



II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
II NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
12 a 16 de Agosto de 2002 - João Pessoa – PB

**INOVAÇÕES DIDÁTICAS NO LABORATÓRIO DE SISTEMAS
TÉRMICOS NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

Caio Glauco Sánchez

Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6088 – Campinas – SP. CEP: 13083-970, e-mail: caio@fem.unicamp.br

Marcelo Côrtes Fernandes

Faculdade de Engenharia Mecânica - Universidade Estadual de Campinas, e-mail: mcortes@fem.unicamp.br

Norton de Almeida

Faculdade de Educação - Universidade Estadual de Campinas, e-mail: norton@bestway.com.br

Dirceu da Silva

Faculdade de Educação - Universidade Estadual de Campinas, e-mail: dirceuds@uol.com.br

***Resumo.** A disciplina Laboratório de Sistemas Térmicos é ministrada a alunos de engenharia mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, os quais, divididos em grupos, realizam experiências sobre princípios de transferência de calor, combustão, propulsão a jato e ciclos de refrigeração.*

Em uma das turmas, foram implementadas alterações na didática do curso, a cargo de um aluno de doutorado, estagiário do PED (Programa de Estágio Docente).

Alterou-se o enfoque dado à avaliação dos alunos e introduziram-se conceitos modernos de trabalho em equipe. Buscou-se trazer a realidade do cotidiano profissional para o laboratório, tratando os experimentos como problemas reais de engenharia e os grupos como equipes de trabalho que deviam desenvolver a melhor maneira para alcançar os objetivos: primeiro, não apenas aprender o conteúdo, mas relacioná-lo com aspectos multidisciplinares e práticos da vida profissional. Segundo, otimizar seu desempenho na avaliação formal da disciplina.

Foram distribuídos artigos sobre trabalho em equipe em modernas organizações. Também incentivou-se o uso da internet como ambiente de trabalho. Foi observada uma boa aceitação do método pelos alunos, que mostraram interesse crescente na disciplina. O desempenho dos alunos na realização dos experimentos, na dinâmica de grupo e na apreensão do conhecimento também cresceu durante o semestre.

***Palavras-chave:** educação em tecnologia, ensino de engenharia, ensino de laboratório, sistemas térmicos.*

1. INTRODUÇÃO

A disciplina EM-959, Laboratório de Sistemas Térmicos, consta do núcleo obrigatório da grade curricular do curso de engenharia mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Unicamp. Esta é ministrada a alunos do quinto ano do curso, que – divididos em grupos – realizam experiências baseadas nos princípios de transferência de calor, combustão, propulsão a jato e ciclos de refrigeração. Tradicionalmente, os professores responsáveis pela disciplina realizam pequenas alterações na forma de avaliação para tornar mais eficiente o ensino de seu conteúdo.

No primeiro semestre de 2001, havia cinco turmas de 15 alunos cada. Uma delas ficou a cargo de um aluno de doutorado, estagiário do PED (Programa de Estágio Docente), um programa da universidade para capacitar futuros professores. Nesta turma, o estagiário implementou algumas alterações na didática do curso.

O formato do curso manteve-se igual ao ministrado pelos outros professores: três grupos, de cinco alunos cada, revezavam-se nos seis experimentos: câmara de combustão contínua, sistema de propulsão Ramjet, trocador de calor de tubo duplo, aquecedor de água a gás, calorímetro a gás e ciclo de compressão a vapor. As experiências eram realizadas em duas aulas (uma aula de três créditos por semana), sendo a primeira reservada para a preparação e discussão da teoria e do equipamento experimental e a segunda, para a realização do experimento em si. A avaliação de cada experimento era feita por um pré-relatório (3 pontos, em um total de 10), um relatório (4 pontos) e da avaliação do desempenho do grupo em classe (3 pontos). A nota final era, portanto, a média aritmética da nota dos seis experimentos. Se a média dos experimentos fosse menor do que 5,0, ficaria(m) o(s) aluno(s) submetido(s) a um exame final, constando de prova escrita individual. A nota final mínima de aprovação é 5,0.

