

O LABORATÓRIO DIDÁTICO DE METROLOGIA NA ENGENHARIA MECÂNICA

Aparecida Celina Jarletti – ajarletti@unicenp.edu.br

Pablo Deivid Valle – pablo@unicenp.edu.br

Ricardo Artigas Langer – artigas@unicenp.edu.br

Wilson Radi El Maftoum – maftoum@unicenp.edu.br

Centro Universitário Positivo – UnicenP

Rua Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300, Ecoville, 81280 - 330 - Curitiba – PR

***Resumo.** O mundo globalizado proporciona um grau elevado de competitividade entre as empresas dos mais variados segmentos. A busca por maior produtividade, menor custo, eliminação de desperdícios, flexibilidade, excelência na qualidade e resposta rápida às necessidades do cliente final proporciona um momento único na história dos sistemas de produção; período de máxima performance de máquinas e homens. Nesse contexto, os alunos de engenharia devem ser treinados e capacitados ao longo do curso nas diversas áreas tecnológicas inerentes a cada profissão e, sobretudo, no comportamento emocional para conviver com o atual cenário das organizações. Assim sendo, o educador precisa trabalhar formas e metodologias inovadoras que proporcionem ao aluno exercitar os aspectos supracitados e desenvolver sua criatividade. A utilização de bancadas didáticas para esclarecer de maneira mais eficaz os conceitos técnicos é fundamental para obter o nível de aprendizagem desejado por parte dos professores. Nesse estudo de caso, aulas de metrologia tornaram-se diferentes com a utilização de pequenas máquinas que reproduzem a função básica dos equipamentos usados no meio industrial, porém mais acessíveis e simples, acarretando dessa forma uma visão completa – técnica e funcional – do equipamento como um todo. Além do conteúdo específico da bancada, outra característica que é desenvolvida no decorrer do experimento é o trabalho em equipe e a convivência com diferentes formas de pensar, ou seja, treina-se também o comportamento emocional. Logo, equilibrar os conceitos teóricos e práticos com a convivência entre pessoas diferentes acaba sendo um diferencial nas disciplinas que aplicam essa metodologia proposta.*

***Palavras-chave:** Laboratório didático, Metrologia, Engenharia, Equipe.*

1. INTRODUÇÃO

O ISO/IEC Guide:2004 define metrologia como a área do conhecimento relacionada com a medição, abrangendo todos os aspectos teóricos e práticos relativo às medições, qualquer que seja a incerteza de medição, e campos de aplicação. Medição é um processo experimental para obtenção de informações sobre a magnitude de uma grandeza.

O laboratório didático é um importante recurso pedagógico utilizado no ensino-aprendizagem de disciplinas tecnológicas dos cursos de graduação em engenharia, notadamente na Engenharia Mecânica. Grandini & Grandini (2004) salientam que “podem-se identificar duas linhas filosóficas que norteiam o processo de aprendizagem com relação aos objetivos do laboratório didático. Uma linha defende que para sedimentar os conceitos expostos em aulas teóricas é necessária à prática de laboratório. A outra linha defende que o alvo da prática em laboratório deveria ser a obtenção e análise de dados, levando-se em conta a teoria aprendida”.

No seu artigo, eles apresentam o resultado de uma pesquisa realizada com alunos de Licenciatura em Física da UNESP-Bauru, onde foi possível concluir, entre vários objetivos, que a grande maioria dos alunos concorda que no laboratório didático é possível:

- desenvolver habilidades práticas;
- familiarizar-se com instrumental padrão e as técnicas de medidas;
- ilustrar o material ensinado nas aulas teóricas;
- ensinar princípios e atitudes no trabalho experimental;
- treinar os alunos em observação;
- treinar os alunos na interpretação de dados experimentais;
- utilizar dados experimentais para solucionar problemas específicos;
- aprender a elaborar relatórios escritos;
- treinar os alunos em aspectos de projeto experimental;
- proporcionar melhor contato entre professor e aluno;
- infundir confiança no método científico;
- estimular a mantê-los interessados no estudo da disciplina;
- transpor a barreira entre a teoria e a prática.

Os autores deste trabalho entendem que as duas linhas filosóficas citadas por Grandini & Grandini (2004) podem ser simultaneamente aplicadas em aulas práticas desde que o laboratório didático possua equipamentos e materiais especialmente projetados para este fim.

Estes equipamentos devem ser construídos de forma que se possa ter acesso às suas partes principais, contribuindo assim para que os conceitos expostos em aulas teóricas possam ser verificados experimentalmente. Além disso, nas experiências executadas na aula prática é possível coletar dados de forma planejada com aplicação de tratamentos estatísticos dos dados de acordo com conceitos previamente apresentados.

