



O USO DOS LABORATÓRIOS DE DISCIPLINAS PROFISSIONALIZANTES FORA DA CARGA HORÁRIA ESTIPULADA NO PLANO DE ENSINO, COMO ATIVIDADE EXTRACLASSE.

Antonio Gonçalves de Mello Junior – mellojr@osite.com.br - Universidade Presbiteriana Mackenzie – Escola de Engenharia – Rua da Consolação n.930, São Paulo, SP-CEP 01302-907.

Alcides Ferreira da Silva – nagu@terra.com

Fábio Raia – raia@mackenzie.br

Hélio Pekelman – hel1217@mackenzie.br

Resumo: *O número de horas atribuído pelo MEC (Ministério de Educação e Cultura), para os Cursos de Engenharia, conforme Resolução CNE/CES n.o2, de 18 de junho de 2007, dificultou a concretização de um curso completo e generalizado para formação do engenheiro nos moldes idealizados pelo projeto pedagógico dos cursos de formação em diversas escolas, principalmente as particulares. Mediante tal desafio, o número de horas ofertado nessas escolas teve de ser reduzido de maneira significativa, colocando-se as aulas práticas em segundo plano. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma nova metodologia utilizada em uma disciplina do curso de Engenharia Mecânica da UPM (Universidade Presbiteriana Mackenzie). A metodologia consistiu na formação de grupos de 04 alunos para realização dos ensaios programados de laboratórios em horário extraclasse, pré-agendados com o técnico responsável pelo laboratório. O processo foi implantado em final de 2009 e vem apresentando resultados satisfatórios, tanto como reforço da disciplina como em benefício aos alunos que mostram um interesse bastante participativo, o que pode ser verificado pelos relatórios entregues de cada experiência para avaliação e nota. Com isso, a disciplina que consta na sua carga horária com 02 aulas teóricas e 02 aulas de exercício/projeto, pode contar ainda com mais 05 aulas extras no semestre, pelas 05 experiências desenvolvidas no laboratório. Se computadas as horas dispensadas por cada grupo de alunos nas experiências, normalmente entre 10 a 15 grupos, nota-se que as horas agregadas ao desempenho geral da disciplina tornam a mesma altamente produtiva no conteúdo transmitido ao aluno.*

Palavras-chave: *Laboratórios de engenharia, Engenharia mecânica, Projeto pedagógico, Grupos de projetos.*

1. INTRODUÇÃO

Conforme Resolução CNE/CES n.o2, de 18 de junho de 2007, assim como para vários cursos superiores, tornou impossível a concretização de um curso completo e generalizado para formação do engenheiro nos moldes idealizados pelo Projeto Pedagógico de diversos cursos. A carga horária de diversas disciplinas teve de ser reduzida drasticamente, passando algumas disciplinas a oferecer até metade da carga horária que vinham apresentando no

Realização:



Organização:





currículo do curso conforme Projeto Pedagógico anterior a 2009.

A mudança se deu com a apresentação do novo projeto pedagógico do curso de Engenharia Mecânica, em 2009, passando de 4.536 horas/aula, equivalentes a 3.780 horas efetivas para 3.600 horas, computando separadamente as atividades de extensão, TGI (Trabalho de Graduação Interdisciplinar), também conhecido como TCC (Trabalho de Conclusão de Curso), estágio curricular supervisionado e atividades extra curriculares, as quais somadas atingem 400 horas. Mesmo assim, com um déficit de 180 horas no total uma das maneiras de oferecer ao aluno um algo mais, que não o prejudicasse com relação a sua formação, foi realizar as experiências fundamentais para uma disciplina em particular fazendo uso do laboratório como atividade extraclasse.

2. LABORATÓRIOS

O curso de engenharia mecânica da Universidade Presbiteriana Mackenzie possui 17 laboratórios entre básicos e profissionalizantes, como apoio às diversas disciplinas.

Desses 17 laboratórios, seis referem-se a disciplinas básicas: Física I, Física II, Física III, Fenômenos de Transporte, Computação e Química Tecnológica.

Dos 11 laboratórios profissionalizantes, enumerados na tabela 1, apenas 6 possuem horas lançadas no plano de ensino da disciplina, os demais devem ter as aulas práticas de laboratório intercaladas dentro das aulas de exercício.