Neste trabalho são apresentados os resultados dos alunos pelo desenvolvimento de seu desempenho nas notas dos experimentos. Vale dizer que uma avaliação por notas contém elementos subjetivos. Desta forma, os resultados devem ser vistos de forma qualitativa, mais do que quantitativa. Em termos de desempenho qualitativo, segue-se a seguinte referência:

- De 0,0 a 4,9: insuficiente;
- De 5,0 a 5,9: fraco;
- De 6,0 a 6,9: regular;
- De 7,0 a 9,5: bom;
- De 9,6 a 10,0: ótimo.

Usualmente, durante a primeira aula, os alunos preparavam a metodologia e o equacionamento do experimento, apresentando-os na aula seguinte, na forma de um pré-relatório. Durante a primeira aula, o professor também fazia perguntas aos alunos para verificar o aprendizado do experimento.

2. INOVAÇÕES PROPOSTAS

A alteração ocorreu no enfoque dado à avaliação dos alunos e na introdução de conceitos modernos de trabalho em equipe. O estagiário buscou em todos os momentos trazer a realidade do cotidiano profissional para o laboratório, tratando os experimentos como se fossem problemas reais de engenharia e os grupos como equipes de trabalho que deviam desenvolver a melhor maneira para alcançar os objetivos. O primeiro objetivo era não apenas aprender o conteúdo, mas relacioná-lo com aspectos multidisciplinares e práticos da vida profissional cotidiana. O segundo, era otimizar seu desempenho formal na avaliação da disciplina (relatórios e avaliação em classe).

Portanto, ao invés de simplesmente descrever a instrumentação e princípios do experimento, os alunos haviam de passar, primeiro, alguns minutos sozinhos com o equipamento experimental, desvendando seu funcionamento, de acordo com os princípios apresentados na apostila do curso. Em seguida, havia uma primeira avaliação, na qual o estagiário PED direcionava os alunos para responder primeiro qual o princípio e função do equipamento e como medir seu desempenho (eficiência), para então desenvolver dedutivamente o equacionamento do processo. Somente após esta seqüência era que os alunos haviam de

descrever a instrumentação e o método experimental. A tendência dos alunos – corrigida durante o semestre - era responder primeiro sobre a instrumentação, discursando depois sobre eficiência e princípios de funcionamento, em raciocínio dedutivo, contrário ao da prática profissional.

Quanto à dinâmica dos grupos, foram distribuídos artigos sobre trabalho em equipe em modernas organizações. Também foi incentivado o uso da internet como ambiente de trabalho para a realização do relatório, pois os alunos, com pouco tempo em comum por causa dos estágios, tinham como costume dividir os relatórios (cada membro do grupo realizaria um relatório). Com a dinâmica de trabalho na internet, os alunos poderiam trabalhar simultaneamente à distância, apenas dividindo tarefas em um mesmo relatório.

3. TEXTOS DISCUTIDOS

Para conscientizar e dinamizar o trabalho em equipe, foram distribuídos e discutidos os seguintes textos.

3.1. Conceito de Equipe

Chiavenato (1999) apresenta os aspectos fundamentais desejados de uma equipe de trabalho. Ele enfatiza que, ao contrário de um simples grupo de trabalho, uma equipe seria “um grupo de pessoas com habilidades complementares e que trabalham em conjunto para alcançar um propósito comum pelo qual são coletivamente responsáveis” (Chiavenato, 1999).

A eficácia de uma equipe dependeria, entre outras, de:

- Grau de lealdade dos membros e do líder;
- Confiança mútua entre os membros e o líder;
- Cada membro (inclusive o líder) ajuda os demais a desenvolver seu pleno potencial;
- Comunicação plena e franca entre os membros (inclusive o líder);
- Segurança nas decisões;
- Os valores e necessidades individuais se coadunam com os coletivos;
- Grau elevado de espírito empreendedor e de responsabilidade coletiva;
- Ação inovadora e senso de inconformismo com o presente.