É preciso também considerar neste projeto, que as experiências realizadas nas aulas práticas são desenvolvidas por estudantes organizados em grupos. Na disciplina de Metrologia do curso de Engenharia Mecânica do UnicenP, local onde são realizadas as experiências do laboratório didático, as aulas práticas de Metrologia são desenvolvidas com grupos de até cinco alunos, podendo chegar a até seis alunos dependendo do tamanho da turma.

Barolli & Villani, avaliaram o modo como alguns grupos de estudantes conduziram seu trabalho num laboratório didático de terceiro grau. Eles concluíram que trabalhar em grupo nas situações de aprendizagem não é uma opção automaticamente vencedora, apesar de ser considerada por alguns pesquisadores (Tamir, Kirschner) uma estratégia facilitadora da aprendizagem. Segundo Barolli & Villani, Kirschner considera que o trabalho em grupos, por favorecer a discussão, se constitui numa ocasião perfeita para o desenvolvimento e a prática de habilidades intelectuais, bem como, para promover a conceitualização e o aprofundamento da compreensão dos estudantes. Além disso, o trabalho em grupo permite que os estudantes

trabalhem de forma cooperativa na discussão e na busca de soluções para os problemas, tornando-se um meio adequado para o aprendizado da metodologia científica.

Em sua pesquisa, Barolli & Villani apontam para a necessidade de se pensar e construir uma pedagogia centrada no trabalho em grupo na perspectiva de favorecer as condições para que o grupo desenvolva suas potencialidades enquanto grupo de trabalho. Alguns grupos se reúnem em torno de um ou mais líderes capazes, na sua opinião, de desenvolver a tarefa proposta a contento, deixando para os líderes toda a responsabilidade pela compreensão, execução e relato das atividades. A dinâmica dos grupos pode estar orientada por um conflito entre o que o grupo acha significativo fazer e o que deveria ser feito para satisfazer o professor. Isto pode estimular o senso crítico dos estudantes, mas por outro lado, pode aumentar a dependência do grupo nas opiniões e ações do professor. O professor deve assumir a responsabilidade de uma liderança, mas não como o grupo de dependência espera.

Segundo Wankat (2002) a grande maioria dos estudantes de engenharia são inteligentes. A motivação é o segredo que separa um estudante do outro. A motivação afeta:

- O tempo dedicado pelo estudante no aprendizado do assunto;
- A expectativa de que as tarefas serão completadas em tempo;
- Taxa de presença do estudante;
- A atenção do estudante na sala de aula;
- A quantidade de matéria que ele consegue aprender;
- As suas notas no curso;
- A sua satisfação com o curso;
- A sua avaliação do curso e do professor.

Wankat sustenta que os estudantes poderão ser mais motivados se tiverem orientados para o aprendizado em comparação com estarem orientados para o desempenho (notas). Os professores podem ajudar um pouco enfatizando o aprendizado ao invés de notas, e deixando claro que há tempo suficiente para as tarefas (lista de exercícios e trabalhos) e as provas, de modo que os estudantes orientados para o aprendizado não sejam penalizados. Infelizmente, é mais fácil desmotivar um aluno do que motivá-lo. Deve-se evitar ações desmotivadoras tais como: não dar atenção, repreender, ou depreciar os alunos.

Entre as ações motivadoras, Wankat sugere que pequenos grupos que cooperam com a aula podem motivar muitos alunos, uma vez que o ato de compartilhar e a percepção de que o aluno está contribuindo são elementos motivadores. Muitos estudantes, principalmente aqueles de engenharia e tecnologia, são motivados pelo uso do material. É preciso estar seguro de que os estudantes sabem utilizar o material.

Portanto, as experiências desenvolvidas em aulas práticas devem satisfazer ambas as linhas filosóficas: sedimentação dos conceitos teóricos e obtenção e análise de dados, os quais atendem vários objetivos conforme a visão dos alunos de Licenciatura em Física da UNESP-Bauru, apresentada na análise de Grandini & Grandini (2004). O laboratório didático deve, também, proporcionar uma oportunidade para o desenvolvimento produtivo e não dependente de grupos de trabalho através de uma aula prática bem planejada, que explore conceitos discutidos em aula teórica que possam ser verificados experimentalmente de forma sólida e motivadora.

