AVALIAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE ENSINO DE ENGENHARIA TÉRMICA E FLUÍDOS SOB BASES CONSTRUTIVISTAS.

Norton de Almeida – nortonalmeida@uol.com.br
Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas e Fac. Politécnica de Jundiaí.
Dirceu da Silva - dirceu@unicamp.br
Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas.
Caio G. Sanchez – caio@fem.unicamp.br
Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas.
Jomar Barros Filho - jomar@unicamp.br
Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas.

Resumo: *As demandas atuais para a formação do engenheiro passam também pela necessidade de se rever os cursos, de forma a incluir disciplinas com metodologia baseadas em ações diferenciadas. O curso de engenharia no passado não muito distante buscava transmitir informações acabadas, pois as exigências do mercado de trabalho eram tais que havia necessidade de um profissional mais estanque. Nesse sentido, as disciplinas experimentais, isto é, os laboratórios primavam pelo ensino de experiências repetitivas, previamente planejadas de forma muitas vezes burocráticas. Por outro lado, hoje vivemos em uma sociedade que exige um novo tipo de profissional que possa estar sempre aprendendo e tenha mais habilidades desenvolvidas do que propriamente dito apenas conhecimentos sólidos. Neste sentido, frente às nossas indagações, buscamos desenvolver atividades diferentes, sob a luz de outro paradigma, buscando a formação de um engenheiro mais crítico e mais habilitado a enfrentar novos desafios. Neste trabalho apresentamos uma atividade, para a disciplina de Térmica e Fluídos do Curso de Engenharia Mecânica, para o ensino de processos térmicos de um aquecedor a gás e fazemos considerações a seu respeito.*

Palavras-chave: *Avaliação do ensino de Engenharia, Laboratório de Engenharia, Ensino de térmica e fluídos, Ensino construtivista.*

1. INTRODUÇÃO

Diversos autores nacionais e internacionais (ROMPELMAN, 2000; SEAT e LORD, 1999; LINSINGEN et AL., 1999; BUCCIARELLI *et al*, 2000; GOMES, 1998; BRANDÃO e LEITE, 1996; RIBAS e VIEIRA, 1996, entre outros) têm apresentado a necessidade da busca de um modelo pedagógico diferente do tradicional transmissão-recepção de informações, para que os nossos alunos possam estar preparados para os novos desafios que as mudanças tecnológicas têm demandado.

Também documentos oficiais, tais como as Diretrizes curriculares do Ministério de Educação e Desporto (BRASIL, 1999) e do Fórum do Pró-reitores de Graduação das Universidades Brasileiras (ForGRAD, 2000) têm apresentado a mesma preocupação. Mais especificamente: "O Projeto Pedagógico da Graduação deve estar sintonizado com nova visão de mundo, expressa nesse novo paradigma de sociedade e de educação, garantindo a formação global e crítica para os envolvidos no processo, como forma de capacitá-los para o exercício da cidadania, bem como sujeitos de transformação da realidade, com respostas para os grandes problemas contemporâneos. Assim, o Projeto Pedagógico, como instrumento de ação

política, deve propiciar condições para que o cidadão, ao desenvolver suas atividades acadêmicas e profissionais, paute-se na competência e na habilidade, na democracia, na cooperação, tendo a perspectiva da educação/formação em contínuo processo como estratégia essencial para o desempenho de suas atividades." (ForGRAD, 2000).

Ou ainda, quando o documento do BRASIL (1999) fala das habilidades e competências que devemos buscar para formar os futuros engenheiros: "Art. 2o. - Os Currículos dos Cursos de Engenharia deverão dar condições a seus egressos para adquirir competências e habilidades para:

1. Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
2. Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
3. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
4. Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
5. Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
6. Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
7. Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
8. Avaliar criticamente ordens de grandeza e significância de resultados numéricos;
9. Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
10. Atuar em equipes multidisciplinares;
11. Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
12. Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
13. Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia.". (BRASIL, 1999).

(Nota: Numeramos os itens para facilidade de citação).

Por outro lado, constatamos que o ensino das disciplinas tecnológicas e técnicas, sobretudo as experimentais, tem sido tratado, em muitos casos, de forma semelhante àquelas científicas ou ainda, em outros como sendo uma "Física ou Química do cotidiano" ou uma "Física ou Química aplicada". Assim, equipamentos e dispositivos diferentes daqueles usados em laboratórios didáticos das Ciências naturais, são tratados nas aulas experimentais, com a mesma metodologia de ensino. (SILVA *et al.*, 1999).

