



COBENGE 2005

XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia

“Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças”

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFPE

UMA RETROSPECTIVA DAS DISCIPLINAS DE “SÍNTESE” NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO – RS

Luís Edson Saraiva – saraiva@upf.br

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura

Campus I – Bairro São José

99001-970 – Passo Fundo – RS

Rubens Stuginski Jr – rubens@upf.br

Charles Leonardo Israel – israel@upf.br

***Resumo:** O presente trabalho faz um relato da origem, regulamentação, implementação e desenvolvimento das disciplinas de Síntese I e Síntese II, do 5º e 6º semestres, respectivamente, do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Passo Fundo – RS. As disciplinas têm natureza e objetivos semelhantes ao “trabalho final de curso”, previsto nas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia. Diferentemente deste, porém, possuem uma menor exigência do nível de conhecimento em engenharia envolvido, forma de avaliação diferenciada e um caráter de trabalho marcadamente coletivo.*

***Palavras-chave:** Trabalhos de síntese, Integração de conhecimentos, Ensino de engenharia*

1. INTRODUÇÃO

Entre as críticas que são feitas ao modelo tradicional de ensino de engenharia, pode-se destacar a falta de integração entre as disciplinas. A fim de integrar os conhecimentos das diversas disciplinas ministradas ao longo do curso, consta dos currículos o “trabalho final de curso” ou o “trabalho final de graduação”. O trabalho final de curso, como o próprio nome diz, somente pode ser realizado próximo a sua conclusão quando uma parte significativa do conhecimento obtido está já esquecida ou desconectada da prática de engenharia. Além disso, conhecimentos básicos importantes, mas de caráter não-tecnológico são ignorados e, não raro, rotulados como desnecessários. As disciplinas de Síntese I e Síntese II surgem para tentar avivar o interesse por tais conhecimentos básicos, já na primeira metade do curso, e utilizá-los num contexto de pensar e fazer engenharia, enfatizando principalmente o fazer.

A criação das disciplinas de Síntese I e Síntese II se deu no âmbito da reforma curricular do curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Passo Fundo, implementada a partir do primeiro semestre de 2001, sendo que a primeira turma de Síntese I ocorreu no primeiro semestre de 2002. A reforma curricular teve por pano de fundo a mudança do período de funcionamento do curso dos turnos vespertino e noturno para o turno noturno somente, (com utilização do período matutino aos sábados), além da consolidação das Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia, que tiveram várias versões preliminares, a partir de 1999 até a última versão de 2002 (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (2002)).

No espírito das citadas Diretrizes Curriculares, as quais mudam o foco da aquisição de conhecimentos normatizados, para a aquisição de competências e habilidades, listadas em seu artigo 4º, as disciplinas de Síntese I e Síntese II surgiram com a regulamentação apresentada na próxima seção, extraída do Projeto Pedagógico do Curso.

2. CONCEPÇÃO FORMAL DAS DISCIPLINAS

2.1 Ementas das disciplinas de Síntese I e II

A disciplina de Síntese I possui a seguinte ementa:

Normas metodológicas para elaboração de relatórios técnicos. Projetos simplificados de sistemas mecânicos, dispositivos, modelos ou softwares, que sintetizem os conhecimentos adquiridos até o quinto nível. Pesquisa bibliográfica técnica (livros, normas, Internet, catálogos, etc.), com valorização de fontes em língua inglesa. Elaboração de relatório(s) técnico(s). Defesa e apresentação pública do projeto.

A ementa de Síntese II é apresentada abaixo:

Projetos avançados de sistemas mecânicos, dispositivos, modelos ou softwares, que sintetizem os conhecimentos adquiridos até o quinto nível. Pesquisa bibliográfica técnica (livros, normas, Internet, catálogos, etc.), com valorização de fontes em língua inglesa. Elaboração de relatório(s) técnico(s). Defesa e apresentação pública do projeto.

2.2 Regulamentação das disciplinas de Síntese I e II

As disciplinas de Síntese I e II têm por objetivos capacitar os alunos a:

- a) desenvolver uma postura positiva e segura diante de problemas práticos;
- b) utilizar de forma integrada os conhecimentos adquiridos até o quinto nível do curso, bem como conhecimentos adquiridos fora da sala de aula;
- c) bem se expressar oralmente e por escrito;
- d) buscar informações onde a mesma puder ser encontrada: livros, catálogos, Internet, etc.
- e) empregar normas para elaboração de relatórios técnicos.

