



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande - Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

LABORATÓRIO VIRTUAL: APRESENTAÇÃO, CONCEITUAÇÃO, ANÁLISE E UMA PROPOSTA DE DEFINIÇÃO

¹**JOSELICE FERREIRA LIMA** - joseliceflima@yahoo.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Januária - CEFETJanuária
Fazenda São Geraldo, KM 06, s/n, CEP: 39480.000

²**JOÃO DA ROCHA MEDRADO NETO** - joao@syart.com.br

³**CARLOS A. P. S. MARTINS** - capsm@pucminas.br

[1,2,3,] Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica - PPGEE
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-MG.
Av. Dom José Gaspar 500, CEP: 30535-610
Belo Horizonte- MG, BRASIL

Resumo: *Este artigo apresenta uma abordagem conceitual dos principais termos utilizados na literatura sobre laboratório virtual, com o objetivo de definir e conceituar estes laboratórios em função do tipo de acesso e estrutura física. A definição dos termos utilizados na literatura, na maioria das vezes, é confusa e contraditória. Os conceitos diferentes utilizados para o mesmo objeto ou diferentes objetos com a mesma conceituação traz incoerência quanto ao emprego dos termos. A principal contribuição da nossa proposta será abordar as várias definições para o mesmo objeto por diversos autores, e, em seguida, apresentar alguns conceitos de laboratórios virtuais de acordo com a redefinição do objeto. O método utilizado será a revisão da literatura sobre o tema e a análise dos tipos de laboratórios existentes. Com isso, pretendemos contribuir para o esclarecimento de algumas incoerências na aplicação dos conceitos e definições sobre laboratórios virtuais.*

Palavras-chave: *Laboratório Virtual, Definição, Conceituação*

1. Introdução

Este artigo apresenta um estudo conceitual sobre os termos utilizados na definição dos laboratórios virtuais e propõe uma discussão sobre a terminologia adotada nos ambientes de aprendizagem.

Deste modo, para permitir um maior entendimento, procurou-se, neste trabalho, identificar as principais definições e conceitos na literatura existente, bem como elaborar um estudo para contextualizar os principais termos encontrados. Assim, será dado enfoque nas definições dos autores, e, em seguida, abordado alguns conceitos de acordo com essas definições, baseado nos componentes e nas características do objeto laboratório virtual.

São considerados laboratórios virtuais de acordo com SOUZA et al (2001), "os laboratórios que existem apenas nos arquivos de um sistema de computação, e, todos os seus equipamentos são desenvolvidos através de recursos de simulação, modelagem e visualização".

De acordo com FERNANDEZ et al (2000), "o ambiente que permite o acompanhamento e controle de experimentos e ensaios remotamente é chamado de laboratório virtual".

Observa-se que a primeira definição enfoca o aspecto físico na definição de virtual, enquanto que a segunda embasa-se na questão da virtualidade na forma de acesso. Por essa abordagem, percebe-se que, às vezes, o mesmo objeto laboratório pode ter definições diferentes. Dessa forma, a utilização de definições diferentes para o mesmo objeto traz incoerência quanto ao emprego dos termos.

Segundo LIMA (2004), atualmente, considerando que os laboratórios virtuais vêm adquirindo espaço crescente nos meios acadêmicos, e, com o avanço da educação à distância, a demanda por este tipo de laboratório vem aumentando com o intuito de suprir deficiências nos cursos à distância que exigem aulas práticas.

Assim, o desenvolvimento de laboratórios virtuais utilizando a internet como um meio capaz de interconectar espaços geográficos distintos surge como uma opção para as instituições de ensino, tornando mais democrática a utilização dos laboratórios existentes, promovendo o uso racional desses laboratórios e melhorando a qualidade da formação de seus alunos.

Sob o ponto de vista de LIMA (2004), o laboratório virtual surge como elemento cooperador na área de ensino, na área de P & D (pesquisa e desenvolvimento) e na de extensão. Por isso, percebe-se que há necessidade de esclarecer algumas definições e conceitos em relação ao objeto laboratório.

