

APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA NA BUSCA DE UM NOVO PERFIL NO ENSINO DA ENGENHARIA INDUSTRIAL - UNIMEP

Mitsuo Serikawa - serimit@unimep.br

Francisco José de Almeida - falmeida@unimep.br

Universidade Metodista de Piracicaba, Faculdade de Engenharia Mecânica e Produção

Campus Santa Bárbara D'Oeste

13450-000 - Santa Bárbara D'Oeste - SP

***Resumo.** Este artigo discute a metodologia adotada nas disciplinas de Aplicações de Engenharia do Curso de Engenharia Industrial Mecânica da Universidade Metodista de Piracicaba. Estas disciplinas têm caracter multidisciplinar, foram introduzidas durante a reestruturação do referido curso efetivada durante o ano de 1999 e têm por objetivo buscar o novo perfil do engenheiro para o próximo século (Engenheiro 2001), com formação mais generalista e com conhecimentos sólidos na formação básica, geral e humanística. Uma das alternativas para auxiliar na formação deste novo engenheiro, é a efetiva utilização da tão comentada interdisciplinaridade, que, se no conceito teórico é relativamente simples, a sua implementação nas disciplinas curriculares torna-se difícil de ser efetivada. Entretanto, a metodologia utilizada nas referidas disciplinas vai garantir, de certa forma, a aplicação efetiva do conceito interdisciplinar. Nestas disciplinas, os alunos trabalham em grupos de cinco integrantes, com orientação direta de um professor, e desenvolvem o trabalho, o projeto e fabricação de um produto real, durante o semestre letivo aplicando os conhecimentos já adquiridos e pesquisando novos conceitos. Com a adoção desta metodologia, além de se obter grande motivação por parte dos alunos, fundamental na relação ensino-aprendizagem, é esperado que os alunos aprendam a trabalhar em grupo, a aplicar os conhecimentos adquiridos e a pesquisar, com aplicação de uma metodologia científica.*

***Palavras chave:** Interdisciplinaridade, Multidisciplinar, Ensino-aprendizagem.*

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais preocupações dos professores para todos os níveis de ensino é uma busca constante de formas de motivação dos alunos nas disciplinas e no curso que eles freqüentam. Não há uma fórmula mágica e nem uma única metodologia que vão motivá-los. Entretanto, qualquer que seja ela, e apesar das diferenças inerentes de cada ser humano e, uma vez que durante as aulas o ensino-aprendizagem se faz entre o professor e a classe, esta deverá considerar este relacionamento. Para Freire (1987), o diálogo mantido no ambiente interdisciplinar deve ajudar a estabelecer a comunicação e a cooperação entre os alunos e professores, e é o ponto de partida do ensino-aprendizagem. Portanto, o professor deve

procurar utilizar uma ou várias técnicas - uma metodologia - de ensino que vão possibilitar a busca da motivação para a maioria dos alunos da classe, elevando em muito o nível do resultado do ensino-aprendizagem. Na elaboração do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Industrial Mecânica da Universidade Metodista de Piracicaba (1998), na fase referente à análise da Inovação Curricular, foi detectada a necessidade de uma reformulação curricular do curso. Esta reformulação curricular colocava-se no sentido de buscar o novo perfil de engenheiro (Fleury, 1997), com formação mais generalista e com conhecimentos sólidos na formação básica, geral e humanística. Uma das alternativas para auxiliar na formação deste novo engenheiro é a efetiva utilização da tão comentada interdisciplinaridade que, se no conceito teórico é relativamente simples, a sua implementação em todas as disciplinas se demonstra de forma dificultosa.

A questão sobre a interdisciplinaridade começou a ser estudada no Brasil em 1970, com Hilton Japiassu. Para Fazenda (1993), a interdisciplinaridade é a atitude diante do conhecimento, que implica na mudança da postura frente à questão do saber e da vida. Já para Berger (1972), a interdisciplinaridade é a integração entre duas ou mais disciplinas, abrangendo comunicação de idéias, integração mútua de conceitos, metodologias e terminologias. A interdisciplinaridade é definida também como a "*síntese de duas ou mais disciplinas, instaurando um novo nível de discurso, caracterizado por uma nova linguagem descritiva e novas estruturas*" (Weil et al, 1993).