Responderá pelas disciplinas uma comissão de três professores do quadro de professores do curso.

A comissão proporá um ou mais projetos, o(s) qual(is) será(ão), preferencialmente, divulgado(s) por ocasião da matrícula na disciplina. Conforme a natureza do trabalho, caberá à comissão determinar se o trabalho será individual ou em grupos.

Os temas elegíveis deverão, abranger pelo menos três dos seguintes conjuntos de conhecimentos:

- a) leis de conservação: massa, energia e quantidade de movimento, aplicadas a sistemas térmicos e de fluidos;
- b) leis da mecânica clássica;
- c) princípios da resistência dos materiais;
- d) programação de computadores;
- e) cálculo diferencial e integral;
- f) álgebra linear;
- g) geometria analítica;
- h) estatística;
- i) controle dimensional e geométrico;
- j) desenho técnico e expressão gráfica;
- k) materiais de construção mecânica;
- l) princípios de processos de fabricação.

O traço distintivo entre as duas disciplinas será o grau de elaboração, aprofundamento e exigência técnica dos trabalhos propostos, maiores para a disciplina de Síntese II.

Por serem notórios os efeitos positivos que resultam do binômio competição/cooperação, e com o objetivo de valorizar a disciplina, poderá ser estabelecido um concurso de projetos, com premiação.

Em um ou mais encontros, a critério da comissão, no início do semestre, serão apresentadas a disciplina e as normas metodológicas para elaboração e apresentação de relatórios técnicos. Deverá ser dito explicitamente aos alunos que o tempo de dedicação ao projeto será, provavelmente, bem maior que as duas horas semanais correspondentes aos créditos da disciplina. Seminários, mini-cursos ou quaisquer outros meios poderão ser empregados em vista de necessidades específicas dos projetos.

Serão incentivados relatórios manuscritos e desenhos à mão livre. O estímulo aos relatórios manuscritos procura diminuir a prática, hoje generalizada, de “recortar e colar” textos das mais diferentes fontes, com fraca elaboração e concatenação, ao trabalho. O estímulo aos desenhos à mão livre busca desenvolver a habilidade de transmitir uma idéia mediante expressão gráfica, com simplicidade.

Para atribuição da nota da disciplina deverão, necessariamente, ser considerados os seguintes aspectos:

- a) criatividade e engenhosidade na solução dos problemas propostos;
- b) correta utilização de conhecimentos científicos e tecnológicos;
- c) expressão escrita;
- d) expressão oral, sendo obrigatória a defesa dos projetos perante os alunos matriculados na disciplina e a comissão responsável pela disciplina (presenças obrigatórias), e uma audiência livre de ouvintes interessados.
- e) qualidade da pesquisa, valorizando utilização de fontes em línguas estrangeiras, em especial a língua inglesa;
- f) aplicação de normas técnicas aos relatórios técnicos;
- g) dedicação ao projeto, a qual será avaliada em encontros periódicos.

Cabe à comissão atribuir pesos a cada um dos itens acima.

Observações:

A critério da comissão, poderá ser exigido dos alunos o desenvolvimento (materialização) total ou parcial dos projetos propostos.

Propõe-se que a disciplina tenha como pré-requisito a aprovação em todas as disciplinas obrigatórias dos quatro primeiros níveis do curso.

Para evitar descontinuidade, será fortemente estimulada, em caso de aprovação em Síntese I, a matrícula em Síntese II, no semestre seguinte.

3. DESENVOLVIMENTO DAS DISCIPLINAS

No primeiro encontro das disciplinas são apresentados os projetos a serem desenvolvidos ao longo do semestre, bem como a previsão de seu andamento, a sistemática da avaliação e são tiradas as dúvidas dos alunos. Dependendo de sua extensão, são propostos até dois projetos por semestre. São também formados os grupos, uma vez que são previstos trabalhos em grupo que tenham, conforme a natureza do projeto, um mínimo de dois e um máximo de cinco componentes. Embora a regulamentação apresentada na seção 2.2 admita trabalhos individuais, até o momento todas as experiências foram de trabalhos coletivos.