Tal situação nos leva a questionar o como podemos agir e desenvolver uma disciplina para que esta atenda as necessidades e demandas que acreditamos serem necessárias, não perdendo de vista as dificuldades que representam a materialização dessas competências e habilidades, que o documento citado (BRASIL, *opus cit.*).

Nesses sentido, buscando atender as demandas hoje impostas, partimos para a busca de propostas coerentes com as necessidades sugeridas, na tentativa de superarmos o modelo de ensino tradicional e construímos um conjunto de atividades diferenciadas, que primam pela aproximação das práticas de laboratório, como no nosso caso, às demandas existentes em organizações.

Assim, neste trabalho iremos apresentar uma dessas atividades, como exemplo e as bases usadas para a sua construção. Ao final mostraremos os resultados obtidos quando da sua aplicação na disciplina "Laboratório de Processos térmicos e Fluídos" da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM) da UNICAMP.

2. BASES PARA A CONSTRUÇÃO DA ATIVIDADE.

A importância e o papel das atividades têm sido reconhecidos por diversos autores (CARVALHO et al., 1995), como sendo fundamental para que se consiga produzir uma aprendizagem conseqüente que permita desencadear um programa de investigação pelos alunos (GIL PEREZ, 1993), isto é, que seja a "porta de entrada" para um trabalho construtivista (STAVY, 1991) e que os estudantes desenvolvam e construam um

conhecimento de forma ativa, não ficando apenas na repetição de conteúdos memorizados, buscando-se um diálogo necessário com os programas propostos na atualidade (além dos já citados, DUSCHL e GITOMER, 1991; ASTOLFI e PETERFALVI, 1993; McDERMOTT, 1993; CARVALHO e GIL PEREZ, 1993 etc.), bem como estratégias de ensino que busquem um "crescimento" técnico-conceitual.

A dificuldade de construção de uma atividade surge, devido serem enormes as possibilidades de formulação e de caracterização de uma pergunta, problema ou questão, além do que, a decisão sobre o que perguntar aos alunos passa a configurar uma dúvida significativa, além do que há a necessidade de se ter um senso criativo que não é diretamente desenvolvido por caminhos lógicos ou pelo conhecimento e domínio conceitual de uma teoria.

De fato, como aponta COLL (1992), a decisão sobre o tipo de atividade, a forma de apresentação e a seqüência a ser adotada, são os pontos mais problemáticos e espinhosos no processo de elaboração de um ensino, pois não são pequenas as possibilidades e não é simples justificá-las dentro dos vários princípios teóricos que se acredita e adota, pois a habilidade específica de "criar" uma atividade passa evidentemente por uma sólida concepção teórica do conhecimento que se tenta ensinar e por um saber sobre como o aluno pensa e apreende (SILVA, 1995).

Para estruturarmos a atividade como um todo, pois entendemos que o problema não encerra (em si mesmo) os desejos de provocarmos uma aprendizagem adequada sem um ambiente que compõe um "espaço construtivista", buscamos uma fundamentação em alguns autores atuais que apresentam sugestões e propostas interessantes a respeito do que venha a ser a idéia de um ensino pautado em elementos construtivistas.

Para esclarecermos o que entenderemos por construtivismo, podemos afirmar que é uma postura teórico-metodológica frente ao conhecimento, que permite reler os processos de ensino, bem como as concepções que se tem sobre o objeto deste.

Compreendemos que o conhecimento é edificado por um indivíduo ou por um grupo, como um processo continuado, mas não linear e que a verdade, diferentemente de como acreditavam os pensadores positivistas, não pode ser apropriada, mas sim perseguida. Dessa maneira, as noções sobre um objeto variam de pessoa para pessoa, sofrendo modificações quanto ao entendimento em sujeitos diferentes e, também se alterando com o passar do tempo (NOVAK, 1988). O nosso aluno, nessa perspectiva, não é visto como um recipiente passivo de conhecimentos, mas como ser dialético, em constante transformação (SILVA, 1995).

Deve-se, dentro dessa filosofia, rechaçar a figura do professor como mero transmissor de conhecimentos e atribuir-lhe uma tarefa importante no processo de ensino. A nova postura, revestida de uma prática dialética, deve ser capaz de estabelecer conexões entre o conhecimento que será objetivamente ensinado e as condições endógenas (internas ao sujeito) através da qual o aluno vai construir sua aprendizagem.

