

UMA REFLEXÃO SOBRE LABORATÓRIOS DIDÁTICOS NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Augusto Carlos Pavão – augusto@maua.br

Escola de Engenharia Mauá – Engenharia Elétrica

Denise Marques Pinheiro – denise.pinheiro@maua.br

Escola de Engenharia Mauá – Ciclo Básico

Octavio Mattasoglio Neto – omattasoglio@maua.br

Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia – CEUN-IMT

Praça Mauá, 1.

CEP 09580-900 – São Caetano do Sul – São Paulo

***Resumo:** Neste artigo é realizada uma análise sobre os Laboratórios didáticos nos Cursos de Engenharia, envolvendo diversos aspectos da metodologia freqüentemente adotada. A efetividade do processo de transmissão do conhecimento é questionada, sugerindo-se a necessidade de mudanças nos principais paradigmas utilizados tanto na elaboração dos cursos quanto nas estratégias de ensino, para que a atividade experimental possa ocupar seu potencial. As motivações e condições para que essas mudanças ocorram, são delineadas dentro do âmbito individual de professores e de aluno, e no âmbito institucional. Algumas experiências didáticas realizadas na EEM ilustram o protótipo de uma nova forma de trabalho no laboratório didático, visando atender as demandas de um novo paradigma condizente com as expectativas das Diretrizes Curriculares de engenharia.*

***Palavras-chave:** Laboratório didático, inovação, aprendizagem ativa, trabalho em equipe.*

1 INTRODUÇÃO

Muitas funções poderiam ser atribuídas aos laboratórios didáticos nos ensino superior. De modo geral, e especificamente nas Escolas de Engenharia, os laboratórios deveriam desenvolver nos estudantes atitudes relacionadas à uma ação multidisciplinar, ao aprendizado de modelos mais realistas dos fenômenos observados e à capacidade de gerenciar o próprio conhecimento. Para alcançar esses objetivos, uma metodologia didática específica deveria ser implementada e aplicada nessas disciplinas, considerando; as particularidades inerentes a cada disciplina experimental e, também, considerando o conhecimento inicial do aluno que fará um curso experimental.

No entanto, o que se observa de fato, em muitas escolas de engenharia e, na maioria das disciplinas experimentais, é a aplicação de uma metodologia fundamentada numa estruturação extremamente linear, que conta com uma participação demasiado passiva do aluno. Isto

resulta em aulas rígidas e sem motivação, nas quais o aluno apenas verifica determinada lei física ou expressão teórica de um sistema.

Pese ainda o fato de que o número de alunos em turmas de Laboratório é, via de regra, bem inferior à das turmas de aulas teóricas, obtém-se uma realidade que pode ser assim resumida: no espaço mais privilegiado, no sentido de interação professor-aluno, e de objetivos a serem atingidos, a efetividade do processo de ensino-aprendizagem é extremamente prejudicada pela falta de uma metodologia adequada. Neste trabalho procura-se tanto identificar causas que têm delineado essa realidade bem como propor alternativas baseadas na experimentação realizada na EEM.

2 UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Diversos autores identificam aspectos que mostram que os laboratórios didáticos são subutilizados frente ao potencial didático que encerram.

- A não *problematização* dos experimentos, geralmente apresentados aos alunos como mera ilustração de uma teoria acabada e perfeita, reforçando a idéia de um dogmatismo irreal da ciência;
- A quase *inexistente experimentação* cabendo aos alunos se limitarem a seguir roteiros sem que possam se dedicar a explorar: equipamentos, instrumentos, materiais e metodologias de resolução dos problemas, que encontram apenas no laboratório de Física;
- A *terminalidade* que cada experimento tem em si, começando e encerrando-se numa mesma aula, muitas vezes não sendo retomado mesmo após a correção do relatório pelo professor.
- A falta de exploração do laboratório didático como ambiente de *troca de informações e intercâmbio* entre os grupos de uma turma.
- O *excesso de informações* com que o aluno tem contato no curto intervalo de tempo de uma aula, com privilégio do número grande de experimentos no laboratório didático sobre outros aspectos como a metodologia.