2. DESENVOLVIMENTO DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS

Os experimentos descritos neste trabalho foram desenvolvidos com base nas linhas filosóficas acima citadas, para serem utilizados em aulas práticas na disciplina de Metrologia do curso de Engenharia Mecânica do UnicenP. Esta disciplina tem como objetivos gerais

propiciar ao estudante conhecimento de como medir, utilizando os principais instrumentos e procedimentos de medição da área de mecânica capacitando-o a resolver tarefas de medição relacionadas a trabalhos de investigação experimental, fornecendo informações sobre sistemas de aquisição e tratamento de dados e uma base para a compreensão de projetos/desenhos de mecânica.

Esta disciplina é anual com carga horária total de 160 horas, e carga horária semanal de 4 horas. Os conteúdos abordados nesta disciplina podem ser subdivididos em quatro temas: (a) Confiabilidade Metrológica, (b) Metrologia Dimensional, (c) Medição de Grandezas Mecânicas, e (d) Probabilidade e Estatística.

Na parte referente à Confiabilidade Metrológica são ensinados os conceitos de Fundamentos da Metrologia, Sistemas de Medição, Erros e Incerteza, Características de Sistemas de Medição, Calibração de Sistemas de Medição, Avaliação do Resultado de uma medição, e Seleção de instrumentos de medição baseada na incerteza.

Na parte referente à Metrologia Dimensional são ensinados a operação, principais características metrológicas, e princípios de medição de escalas, paquímetros, micrômetros, blocos padrão, relógios comparadores, instrumentos auxiliares de medição, máquinas de medir por coordenadas, sistemas de medição automáticos, e tolerâncias dimensionais e geométricas. A parte teórica é complementada com algumas aulas práticas em laboratório didático.

Na parte referente, a Medição de Grandezas Mecânicas são ensinados os princípios físicos de alguns transdutores usados na medição de grandezas, tais como: temperatura, deslocamento, deformação, força, pressão, vazão, nível e vibrações. Nesta parte os conceitos teóricos são também complementados com algumas aulas práticas em laboratório didático.

Na parte referente à Probabilidade e Estatística, são ensinados conceitos básicos de Estatística Descritiva, Amostragem, Teoria matemática das distribuições de probabilidade, Estimção de Parâmetros, Teste das Hipóteses, Intervalo de Confiança, e Correlação e Regressão.

Os experimentos descritos neste trabalho foram desenvolvidos para atender principalmente as aulas práticas de Metrologia Dimensional e Medição de Grandezas Mecânicas.

Experimento Didático 1: Máquina de Tração Didática

A máquina de tração didática, mostrada esquematicamente na Figura 1, é composta de uma célula de carga tipo S fabricada em alumínio com quatro extensômetros de 120 ohms colados, sendo dois ativos e dois de compensação de temperatura.

A parte superior da célula de carga é fixada no topo de uma estrutura metálica em forma de tripé, sendo que na parte inferior está fixada uma outra haste metálica na qual são colocados os pesos especialmente fabricados para a experiência. Uma Ponte de Wheatstone amplificadora da Kiowa é utilizada na medição do sinal de saída (tensão DC) em função da carga aplicada. Na experiência, é utilizado um peso de 1 kg, dois pesos de 2 kg cada, e um peso de 5 kg, permitindo ajustar uma reta pelo método dos mínimos quadrados em até 10 pontos experimentais no intervalo de 1 kg até 10 kg. Os alunos devem também descobrir o peso de um corpo utilizando a máquina de tração didática, estimando o peso a partir da reta ajustada.

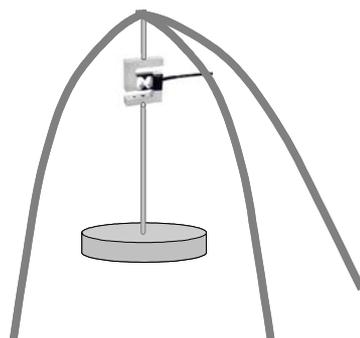


Figura 1 – Esquema da Máquina de Tração Didática

Experimento Didático 2: Máquina Didática de Medir por Coordenadas

A máquina didática de medir por coordenadas é do tipo pórtico, com as torres principais fixadas na base para se ter maior estabilidade, conforme Figura 2. Uma mesa móvel, com dimensão de 200 mm por 200 mm, foi colocada sobre a base para permitir o movimento na direção X. O movimento na direção “Y” é realizado por um cabeçote móvel montado na haste transversal, e o movimento na direção “Z” por outra haste montada sobre o cabeçote. Na ponta da haste “Z” foi fixado um apalpador.