3.2. Building the Emotional Intelligence of Groups

Neste artigo, Druskat e Wolff (2001) depois de pesquisar grandes companhias como a HP (Hewlett-Packard) mostram que uma alta inteligência emocional está presente em grupos de sucesso. Esta inteligência emocional grupal é extensão da inteligência emocional individual, mas não basta para isto, colocar junto várias pessoas de alto coeficiente de inteligência emocional. Para uma equipe possuir alto coeficiente de inteligência emocional, necessita criar normas que estabeleçam confiança mútua entre seus membros, um sentimento de identidade de grupo e um senso de eficácia do grupo. Estas três condições são a base para uma verdadeira colaboração e cooperação (Druskat et Wolff , 2001). No artigo, são desenvolvidas as idéias para se alcançar estas três condições.

3.3. The Nut Island Effect: When Good Teams Go Wrong

Este texto (Levy, 2001) analisa um incidente onde uma equipe, aparentemente bem qualificada, incide em vários erros de omissão, negligência e falta de comunicação com o ambiente externo (superiores e auditores), resultando em um grave acidente ambiental em uma estação de tratamento de esgoto.

A equipe de manutenção da estação considerava-se qualificada e auto-suficiente, ocultando informações importantes que deveriam ser comunicadas aos superiores e negligenciando vistorias nos equipamentos, supondo que tudo corria bem. A equipe não considerava seus superiores como parte do grupo e agia como se eles fossem seus antagonistas.

Este problema de autoridade e negligência foi comparado com as tradicionais relações aluno-professor, onde cada parte vê a outra como antagonista. Foi proposta e trabalhada uma relação de parceria para a construção do conhecimento e solução dos desafios, sem perder, contudo, a necessária posição de autoridade do professor.

3. DISCIPLINA

Ao mesmo tempo em que se procurou diminuir a distância no relacionamento professor-aluno, foram exigidos resultados e participação ativa dos alunos nos experimentos.

A pontualidade e prazos de entrega de relatórios eram de fato exigidos. Os alunos que chegavam com atraso além do permitido (dez a quinze minutos) recebiam falta, mas poderiam participar do experimento. A razão disto é que a não participação no experimento obrigaria ao aluno executá-lo sozinho em aula de reposição (tendo inclusive de escrever sozinho outro relatório), resultando em profunda desmotivação quanto à reposição e afastando o aluno do objetivo do aprendizado.

Por outro lado, receber uma falta preocupa o aluno quanto a faltas e/ou atrasos futuros, repercutindo em uma maior atenção à disciplina, mas não causa mais do que uma irritação momentânea dele ao receber a falta do professor. Foi até observado que os alunos contabilizavam atrasos/faltas de forma madura, sem expressar ressentimentos.

4. COMUNICAÇÃO PELA INTERNET

Durante o semestre, foi estimulado o trabalho pela internet, para intensificar e acelerar a comunicação entre professor e alunos e entre os próprios alunos ao realizar os relatórios.

Observa-se entre os alunos de quinto ano (último) do curso uma dificuldade para conciliar horários; pois muitos destes alunos já estão trabalhando em horário quase integral, estagiando ou mesmo efetivados por alguma empresa. Modernamente, a internet mostra-se como ambiente de trabalho ideal para anular o problema das distâncias e incompatibilidade de agendas entre membros da mesma equipe.

Apesar de ter sido obrigatória a apresentação das avaliações impressas (para documentação), foi estimulada a apresentação antecipada das mesmas, via internet, para acelerar o processo de avaliação e discussão de resultados. Como de hábito, os alunos preferiam deixar para entregar os relatórios por escrito no prazo final.

5. RESULTADOS

Na Figura (1), pode-se ver a nota de cada experimento, no decorrer dos seis ciclos de atividades. Cada nota inclui, como dito anteriormente, a nota do pré-relatório, do relatório e da avaliação do desempenho do grupo.