O **objetivo** principal e motivador deste trabalho é analisar as definições e conceitos sobre laboratórios virtuais e apresentar uma proposta inserida numa definição mais ampla do objeto laboratório, devido ao fato de não haver definições padronizadas como é observada na contextualização apresentada anteriormente.

Deste modo, a **importância** e **relevância** da pesquisa estão relacionadas com a abordagem conceitual dos termos que envolvem esse tipo de laboratório, objetivando um melhor esclarecimento na utilização desses termos.

Esta pesquisa é parte de um projeto maior que envolve a definição, conceituação, classificação dos laboratórios virtuais e tema das seguintes dissertações de mestrado: proposta de um modelo de laboratório virtual LIMA (2004) e métodos de implementação de laboratórios virtuais MEDRADO (2005) que estão sendo desenvolvidas no PPGE (Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica) da PUC-MG (Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais).

Nos **próximos tópicos** serão apresentados: Laboratório Virtual (definições e conceitos), Proposta de Definição do Objeto Laboratório e Conclusão.

2. Laboratório Virtual: definições e conceitos

Este tópico contém discussão sobre a definição e conceituação dos laboratórios, com objetivo de analisá-las, considerando os diferentes termos existentes de acordo com sua aplicação.

Primeiramente, deve-se conhecer, estudar e analisar o significado da palavra "laboratório". O dicionário AURÉLIO (1996) traz a definição de laboratório, do francês *laboratoire*, "lugar destinado ao estudo experimental de qualquer ramo da ciência ou aplicação dos conhecimentos científicos com objetivo prático". Segundo o dicionário eletrônico INFOPÉDIA (2005), o termo laboratório, do francês *laboratoire*, origina-se do latim *laboráre*, trabalhar. Um estudo elaborado por STIMSON e TOMPSETT (1997) afirma que o dicionário de Inglês Oxford (2ª Ed.) define laboratório como "um lugar ajustado, separado

para conduzir investigações práticas em ciências naturais, especialmente em química e para a elaboração ou a manufatura do produto químico. Assim, um laboratório envolve investigações práticas – ou seja, possibilidade de explorar uma situação nova".

Esta definição (Oxford 2ª Ed.) restringe-se às ciências naturais. Não inclui a engenharia e os laboratórios de idiomas, e não tem nenhuma indicação para os novos tipos de laboratórios que são possíveis através de computadores.

Observamos que o dicionário da língua portuguesa também não traz definições específicas, mas destaca o “laboratório” como lugar destinado a experiência prática. Neste contexto, podemos definir "laboratório" como um lugar real ou virtual onde se desenvolvem experimentos práticos ou simulações, presenciais ou à distância.

Para AURÉLIO (1996,) “simulação” tem origem no latim simulatione, que significa ato ou efeito de simular, experiência ou ensaio realizado com auxílio de modelos. De acordo com o dicionário eletrônico PRIBERAM (2005) “simulação” origina-se do latim simulatione s. f., ato ou efeito de simular; fingimento; disfarce representação de um sistema ou de um processo por um modelo estatístico com que se trabalha, como se tratasse desse sistema ou processo, para investigar os seus efeitos. Sob o ponto de vista de OEREN (2001) a simulação é um termo derivado do simulacre (latim) com duas conotações: aparência e ação; ambos falsificação.

Por essa abordagem, o artigo apresenta e discute as definições e conceitos sobre Laboratório Real, Laboratório Virtual, Laboratório Remoto e Laboratório Virtual Remoto.

2.1 Laboratório Real

A utilização de laboratório real é importante para a realização de pesquisas científicas e aulas práticas que necessitam de aparatos específicos como: bancadas, amostras, instrumentos de medidas, componentes eletrônicos e diversos outros aparelhos necessários a um experimento ou ensaio prático.

De acordo com PRIBERAM (2005), "a palavra real vem do latim *reale, res*, coisa; adj. 2º gén., que tem de fato existência; que não é imaginário; verdadeiro; efetivo; aquilo que é real".

Nesse sentido, segue a conceituação de alguns autores sobre laboratório real:

Segundo ROBERTS (2004), num laboratório tradicional (real) o aluno ganha experiência mais próxima possível da vida real, dada às limitações do ambiente do laboratório. Os dois principais inconvenientes do laboratório tradicional são custos e as limitações de recursos.