Os aspectos acima agrupados (MATTASOGLIO & VILLANI, 1998), são encontrados em muitos laboratórios didáticos das mais diversas áreas, e revelam uma preocupação pelo conteúdo e com a parte institucional dos cursos, em detrimento de aspectos didáticos que promova uma aprendizagem significativa.

2.1 As diretrizes do ensino médio e do ensino superior

Um outro aspecto relacionado à discussão sobre os cursos experimentais, diz respeito às expectativas e aos objetivos dos cursos no ensino médio e no ensino superior.

O ensino atual pede atitudes e uma formatação que atenda diretrizes próprias do nível de ensino a que ele se refere. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCN (MEC, 1998), área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias – indicam três dimensões que devem ser contempladas pelas subáreas de conhecimento: Representação e comunicação; Investigação e compreensão e; Contextualização sócio-cultural.

Essas dimensões detalham competências que o aluno do ensino médio deve ter ao concluir esse grau. De uma análise simples pode-se perceber que essas competências representam uma explicitação de conhecimentos que vai além dos sumários de livros didáticos, chegando a uma compreensão do mundo que cerca esse aluno. O aluno egresso do ensino médio não é aquele que muitos professores desejariam que fosse, ou seja, conhecedor profundo das principais equações que determinam as leis físicas. Por outro lado, esse aluno

deve trazer a competência de “ler o mundo”, investigar e contextualizar esse conhecimento. Literalmente destacamos do PCN como habilidade dos egressos do ensino médio:

- *Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos. Compreender manuais de instalação e utilização de aparelhos.*
- *Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas ...*
- *Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar ...*
- *Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.*
- *Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o “como funciona” de aparelhos.*
- *Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.*
- *Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvam aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.*

O que se percebe é que o aluno egresso do ensino médio traz uma forte deficiência, tanto em aspectos relativos aos conhecimentos específicos dos conteúdos básicos para o aprendizado em engenharia (física, matemática, etc), quanto com relação às competências necessárias para sua adaptação à vida acadêmica no ensino superior (metodologia para o trabalho acadêmico) (ARA et al, 2005), apesar do aluno mostrar indícios de conhecimentos das competências descritas nas dimensões do PCNs.

Por sua vez, no ensino superior, as Diretrizes Curriculares – DCs – são orientadoras do trabalho que deve ser desenvolvido no processo de ensino aprendizagem das diversas áreas de conhecimentos.

As DCs dos cursos de engenharia (MEC, 2002), apresentam diversas competências que deveriam ser atingidas nos egressos desses cursos. Dentre elas destacamos:

- II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;*
- V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;*
- VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;*
- VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;*
- IX - atuar em equipes multidisciplinares;*
- X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;*

Se considerarmos a transição ensino médio ensino superior, notamos uma continuidade e uma forte contribuição das disciplinas experimentais para a formação do engenheiro.

Numa visão mais atual para o laboratório didático, há a necessidade de tornar os problemas enfrentados pelos alunos como problemas reais, que envolvam o aluno no processo de aprendizagem. Tomando emprestadas as palavras de Saviani (1973), “*problema, apesar do desgaste determinando pelo uso excessivo do termo, possui um sentido profundamente vital e altamente dramático para a existência humana, pois indica uma situação de impasse. Trata-se de uma necessidade que se impõe objetivamente e é assumida subjetivamente. ... Ao desafio da realidade, representado pelo problema, o homem responde com a reflexão.*”

2.2 A organização do processo de ensino no laboratório

No que se refere especificamente à organização do trabalho das aulas de laboratório verifica-se uma concepção de linearidade na organização dos conteúdos, cujo pressuposto é o controle sobre o conteúdo ensinado e o conseqüente controle sobre a aprendizagem do aluno. No entanto, a aprendizagem envolve inúmeros fatores que interferem nesse processo, o que torna complexo e difícil o seu controle, levando os professores a elegerem algumas

características e sobre elas realizarem avaliações. Outras dimensões, particularmente aquelas ligadas à habilidades e a atitudes, são difíceis de serem avaliadas, e por isso não são identificados indicadores que possam realizar o controle sobre a aprendizagem dessas dimensões (MASETTO, 2003).