Neste contexto, para garantir de certa forma a aplicação efetiva do conceito de interdisciplinaridade no curso acima referido, foi proposto na sua nova grade curricular um conjunto de disciplinas denominadas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica I, II e III**, onde os seus objetivos, suas ementas, seus programas e a metodologia do curso são voltados para a aplicação efetiva do conceito de interdisciplinaridade.

É importante lembrar que o trabalho interdisciplinar envolve um rigor científico, uma ordem. Isto deve implicar numa mudança de atitude do professor, que por sua vez refletirá na mudança de postura do aluno frente ao conhecimento (Garcia, 1995). Segundo Japuassu (1975), a metodologia, qualquer que seja, deve ser bem definida ao se realizar o trabalho interdisciplinar.

2. APLICAÇÕES DE ENGENHARIA

As disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica I, II e II** são, no seu conceito primordial, disciplinas de inter-relacionamento com as demais disciplinas do semestre no qual cada uma está alocada e dos semestres anteriores. Igualmente, as disciplinas inter-relacionam-se com as disciplinas dos demais semestres, pela relação direta e perfeitamente definida entre as várias disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica** existentes no currículo do curso, a saber, no 3º semestre, no 5º semestre e no 7º semestre letivos.

É importante lembrar que o trabalho interdisciplinar por excelência é aquele onde os professores desenvolvem uma prática docente comum. Ele não se confunde com o trabalho que envolve um mesmo tema em diferentes disciplinas. Aí teremos meramente um trabalho integrado (COGEAE/PUC-SP).

Foi optado o início da série de disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica** a partir do 3º semestre letivo para que os alunos pudessem colocar em prática os conceitos - e os conteúdos - já adquiridos nas disciplinas consideradas básicas, tais como cálculo, física, química, desenho, interpretação de textos, informática e métodos e técnicas de pesquisas, já nos primeiros contatos com alguns problemas reais de aplicações da engenharia. Na mesma lógica, as demais disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica** foram alocadas em períodos letivos intercalados, para que os alunos possam, caso haja

necessidade, continuar desenvolvendo os estudos relacionados às aplicações nas disciplinas durante os demais semestres, até a última disciplina **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica** prevista, fechando assim um ciclo.

Um dos principais objetivos do conjunto de disciplinas em questão é criar uma motivação - inerente a qualquer disciplina - para o ensino-aprendizagem do curso de engenharia, através da utilização do conceito de interdisciplinaridade. Além disso, porém, utilizando-se da metodologia - estratégia - proposta neste artigo, são alcançados outros objetivos tão importantes quanto o citado.

Alguns destes objetivos são: (a) direcionar o aluno na aplicação dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas dos semestres anteriores; (b) aprender a pesquisar novos conhecimentos quando necessário - aprender a aprender; (c) reconhecer o relacionamento existente entre as disciplinas - interdisciplinaridade; (d) aprender a trabalhar em equipe, discutir, opinar, analisar; (e) desenvolver o senso crítico, a criatividade, noções de síntese e de análise; (f) ser organizado e, (g) aprender a aplicar uma metodologia científica no desenvolvimento de um projeto e na apresentação de um trabalho científico.

Com base nos objetivos do conjunto de disciplinas, as ementas propostas englobam os seguintes conteúdos: aplicação de metodologia no desenvolvimento de projetos; elaboração de experiências práticas da Engenharia Mecânica e suas habilitações; análise de equipamentos ou processos aplicados à indústria; aplicações de softwares para a Engenharia Mecânica e suas habilitações.

Para se implementar estes objetivos, atendida a ementa acima, nas disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica I, II e III**, possibilitam-se tanto definir um único projeto para que seja desenvolvido durante os três semestres letivos - 3^o, 5^o e 7^o - aumentando-se o nível de exigência em cada disciplina subsequente, ou projetos diferentes a serem desenvolvidos dentro de cada semestre letivo, cada qual igualmente com maior nível de dificuldade que o seu antecessor.

2.1. Ementa

As ementas, construídas a partir dos objetivos do conjunto de disciplinas - visando a interdisciplinaridade -, orientam o desenvolvimento dos conteúdos propostos para cada disciplina através do desenvolvimento de projetos práticos e reais. A expressão **projeto** é bastante ampla, mesmo dentro da área da Engenharia Industrial Mecânica. Entretanto, qualquer que seja o projeto escolhido, este deve contemplar uma aplicação tecnológica e prática, isto é, conduzir os alunos a aplicar dos conceitos assimilados e pesquisar novos conhecimentos, os conceitos ainda não transmitidos.