Para NEDIC et al (2003), "o trabalho em um laboratório real impõe hora e limites físicos para estudantes e a equipe de funcionários acadêmicos. Requer esforço programado significativo e investimentos financeiros".

De acordo com ROBERTS (2004), o acesso do estudante aos quadros do laboratório está restrito tipicamente aos horários distribuídos, geralmente só é permitido quando um membro da equipe de funcionários está presente. O acesso ao laboratório e aos equipamentos, na maioria das vezes, é caro e inviável para o uso do estudante.

Nesse contexto, destaca-se a importância do laboratório real (presencial), por possibilitar melhor aprendizado, aplicando a teoria à prática. As aulas práticas experimentais são essenciais para a formação do aluno na educação tecnológica.

2.2 Laboratório Virtual

Os laboratórios virtuais, historicamente recentes, surgiram da necessidade de adaptação dos laboratórios reais em um novo contexto capaz de atender ao aluno geograficamente distante. Para o objetos laboratório virtual ainda não existe definição e conceituação padronizadas ou consenso entre os pesquisadores envolvidos.

Definindo a palavra "virtual", AURÉLIO (1996) cita: "virtual do latim escolástico virtuale que existe como faculdade, suscetível de se realizar. Diz-se do que está predeterminado e contém todas as condições essenciais à sua realização. Opõe-se, nesta acepção, ao atual". Segundo PRIBERAM (2005) define "virtual" do lat. virtus adj. 2 gén., que existe como faculdade, mas sem exercício ou efeito atual; potencial; possível; susceptível de se exercer ou realizar; analógico; diz-se das imagens formadas, não pelos raios refletidos, mas sim pelos prolongamentos deste".

Embora a palavra virtual não apresente grandes variações de significado entre autores, o mesmo não ocorre com o laboratório virtual. Os conceitos e definições sobre esse tipo de laboratório difere de autor para autor que, entre tantas definições, é apresentado como ambiente, programa, bancada e outros.

Para ALBU e HOLBERT (2003), um laboratório virtual é definido como "ambiente de desenvolvimento interativo para criar e conduzir experimentos simulados".

De acordo com ROBERTS (2004), os laboratórios virtuais são laboratórios baseados na simulação por computador que produz resultados similares aos reais.

Segundo FERNANDEZ et all (2000), "o ambiente que permite o acompanhamento e controle de experimentos e ensaios remotamente é chamado de laboratório virtual".

Para ÁLVARES et all (2003), "os laboratórios virtuais podem ser uma bancada de testes de um sistema visando elaborar métodos para seu controle ou mesmo simulação de um sistema".

BORGES (2002), comenta que "existe a união da instrumentação virtual com as novas tecnologias de hardware e software para controle de equipamentos à distância que vem trazendo ganhos nos processos de aprendizado. Os ensaios e experimentos são desenvolvidos baseando-se na instrumentação virtual para que o controle de instrumentos possa ser realizado através de um computador conectado, via rede, diretamente aos instrumentos reais".

De acordo com NOGUÉZ et all (2003), "um modelo de laboratório virtual é orientado para desenvolver ferramentas de software da simulação com um grau elevado de complexidade capaz de representar as situações tão reais como possível".

Observa-se que, ao ser definido, o objeto laboratório virtual, na maioria das vezes, é confundido com outros tipos de laboratórios. Existem autores que afirmam que o laboratório virtual é desenvolvido para conduzir experimentos simulados, ou seja, são simuladores de coisa real. Outros dizem que é o acompanhamento e controle de experimentos e ensaios realizados de forma remota. E ainda, demonstrativos interativos sofisticados. Claramente, percebe-se não existir uma definição padronizada sobre esses laboratórios. Ocorre uma mistura de termos e conceitos que, em alguns casos, levam a contradições no que se refere a "ser virtual".

2.2.1 Laboratório Exclusivamente Virtual

O laboratório chamado exclusivamente virtual tem por característica principal o seu funcionamento. É um laboratório onde todos os seus componentes são virtuais.