Três das notas são baixas devido a um grupo não ter apresentado um pré-relatório ou relatório, recebendo nota zero neste item. Isto ocorreu com:

- Grupo 3, ciclo 1;
- Grupo 1, ciclo 3; e
- Grupo 2, ciclo 5.

Esta ausência de relatórios vai refletir significativamente nos vales das curvas de desempenho, como visto nas Fig.(2) e Fig.(3). A Figura (2) mostra o desenvolvimento da nota de cada grupo no decorrer do semestre (ciclos de experimentos). O Grupo 1 sempre mostrou melhor desempenho e sinergia de equipe, absorvendo rapidamente as sugestões dos textos sobre trabalho em equipe. Seu único problema foi deixar de entregar um dos relatórios (devido ao excesso de trabalho fora da disciplina que eles tinham).

O Grupo 2 era o mais disperso e de baixo desempenho, tanto nas avaliações escritas (pré-relatório e relatório) quanto na prática (realização do experimento). Também era o grupo com maior problema de pontualidade e freqüência. Mesmo assim, evoluíram bastante no decorrer do semestre, conforme podemos ver na Fig.(2). O vale ocorrido no Ciclo 5, deu-se por um pré-relatório não entregue.

O Grupo 3 mostrou comportamento estável, com bons resultados nas avaliações. Era composto de alunos mais velhos, “fora-de-fase” (que haviam repetido em anos anteriores), ingressos nos anos 1994 e 95. O restante da turma era – em sua maioria – de alunos ingressos em 1997. Neste grupo, todos os membros já tinham bastante experiência da faculdade e de estágio em empresas.

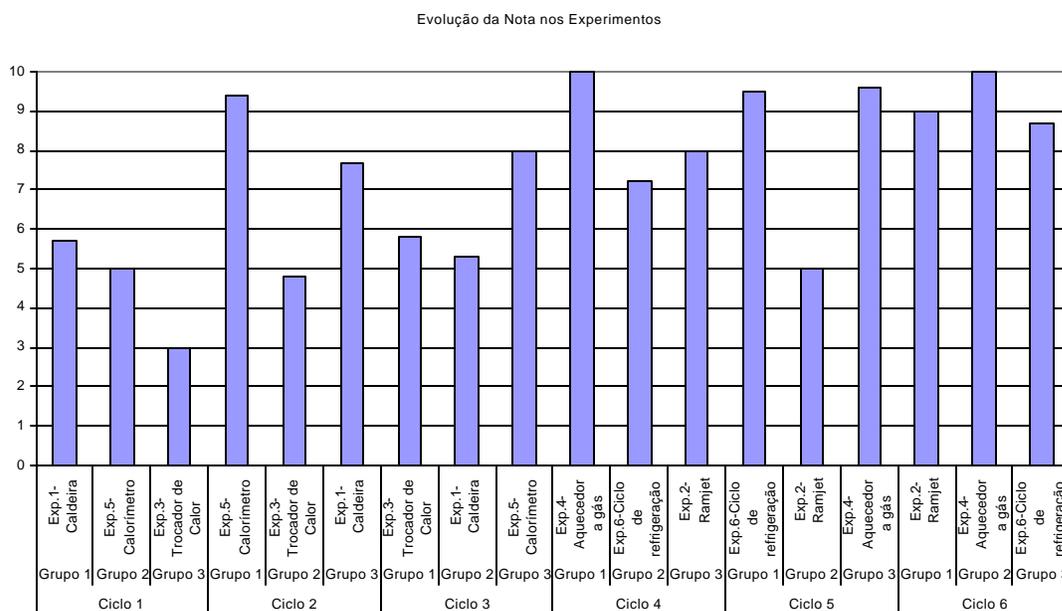


Figura 1 – Evolução da Nota dos Experimentos

A Figura (3) demonstra a média das notas dos três grupos em cada ciclo de experiências, para mostrar o comportamento da turma como um todo ao longo do semestre. Houve melhora no desempenho, contrastando com o que ocorre em outros anos – como visto nas Fig.(4) e Fig.(5) -, pois os alunos, já com nota suficiente para passar de ano e com a pressão das outras disciplinas, optam por deixar de apresentar relatórios ou faltar aos experimentos, resultando em um desempenho descendente.