Antes de um projeto iniciar, (ou no decorrer de seu desenvolvimento, conforme a necessidade) são ministradas aulas, palestras e visitas técnicas em suporte ao mesmo. Por exemplo, se o projeto for um experimento de física, são ministradas aulas sobre a formulação matemática do problema e uma teoria elementar sobre incertezas experimentais. São

disponibilizados materiais de apoio sobre elaboração de relatórios técnicos (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (2000)), um modelo de relatório técnico, unidades de medida e sua notação em textos (INMETRO, (1988)) e formatação de textos no editor de texto.

Na disciplina de Síntese I é enfatizada a realização de experimentação, obtenção de dados, tratamento estatístico dos mesmos, modelagem matemática, uso de recursos computacionais (planilhas eletrônicas, *softwares* gráficos, processadores de texto, *softwares* de álgebra simbólica, etc.) e preparação de relatórios técnicos. São ainda realizadas oficinas para elaboração do(s) relatório(s) técnico(s), ao final de cada projeto. A nota relativa ao relatório técnico é atribuída à versão definitiva do mesmo. Antes disso a correção de uma versão preliminar do relatório é feita. Para a correção do relatório são considerados os seguintes critérios: clareza e correção do texto, respeito às normas de elaboração de relatórios e conteúdo.

Na disciplina de Síntese II as atividades tendem a ser mais complexas e, ao mesmo tempo, com menor tutela dos professores, com forte incentivo a que os alunos tomem decisões por si próprios.

Procura-se com os temas propostos, além de atingir os objetivos apresentados na seção 2.2, propiciar aos alunos atividades lúdicas e agradáveis. Quando pertinente, é feita uma competição, seguida de confraternização, no final do projeto, para apontar o grupo que desenvolveu o melhor projeto.

Na medida do possível procura-se fazer um rodízio de professores que respondem pela disciplina, a fim de promover a renovação de idéias e a mudança de ênfase que é dada devido à formação e especialidade de cada professor.

4. PROBLEMAS ENFRENTADOS

Como toda experiência nova, as disciplinas de Síntese enfrentaram dificuldades, entre as quais pode-se destacar:

4.1 Ceticismo de parte dos professores

As disciplinas de Síntese precisaram mostrar a que vieram e impor-se por seus méritos, principalmente por se tratar de disciplinas “sem conteúdo”, ainda mais em um contexto de redução da carga horária total do curso, em razão da reforma curricular. À medida que mais professores foram envolvidos com as disciplinas, com conseqüente divulgação dos seus objetivos e *modus operandi*, o ceticismo diminuiu imensamente.

4.2 Ceticismo por parte dos alunos

Este, ainda hoje, é um problema enfrentado amiúde. A diferença entre enxergar em um projeto de natureza prática uma oportunidade de aprendizagem ou enxergá-lo como uma brincadeira, está relacionado à maturidade, postura e experiência de vida.

4.3 Inadequação do tempo destinado a cada projeto

Um problema que diminuiu muito de magnitude à medida que os professores ganhavam experiência. Como não é uma prática comum (embora possível) repetir um projeto de um semestre para outro, há sempre um grau de incerteza a respeito do tempo que deve ser destinado aos mesmos.

4.4 Falta de planejamento detalhado de cada fase do projeto

A experiência mostrou que é sempre desejável o maior grau possível de detalhamento quando se planeja um projeto, para que se evite improvisações e perda de tempo.

Atualmente, a cada semestre, alguns problemas devem ser resolvidos, mas em número e grau de dificuldade menor que na fase de implantação, devido à experiência coletiva acumulado ao longo dos anos.

Do ponto de vista dos autores, a trajetória das disciplinas de Síntese pode ser encarada como uma das mais exitosas experiências que o curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Passo Fundo já logrou implementar.

5. ALGUNS DOS PROJETOS PROPOSTOS

Abaixo são apresentados alguns dos projetos desenvolvidos nas disciplinas de Síntese I e Síntese II.