Nesse sentindo cabe a explicitação sobre a questão da construção de conhecimentos, que pode ser resumida nos três princípios abaixo:

"1-aprender é construir significados; não se lê a realidade como ela se apresenta; 2-compreender algo significa construir significados, pois os fragmentos isolados são esquecidos rapidamente e 3-tudo que se aprende depende dos conhecimentos que já se tinha antes". RESNICK (apud, DRIVER, 1986 e GIL PEREZ, 1993).

Caminhando mais para dentro da sala de aula, GIL PEREZ (1993), propõe que o professor no processo de ensino construtivista seja um "diretor de pesquisas", um orientador que participa do grupo-classe colocando novos problemas diante das descobertas que vão sendo construídas, buscando sistematizar as idéias dos alunos e guiando o processo de aprendizagem com vistas à sua não dispersão. No contexto do ensino construtivista os alunos são encarados como pesquisadores novatos que participam de um programa de investigações. Dessa maneira, o *curriculum* deve ser concebido como um programa de atividades que

permita aos alunos, sob orientação do professor, investigar, sistematizar e testar seus conhecimentos, cumprindo no contexto de sala de aula os passos mais próximos aos da investigação científica.

Buscando não estender demasiado estas propostas, (WHEATLEY, 1991) propõe uma estratégia de ensino muito coerente com os que estamos sugerindo aqui. Basicamente o problema central da aprendizagem pode ser resumido em:

1- Tarefas, que devem ser desenvolvidas com diferentes estratégias, mas enfocando o centro do conceito e através de um processo rico, que deve ser acessível para o aluno e incentiva-lo à discussão; 2- Criar grupos cooperativos, fazendo com que os alunos trabalhem em pequenos grupos para buscar soluções conjuntas criando um clima de constantes desafios no próprio grupo ou no grupo classe e 3-Compartilhar as idéias, permitir que os estudantes troquem com a classe os seus métodos, as suas sínteses e as suas conclusões, sem que professor faça julgamentos, mas buscando um clima de negociação no sentido de um consenso.

Explicitadas as nossas premissas sobre como deve ser um ensino em linhas gerais, partiremos para a descrição da atividade.

3. APRESENTAÇÃO DA ATIVIDADE

De início fornecemos uma atividade sob a forma de um problema próximo da realidade:
Situação-problema: Você é um engenheiro consultor, e é contratado por uma academia de ginástica. O objetivo é auxiliar a decidir entre chuveiros elétricos e aquecedores a gás de passagem nos banheiros da academia.
Dados do problema:
Vazão de água para um banho: 0,05 l/s
Temperatura da água de um banho; 36 ºC.
Duração média de um banho: 20 min.
Eficiência do chuveiro elétrico: 98%
Preço do gás: R$ 1,54 / kg.
Preço da energia elétrica: R$ 0,22 / kWh.
Obs: No chuveiro elétrico, toda a água é consumida por um só cliente.
No chuveiro a gás, pode-se misturar a água quente com água fria e, além disso, pode-se fornecer água para dois banhos simultaneamente.
O banheiro tem 20 chuveiros.

Havia uma bancada com aquecedores a gás disponível para os alunos realizarem testes e ensaios, mas para que o processo não fosse muito direto e implicasse na busca de eliminação de atitudes que consideramos limitantes para a formação dos nossos profissionais, adulteramos os vários medidores do equipamento, sobretudo, aqueles relacionados com o consumo de combustível.

Também preparamos uma tabela com dados sobre dados típicos de um aquecedor para que fosse possível obter informações pertinentes ao processo, além de manuais técnicos típicos, semelhantes àqueles encontrados em organizações. Tentando assim, aproximar o trabalho em sala de aula ao dia-a-dia de um engenheiro.

Mais especificamente sobre a metodologia de sala de aula, o papel do professor foi de fomentar a busca de soluções ou de ser instigador da discussão e do debate, fomentando os alunos a desenvolverem a "experiência" de forma colaborativa e com os seus métodos; formularem hipóteses e engendrarem ações para testá-las; poder com isso identificar possíveis causas, pois o problema é do tipo aberto e permite diversas elaborações possíveis.