Por outro lado sobre o processo de ensino têm-se a possibilidade de um grande controle, o que leva à organização de cursos muito bem organizados e estruturados, com seqüência lógica impecável, e um processo de aprendizagem pobre, no qual o aluno é um ótimo cumpridor de tarefas, sem conquistar habilidades e atitudes desejáveis nas DCs de engenharia. São cursos enfadonhos e não motivadores, por não traduzirem em significado a aprendizagem dos alunos.

Não se está aqui defendendo a desorganização do processo de ensino, mas sim o privilégio dessa organização em detrimento da criação de uma estrutura que traduza significados que promovam efetivamente a aprendizagem dos alunos.

Essa visão pode ser associada às visões sobre o processo de ensino particularmente àquele ligado às ciências naturais. Sandoval & all, (1995) indicam quatro enfoques diferentes atribuídos ao trabalho em sala de aula:

a) O paradigma dogmático-escolástico

Baseado na transmissão-recepção de conhecimentos elaborados e no qual o professor (eventualmente, o livro) é quem possui o conhecimento, que passa a um estudante que atua como receptor passivo. O conhecimento se apresenta como conteúdo acabado e fechado em si mesmo.

Nesse modelo recorre-se a prática de laboratório, somente para exemplificar a teoria. Os exemplos reais estão praticamente ausentes, e os problemas de lápis e papel são complicações matemáticas das mesmas situações estereotipadas dos modelos abstratos apresentados em classe.

b) O paradigma indutivo-empirista

Nesta orientação concebe-se o conhecimento científico como o fruto de um processo indutivo a partir de uma suposta observação objetiva e neutra dos fatos. O critério de verdade resulta ser a evidência sensorial incluindo o senso comum. O modelo de aprendizagem supõe uma concepção epistemológica que reduz o conhecimento científico a uma elaboração individual baseada no senso comum.

c) O paradigma cientificista

Privilegia fortemente os aspectos sintáticos (formais, lógicos, metodológicos) da ciência em detrimento de seus conteúdos substanciais. No ensino se privilegiam *os métodos da ciência*, supondo que o conhecimento científico resultará da sua aplicação (conjunto de etapas ou de regras de procedimentos, bastante rígidas e independentes do conteúdo conceitual).

d) O paradigma construtivista

A “aquisição do conhecimento é interpretada como um processo no qual os sujeitos e os objetos de conhecimento interatuam dinamicamente. Considera-se que o sujeito participa ativamente em relações com o mundo físico e com outros sujeitos, e elabora assim uma construção conceitual da realidade”. Aponta ainda que o propósito é resolver situações problemáticas no marco de uma ecologia cognitiva que só é reformulada em especialíssimos casos”. “A aprendizagem do conhecimento científico se concebe em forma unificada com a familiarização e o compromisso com os objetivos, valores, métodos, etc., do trabalho científico. Nesse modelo o papel do professor é essencial para que as hipóteses, metodologia, e valores propostos pelos estudantes, e os resultados que eles obtêm, “*não só sejam cotejados entre si, mas também com as hipóteses, metodologias, valores, etc., construídas pela comunidade científica que abordou antes o problema*”.

2.3 A insatisfação com os cursos de laboratório e a dificuldade para a mudança

O panorama do ensino experimental gera insatisfação em professores e alunos. Nos primeiros ela se traduz num fazer automatizado sem vida, e com a aceitação de uma baixa eficácia no processo, mas sem a busca de condições necessárias para uma mudança efetiva. Essa ação de preservação da situação atual pode ser justificada por uma visão de auto-eficácia (AZZI et all, 2005) e dificulta a percepção de novas possibilidades mais eficientes para o processo.

No que se refere aos alunos, tanto apresentam uma concepção distorcida do trabalho experimental, como se adaptam a esse sistema, garantindo de imediato o que mais os mobiliza que é alcançar resultados positivos – notas – nas avaliações. Nada de criativo é cobrado deles, cumprindo roteiros estéreis que não exigem mais do que a habilidade de preencher lacunas.