Nas disciplinas, os grupos de alunos são orientados a aplicar as técnicas de desenvolvimento de projetos, desde a definição do problema até a construção do produto definido no programa do curso. Em paralelo, eles são orientados a promover as discussões e as análises referentes à aplicação dos processos de fabricação e dos equipamentos necessários para a fabricação do produto projetado, a definir os tipos de materiais a serem utilizados no produto, de acordo com as propriedades mecânicas necessárias no projeto e, finalmente, a utilizar software, tais como editores de texto, planilhas de cálculo, sistemas de CAD e outros, que vão auxiliar nos cálculos de projeto e na elaboração da monografia e dos relatórios parciais e final.

O resgate dos conceitos já adquiridos e a busca dos novos conhecimentos para viabilizar a aplicação prática proposta na disciplina é um desafio que cria a motivação dos grupos de alunos.

2.2. Conteúdo programático

De acordo com as ementas e os objetivos do conjunto das disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica I, II e III**, foi programado um conteúdo programático, distribuídos em seis fases.

Na primeira fase são apresentados alguns conceitos considerados fundamentais para o desenvolvimento das disciplinas. Dependendo do semestre letivo, são conceitos novos ou simplesmente são recordações de conceitos já ensinados aos alunos. Os conceitos apresentados são: (a) técnicas de desenvolvimento de projetos; (b) tecnologia dos materiais; (c) processos de fabricação e, (d) noções de elementos de máquinas. Dentro de cada conceito, os tópicos abordados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Conceitos apresentados nas disciplinas.

<i>Introdução ao desenvolvimento do projeto</i>	<ul style="list-style-type: none">❖ Generalidades❖ Fundamentos Tecnológicos<ul style="list-style-type: none">➤ Desenvolvimento Tecnológico;➤ Atividades de Projeto,➤ Fase de um projeto.❖ Regras Gerais de Projetos<ul style="list-style-type: none">➤ Influências econômicas;➤ Influências de solicitações;➤ Influências de operação, manutenção e segurança,➤ Influência do material.
<i>Tecnologia dos materiais</i>	<ul style="list-style-type: none">❖ Classificações dos materiais<ul style="list-style-type: none">➤ Materiais metálicos;➤ Materiais ferrosos;➤ Materiais não ferrosos,➤ Materiais não metálicos.❖ Tratamentos térmicos dos metais<ul style="list-style-type: none">➤ Reozimentos;➤ Normalização;➤ Têmpera,➤ Revenimento.
<i>Processos de fabricação</i>	<ul style="list-style-type: none">❖ Usinagem;❖ Conformação plástica;❖ Fundição;❖ Sinterização,❖ Soldagem.
<i>Elementos mecânicos</i>	<ul style="list-style-type: none">❖ Eixo;❖ União eixo-cubo;❖ União eixo-eixo;❖ Sistema de transmissão;<ul style="list-style-type: none">➤ Engrenagem;➤ Correia e polia,❖ Mancal de rolamento e de escorregamento.

Todos esses conceitos são apresentados de forma bastante resumida, mais no sentido de prover uma orientação aos alunos, para auxiliar nas suas pesquisas, uma vez que há matérias específicas nas quais estes conceitos serão abrangidos com maior detalhamento. Apesar deste fato, devido à natureza da disciplina, de aplicação de conhecimentos já obtidos e ainda não obtidos, alguns conceitos são discutidos com maior profundidade, de acordo com as necessidades do grupo de alunos perante o projeto de um produto específico.

A segunda fase é a determinação das atividades de pesquisa. É a fase da determinação dos projetos a serem desenvolvidos durante cada semestre letivo, ou nos três semestres consecutivamente. Esses projetos, que são submetidos à classe, são determinados pelo Conselho do Curso de Engenharia Industrial Mecânica e, uma vez determinados, são especificados os parâmetros de projeto a serem atingidos. A título de ilustração, na disciplina **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica I**, ministrada no 1º semestre do ano de 2000, foi escolhido como tema de projeto um veículo terrestre para deslocamento em um plano, definido conforme a Tabela 2:

Tabela 2. Parâmetros especificados para o projeto.