De acordo com o dicionário eletrônico PRIBERAM (2005) "exclusivamente adv., de modo exclusivo. adj., que exclui; privativo".

Para SOUZA et all (2001), "um laboratório com conteúdo exclusivamente virtual baseia o funcionamento no uso de simulações, modelagens e visualizações".

Alguns autores relutam em classificá-lo como laboratório, mas a verdade é que eles podem ser projetados para cumprir alguns dos pressupostos de um laboratório real, muito embora não consigam substituí-los como fonte de experiências reais. Um laboratório virtual poderia ser usado, também, para treinar alunos para atividades a serem desempenhadas e que envolveriam alguma forma de risco na sua realização, por exemplo, experiências na área de engenharia elétrica que estuda e desenvolve sistemas de alta tensão ou para realizar experiências que funcionariam como preparatórias para o laboratório real.

Neste sentido, outros autores chamam o "laboratório exclusivamente virtual" simplesmente de Laboratório Virtual, como observa-se nas citações a seguir:

Para ROBERTS et all (2004), "laboratórios virtuais são laboratórios baseados na simulação por computador que produz resultados similares aos reais".

De acordo com ÁLVARES et all (2002), "laboratórios virtuais são simulações de dispositivos físicos por meio de software, estes podem ser considerados demos interativos sofisticados".

Percebe-se a dificuldade em definir o objeto laboratório exclusivamente virtual pela abordagem desses autores.

2.3 Laboratório Remoto

Nos laboratórios remotos podem ser realizados experimentos e ensaios com a veracidade de um experimento em um laboratório real. O diferencial neste tipo de laboratório é a questão da não presença no local onde o experimento é realizado.

Na definição do termo, de acordo com PRIBERAM (2005), "remoto do latim remotu adj., muito distante; longínquo; por ext. antigo". Para INFOPÉDIA (2005), "o que sucedeu há muito; que está muito distanciado; afastado; longínquo".

Para BOHUS et all (1995), "o laboratório remoto surgiu como importante alternativa para a realização de práticas laboratoriais de qualidade sendo que, os primeiros laboratórios remotos foram apresentados na área de engenharia de automação e controle".

De acordo com TAYLOR e TREVELYAN (1995), o acesso via Internet, proporcionou um amplo grau de liberdade, tornando os laboratórios remotos muito atraentes para as demais áreas da engenharia.

Para ROBERTS (2004), o laboratório remoto envolve tipicamente conduzir uma experiência física pelo controle remoto (geralmente de um Web site).

Sob o ponto de vista de ÁLVARES et all (2003), "os laboratórios remotos permitem que experimentos reais do laboratório sejam controlados remotamente através de uma conexão Internet via Web".

Para SANTOS et all (2004), "o laboratório remoto permite a interação com processos reais permitindo ao usuário a análise de problemas práticos "do mundo real" como ruídos, a não-linearidade de processos, entre outros, os quais usualmente não são tratados em teoria, mas que na prática devem ser considerados devido a sua influência nos resultados esperados.

De acordo com BORSTEL e GORDILHO (2004), neste tipo de laboratório remoto o usuário tem a interação com o equipamento físico, dando a ele as habilidades práticas que enfrentam as situações a que poderia ser difícil modelar em uma simulação.

Observa-se que, na definição e conceituação do laboratório remoto, já não existe tanta divergência entre os autores, procura-se direcioná-lo para as atividades práticas e para sua ampla aplicabilidade.

Neste sentido, nota-se que a utilização do laboratório remoto como elemento cooperador nos ensaios e experimentos torna-se cada vez mais importante, devido à oportunidade que o usuário tem de realizar os experimentos em locais e horários diferentes. Outra colocação importante é quanto a realização de experimentos a distância, principalmente no caso de acompanhamento de manipulação de atividades de risco para o homem, como na exploração de petróleo, onde robôs móveis são teleoperados¹ e telemonitorados² através de laboratórios remotos.