Uma inovação nesse cenário só é possível por um processo sistemático que inclua as fases de inteligibilidade, plausibilidade e fertilidade de novas propostas para o ensino (MATTASOGLIO & PAVÃO, 2006). Mas como destaca Sandoval et all. (1995), a causa de resultados decepcionantes de propostas inovadoras está associada principalmente à *“incorreta compreensão, pelos docentes, da natureza do trabalho científico, e às inadequadas estratégias educativas derivadas dessas visões”*. A aprendizagem de conceitos é indissociável de *“procedimentos e valores que garantam as perguntas formuladas, as respostas elaboradas, os critérios usados para definir que conhecimentos serão aceitos como válidos”*.

É improvável que uma mudança mais profunda seja realizada por um professor isoladamente, sendo necessária um processo em que toda a instituição esteja comprometida. Outro fator que dificulta a inovação é a quantidade de docentes em uma mesma disciplina e a necessidade de uniformização das aulas. Certamente existe um mínimo que deve ser garantido de modo comum a todas as aulas de uma disciplina, no entanto, a amarração de detalhes do trabalho deve garantir espaço para a criatividade do trabalho do professor em sala de aula. A aula deve ser um espaço criativo. Para se ter um curso com criatividade há a necessidade de uma gestão de pessoas que incentive e valorize a participação criativa da equipe de professores, trabalhando com um objetivo comum, assim como no trabalho experimental vivenciado pelos alunos (OLIVEIRA, 2006).

3 ALGUNS DADOS SOBRE O LABORATÓRIO DIDÁTICO

Uma pesquisa realizada com alunos ingressantes do curso de engenharia na EEM aponta as expectativas desses alunos com relação ao curso.

A amostra foi composta por alunos do período diurno, num total de aproximadamente 160 alunos. A eles foi solicitado que respondessem duas perguntas individualmente na forma escrita e depois, em equipes de no máximo 6 alunos cada, as questões foram discutidas e uma resposta única foi elaborada pela equipe para as mesmas duas perguntas. Esse material gerado pelas equipes, que foi recolhido pelo Professor e em seguida apresentado oralmente pelos alunos das classes.

A primeira pergunta foi: “O que você aluno espera do curso de Laboratório de Física I?”. Os alunos tiveram as mais diversas respostas que foram agrupadas em 4 categorias:

- A. Aplicar e fixar conhecimentos de Física (aula de teoria e de exercício) no Laboratório - (59,2%);
- B. Aprender Física de maneira mais prática no Laboratório - (21,6%);
- C. Motivar à aula de laboratório - (7,0%) e;
- D. Formar profissional qualificado - (12,2%).

Dentre as respostas dadas pelos alunos encontramos:

Quadro 1 - Respostas por categoria para a questão “O que você aluno espera do curso de Laboratório de Física I?”

Categoria	Tipos de respostas
A (59,2%)	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar e fixar conhecimentos de Física - exercícios e teoria. • Aplicação prática dos conhecimentos obtidos em aula de uma forma mais clara. • Realizar diversos experimentos e atividades que ajudem a sanar dúvidas e a melhorar o desempenho nas outras aulas. • Esclarecer dúvidas. • Aulas tenham relação entre si.
B (21,6%)	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender física de uma maneira menos teórica e mais prática. • Experimentos reais do cotidiano.
C (7,0%)	<ul style="list-style-type: none"> • Aula dinâmica. • Despertar interesse. • Experiência interessante.
D.(12,2%)	<ul style="list-style-type: none"> • Preparação de um profissional bem qualificado. • Manusear equipamentos. • Sala bem equipada.

A categoria A “Aplicar e fixar conhecimentos de Física (aula de teoria e de exercício) no Laboratório” obteve a maior percentagem de citação e nota-se que existe por parte dos alunos, uma crença que o Laboratório tem serventia para aplicar experimentalmente o que a física teórica ensina; como se a aplicação prática não pudesse ser o caminho para o aprendizado teórico. Parece ser um vício oriundo dos ensinamentos anteriormente frequentados pelos alunos.

A categoria B “Aprender Física de maneira mais prática no Laboratório”, demonstra que alguns alunos gostariam de ter incorporado em sala de aula situações mais próximas do seu dia a dia para trabalho experimental na aula de Laboratório.