Parâmetros a serem atingidos

- ❖ Percorrer uma certa distância (mínima 10 m) em um certo tempo (máximo de 120 seg.);
 - ❖ Utilizar exclusivamente potência mecânica para o deslocamento - não poderá utilizar nenhum tipo de motor elétrico ou térmico;
 - ❖ Ser auto-propelido;
 - ❖ Ocupar um volume máximo igual a 0,016 m³;
 - ❖ Utilizar como material somente metal, madeira ou plástico;
 - ❖ Ser um projeto de baixo custo;
 - ❖ Não usar controle externo,
 - ❖ Mover-se sobre quatro rodas.
-

Paralelamente à definição do tipo de produto a ser projetado e construído, nesta fase definem-se os elementos que deverão fazer parte da monografia e a forma de avaliação a que estarão submetidos os alunos. A exigência de uma monografia justifica-se pelo fato de ser a atividade desenvolvida na disciplina uma atividade científica, e não apenas tecnológica. Assim, exige-se a apresentação de uma documentação do trabalho desenvolvido pelos alunos, lançando-se mão, para tanto, da referida monografia. Como exemplo, para a disciplina **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica I**, já citada, especificaram-se os seguintes elementos, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Elementos da Monografia.

Planejamento da monografia

- ❖ Introdução
 - ❖ Pesquisa Bibliográfica
 - ❖ Desenvolvimento do Projeto
 - Croquis do Projeto
 - Modelamento simples (aplicação das Leis Físicas)
 - Memorial de cálculo
 - ❖ Desenho de montagem e detalhamento
 - ❖ Processo de Fabricação
 - ❖ Testes de funcionamento
 - ❖ Resultados
 - ❖ Conclusões
-

Para a avaliação, são considerados a participação individual de cada elemento do grupo, a participação do grupo na disciplina e na execução das etapas previstas, e a prova final, que consta de uma competição entre todos os grupos de alunos matriculados.

Na participação individual, são avaliados a participação de cada aluno dentro do seu grupo através de questionamento do professor, da auto avaliação e da avaliação feita pelo grupo em relação a cada membro. Na avaliação do grupo são considerados as avaliações dos relatórios parciais e do relatório final - monografia. Por último, tem-se a avaliação do resultados da competição.

3. METODOLOGIA

3.1. Formação do grupo

As disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica** são distribuídas na grade curricular, conforme já mencionado, no 3^o, 5^o, e 7^o semestres letivos do curso. Para cada classe de alunos, é escolhido um professor que irá coordenar todas as atividades da classe.

No primeiro dia letivo da disciplina, sob a coordenação deste professor, a classe é dividida em grupos de cinco alunos, escolhidos entre os seus pares. Cada um dos grupos formados terá indicado um professor tutor, que irá supervisionar as atividades do grupo. Cada professor tutor poderá ter mais de um grupo sob a sua orientação.

Os professores considerados tutores são escolhidos pelo Conselho de Curso, de tal forma que se cubram todas as grandes áreas do saber necessárias para o desenvolvimento dos projetos propostos.

É responsabilidade de cada grupo escolher um membro, que vai coordenar as atividades do seu grupo e representar o mesmo perante o professor tutor.

Os grupos formados efetuam reuniões de discussão e de trabalho durante o horário reservado para as aulas, quando terão a presença do professor tutor e dos demais professores ligados à disciplina para dirimir dúvidas e obter orientação, e normalmente aos sábados, na escola ou fora dela. Uma escala de plantão é definida, de maneira que sempre haja um ou mais professores tutores à disposição dos grupos nos sábados. Todos os grupos tem liberdade de buscar orientação com qualquer um dos professores tutores e mesmo com outros professores, caso necessário. Durante as reuniões entre os grupos, são discutidos os procedimentos, as dúvidas sobre as pesquisas realizadas ou a realizar, o andamento do cronograma e outros assuntos de interesse de cada grupo.

Com a permissão de cada grupo poder buscar orientação junto a qualquer professor, tutor ou não, consegue-se satisfazer totalmente as necessidades de cada grupo, no que diz respeito a conhecimentos das várias áreas envolvidas no projeto e na construção do produto, efetivando-se uma real interdisciplinaridade.