2.4 Laboratório Virtual Remoto

Para SOUZA et al (2001), "um laboratório virtual remoto consiste de um laboratório real no qual os equipamentos são controlados remotamente, a partir de um computador conectado à web. A estrutura básica de um laboratório desse tipo é formada por um conjunto de instrumentos interfaceados a um computador. Esse computador tem a função de controlar, através de softwares específicos, o funcionamento dos equipamentos a ele interligado. O usuário remoto acessa, controla o computador do laboratório, aciona equipamentos, faz observações, testa condições e coleta dados. O alcance desse tipo de tecnologia é vasto desde um simples laboratório que não permite ao usuário criar sua própria experiência, até laboratório virtual de alcance mundial formados pela conexão de vários laboratórios".

Não é claro o conceito de alguns autores sobre os laboratórios considerados virtuais remotos. Através desses conceitos não é possível perceber a diferença entre o laboratório remoto e o laboratório virtual remoto.

3. Proposta de definição do objeto laboratório

As transformações tecnológicas observadas ao longo das últimas décadas, tornaram obrigatória a redefinição de alguns conceitos e criaram vários objetos que pudessem ser projetados e desenvolvidos usando estas transformações tecnológicas. Os laboratórios certamente pertencem a essa classe de objetos, sendo necessário apenas redefinir seus conceitos, tendo em vista que, entre outros elementos que compõe o laboratório, o espaço³ de trabalho também deixou de ser necessariamente real. O termo "virtual" passou a adjetivar alguns laboratórios, criando uma nova subclasse denominada "laboratórios virtuais"

Há conceitos que, por sua pouca ou grande dependência com outros já dominantes demoram em se firmar, pode ser que isto tenha ocorrido com a expressão laboratório virtual.

Por ser dominante e também mais simples, optou-se por generalizar como laboratórios virtuais todos os laboratórios que tivesse algum tipo de virtualidade. Por isso, a existência de tantas divergências entre os autores. A utilização de conceitos diferentes para o mesmo objeto trouxe incoerências no emprego dos termos, causando confusão em sua utilização.

¹Teleoperação é definida como o controle contínuo e direto de uma máquina remota ÁLVARES e TOURINO (2000).

²Telemonitoração – permite ao usuário visualizar e monitorar o ambiente através da câmara de vídeo ÁLVARES e TOURINO (2000).

³ Espaço: do Lat. *Spatiu* s. m., extensão indefinida; vácuo situado além da atmosfera da terra, onde se encontram todos os corpos celestes do Universo; área; duração; Mecân., trajetória descrita por um ponto em movimento. loc. adv., de -: espaçadamente com intervalos, de tempos a tempos. Priberam (2005).

Nesse sentido, este trabalho pretende começar a discutir essas definições e apresentar uma proposta inicial de padronização dos termos, de acordo com os elementos que compõe o laboratório.

Para tornar mais clara a definição do objeto laboratório, uma abordagem matemática será utilizada através da teoria de conjunto. Desta forma, algumas considerações sobre essa teoria serão necessárias, a saber:

Conjunto: representa uma coleção de objetos. No contexto, deste trabalho, esses objetos são representados por cada tipo de laboratório. LR (Laboratórios Reais) e LV (Laboratórios Virtuais).

Conjunto universo: é o conjunto (L) que contém todos os elementos do contexto no qual estamos trabalhando e também contém todos os conjuntos desse contexto.

Elemento: é um dos componentes de um conjunto. Esses componentes podem ser a forma de acesso, equipamentos, instrumentos, aluno, professor e outros.

Subconjunto: dados os conjuntos A e B, diz-se que A está contido em B, denotado por $A \subset B$, se todos os elementos de A também estão em B.

Pertinência: é a característica associada a um elemento que faz parte de um conjunto.

Conjunto vazio: É um conjunto que não possui elementos. É representado por \emptyset . O conjunto vazio está contido em todos os conjuntos.