A categoria C “Motivar à aula de laboratório” poucos alunos escolheram esta categoria, o que demonstra um desencanto e falta de interesse do aluno pela parte experimental realizada em Laboratório, talvez devido a experiências anteriores vivenciadas no ensino médio pelos alunos, como se nada de diferente pudesse ser feito em sala que já não tivessem experimentado e conhecido.

A categoria D “Formar profissional qualificado” mostra um aluno preocupado com a sua vida profissional, sabendo ser importante o seu trabalho em sala de aula no Laboratório e principalmente se possuir boas instalações, pois isto repercutirá futuramente na sua formação como Engenheiro.

A segunda pergunta foi: “O que você aluno espera do Professor de Laboratório de Física I?”. As respostas dos alunos foram agrupadas em 6 categorias:

- A - Transmita conhecimento em geral - (29,6%)
- B – Tenha boa didática - (25,5%)
- C – Bom relacionamento entre professor e aluno - (8,3%)
- D – Que o professor apóie o aluno - (6,1%)
- E – Afetividade - (23,5%)
- F – Outras - (7,0%)

Dentre as respostas dadas pelos alunos encontramos:

Quadro 2 - Respostas por categoria para a questão “O que você aluno espera do Professor de Laboratório de Física I?”

Categoria	Tipos de respostas	
A (29,6%) (Conhecimento)	<ul style="list-style-type: none"> • Transmita conhecimentos. • Solucione dúvidas. • Competente. • Mostre aplicações práticas e úteis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fale sobre experiência de mercado. • Ensine tudo o que sabe. • Comprometimento com a aula. • Capacitado.
B (25,5%) (Boa didática)	<ul style="list-style-type: none"> • Claro na transmissão de conhecimentos. • Fazer a aula ser didática. • Claro. • Explique a matéria facilmente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coerente. • Interagir com alunos. • Explique bem. • Boa didática.
C (8,3%) (Bom relacionamento)	<ul style="list-style-type: none"> • Disposto a ajudar. • Respeite os alunos. • Chame a atenção quando necessário. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interessado. • Ter bom relacionamento.
D (6,1%) (Suporte ao aluno)	<ul style="list-style-type: none"> • Esteja presente nos momentos de dúvida. 	<ul style="list-style-type: none"> • Auxilie os alunos. • Ajude nos trabalhos.
E (23,5%) (Afetividade)	<ul style="list-style-type: none"> • Paciente • Compreensivo • Atencioso • Calma • Bom 	<ul style="list-style-type: none"> • Engraçado • Espontâneo • Simpático • Se torne amigo • Descontraído
F (7,0) (Outros)	<ul style="list-style-type: none"> • Estimule os alunos a aprender. (4,9%) • Não seja rigoroso. (0,7%) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aproveitar a aula. (0,7%) • “Se dar bem”. (0,7%)

A Categoria A “Transmita conhecimento em geral” mostra que o aluno quer um Professor que lhe transmita conhecimento através de sua competência e também que demonstre comprometimento com a aula.

Na categoria B “Tenha boa didática” há a indicação de que o aluno quer um Professor com boa didática, com coerência e com uma linguagem acessível para a transmissão clara de aula.

A categoria C “Bom relacionamento entre professor e aluno” mostra um aluno que espera um professor presente, que “olhe seu aluno nos olhos”, mantendo além de um bom relacionamento com a sala, também que saiba impor ordem na aula.

A categoria D “Que o professor apóie o aluno” mostra um aluno de certa maneira até carente, precisando ter ao seu lado um Professor que lhe dê suporte para todas as suas dúvidas e problemas.

A categoria E “Afetividade” obteve uma grande percentagem de citação e nota-se que existe por parte dos alunos uma necessidade de ter um Professor próximo a ele, passando a impressão que por ter possuído nos ensinamentos anteriores esta situação, sente a necessidade de preservar esta sensação de proteção também aqui no ensino superior.

4 EXPERIÊNCIAS DIDÁTICAS IMPLEMENTADAS

A seguir apresentamos algumas propostas de trabalho em sala de aula que procuram atender de modo mais próximo as demandas explicitadas acima para os cursos de engenharia.

