um número apropriado de medições repetidas (Figura 19).

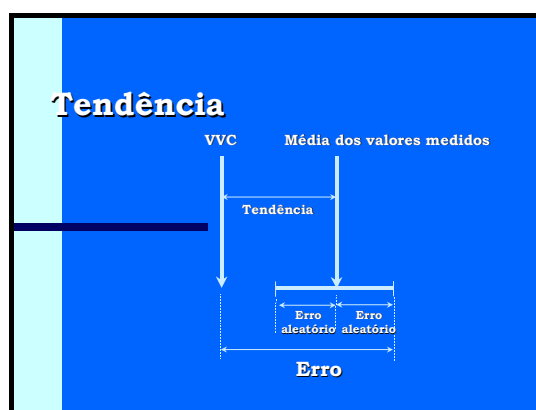


Figura 19 – Representação gráfica da tendência de um instrumento de medição

REFERÊNCIAS

- [1] OSORIO, V. **Aspectos epistemológicos de la educación matemática**. Disponível em: <http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/ead01.htm>. Acesso em: 05 abr. 2004.
- [2] MORAN, J. M. **A educação a distância hoje no Brasil**. Disponível em: <http://www.tvebrasilemfoco.com.br/salto/default.htm>. Acesso em: 16 abr. 2004.
- [3] BELLO, J. L. P. **Educação a distância virtual**. Disponível em: <http://www.pedagogiaemfoco.pro.br/ead01.htm>. Acesso em: 17 abr. 2003.
- [4] ROSENBERG, M. J. **E-learning: estratégias para a transmissão do conhecimento na era digital**. São Paulo : Pearson Education do Brasil, 2002. 320 p.
- [5] INMETRO. **Vocabulário internacional de termos fundamentais e gerais de metrologia**. 2. ed. Brasília : SENAI/DN, 2000. 75 p.
- [6] METROLOGIA: conhecendo e aplicando na sua empresa. Brasília : CNI, 2000. 99 p.
- [7] TRACCO, M. O matemático da diversão. **Superinteressante**, v. 17, n. 9, p. 94, set. 2003.
- [8] SOUZA, A. F. Dossiê: ensino a distância. **Galileu**, v.12, n. 142, p. 39-50, maio 2003.
- [9] FIGUEIREDO, R. L. **Uma nova abordagem para o ensino de metrologia dimensional**. 2003. 164 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia para a Qualidade Industrial) - Instituto de Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- [10] BOCCIA, S. **Objetividade e timidez encontram-se em salas de e-learning**. Disponível em: http://www.anhembibr.br/ei_novo/artigos_noticias/not_objetividade_timidez.htm. Acesso em: 11 ago. 2003.
- [11] ILOG tecnologia. **Conheça o web ensino e a ilog: catálogo**. Curitiba, 2003.
- [12] ENSINO a distância. Disponível em: <http://ead.no.sapo.pt/framesetmundo.html>. Acesso em: 26 ago. 2003.
- [13] MARTINS, R. X.; PEREIRA, A. T. C. Aprendizagem cooperativa via internet. **Revista Interação**, v. 3, n. 3, p. 07, 2001.
- [14] INMETRO. **Quadro geral de unidades de medida: resolução do CONMETRO nº12/1 988**. 2. ed. Brasília : SENAI/DN, 2000. 39 p.
- [15] VON LINSINGEN, I., PEREIRA, L., BAZZO, W., **Epistemologia e ensino de engenharia**. **Revista de Ensino de Engenharia – ABENGE**, v. 18, n. 01, p.51 – 57, 1999.

DOCUMENTOS RECOMENDADOS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências - elaboração. Rio de Janeiro, ago. 2002.

ARMENGOL, M. C. **Universidad sin classes, educación a distancia en America Latina**: Caracas : OEA-UNA- Kepelusz.

AZEVEDO, W. Muito além do jardim de infância: o desafio do preparo de alunos e professores *online*. **Revista Brasileira de Educação a Distância**, v. 6, n. 36, set. 1999.

CRUZ, D. M.; BARCIA, R. M. A videoconferência na educação continuada em engenharia: A experiência de Santa Catarina. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EDUCAÇÃO CONTINUADA NA ENGENHARIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA, 1996, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1996.

HOLMBERG, B. **Educación a distancia, situación y perspectivas**. Buenos Aires : Kapeluz, 1985.

INMETRO. **Série brasileira de publicações em metrologia**: programa nacional para capacitação de recursos humanos, RH - Metrologia, documento básico. 1999.

LUCENA, C. **Professores e aprendizes na Web**: a educação na era da Internet. Rio de Janeiro : Clube do Futuro, 2000. 160 p.

LANDIM, C. M. **Educação a distância, algumas considerações**. Rio de Janeiro, 1977. 146 p.

NUNES, I. B. **Pequena introdução à educação a distância**. Brasília : INED, 1992. (Educação a distância, 1).

TIBA, I. **Disciplina, o limite na medida certa**. Disponível em: <http://www.eprofessor.hpg.ig.com.br/inicio.htm>. Acesso em: 12 abr. 2004.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. Rio de Janeiro, Contraponto 1996

BAZZO, W. **CTS e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis, Ed. da UFSC, 1998

BECKER, F. **Epistemologia do professor**, 3. ed. Petrópolis : Vozes, 1993