Para que a seqüência da atividade possa ser mais bem compreendida, elaboramos em forma de quadro (vide quadro 1), usado uma seqüência temporal, onde relacionamos na coluna 1, as

ações do professor e dos alunos, na coluna 2 os objetivos de cada ação e na terceira o instrumento de avaliação e de acompanhamento dos alunos.

Esclarecendo mais, pensamos em acompanhar os alunos de forma a não incentivar a produção de relatórios estanques. Assim, na maioria das etapas, os alunos apresentaram produções escritas e partes das suas elaborações, em uma perspectiva de avaliação mais contínua e coerente com os preceitos consensuais apresentados por muitos pesquisadores (BARROS FILHO e SILVA, 2001).

Quadro 1: Estruturação da atividade proposta, sobre o funcionamento e operação de aquecedores a gás, para o curso de laboratório de Térmica e Fluídos para Engenharia Mecânica.

Ações na aula de laboratório	Objetivos	Avaliação
Prof. propõe a situação-problema para ser resolvida individualmente.	Fazer com que os alunos explicitem as suas idéias prévias sobre como resolver o problema.	Prof. recolhe as folhas individuais.
Prof. solicita que os alunos de cada grupo de trabalho dêem uma solução ao problema. Os alunos se reúnem em grupo para discutir e tentar solucionar o problema. Fazem um Plano de Trabalho.	Troca de idéias entre os alunos. Buscar solução comum.	Prof. recolhe o Plano de Trabalho do grupo.
O prof. solicita que o grupo opere o aquecedor, testando as suas hipóteses conforme o Plano de Trabalho. Solicita que o grupo apresente uma primeira solução com as medidas feitas.	Testar a solução proposta e recolher dados.	Prof. recolhe uma cópia da folha de dados obtida e uma primeira solução do grupo para o problema.
Prof. avalia rapidamente o resultado apresentado pelo grupo a fim de dar um *feed-back* ao grupo. Os alunos debatem com o professor.	Verificar se é necessário redirecionar o trabalho dos grupos.	********
Prof. solicita que o grupo faça um memorial de cálculo para entregar.	Fazer com que o aluno desenvolva a habilidade de apresentar uma resposta para o problema em linguagem técnica, de engenheiro.	Prof. recolhe o material.
Prof. solicita que o grupo refaça o experimento e compare os novos resultados com os anteriores.	Minimizar a possibilidade de erros.	Prof. recolhe um novo memorial comparativo.
Prof. solicita que os alunos discutam a solução no grupo apresentando-a por escrito.	Encontrar uma solução final para o grupo.	Prof. recolhe a solução.
Prof. solicita a elaboração de uma carta ao dono da academia, informando a viabilidade ou não da solução via aquecedor a gás.	Desenvolver no aluno a habilidade de apresentar soluções técnicas numa linguagem não-técnica.	Prof. recolhe a carta.

3.1 Aplicação da Atividade

A atividade em questão foi aplicada a uma turma de 9º.Semestre da disciplina "Laboratório de Processos térmicos e Fluídos" do curso regular de Engenharia Mecânica da FEM UNICAMP. Participaram da atividade oito (08) alunos, caracterizando a aplicação com

um teste "piloto" e teve a duração de oito (08) horas/aula, ou seja, dois encontros regulares de quatro horas cada um.

Os passos seguidos, apresentados na quadro 1, foram acompanhados pelo professor responsável pela turma e por um monitor (aluno do programa de pós-graduação).

3.2 Resultados Obtidos e sua Análise

Usamos diversos momentos e tipos diferentes de instrumentos de avaliação (vide quadro1, terceira coluna) para acompanharmos o desenvolvimento dos alunos durante as aulas piloto.

Para analisarmos as produções dos alunos, nos inspiramos na proposta de Coll (1992), que sugere que devemos estabelecer o currículo em três eixos principais, sendo eles: **a) Conhecimentos (conceitos, princípios, leis e teorias); b) procedimentos (habilidades); c) valores, normas e atitudes**. Os cursos tradicionais têm dado atenção apenas para o ensino de conceitos. O autor defende que associados aos conceitos, existem diversos procedimentos, valores, normas e atitudes que devem ser ensinados aos alunos.

Assim, os nossos critérios de avaliação seguiram os três eixos apresentados. Fazemos a ressalva de que o processo de avaliação deve ser considerado com uma certa dose de subjetividade, pois seria muito pretensioso de nossa parte, acreditar que possamos conferir julgamentos sem qualquer pré-concepção a respeito do processo.