Elemento neutro: O conjunto vazio \emptyset é o elemento neutro para a união (\cup) de conjuntos, tal que para todo conjunto A, se tem: $A \cup \emptyset = A$

Além das considerações sobre a teoria de conjunto, considere ser possível implementar, na prática, real ou virtualmente, cada um dos componentes de um laboratório. Cada conjunto formado representará um tipo de implementação, sendo os componentes os elementos pertencentes a esses conjuntos. Assim, podemos apresentar três classificações distintas, conforme representado nas figuras 01a e 01b. São elas:

Laboratório Real - LR: é o conjunto pertencente ao conjunto universo laboratório (L), onde todos os seus elementos (componentes) são reais. Este não possui nenhum elemento pertencente ao conjunto laboratório virtual, sendo o conjunto LV vazio.

$$LR \cup LV = LR \quad (LV = \emptyset)$$

Laboratório Virtual - LV: é o conjunto pertencente ao conjunto universo laboratório (L), onde todos os seus elementos (componentes) são virtuais. Este não possui nenhum elemento pertencente ao conjunto laboratório real, sendo o conjunto LR vazio.

$$LR \cup LV = LV \quad (LR = \emptyset)$$

Laboratório Híbrido⁴ - LH: é o conjunto pertencente ao conjunto universo laboratório, formado pela união dos conjuntos laboratório real e laboratório virtual, onde nenhuma dos conjuntos forma um conjunto vazio.

$$LH = \{LR \cup LV / LR \neq \emptyset \text{ e } LV \neq \emptyset\}$$

⁴Híbrido: (Termo) formado por elementos de línguas diferentes que resulta da junção de coisas diferentes. INFOPÉDIA (2005).

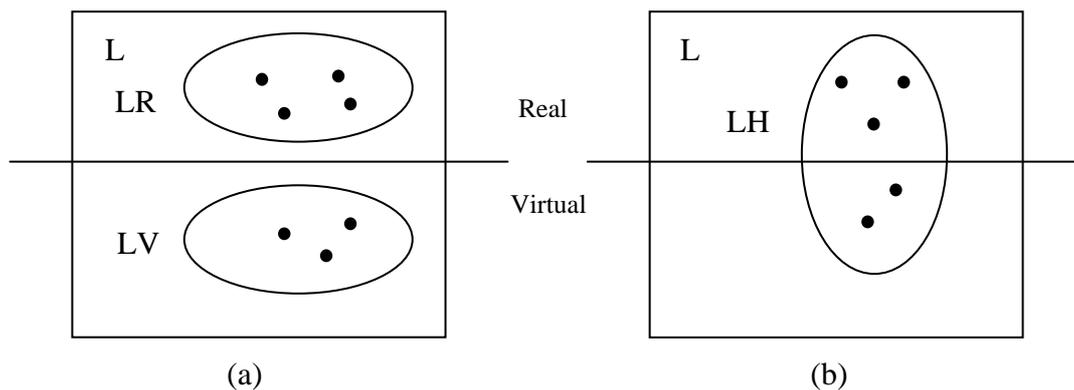


Figura 01 Classificação do Objeto Laboratório

Vamos agora analisar as classificações de um laboratório do ponto de vista de sua estrutura física e de sua forma de acesso. Considere o acesso presencial como real e o acesso remoto como virtual. Veja tabela 01.

Estrutura Física \ Forma de Acesso	Real	Virtual
	Presencial	LR
Remoto	LH	LV

Tabela 01

Podemos então, neste caso, segundo a teoria de conjunto, afirmar o seguinte:

O laboratório real é aquele onde a forma de acesso é presencial e sua estrutura física é real, ou seja, não possui nenhum elemento virtual em sua composição. Seu conteúdo é exclusivamente real;

O laboratório virtual é aquele onde a forma de acesso não é presencial, por tanto virtual, e sua estrutura física não é real, ou seja, não possui nenhum elemento real em sua composição. Seu conteúdo é exclusivamente virtual;

O laboratório híbrido é aquele formado, necessariamente, por pelo menos um elemento implementado de forma real e um elemento implementado virtualmente.

Em nossa análise, utilizamos apenas dois componentes de um laboratório (forma de acesso e estrutura física) para tornar simples a classificação, através de uma análise bidimensional, e, desta forma, introduzimos o conceito de laboratório híbrido.