4.1 Leitura de manuais técnicos

Como primeira atividade de laboratório de Física 1, foram apresentados recortes de manuais técnicos de equipamentos que fazem parte do nosso dia-a-dia (Carro, aparelho celular, reproduzidor de DVD e vídeo-cassete) e solicitado, para cada caso apresentado, que o aluno criasse um quadro no qual fossem indicadas: as grandezas físicas que aparecem nos trechos de manuais, as quantidades associadas a estas grandezas, as unidades em que elas estão representadas e se as unidades utilizadas são do sistema internacional de unidades (SI). Um dos manuais apresentados é mostrado abaixo.

Ficha técnica	
MOTOR	1.8L 8V Flexpower
Combustível	Gasolina / Álcool
Tipo	Transversal Dianteira
Número de cilindros	4 em linha
Número de mancais principais	5
Ordem de ignição	1 - 3 - 4 - 2
Diâmetro interno do cilindro	80,5 mm
Curso do êmbolo	88,2 mm
Cilindrada	1.796 cm ³
Rotação de marcha lenta	700 - 800 rpm
Relação de compressão	10,5:1
Potência máxima líquida (NBR ISO 1585)	Gasolina: 105 CV (77,2 kW) a 5.400 rpm Álcool: 109 CV (80,2 kW) a 5.400 rpm
Torque máximo líquido (NBR ISO 1585)	Gasolina: 170 N.m (17,3 kgf.m) a 3.000 rpm Álcool: 178 N.m (18,2 kgf.m) a 3.000 rpm
Rotação de corte	6.400 rpm

Fonte: Manual do proprietário da Meriva, modelo 2004 - GM.

Nessa atividade, que precedia qualquer explicação de conteúdo, o aluno poderia mostrar seu conhecimento sobre grandezas, unidades e sistema internacional de unidades. Segundo os PCNs esse deveria ser um conhecimento que o aluno deveria trazer do ensino médio.

A amostra foi composta por alunos do período diurno, num total de aproximadamente 100 alunos.

Nessa atividade a grande maioria (100%) dos alunos demonstrou conhecer e reconhecer no manual as grandezas físicas, assim como conseguiram identificar as unidades no Sistema Internacional e também fora do S.I.

4.2 Medições de grandezas físicas

Numa outra atividade os alunos deveriam realizar medições de grandezas físicas numa aula de laboratório de Física I. A opção foi a criação do que chamamos estações de medição, num total de cinco (5), nas quais foram realizadas medições de cinco (5) das sete (7) grandezas fundamentais do SI de unidades. São elas: massa, comprimento, tempo, temperatura e corrente elétrica.

Um choque inicial foi o fato de medirmos grandezas que “não pertenciam ao laboratório de Física I” (corrente elétrica e temperatura). Por outro lado a atividade além de citar as grandezas fundamentais, permitia que os alunos medissem essas grandezas, o que contribuiria para sua fixação, pois além de ouvir sobre o tema, realizaram medições, tornando essa experiência mais significativa.

Inicialmente foi solicitado aos alunos que realizassem o reconhecimento dos instrumentos de medição. Em cada estação de medição havia dois equipamentos de medição da respectiva grandeza, em algumas um analógico e outro digital, em outras bancadas, dois analógicos com características diferentes - fundo de escala ou natureza, por exemplo. Os diferentes instrumentos davam margem para a discussão sobre incerteza. Em seguida foi solicitado que realizassem a medição das grandezas abaixo indicadas, com cada instrumento disponível e, ainda, com a seguinte solicitação: “*Se as medidas obtidas com um mesmo instrumento apresentarem variação, apresente todas as medidas obtidas e indique o **melhor valor experimental** para a grandeza*”.

- a) A altura da face superior do tampo da bancada em relação ao solo;
- b) A massa de um aparelho celular – identifique o modelo do aparelho;
- c) O tempo de oscilação de um pêndulo simples;
- d) A temperatura de uma mistura de água e gelo;
- e) A corrente elétrica gerada por uma bateria elétrica – identifique a tensão nominal da bateria.

A amostra foi composta por alunos do período diurno, num total de aproximadamente 100 alunos.

Nessa atividade os alunos em forma de tabela listaram os equipamentos utilizados para medição se analógicos ou digitais, nome da grandeza física medida pelo equipamento, unidade de leitura, maior e menor medida obtida com esse equipamento, menor divisão do equipamento e se a unidade era ou não do Sistema Internacional.