A tabela 1, a seguir, apresenta os resultados das produções dos alunos.

Tabela 1: Síntese das avaliações dos três tipos de ações dos alunos ao longo do desenvolvimento da atividade do aquecedor a gás.

Aluno	**Conhecimentos**				**Habilidades**				**Atitudes**			
	1ª. Aula		**2ª. Aula**		**1ª. Aula**		**2ª. Aula**		**1ª. Aula**		**2ª. Aula**	
	Código	**Avali.**	**Código**	**Avali**	**Código**	**Avali**	**Código**	**Avali**	**Código**	**Avali**	**Código**	**Avali**
A1	**1**	S	**5**	N	**1**	S	**5**	N	**1**	S	**5**	I
A2	**1**	S	**5**	S	**1**	S	**5**	M	**1**	S	**5**	S
A3	**1**	S	**5**	S	**1**	I	**5**	I	**1**	S	**5**	S
A4	**1**	S	**5**	S	**1**	S	**5**	I	**1**	S	**5**	S
A5	**1**	N	**5**	S	**1**	N	**5**	S	**1**	I	**5**	S
A6	**1**	I	**5**	S	**1**	I	**5**	S	**1**	S	**5**	S
A7	**1**	S	**5**	S	**1**	I	**5**	I	**1**	I	**5**	S
A8	**1**	S	**5**	S	**1**	S	**5**	S	**1**	S	**5**	S
Grupo I (1,2,3 e4)	**2** **3** **4A**	S N S	**4B**	S	**2** **3**	S S	**4**	M	**2** **3**	S M	**4**	M
Grupo II (5,6,7,e ,8)	**2** **3** **4A**	S S N	**4B**	S	**2** **3**	S S	**4**	I	**2** **3**	S S	**4**	M

Legenda 1 (conhecimentos):
S = Suficiente: tem conhecimento prévio da teoria envolvida na atividade (Termodinâmica, Transferência de Calor, MECânica dos fluidos e Sistemas Térmicos)
M = Mais que suficiente: Tem conhecimento prévio superior das disciplinas básicas citadas acima
I = Insuficiente: Tem conhecimento prévio inferior das disciplinas básicas citadas acima (p. ex., não sabe fazer um balanço de energia)
N = Não fez / não temos informação
1 – Roteiro Individual 4A – Pré-memorial de cálculo

2 – Roteiro em grupo 4B - Memorial de cálculo
3 – Experimento 5 – Carta Individual

Índices:

1 – Alunos que não tiveram a teoria a respeito.

2 – Houve influência do professor (explanação teórica sobre o evento).

Legenda 2 (habilidades):

S = Suficiente: Tem facilidade em leitura da instrumentação; redação adequada; desenvoltura na exposição de suas idéias; conhecimentos básicos da metodologia da propagação de erros experimentais.

M = Mais que suficiente: Além das habilidades acima, tem conhecimento e prática de utilização nas atividades de informática; tem conhecimento de automação e controle.

I = Insuficiente: Não conhece instrumentação, não conhece propagação de erros, tem dificuldade com redação e/ou expressão verbal.

N = Não fez / não podemos avaliar

Índices

1 - Partiu de uma hipótese errada, mas o planejamento foi suficiente.

2 – Não sabemos se a elaboração do memorial de cálculo foi em grupo ou individual

3 – Nem todos os alunos tiveram esta teoria. Portanto os critérios (suficiente) foram dados ao aluno que ficou no "Limite superior" da insuficiência

4 – Apresenta uma metodologia diferente, que não foi seguida, mas que poderia levar a resultados interessantes.

Legenda 3 (atitudes):

S = Suficiente: Mostrou motivação e interesse pela atividade, procurou trabalhar em grupo e respeitou a opinião dos colegas.

M = Mais que suficiente: Alem das atitudes acima, motivou os colegas, procurou apresentar novas possibilidades de desenvolvimento da atividade.

I = Insuficiente: Mostrou-se desmotivado, não participativo, não trabalha em equipe. Autoritário, ou apático.

E = Entregou a tarefa

N = Não fez / não podemos avaliar

1 – Roteiro Individual 4 – Memorial de cálculo
2 – Roteiro em grupo 5 – Carta Individual
3 - Experimento

Índices:

1 – Houve imposição por parte de um aluno.