Tabela 1- Laboratórios correspondentes às disciplinas profissionalizantes.

Laboratórios	Aulas	Aulas práticas e de projetos que incluem laboratórios	Aulas específicas de laboratório	Laboratório sem carga horária
Usinagem	4	X		X
Metrologia	4		X	
Mecânica Vibratória	4	X		X
Sistemas Térmicos	6		X	
Máquinas Hidráulicas	4	X		X
Soldagem	4		X	
Prototipagem Rápida	2	X		X
Circuitos Hidráulicos e Pneumáticos	4		X	
Automação e Robótica	2		X	
CLP - Controles Lógicos e Programáveis	2		X	
Materiais de Construção Mecânica	6	X		X

Todos os laboratórios profissionalizantes estão equipados com equipamentos modernos, adquiridos nos últimos quatro anos, oriundos de maciço investimento realizado pelo Instituto,



com intuito de elevar a Engenharia Mecânica da Universidade a um patamar de destaque (MELLO JR & PEKELMAN, 2008).

Quando ocorre a necessidade de uma aula prática, e a disciplina não possui aulas específicas para as mesmas os problemas oriundos são inúmeros, entre os quais podem ser citados:

- a) necessidade de uma programação antecipada;
- b) deslocamento dos alunos do local normal de aulas para a sala de laboratório;
- c) número excessivo de alunos acompanhando a experiência;
- d) falta de controle no manuseio dos instrumentos;
- e) desinteresse do aluno pela bagunça generalizada motivando a coleta de dados não confiáveis e,
- f) relatórios finais da experiência sem nenhum conteúdo assimilativo da importância dos equipamentos e da experiência em particular.

Uma das questões fundamentais, quando o enfoque recai sobre laboratórios específicos em instituições de ensino superior é a distinção entre “**reproduzir e simular**”. Isto diz respeito ao tipo de equipamento que deverá ser adquirido e como, e por quem será utilizado.

Equipamentos que simplesmente simulam ocupam pouco espaço e podem ser montados em pequenas bancadas com aquisição de dados computadorizados, apresentam-se como meras miniaturas que não espelham fisicamente a realidade prática. Simulação é a imitação da operação de um processo ou sistema do mundo real sobre o tempo e envolve a geração de uma estória artificial para desenhar inferências com relação às características de operação do sistema real representado (BANKS, 1998).

Já os equipamentos que reproduzem um processo ou as funções de uma máquina de maneira clara possuem a semelhança perfeita das máquinas as quais reproduzem, estimulando o interesse dos alunos que encontrarão na prática o que vêem de forma real e palpável no laboratório. Esses equipamentos são de forma geral, maiores, mais robustos, resistentes e ocupam maior área.

Por outro lado, a união do ambiente de laboratório com a criatividade deve acompanhar a revolução tecnológica e os laboratórios modelam situações reais e utilizam estes modelos que podem fornecer dados para resolver problemas complexos (AYAN, 2001)

2.1 Pessoal técnico

Para a concretização dessa nova metodologia tornou-se necessário uma participação bastante efetiva do técnico do laboratório, o qual deve possuir um conhecimento completo dos equipamentos existentes, seus respectivos manuais e o manuseio, não só do equipamento como um todo, mas dos acessórios complementares que possibilitam as diversas alternativas dos ensaios.

Além disso, deve possuir o conhecimento básico dos procedimentos do ensaio, acompanhando o aluno de maneira segura e tirando as dúvidas que por ventura ocorram durante a manipulação do equipamento por parte dos mesmos.

Para um bom acompanhamento o técnico do laboratório deve ter treinamentos continuados, à medida que cada equipamento ou procedimento de ensaio seja atualizado, principalmente quando se introduz o sistema de aquisição de dados computadorizado.



2.2 Alternativa

Dentro do cenário estabelecido pela imposição da carga horária da disciplina, a alternativa estudada foi incluir as aulas de laboratório em horário extraclasse, que não prejudicasse o conteúdo e a programação das aulas de teoria e exercícios contidas no projeto do curso e no plano de ensino da disciplina.