3.2. Cronograma

Cada uma das disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica** corresponde a quatro créditos, sendo dois créditos equivalentes a duas aulas previstas na grade horária do turno, durante os quais os alunos têm um acompanhamento dentro da sala de aula, e outros dois créditos reservadas para as reuniões de cada grupo para desenvolver as suas atividades, para atividades extra-classe, como a construção do produto nos laboratórios da faculdade, a pesquisa bibliográfica, ou o contato com outros professores.

Já na primeira semana de aula, são passadas aos alunos todas as atividades que deverão ser realizadas durante o semestre, bem como a ementa da disciplina, a programação de

atividades, os procedimentos a serem obedecidos, as etapas a serem cumpridas, os métodos de avaliação que serão utilizados na disciplina e efetiva-se a divisão dos alunos por grupos, conforme já disposto.

Nas quatro semanas seguintes, ao início de cada aula, são dadas, de acordo com as necessidades da classe, aproximadamente 30 minutos de aula expositiva sobre os conceitos necessários para o desenvolvimento do projeto, a saber, como já citados, técnicas de projeto, tecnologia dos materiais, processos de fabricação e elementos de máquinas. O restante do tempo de cada aula é reservado para os grupos se reunirem e discutirem sobre o andamento do projeto com o professor tutor, ou para discutir as dúvidas do grupo com professores das áreas específicas. Todos os grupos se reúnem em uma mesma sala, de maneira a facilitar os contatos com demais professores.

Durante o semestre, cada grupo entrega relatórios parciais, correspondente à pesquisa bibliográfica, ao croquis do projeto escolhido com memorial de cálculo, ao projeto definitivo do conjunto e detalhamento e, por último, aos processos de fabricação a serem utilizados. Ao final de cada semestre letivo, compete aos grupos a entrega da monografia completa, constando dos itens já apresentados na Tabela 3.

A penúltima semana de aulas é reservada para a competição entre os grupos, de acordo com as normas pré-estabelecidas ao início do curso. Na última semana, finalmente, todos os professores tutores e os alunos da classe se reúnem, afim de efetuar-se uma avaliação geral do andamento da disciplina.

3.3. Da competição

A competição entre os grupos foi colocada com o intuito de se prover mais uma forma de motivação para o desenvolvimento da disciplina pelos alunos. Ela compreende avaliações desde o desempenho do equipamento projetado e fabricado pelos grupos, passando pela criatividade demonstrada, a originalidade de cada projeto, e ainda outros parâmetros específicos, estes de acordo as características dos projetos que foram desenvolvidos.

Tomando-se como exemplo, a disciplina **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica I**, e de acordo com a programação, a competição foi dividida em três provas. A primeira prova correspondeu a uma prova de velocidade, isto é, avaliaram-se os veículos projetados e fabricados dentro do parâmetro de se atingir os primeiros 10 metros de deslocamento no menos tempo possível. O grupo cujo veículo apresentou melhor desempenho recebe a pontuação máxima, enquanto que os demais grupos recebem notas proporcionais, de acordo com o desempenho de cada veículo respectivo.

A segunda prova foi definida com relação ao controle de parada dos veículos: o grupo cujo veículo parar o mais próximo de uma certa posição previamente demarcada recebe a pontuação máxima, os demais grupos recebem notas proporcionais a essa pontuação, também de acordo com o desempenho de cada veículo respectivo. Na última prova considera-se a relação peso/potência de cada veículo. A menor relação peso/potência entre todos os veículos de todos os grupos recebe a maior pontuação e os demais grupos recebem notas proporcionais. Para fins de classificação geral, o veículo que obtiver a maior pontuação considerando-se as três provas é considerado o grupo vencedor.

3.4. Da avaliação do ensino-aprendizagem

Segundo texto publicado na Revista AMAE (1997), não existe instrumento de avaliação capaz, por si só, de detectar a totalidade do processo de obtenção do conhecimento. Por isso, pensou-se em instrumentos mais diversificados para o processo avaliativo da disciplina considerada neste trabalho. Os instrumentos de avaliação utilizados foram: (a) *Observação* -

desempenho nas atividades do aluno no grupo; (b) *Debate* - compreensão de cada elemento do grupo; (c) Pesquisa - saber onde e como buscar as fontes de informação; (d) *Competição* - verificação dos resultados em competição entre grupos; (e) *Auto-avaliação* - construção crítica frente às tarefas propostas; (f) *Relatórios de atividades* - registros intermediários realizados pelos grupos e, (g) *Monografia* - formatação dos relatórios como trabalho final.