A grande maioria dos alunos (100% aproximadamente) identificou e listou perfeitamente os equipamentos de medida, assim como o nome das grandezas e unidades de leitura e, ainda, se estavam representadas em unidades do SI. Porém nos itens maior e menor medida e menor divisão, 90% dos alunos não souberam identificá-las.

4.3 Experiência num laboratório de elétrica

A criação de novos cursos é um momento apropriado para a experimentação de novas metodologias. Um dos fatores para isto é a ausência de um material prévio, e a exigência de criação favorece o desenvolvimento de conteúdo e estratégias inovadoras para o trabalho docente. Nesse contexto, é relatado a seguir o desenvolvimento de uma nova concepção de atividade nos laboratórios do Curso de Engenharia Elétrica da EEM.

As diversas disciplinas com aulas de Laboratório do Curso de Engenharia Elétrica, ênfase em Eletrônica têm a seguinte formatação básica:

- São fornecidas aos alunos apostilas sobre cada uma das experiências a serem realizadas;
- Nas apostilas estão incluídos geralmente uma introdução teórica e diagramas esquemáticos completos dos circuitos a serem montados pelos alunos;
- Todas as medidas e conclusões são direcionadas pelo texto da apostila;
- Na maioria das vezes, conhecimentos de experiências anteriores, incluindo outras disciplinas de Laboratório e também conceitos vistos em Teoria, não são exigidos do aluno como pré-requisitos, mas são reapresentados e explicados pelo professor quando necessário;
- A seqüência de experiências não leva geralmente a experimentos mais complexos e/ou abrangentes, apenas a experimentos diferentes.

Este é o modelo tradicional é seguido, provavelmente, na grande maioria dos Cursos de Engenharia Elétrica. No planejamento de um curso novo, dentro da ênfase de Telecomunicações, foi adotado um modelo diferente:

1. Os roteiros fornecidos aos alunos foram extremamente simplificados, não incluindo diagramas esquemáticos e com uma introdução teórica sucinta;

2. Os próprios alunos deveriam projetar um sistema adequado que atendesse as especificações propostas;
3. Parte das atividades dos alunos consistia em identificar componentes adequados, verificar sua disponibilidade no almoxarifado e pesquisar na Internet ou em *Datasheets* as suas respectivas especificações, que antes eram fornecidas juntamente com a apostila.

Os itens 2 e 3 têm as seguintes premissas:

- a) Por ser um laboratório do quarto ano do curso, o aluno já teve anteriormente laboratórios e disciplinas teóricas relacionadas a componentes e circuitos eletrônicos analógicos e digitais;
- b) O objetivo básico de um curso de engenharia é capacitar o aluno a utilizar, de forma integrada, diversos conhecimentos na concepção de um sistema, e o Laboratório parece ser o ambiente propício para exercitar essa capacidade, ao invés de fornecer projetos prontos aos alunos;

Essa nova metodologia foi aplicada a duas turmas diferentes e em ambas notou-se um progressivo interesse pela nova forma de trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mudar e inovar nas disciplinas experimentais nos cursos de engenharia é necessário e premente. Essa mudança deve aproximar os experimentos e problemas, principalmente nos laboratórios de disciplinas não profissionalizantes, de problemas próprios da engenharia. Mas e principalmente, o laboratório deve-se trabalhar no sentido de que o laboratório não seja entendido somente como um local de verificação da teoria mas, um local de leitura e investigação do mundo que nos cerca, levando os alunos a tirarem informações desse mundo.

Os dados indicam que o aluno traz informações relevantes do ensino médio e, ainda que sejam informações básicas, atendem as exigências dos PCNs e devem ser consideradas no ingresso no ensino superior. Além disso, numa abordagem construtivista, o potencial desse aluno deve ser aproveitado, na criação de propostas para a resolução dos problemas que forem criados para serem resolvidos no laboratório didático. Trabalhar considerando as competências descritas nos PCNs é, parece, mais apropriado do que contar com uma erudição em conhecimentos científicos, que foram privilegiados num tempo em que não contávamos com ferramentas que hoje dispomos para o ensino.