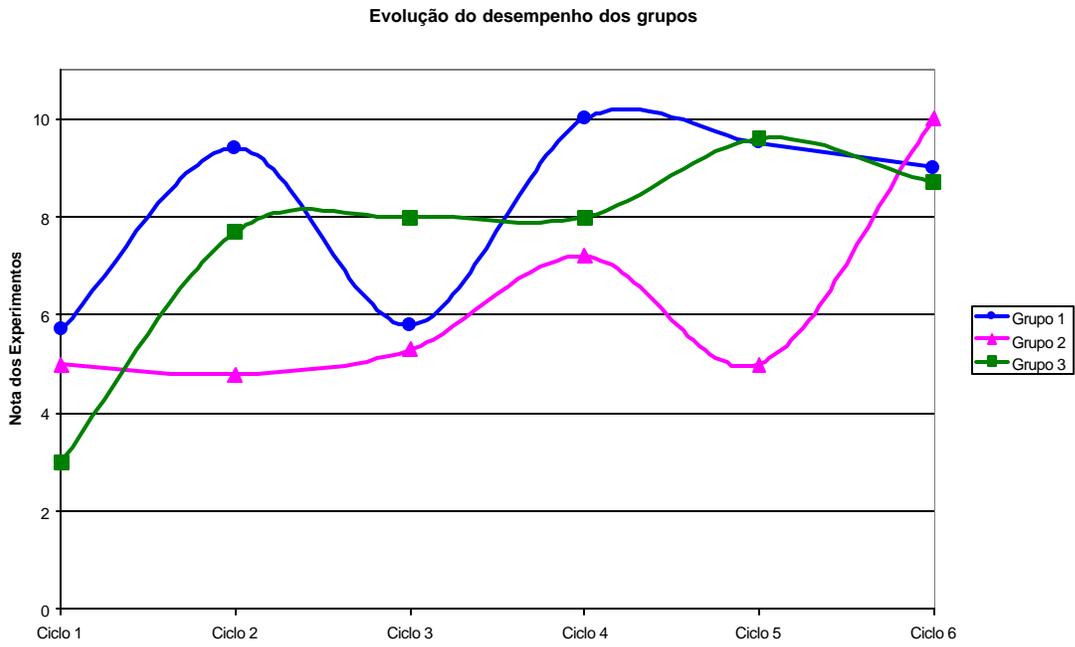


Figura 2 – Evolução do desempenho de cada grupo pelos ciclos de experimentos.