Com esta gama de instrumentos, possibilitou-se uma avaliação individualizada, apesar de o trabalho desenvolvido em grupo, que levou em consideração o desempenho continuado de cada aluno durante toda a disciplina e a efetiva melhoria deste desempenho durante o semestre letivo. A disponibilidade deste tipo de avaliação faz com que a disciplina em questão apresente-se completamente satisfatória quanto às novas propostas de avaliação discente, tão amplamente discutidas nestes tempos.

4. AVALIAÇÃO E CONCLUSÃO

De acordo com a proposta do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Industrial Mecânica da Universidade Metodista de Piracicaba (1998), as disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica** são tidas como uma inovação, um novo modelo de ensinar a aprender. As disciplinas direcionam os alunos à atividade de "engenhar" desde os primeiros semestres letivos do curso. É, sem dúvida alguma, uma aplicação multidisciplinar, mostrando a importância e as aplicações dos conceitos básicos ensinados num curso de engenharia e motivando os alunos à aprendizagem futura. Esta motivação é decorrente das necessidades encontradas pelos próprios alunos na busca de soluções para os problemas com que eles se depararam no desenvolvimento do seu projeto.

Analisando os objetivos, as ementas e os programas do conjunto de disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica**, à primeira vista, parece ser simples o alcançar do sucesso esperado. Entretanto, se os professores participantes da disciplina não se envolverem profundamente, mostrando aos alunos a importância de cada fase a ser efetuada, os resultados podem não ser tão bom quanto o esperado.

No caso específico da disciplina **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica I**, além das reuniões semanais do professor tutor com os seus grupos, mensalmente os professores ligados à disciplina reuniam-se, para discutir os problemas do dia a dia e corrigir as possíveis falhas identificadas na orientação, nas especificações do projeto, tão logo fossem observadas. Ao final da disciplina, os professores e a classe reuniram-se para a avaliação final da disciplina, conforme previsto no cronograma da mesma.

Uma das poucas avaliações negativas dos alunos foram com respeito ao cronograma de apresentação dos relatórios parciais. Segundo os alunos, os prazos estipulados estariam muito próximos, dificultando o cumprimento dos mesmos. Outra crítica levantada pela classe foi relativa às dificuldades dos grupos na compreensão dos objetivos propostos para cada fase da disciplina. Por ser uma disciplina em que os alunos "engenheravam", muitos tinham a, já esperada, tendência de partir diretamente para a fabricação do produto, deixando de lado as etapas de planejamento e de projeto detalhado. Este fato, por si só, já demonstra o grande interesse demonstrado pelos alunos em relação à disciplina. A dificuldade em cumprir os prazos demonstra, por sua vez, que os alunos buscaram desenvolver um trabalho de bom nível, ocupando seu tempo disponível quase completamente nas atividades relativas à disciplina.

Segundo os professores tutores participantes, é importante que se efetive uma maior cobrança junto aos alunos e grupos com relação ao modelamento matemático dos conceitos físicos envolvidos nos projetos, bem como no cumprimento dos prazos estabelecidos. Tanto um quanto outro ponto visa facilitar o trabalho dos grupos, minimizando as costumeiras correrias de final de semestre, e demonstrando, na prática, a importância de um bom

planejamento e de um correto embasamento teórico antes de se passar para a etapa de fabricação em um produto.

Ainda durante a avaliação final da disciplina, foi oferecido um questionário para os alunos, com questões relativas ao entendimento da disciplina, ao volume de trabalho desenvolvido pela classe, e às dificuldades encontradas. A Tabela 4 apresenta os resultados de algumas questões consideradas mais relevantes. As respostas obtidas por si já fornecem boas explicações quanto à dificuldade dos alunos em cumprir o cronograma, bem como oferecem subsídios interessantes para a melhoria da disciplina.

Como idéia geral, apesar da identificação de alguns pontos que devem receber lapidações para as próximas turmas, fica o reconhecimento da quase totalidade dos alunos e dos professores à importância e validade da proposta das disciplinas **Aplicações de Engenharia Industrial Mecânica**, com a generalizada aprovação dos seus objetivos, da sua ementa e do programa das disciplinas.