No início, em 2009, foram incluídas somente duas experiências e não houve qualquer transtorno que prejudicasse o conteúdo da disciplina. Em 2010 foram realizadas 03 experiências e a partir do segundo semestre de 2011 foram implantadas as cinco experiências mais importantes para o acompanhamento da disciplina.

3. ESTUDO DE CASO

Um novo conceito de funcionamento do laboratório depende de disponibilidade do mesmo, do bom funcionamento dos equipamentos, da manutenção sempre presente, que no caso mais simples de ajustes e substituição de pequenas peças pode ser feito pelo próprio técnico e da primeira participação do professor responsável, que determinará as diretrizes do experimento e distribuirá os dados para cada grupo de alunos.

O estudo de caso analisado neste trabalho diz respeito ao laboratório de **Máquinas Hidráulicas**, onde são executadas 5 experiências com a participação efetiva dos alunos:

- a) Levantamento das principais curvas de uma bomba com rotação pré-determinada para cada grupo.
- b) Verificação das relações das características de uma mesma bomba trabalhando com diferentes rotações.
- c) Associação de bombas em paralelo.
- d) Associação de bombas em série.
- e) Levantamento da curva de rendimento de uma turbina Francis, com rotação constante e atuação do distribuidor.

O laboratório de Máquinas Hidráulicas faz parte da disciplina de mesmo nome, lecionada no 6.o e 7.o semestres do curso de Engenharia Mecânica, da Escola de Engenharia.

O laboratório ocupa uma pequena área de 26 m² em um mezanino adaptado, contando com os seguintes equipamentos para os ensaios citados anteriormente:

Banco de ensaio de bombas centrífugas radiais da DIDACTA, italiana, figura 01, consistindo de duas bombas, uma acionada por um motor de corrente alternada, com comutador de pólo, possibilitando as rotações de 3.340 rpm e 1.650 rpm e outra bomba acionada por motor de corrente contínua, permitindo ajuste da rotação para o ensaio, na faixa mais representativa entre 1500 a 3300 RPM (DIDACTA, 2004).

Um banco de ensaios para turbina Francis, figura 02, consistindo de um tanque, um sistema de bombeamento e uma turbina com regulador de fluxo manual, que representa o sistema de operação das pás móveis do distribuidor.

O conjunto conta ainda com um painel de aquisição da rotação e da potência da turbina, além de um estroboscópio para confirmação da rotação no eixo da turbina. Completam o laboratório os seguintes itens didáticos: turbina Pelton, turbina Banki, duas bombas centrífugas em corte e família representativa de rotores de bombas.

Faz parte, ainda, do laboratório, maquetes de comportas vagon e segmento e outros equipamentos construído pelos próprios alunos, como sistema de simulação de golpe de aríete



além de livros didáticos para consultas, diminuindo o tempo de deslocamento do mesmo até a biblioteca da Universidade.



Figura 01- Banco de ensaio de bombas (ao fundo) **Figura 02-** Banco de ensaio da turbina

Para cada experiência citada são seguidos os seguintes passos:

- 1- O professor acompanha os alunos até o laboratório no final de uma aula normal, onde já avisado, o técnico prepara os equipamentos necessários;
- 2- O professor explica os procedimentos da experiência, os resultados esperados, a configuração e a pesquisa necessária para complementar cada relatório;
- 3- Para cada grupo de 04 alunos são fornecidos dados diferentes para os procedimentos de ensaios, por exemplo, rotações diferentes para cada curva;
- 4- Uma lista dos grupos é fornecida para controle do técnico do laboratório;
- 5- Cada grupo agenda uma hora de melhor conveniência fora do horário de aula para executar os ensaios, desde que esteja dentro do horário de funcionamento do laboratório;
- 6- Para proceder à execução do ensaio é necessária a presença do grupo completo;
- 7- Dentro de um prazo estipulado o grupo deve entregar o relatório para o professor, o qual valerá uma nota a ser computada na média final.