No entanto, antes de uma mudança na estrutura física ou na organização dos conteúdos, há a necessidade de uma mudança nas atitudes do professor frente ao processo de ensino. A opção pela construção de significados pede do professor uma abordagem alinhada com um paradigma que faça de sala de aula um espaço de investigação, no qual até ele aprenda juntamente com seu aluno.

Ao laboratório há de se atribuir a função de aproximar o aluno de conteúdo próprios do trabalho experimental e da investigação além dos conhecimentos específicos da disciplina. Esses conteúdos devem se relacionar na busca de soluções aos problemas propostos. O desafio é promover um trabalho que contemple ambos os objetivos. O laboratório didático deve ir além de ser um espaço para promover a aprendizagem de metodologia científica.

Se há a necessidade de uma atitude diferenciada para a condução do trabalho em sala de aula, há antes a necessidade de uma atitude diferenciada dos professores na construção desse novo modelo de ensino. É certo que a mudança é determinada pelas condições de contorno com instituição, exigências externas – MEC – dentre outras, no entanto há uma motivação interna que move a mudança e as equipes de professores devem atender o apelo de mudança e flexibilidade do mundo moderno para mudar o dia-a-dia da sala de aula.

Agradecimentos

À Escola de Engenharia Mauá pela possibilidade de coleta de dados sobre o laboratório didático em seus cursos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARA, A. B.; MATTASOGLIO NETO, O. , BOSCAINO, E. G.,. Modificações nas representações de alunos num curso de engenharia após cursarem as duas primeiras séries do ciclo básico. In: **ACTAS DO SEMINÁRIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E TRABALHO**. Aveiro, Portugal. **Actas**. Universidade de Aveiro, 2005.

AZZI, R. G.; JORGE, S. A. P.; MACIEL, A. C. Crenças de auto-eficácia docente. In: **Congresso Internacional Educação e Trabalho**, 2005, Aveiro - Portugal. Congresso Internacional Educação e Trabalho - Representações Sociais, Competências e Trajetórias Profissionais, 2005. v. 1. p. 1-8.

MASETTO, M. T. **Competências Pedagógicas do Professor Universitário**. São Paulo: Papyrus, 2003.

MATTASOGLIO Neto, O. & VILLANI, A. Uma proposta inovadora para o laboratório de Física do Ciclo Básico. In: **Anais** do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. São Paulo, São Paulo. Universidade São Judas, 1998.

MATTASOGLIO Neto, O. & PAVÃO, A. C. Estudo da implementação de uma proposta contextualizadora e ativa nas aulas do Ciclo Básico de um curso de engenharia – a construção do projeto pedagógico. In: **Anais** do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE 2006. Passo Fundo, RS. Universidade de Passo Fundo, 2006.

MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais** – Ensino Médio. Brasília, 1998.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior. Diretrizes Curriculares para os cursos de engenharia. **Resolução CNE/CES nº 11**, de 11 de março de 2002.

OLIVEIRA, F. M. G. de S. A.; CUNHA, J. M. F.; BORGES, G. A. B. Um curso de laboratório para o ensino de controle fuzzy. In: **Anais** do XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE 2006. Passo Fundo, RS. Universidade de Passo Fundo, 2006.

SANDOVAL, J. S. de; CUDMANI, L. C. de; MADOZZO, M. J. de, Las Concepciones Epistemológicas de los Docentes en la Enseñanza de las Ciencia Fáticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 17, nº 1, 1995.

SAVIANI, D. A filosofia na formação do educador. In: **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. Campinas: Autores Associados, 1973.

A DISCUSSION ABOUT DIDACTIC LAB IN ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *In this article an analysis is performed about didactic laboratories in engineering courses, involving several aspects of methodology often adopted. The effectiveness of knowledge transmission process is questioned, and it's necessary to change the main paradigms used both in design courses as in the student evaluation for the experimental activity can reach its potential. The condition and motivation for changing are understood like personal demands of teacher, performed on institutional atmosphere. Some didactic experiences were done in EEM show a new design of work in labs, to fulfill demands of emerged paradigm, according to Curricular Directress of engineering courses.*

Key-words: *Didactic Laboratory, Innovation, Active learning, Work teams.*