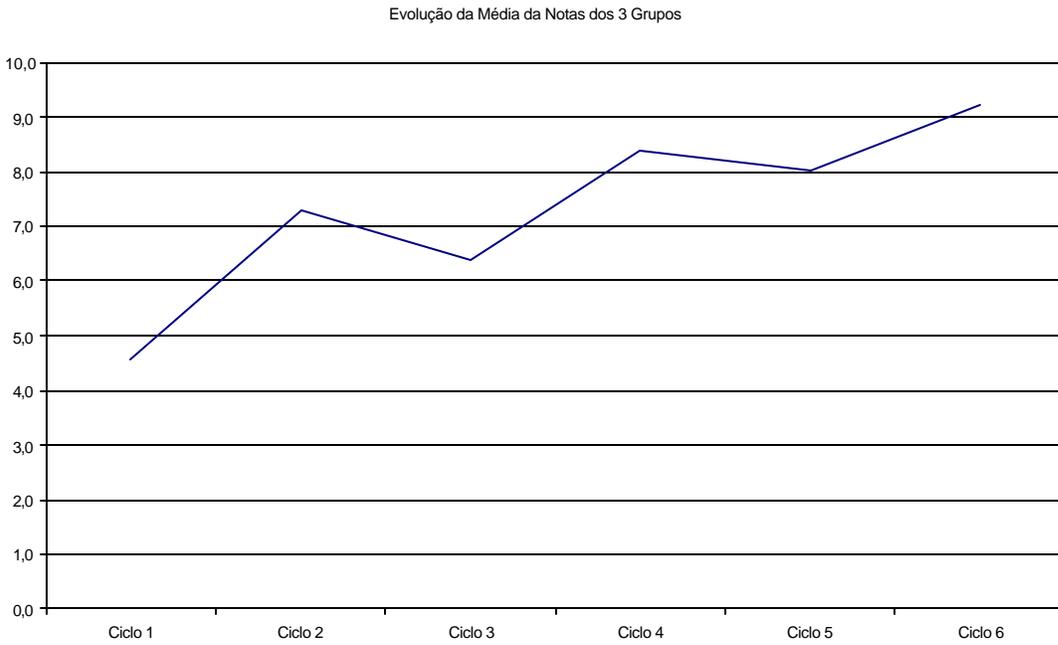


Figura 3 – Evolução da média das notas dos três grupos por ciclo de experimento.

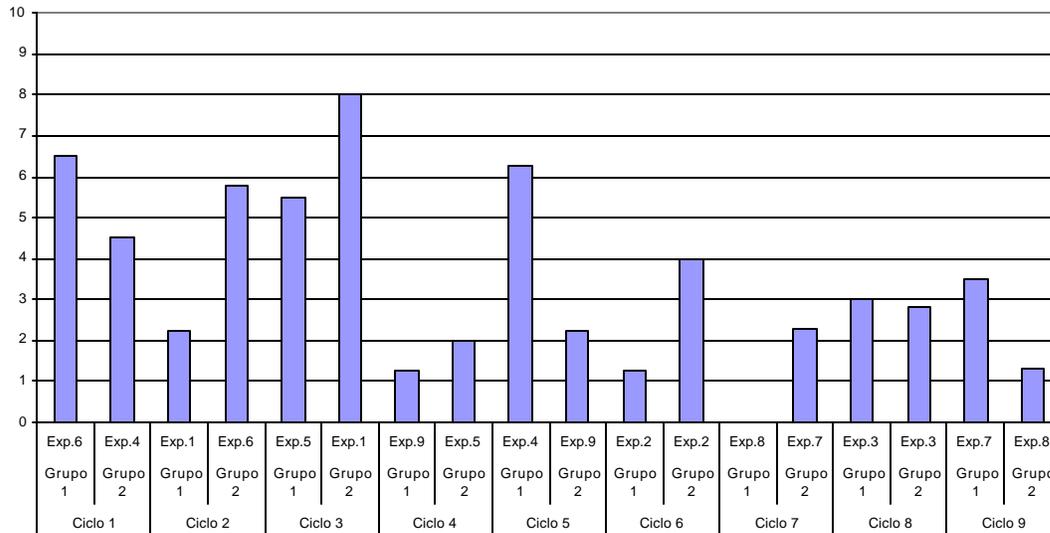


Figura 4 – Evolução da Nota dos Experimentos , 2º semestre de 1999.