Tabela 4. Resposta ao questionário de avaliação da disciplina

Em relação aos objetivos da disciplina, você:	
37 respostas	entendeu perfeitamente
12 respostas	entendeu, mas não completamente
0 respostas	não entendeu / não sabe
Quanto à obediência do cronograma da disciplina, você:	
8 respostas	obedeceu o cronograma sempre
27 respostas	obedeceu a maioria das vezes
11 respostas	obedeceu algumas vezes
3 respostas	normalmente não atendeu os prazos colocados
Caso não tenha obedecido o cronograma, qual(is) foi(ram) a(s) razão(ões)?	
tempo (16 respostas), outras provas (4 respostas), dificuldade no cálculo (4 respostas), outras (6 respostas)	
Quanto à proposta de construir um produto e avaliá-lo em provas práticas ao final da disciplina, você:	
48 respostas	concorda e acha muito importante
1 respostas	concorda mas não acha importante
0 respostas	não concorda / não acha importante
Nas discussões e encaminhamentos do seu grupo, você participou:	
30 respostas	de todos os assuntos
17 respostas	a maioria das vezes
2 respostas	algumas vezes
0 respostas	quase nunca
No desenvolvimento do projeto, você:	
5 respostas	desenvolveu todos os tópicos
23 respostas	desenvolveu vários tópicos/tomou parte dos demais
16 respostas	participou de todos os tópicos
5 respostas	participou em alguns tópicos
0 respostas	sua participação foi pequena
Você desenvolveu seus trabalhos:	
24 respostas	durante todas as aulas e ainda em outros horários
14 respostas	durante algumas aulas e em outros horários
2 respostas	exclusivamente durante o horário das aulas
9 respostas	em horários fora da aula

Tabela 4. Resposta ao questionário de avaliação da disciplina (continuação)

Para desenvolver o seu projeto, você, ainda:	
26 respostas	usou vários conceitos ainda não aprendidos na fac.
18 respostas	usou alguns conceitos ainda não aprendidos na fac.
5 respostas	não usou conceitos ainda não aprendidos na fac.
Quanto à bibliografia, você:	
30 respostas	procurou vários materiais (livros, revistas, apost.)
18 respostas	procurou alguns materiais
1 respostas	não procurou materiais além do que já tinha
Em relação ao professor orientador, você:	
20 respostas	procurou o professor constantemente
17 respostas	procurou o professor algumas vezes
0 respostas	procurou o professor esporadicamente
12 respostas	conversou com o professor apenas durante as aulas
Em relação aos outros professores, você:	
2 respostas	procurou outros professores constantemente
22 respostas	procurou outros professores algumas vezes
7 respostas	procurou outros professores esporadicamente
18 respostas	não procurou outros professores
Coloque as principais dificuldades que você sentiu na disciplina:	
tempo (12 respostas), conhecimento (13 respostas), conhecimento posterior (5 respostas), pré-definições (5 respostas), exigências do professor (3 respostas), outras (9 respostas)	
Sua presença nas aulas, foi:	
19 respostas	veio em todas as aulas
30 respostas	veio na maioria das aulas
0 respostas	veio em algumas aulas
0 respostas	faltou constantemente

REFERÊNCIAS

- BERGER, G. *Opinions and Facts in Interdisciplinarity: problems of teaching and research in universities*. Paris, OECD, 1972.
- _____. *Educação para o Século XXI*. São Paulo, Coordenadoria Geral de Especialização, Aperfeiçoamento e Extensão da PUC/SP, 1999.
- FAZENDA, I. *Interdisciplinaridade: um projeto em parceria*. Coleção Educar 13, 2^a ed. São Paulo, Loyola, 1993.
- FREIRE, P. *A Pedagogia do Oprimido*. 17^a ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.
- FREURY, A C. et al. *Sínteses, Conclusões e Propostas do 1.º Ciclo Sobre Ensino de Engenharia*. Engenheiro 2001. São Paulo, Fundação Vanzolini, 1997.
- GARCIA, M. F. *Ambiente Logo e Interdisciplinaridade: a concepção dos professores*. Campinas, Faculdade de Educação da Unicamp, 1995. Dissertação (Mestrado).
- JAPIASSU, H. *Interdisciplinaridade e Patologia do Saber*. Rio de Janeiro, Imago, 1976.
- _____. *Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Industrial Mecânica da Unimep*. Santa Bárbara d'Oeste, Unimep, 1998.
- WEIL, P. DÁMBRÓSIO; CREMA R. *Rumo à Nova Transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento*. São Paulo, Summus Editorial, 1993.