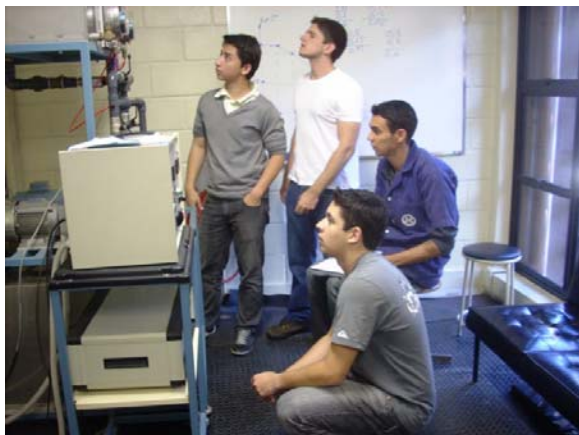
OBS: Todas as normas internas referentes ao comportamento do aluno nos laboratórios da Universidade devem ser seguidas.

3.1 Interesses dos alunos

O aumento de interesse dos alunos tem se mostrado bastante significativo, pois os mesmos sentem a vontade de transmitir algo mais da Instituição e participam de maneira intensa. Os trabalhos em grupo tornam-se mais estimulantes, pois todos são obrigados a participar, uma vez que como já dito anteriormente a experiência para ser realizada precisa de todos os componentes do grupo presentes.

Caso o aluno possua alguma dúvida com relação aos dados coletados e ao levantamento das curvas, após consulta ao professor, o mesmo pode voltar ao laboratório e repetir a experiência para confirmação e caso necessário refazer toda experiência.

Conforme medição verificada pelo técnico do laboratório, cada experiência demora entre 40 a 50 minutos para ser realizada com um grupo de no máximo 04 alunos. As figuras 03 e 04 mostram grupos de alunos participando de ensaios de levantamento de curvas de bombas. As funções de acompanhamento dos ensaios ficam a critério de distribuição dos próprios alunos.



Figuras 03 e 04- Grupos de alunos executando os ensaios no laboratório.

Até a presente data não houve nenhum conflito de horários entre as diversas reservas feitas pelos alunos. A conduta dos mesmos tem sido exemplar e não houve nenhuma avaria em instrumentos ou equipamentos dos ensaios.

3.2 Apresentações dos relatórios

Os relatórios sobre cada experiência são apresentados em datas predeterminadas e concorrem a notas computadas para a média parcial da disciplina.

Os mesmos devem trazer uma descrição do laboratório e principalmente do equipamento disponível para o ensaio específico.

O relatório não se atenta somente aos dados coletados no experimento, mas o grupo deve fazer uma comparação do instrumento utilizado para medida com os instrumentos disponíveis e o processo de medição utilizada para o mesmo. Por exemplo: ao medir a vazão pelo hidrômetro de peso utilizado no equipamento do experimento, o grupo deverá relatar outros tipos de medição de vazão, como por exemplo, os vertedouros, os hidrômetros rotativos, etc.

3.3 Avaliações dos grupos

Após a configuração das notas do laboratório, a média das notas dos mesmos é computada para a média final do aluno, conforme fórmula já estipulada no plano de ensino da disciplina, conforme abaixo:

$$MF = \left[P1 + \frac{(T+R)}{2} \right] . 0,5 + PAF . 0,5 \quad (01)$$

Onde:

MF = média final do semestre

T = trabalho ou projeto

PAF = prova de avaliação final do semestre

P1= prova semestral

R = Média dos relatórios

A estrutura da avaliação apresentada mostra a importância do laboratório na participação da média do aluno.



Segundo Pekelman e Mello (2004) o peso atribuído à média das notas dos ensaios no laboratório representa o esforço no sentido de uma avaliação que leve em conta o comprometimento do aluno com a disciplina.

4. APLICAÇÕES FUTURAS

Acredita-se que com alguma boa vontade e infraestrutura bem dimensionada, outros laboratórios poderão futuramente funcionar da mesma maneira, principalmente aqueles cuja carga horária está bem reduzida, já para complementar as aulas de teoria, exercícios/projetos e inclusive laboratório, como por exemplo: sistemas térmicos, prototipagem, máquinas hidráulicas e vibrações mecânicas.

Outros estudos de otimização poderão ser desenvolvidos para outros laboratórios, principalmente para utilização nas horas ociosas dos mesmos, como fornecimento de cursos para a comunidade externa, caso já aplicado nos laboratórios de usinagem e de soldagem (MELLO JR *et al*, 2005).