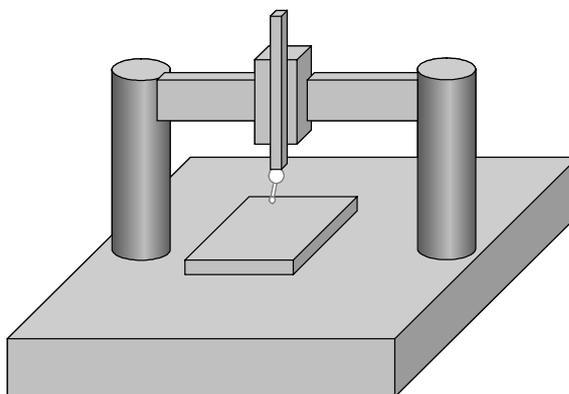


Figura 2 – Esquema da Máquina Didática de Medir por Coordenadas

São utilizados três potenciômetros convencionais, marca Spectrol de 1 k Ω cada, com linearidade de 0,25%, para medição do deslocamento em cada eixo. A tensão de saída de cada potenciômetro, que é proporcional ao deslocamento de cada eixo, é conectada na entrada análogica de uma placa de aquisição de dados. Um programa dedicado, desenvolvido em LabView®, é utilizado para indicar os valores das dimensões medidas. Uma ponte Wheatstone com amplificador foi especialmente construída para esta experiência.

Na experiência, os alunos devem determinar as dimensões de blocos padrão colocados sobre a mesa móvel, comparando o valor médio de “n” medidas com a dimensão nominal de cada bloco padrão.

3. CONCLUSÕES

As aulas práticas desenvolvidas no Laboratório de Metrologia utilizando os equipamentos didáticos descritos, atendem plenamente às duas linhas filosóficas citadas por Grandini & Grandini (2004) em seu artigo.

Os alunos podem acessar partes importantes dos equipamentos de maneira simples e direta, facilitando assim o entendimento dos princípios físicos inerentes a cada experimento.

A utilização dos potenciômetros na máquina didática de medir por coordenadas, permite que os alunos possam também, desenvolver práticas sobre transdutores de deslocamento potenciométricos, e sobre condicionadores de sinal baseados na Ponte Wheatstone assunto estudado no tema de Medição de Grandezas Mecânicas.

Além disso, os alunos podem se familiarizar com o sistema de aquisição de dados utilizado, e com o software LabView® ensinado em outra disciplina na 1ª série do curso.

Este tipo de trabalho em grupo possui todas as características necessárias para a formação técnica e pessoal do aluno, pois ao mesmo tempo que trabalha com aspectos teóricos, práticos, e de caráter científico, exercita a relação interpessoal entre os integrantes do grupo sob a orientação segura do professor. A realização destas atividades com equilíbrio, e conduzidas adequadamente pelo professor, podem se tornar bastante motivadoras para os alunos, uma vez que eles atuam diretamente no processo de aprendizagem.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAROLLI, E., VILLANI, A. **Laboratório Didático e Subjetividade**, em http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol3/n3/v3_n3_a1.htm. Acesso em 14/05/2007.

GRANDINI, N. A., GRANDINI, C. R. **Os objetivos do laboratório didático na visão dos alunos do curso de Licenciatura em Física da UNESP-Bauru**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.26, n. 3, p.251-256. 2004

ISO/IEC Guide:2004. **Standardization and related activities – General Vocabulary**. Geneve:ISO, 2004.

WANKAT, P. C. **Improving Engineering and Technology Education by Applying What is Known About How People Learn**. In: Journal of SMET Education: Inovations and Research, January – June 2002, Volume 3, Issues 1&2. 2002.

A DIDACTIC LABORATORY OF METROLOGY IN MECHANICAL ENGINEERING

Abstract: *Engineering students shall be trained and learn during the course about several technological subjects concerned with each profession and well prepared to work properly at the organizations. Therefore, new teaching methodologies shall be used by teachers to teach and motivate students, helping them to develop their creativity. The teaching level aimed by teachers can be reached by using didactic experiments, which can be quite effective in teaching fundamental and technical concepts. This paper explain the use of small machines in the laboratory of metrology to show, in an easy and simple way, the basic functions of equipments used to perform measurements in industry, allowing a complete sight of technical*

and functional of these equipments. Besides, the team work and the relationship among students with different ways of thinking is also developed and stimulated during these experiments. Therefore, by using the proposed methodology it is possible to reach the equilibrium between theoretical concepts and practical applications attending the expectation of different people.

Key-words: *Didactic laboratory, Metrology, Engineering, Team*