2 – Elaborou o memorial de cálculo sozinho. Não houve participação dos demais.

4. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

Havíamos proposto apresentar uma atividade de sistemas térmicos, mais especificamente de análise e avaliação do uso de aquecedores. Tal atividade foi muita bem recebida pelos alunos, pois houve um envolvimento muito significativo dos mesmos, mostrando que conseguimos aproximar a situação proposta ao trabalho de investigação. Apesar de haver um certo clima de estranhamento quando da apresentação do *modus operanti* do processo.

Notamos que mesmo estando próximos dos alunos e controlando o processo, ainda há estudantes que mantém uma postura inadequada e que não conseguem desenvolver os procedimentos de forma conseqüente. Por exemplo, o aluno A1 mostra produção insatisfatória no que diz respeito ao conhecimento e habilidade na redação da carta resposta solicitada. Mesmo assim, é muito importante que a atividade tenha desvelado essa possível deficiência do aluno. Como educadores, a partir dessa constatação podemos tomar posição e indicar caminhos para o aluno sanar essa deficiência.

Isso mostra a realidade do processo, pois os alunos avaliaram o ensino como muito positivo. Houve várias manifestações favoráveis à metodologia empregada e manifestações espontâneas sobre a qualidade do aprendizado. Um aluno chegou a manifestar o desejo de ter tido um curso inteiro com essa metodologia para poder ter aprendido de fato.

Notamos também que durante o processo, o professor e o monitor tiveram que parar as atividades para conversar com os alunos para estes perceberem que procedimentos usados em

cursos tradicionais não deveriam ser utilizados nessa atividade. Caso contrário o processo não seria completado.

Esse tipo de resistência é muito comum em situações que se busca introduzir inovações, pois os alunos estão muito acostumados a cursos tradicionais e sentem-se receosos a expressem-se de forma direta e a participar dos processos. Cuidados especiais devem ser tomados por qualquer professor que deseja introduzir inovações nas suas disciplinas.

Também se voltarmos a olhar as habilidades e competências propostas pelas Diretrizes curriculares para os curso de Engenharia (BRASIL, 1999), acreditamos que conseguimos cumprir em boa parte algumas delas. Como por exemplo:

Habilidades 1, 5, 6 e 8 (Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia, identificar, formular e resolver problemas de engenharia, desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas e Avaliar criticamente ordens de grandeza e significância de resultados numéricos), quando os alunos necessitam operar os equipamentos da bancada e testar hipótese ou habilidade 3 (Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos), quando os alunos necessitam de avaliar os dispositivos. Ainda as habilidades 4 e 5 (Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia e Identificar, formular e resolver problemas de engenharia), quando solicitamos que eles buscassem avaliar os equipamentos para encontrar a melhor solução e por fim a habilidade 11 (Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica), quando necessitaram apresentar os resultados para profissionais não técnicos.

Finalizando, acreditamos que o modelo de ensino apresentado pode ser uma boa alternativa para inspirar outros professores universitários a fazerem mudanças nos seus cursos, pois a atividade que apresentamos não foi uma inovação mirabolante e sim uma releitura de uma experiência já existente na Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP. Nós fizemos uma contextualização desta, transformando uma experiência fechada e com etapas pré-determinadas em uma atividade aberta, que possibilitou o desenvolvimento dos conteúdos mínimos da disciplina em questão e de outros conhecimentos e habilidades, além de posturas profissionais, que são mais necessárias ao futuro engenheiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTOLFI, J.P. e PETERFALVI, B. Obstacles et Construction de Situations Didactiques en Sciences Expérimentales. **ASTER**, no 16, p. 103-142, 1993

BARROS FILHO, J. e SILVA, D. (2001). Algumas Reflexões sobre a Avaliação dos Estudantes no Ensino de Ciências. **Ciência & Ensino**. n. 9, p. 14-17, 2001.

BRANDÃO, L.P.M. e LEITE, L.S. Revendo papeis no processo educativo. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), XXIV. **Anais**. ANENGE, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia**. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/Sesu/planograd.shtm>. Acesso em: 25/04/2002, 1999.

BUCCIARELLI L. L., EINSTEIN H. H., TERENZINI P. T. e WALSER A. D. ECSEL/MIT Engineering Education Workshop'99: A Report with Recommendations. **Journal of Engineering Education**. v.89, n.2, p.141-150, 2000.