5. CONCLUSÕES

Laboratórios profissionalizantes apresentam grande auxílio no desenvolvimento de aprendizagem do engenheiro mecânico.

Na impossibilidade de se ter o uso de laboratórios como parte integrante da grade constante do plano de ensino da disciplina deve-se estudar a viabilidade de operação da mesma como atividade extraclasse.

O estímulo à participação do aluno para esse tipo de atividade é de fundamental importância para despertar no mesmo a responsabilidade de lidar com equipamentos importantes e estimular o trabalho em grupo sem interferência direta do professor da disciplina.

Os laboratórios devem propiciar a confiança dos alunos no que diz respeito à segurança, capacidade do técnico, confiabilidade dos equipamentos e ambiente de estudo.

Vários tipos de laboratórios, não só do curso de Engenharia Mecânica, como de outros cursos poderiam aderir a essa prática com excelente retorno no aprendizado.

Agradecimentos

À equipe de professores que participaram deste trabalho aos demais colegas que pretendem analisar e mostraram-se solícitos em implementar em suas disciplinas, que possuem laboratórios não especificado na carga horária da mesma, a experiência relatada neste trabalho.

Os agradecimentos ao técnico Marcio Sarti Vieira, do laboratório de Usinagem, e José Antonio do Santos Neto, do laboratório de Processos de Soldagem e Máquinas Hidráulicas, pelas informações prestadas e acompanhamento dos ensaios.

REFERENCIAS

AYAN, Jordan. 10 maneiras de libertar seu espírito criativo e encontrar grandes idéias. Negócio Editora, 1.a edição. São Paulo, SP, 2001.

BANKS, Jeny. Handbook of Simulation, principles, methodology, advances, application and practice. John Wiley and Sons. New York, USA, 1998.

DIDACTA ITALIA. Catálogos de Equipamentos de Laboratórios. Torino, Itália, 2004.



MELLO JR, A.G.; PEKELMAN, H. O uso dos laboratórios aliado a criatividade no ensino de engenharia mecânica. Anais do X International Conference on Engineering and Technology Education (INTERTECH'2008), Peruíbe and Santos, São Paulo, 2008.

MELLO JR, A. G.; RAIA, F.; PEKELMAN, H. Utilização da ociosidade dos laboratórios da engenharia mecânica em benefício da sociedade. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE 2005). Campina Grande, PB, 2005.

MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO E CULTURA (MEC). Resolução CNE/CES 2/2007. Dispõe sobre carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação, bacharelados, na modalidade presencial. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de junho de 2007, Seção 1, p. 6.

PEKELMAN, H.; MELLO JR, A. G. A Importância dos Laboratórios no Ensino da Engenharia Mecânica. Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE 2004). Brasília. 2004.

Abstract: *The number of hours attributed by the MEC (Ministry of Education and Culture), for the Courses of Engineering, according of Resolution CNE/CES n.o2, of 18 of June of 2007, became impossible the realization of a course for formation in engineer in the molds idealized by the Pedagogical Project of each course in diverse Schools, mainly the particular ones. By means of such challenge, the numbers of hours offered in the majority of these schools had had of being reduced in significant way. This work has as objective to present a new methodology used in one disciplines of the course of Engineering Mechanics of UPM (Universidade Presbiteriana Mackenzie). This methodology consists of the formation of groups of 04 students for accomplishment of the programmed tests of laboratories in schedules extra classroom, with appointments with the responsible technician for the laboratory. Such process was implanted in the end of 2009 and comes presenting resulted satisfactory, as much as reinforcement of disciplines as in benefit to the students who show a sufficiently participative interest, what it can be verified by the reports that they deliver after each experience for evaluation and note. Therefore, the discipline that consists in its hourly charge with 02 theoretical lessons and 02 lessons of exercise/project can still count on more 05 extra lessons in the semester, for the 05 experiences developed in the laboratory. If computed for each group of students, typically between 10 to 15 groups, the amount of hours in experiences, note that the time aggregate in overall performance of the discipline make the same highly productive in the content transmitted to the student.*

Keywords: *Engineering laboratories, Mechanical engineering, Pedagogical Project, Project groups.*