Evolução da média das notas por ciclo de experimentos - 2o.sem.1999

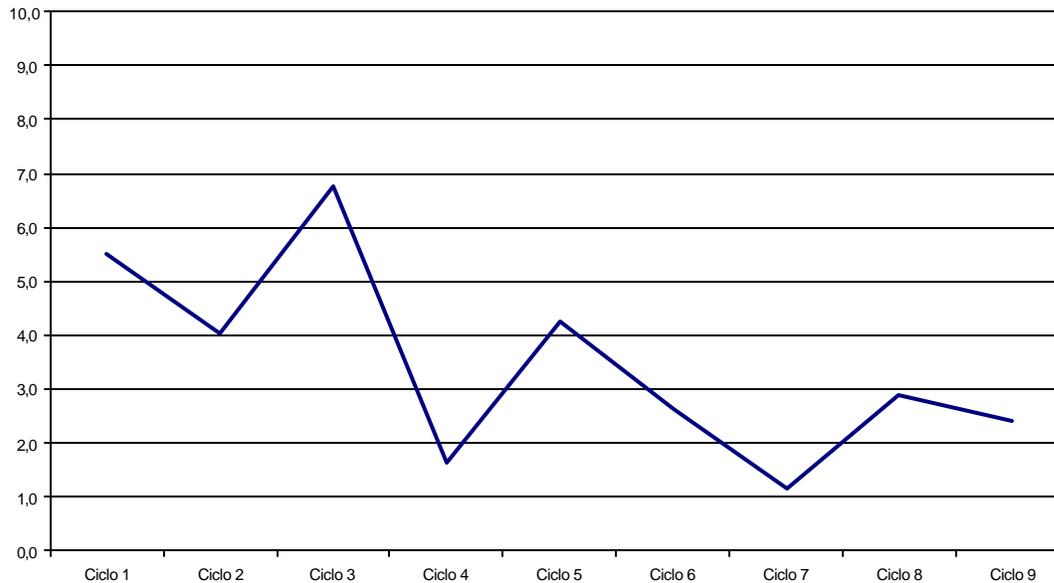


Figura 5 – Evolução da média das notas dos grupos por ciclo de experimento, 2º sem., 1999.

6. CONCLUSÕES

Foi observada uma boa aceitação do método pelos alunos, que mostraram interesse crescente pela disciplina (geralmente de baixo interesse para os alunos do quinto ano). O desempenho dos alunos na realização dos experimentos, na dinâmica de grupo e na apreensão do conhecimento também cresceu durante o semestre.

O bom desempenho da turma aparenta refletir a dinâmica de grupo e motivação ao trabalho instigada pelo estagiário PED, transpondo o aprendizado teórico para a prática profissional do engenheiro.

Vale observar que a média abaixo da nota 5,0, vista na Fig.(5), foi compensada pelos alunos em seminários ou exames finais. Cabe ainda citar que houve uma redução no número de experimentos, do ano de 1999 para 2001.

7. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi possível graças ao apoio do CNPq e do Programa de Estágio Docente da Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp.

Imprescindível foi a sincera participação dos quinze alunos matriculados no curso. Um agradecimento especial a cada um deles.

8. REFERÊNCIAS

- Chiavenato, I., 1999, “Administração nos Novos Tempos”, Ed. Campus, Rio de Janeiro, Brasil, 710 pp. 498-500.
- Druskat, V.U. e Wolff, S.B., 2001, “Building the Emotional Intelligence of Groups”, HBR-Harvard Business Review, Vol. 79, No. 3, pp. 80-90.
- Levy, P.F., 2001, “The Nut Island Effect: When Good Teams Go Wrong”, HBR-Harvard Business Review, Vol. 79, No. 3, pp. 51-59.
- Sánchez, C.G., 2000, “Apostila de EM959: Textos de Laboratório”, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.

9. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

DIDATIC INOVATIONS ON THE THERMAL SYSTEMS LABORATORY FROM THE MECHANICAL ENGINEERING COURSE AT THE STATE UNIVERSITY OF CAMPINAS

Abstract.

The Thermal Systems Laboratory class is taught at the Mechanical Engineering School of the State University of Campinas, UNICAMP. The students, divided into groups, do experiments on the fundamentals of heat transfer, combustion, jet propulsion and refrigeration cycles.

Some changes on the course's didactics were implemented by a PhD student, who is under a teacher trainee program (PED – Programa de Estágio Docente). The focus on the students' evaluation was changed and some modern concepts on team-work were introduced. The daily professional work of the engineer was brought to the lab. Experiments were treated as actual engineering problems and the groups were treated as working-teams that should develop the best ways to reach the targets: not only to learn the concepts, but to relate them to multi-disciplinary aspects and, formally, to improve their performance on the course's evaluation (reports and working-performance).

Some papers on team-work were given to the students. The internet was also used as working-place. The method was well accepted by the students, who showed increasing interest for the classes. The improve of their performance was also reflected at the improve of the reports' results.

Keywords. Technology education, engineering teaching, laboratory teaching, thermal systems