CARVALHO, A.M.P. e GIL PEREZ, D.. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo, Cortez ed., 1993.

CARVALHO, A.M.P, GARRIDO, E. e CASTRO, R.S. El Papel de las Actividades en la Construcción del Conocimiento en Classe. **Investigación en la Escuela**, no 25, pp:61-70, 1995.

COLL, C. **Psicología y Currículum**. 2ª Impr., Barcelona, Ediciones Paidós, 1992

DRIVER, R. Psicologia Cognoscitiva y Esquemas Conceptuales de los alunnos. **Enseñaza de las Ciencias**, 4(1): 3-15, 1986.

DUSCHL, R.A. e GITOMER, D.H. Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications for Educational Practice. **Journal of Research in Science Teaching**. Vol.28, n.9, p. 839-858, 1991.

ForGRAD - FÓRUM DE PRÓ-REITORES DE GRADUAÇÃO DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS . **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação**. Disponível em: <http://www.prg.unicamp.br/forgrad/index.html>. Acesso em: 24/04/2002, 2000.

GIL PEREZ, D. Contribución de la Historia y de la Fifosofía de las Ciencias al Desarrollo de um Modelo de Enseñanza/Aprendizaje como Investigación. **Enseñanza de la Ciencias**, vol. 11, n.2, p. 197-212, 1993.

GOMES, J.R.P. O bom Professor: aulas motivantes. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), XXVI. **Anais**. ANENGE, 1998.

LINSINGEN I. V., PEREIRA L. T. V., BAZZO W. A. (1999). **Formação do engenheiro. Florianópolis**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

McDERMOTT, L.C. Como Enseñamos y como Aprendem los Estudiantes. Un Desastre? - 2a parte. **Revista Enseñanza de la Física**. Vol.6, n.2, p. 19-28, 1993.

NOVAK, J.D. Construtivismo Humano: Un Consenso Emergente. **Enseñanza de las Ciencias**, vol.6, n.3,p.213-223, 1988.

RIBAS, P. A. V.e VIEIRA, J.E.S. Um espaço para reflexão sobre o processo de ensino aprendizagem. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), XXIV. **Anais**. ANENGE, 1999.

ROMPELMAN, O. Assessment of student learning: evolution of objectives in engineering education and the consequences for assessment. **European Journal of Engineering Education**. v.25, n.4, p.339-350, 2000.

SEAT E.; LORD S. M. Enabling Effective Enginnering Teams: **A Program for Teaching Interaction Skills. Journal of Engineering Education**. v.88, n.4, p.385-390, 1999.

SILVA, D. **Estudo das Trajetórias Cognitivas de Alunos no Ensino da Diferenciação dos Conceitos de Calor e Temperatura**, 1995. Tese de Doutorado. São Paulo, Faculdade de Educação da USP.

SILVA, D.; SANCHES, C. G.; ALMEIDA, N., BARROS FILHO, J. Ensino de Engenharia e Ensino de Ciências das disciplinas experimentais: Proposta de ações pedagógicas. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA (COBEM), XV, 1999. **Anais.** Águas de Lindóia: ABCM e UNICAMP, p: 1- 6, 1999.

STAVY, R. Using Analogy to Overcome Misconceptions About Conservation of Matter. Journal of Research in Science Teaching, vol. 28, n. 4, p. 305-313, 1991.

WHEATLEY, G.H.. Construtivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. **Science Education**, vol. 75, n. 1, p. 9-21, 1991.

EVALUATION OF THE NEW TEACHING PROPOSES OF THE THERMAL PROCESS AND FLUIDS CURSE UNDER CONSTRUCTIVIST BASES.

Abstract: *The new demands for a formation of the engineer attend the need curse revision, including new methodologies based in different actions. The engineer graduate curse, in the past was based in the transmission of bureaucratic structured proceeding as repetition of rules and experiences. In other hands, today we live in a society which to claim a new professional whit new skills for continuous learning, more than only knowledge. In this paper, we presented an activity to concern an experiment when we solicit which students of graduate mechanical engineering curse in the thermal and fluids curricular component solve a problem with a common gas shower.*

Key-words*: Evaluation of teaching engineering, Engineering Laboratory, thermal process and fluids teaching, constructivist teaching.*