Iremos demonstrar em artigos futuros que, matematicamente, cada componente de um laboratório, aqui representado por elemento de um conjunto, representa uma dimensão do espaço vetorial laboratório. Iremos demonstrar, ainda, que esse espaço pode ser multidimensional. Como afirmamos ser o laboratório real de conteúdo exclusivamente real e o laboratório virtual de conteúdo exclusivamente virtual, o aumento da dimensão de um laboratório implicará na sobrecarga de representatividade dos laboratórios híbridos, uma vez que todos os laboratórios que não forem reais ou virtuais serão considerados híbridos.

Desta forma, será necessário classificarmos os laboratórios híbridos, para não incorrer em erros de interpretação ao analisarmos esse tipo de laboratório. Como veremos futuramente, a classificação desses laboratórios dependerá de sua dimensão e, embora seja o laboratório um

espaço vetorial, portando um espaço contínuo, a classificação será representada por, apenas, um ponto nesse espaço.

4. Conclusão

Este trabalho consistiu em uma análise das divergências entre definições e conceitos do objeto laboratório virtual, realizada através de revisão bibliográfica da literatura existente. Buscamos através dessa revisão, uma padronização dos termos que cercam o assunto, e propomos uma classificação dos laboratórios como forma inicial de padronização. Entre as novas definições apresentadas, o termo híbrido, no nosso trabalho, passou a descrever a relação simultânea dos componentes de um laboratório com o mundo real e virtual.

Utilizamos a teoria de conjunto, para trazer mais clareza quanto aplicabilidade dos termos envolvidos, e mostramos ser possível relacionar objetos reais, virtuais e modelos abstratos, através do formalismo matemático.

Assim, a contribuição pretendida para este trabalho foi, além da análise e da discussão das divergências e incoerências existentes na literatura, uma abordagem matemática que, através de seu formalismo, possa abrir precedentes para novas discussões e trabalhos futuros.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBU M. M.; HOLBERT, Keith E., Embedding Remote Experimentation in Power Engineering Education. IEEE Transactions On Power Systems, Vol. 19, No. 1, February 2004.

ALLEN, R.; The Web: Interactive and multimedia education, Computer Networks and Arapaia, P., Baccigalupi, A., Cennamo, F. e Daponte, P., "A remote measurement laboratory for educational experiments", Measurement, Vol. 21, N° 4, p. 157-169, 1997

ÁLVARES, A. J. e Tourino, S. R., Desenvolvimento de um Robô Móvel Autônomo Teleoperado Via Internet, Congresso Nacional de Engenharia Mecânica 2000, Natal, RN, 7-12 de Agosto.

ÁLVARES, A. J. e Ferreira, J. C. E., Metodologia para Implantação de Laboratórios Remotos via Internet na Área de automação da Manufatura. Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação – COBEF.2003, Uberlândia, MG, 18-21 de Maio.

AURÉLIO (1996) Dicionário Aurélio. Edição 1996.

BORGES, A. P. Instrumentação Virtual Aplicada A Um Laboratório Com Acesso Pela Internet. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo (USP). Departamento de Engenharia Elétrica. São Paulo. 2002.

BORSTEL, F. V.; GORDILHO, J. L.; Ponce, B. A Generic and Modular Model to Develop Virtual Laboratories over Internet. Center for Intelligent Systems. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Monterrey, Monterrey, N.L., México.

BOHUS, C., Aktan, B., SHOR, M. H., and CROWL, L. A., "Running Control Engineering Experiments Over the Internet", Technical Report 95-60-07, Department of Computer Science, Oregon State University, Corvallis, Oregon, August 1995.

CHU K. C. . What are the benefits of a virtual laboratory for student learning?. Department of Electrical & Communications Engineering. Hong Kong. Institute of Vocational Education. HERDSA Annual International Conference, Melbourne, 12-15 July 1999.

DENIZ, D.s Z.; A Novel Approach to Remote Laboratories. 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. CO T3E-8. November 5-8, 2003, Boulder.

EIKAAS, T. I., Schmid, C., Foss, A. B., Gillet, D., A Global Remote Laboratory Experimentation Network and the Experiment Service Provider Business Model. Weingarten, Germany.

FERNANDEZ, R. O., Borges, ^a P., Peixoto, N. V. Peres-Lisboa, M. ;Ramirez-Fernandez, F. J. Laboratório Virtual Aplicado À Educação A Distância. SBIE2000 - XI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Maceió, AL. Publicado em Novembro de 2000.

INFOPÉDIA, Dicionário Online; <http://www.infopédia.pt>; acessado em 29.05.2005.

LIMA, J. F. Proposta de um Modelo de Laboratório Virtual em Engenharia Elétrica. Relatório Técnico. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC-MG. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Belo Horizonte. 2004.

LITWIN E. Tecnologia Educacional. Porto Alegre. Editora Artes Médicas, 1.997.

MEDRADO, J. R., Método de Implementação de Laboratório Virtual. Relatório Técnico. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC-MG. Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica. Belo Horizonte. 2005.

NEDIC, Z.; MACHOTKA, J.; NAFALSK, A. Remote Laboratories Versus Virtual and Real Laboratories.. 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference. CO T3E-8. November 5-8, 2003, Boulder

NOGUEZ, J. SUCAR, E., RAMOS, F. A Probabilistic Relational Student Model for Virtual Laboratories. *Publicado en: 11th International Conference on Artificial Intelligence in Education. Artificial Intelligence in Education Society. Sydney, Australia. 18 al 27 de julio del 2003.*

OEREN, T. Impact of data on simulation: from early practices to federated and agent-directed simulation, in *Proceedings of EUROSIM 2001, Shaping Future with Simulation*, A.W. Heemink, L. Dekker, H. de Swaan Arons, I. Smit and Th.L. van Stijn, Eds., Delft, NL, June 2001.

PRIBERAM, Dicionário online; <http://www.priberam.pt>; acessado em 27.05.2005.

QUEIROZ, L. R.; BERGERMAN, M.; MACHADO, R. C.; BUENO, S. S.; ELFES, A. Educação a Distância em Robótica e Visão Computacional. <http://www.inf.ufsc.br/revista/nr3/Queiroz03.htm>.

ROBERTS T. J. The Virtual Machines Laboratory. *Australasian J. of Engng. Educ., online publication 2004-01.*

SOUZA, A. L.; OLIVEIRA, J. C.; SANTOS, M. P. L. Recursos da Computação Gráfica para o Desenvolvimento de um Laboratório Virtual de Teoria Eletromagnética. COBENGE, 2001. Porto Alegre, Setembro de 2001.

SANTOS, R. J.; BAUCHSPIESS, A.; BORGES, G. A. LABORATÓRIO REMOTO DE AUTOMAÇÃO PREDIAL. Laboratório de Automação, Visão e Sistemas Inteligentes - Grupo de Instrumentação, Controle e Automação (GICA). Departamento de Engenharia Elétrica. Universidade de Brasília. COBENGE. 2004.

STIMSON, G.; TOMPSETT, B.; The potential contribution of virtual and remote laboratories to the development of a shared virtual learning environment: Report. JSC Technogy Applications Programme – JTAP.1997. University of Hull.

TAYLOR, K.; TREVELYAN, J. Australia's Telerobot On The Web, 26th International Symposium On Industrial Robots. Singapore 4, October 1995.

VÄÄNÄNEN, M. Virtual Models in the Pbl of Production Automation. *Exploring Innovation in Education and Research ©iCEER-200. Tainan, Taiwan, 1-5 March 2005.*

VIRTUAL LABORATORY: PRESENTATION, ANALYSIS, CONCEPTUALIZATION And A PROPOSAL OF DEFINITION

Abstract. This article presents a conceptual boarding of the main terms used in literature on virtual laboratory with the objective to define and to classify these virtual laboratories in accordance with the type of access and physical structure. The used method will be revision of literature and analysis of the types of existing laboratories. The main contribution will be to approach the some definitions for the same object for diverse authors, and, after that, to try to present some concepts of virtual laboratories in accordance with redefinition of the object. The justification of this research is that the definition of the terms used in literature, in the majority of the times she is confused and contradictory. The use of different concepts for the same object or different objects with the same conceptualization brings incoherence how much to the job of the terms. With this, we conclude that the work contributes for the clarification of some incoherences in the application of the concepts on virtual laboratories and better to base the adopted concepts on the works in this area.

Word-key: Virtual laboratory, Definition, Conceptualization