5.1 Helicópteros de papel

O projeto, baseado no trabalho apresentado por MASON, teve como objetivo a otimização de “helicópteros” feitos de papel tendo por meta a minimização da velocidade de descida. As três variáveis investigadas foram: o comprimento do rotor, a sua largura e o comprimento da cauda. Foi adotado um modelo matemático simplificado para a predição da velocidade, (muito preciso por sinal, quando comparado aos resultados dos lançamentos). Com o intuito de determinar os valores para as três variáveis adotadas e, assim, minimizar a velocidade de descida, foi utilizada a ferramenta *Solver* da planilha Excel. Uma segunda parte do projeto foi a utilização de um método para o planejamento de experimentos (método de Box-Behnken). Foi construído, assim, um número mínimo de “helicópteros” a fim de se obter o máximo de informações possível.

5.2 Pingue-pongue no computador

Um projeto simples, envolvendo programação em computadores (no caso, utilizando-se a linguagem C), visou produzir efeitos gráficos com poucas linhas de programação. Como resultado, obteve-se a produção de imagens dinâmicas (em ambiente MS-DOS) de uma bola que se desloca entre as margens direita e esquerda do monitor de vídeo, simulando um jogo de pingue-pongue.

5.3 Projeto conceitual de produtos

Aos grupos foi solicitada a escolha de produtos que pudessem ser fabricados em escala industrial, os quais foram selecionados em comum acordo com os professores da disciplina. Em alguns encontros introduziu-se a metodologia da “Casa da Qualidade” como ferramenta para o projeto conceitual de produtos. O projeto conceitual de cada produto foi feito, com todas as decisões tomadas segundo critérios indicados por esta metodologia. Uma defesa pública do projeto conceitual e das decisões tomadas foi feita, de modo que foi possível, diante de decisões equivocadas ou desinformadas, a reformulação parcial ou total do projeto.

5.4 Projeto detalhado e fabricação de produtos

Tomando-se por base o projeto conceitual de produtos, foi feito o projeto detalhado e a fabricação de produtos tão diversos como bombas de engrenagem e chaveiros. Produtos que exigiram usinagem foram feitos no Núcleo de Tecnologia Mecânica da Universidade de Passo Fundo. Peças fundidas foram fabricadas (em alumínio) no Laboratório de Materiais da Faculdade de Engenharia e Arquitetura.

5.5 Aeromodelos

Um estudo de aerodinâmica foi realizado baseado na construção e operação de aeromodelos de madeira balsa (da Casa Aero Brás).

5.6 Foguetes a ar comprimido

A partir de garrafas PET de refrigerantes, foram construídos e lançados “foguetes”, impulsionados por ar comprimido, aprisionado no interior das garrafas, sobre uma camada de água. Além do estudo dos inúmeros detalhes construtivos para melhorar o desempenho dos “foguetes”, foram deduzidos, pelos alunos, alguns modelos matemáticos para predição de quantidades como velocidade de lançamento e altura máxima de alcance.



Figura 1. Projeto “Foguete a ar comprimido”.



Figura 2. Projeto “Foguete a ar comprimido”.

5.7 Análise do resfriamento da água através do método de parâmetros concentrados

Um experimento simples, onde foram anotados tempos e temperaturas associados ao processo de resfriamento de uma massa de água, visando a determinação do coeficiente de transferência de calor por convecção, permitiu o desenvolvimento de um certo número de conteúdos importantes de engenharia: análise de erros, representação gráfica de resultados experimentais, ajuste de curvas a pontos experimentais, comportamento de funções matemáticas, transferência de calor transiente, termodinâmica, etc.



Figura 3. Projeto “Análise do resfriamento da água através do método de parâmetros concentrados”.

5.8 Corrida de ratoeiras

Foi fornecida a cada grupo uma ratoeira cuja energia mecânica acumulada em sua mola movimenta um veículo montado em torno da mesma. Foi estimulado que a fabricação do veículo, a cargo dos alunos, fosse feita com materiais simples e recursos caseiros. Ao final do projeto foi realizada uma competição, que teve por critério o maior alcance do veículo. (Pode-se, também, construir o veículo voltado a obter a maior velocidade). Foi também requerido o modelamento matemático para a predição do alcance do veículo.

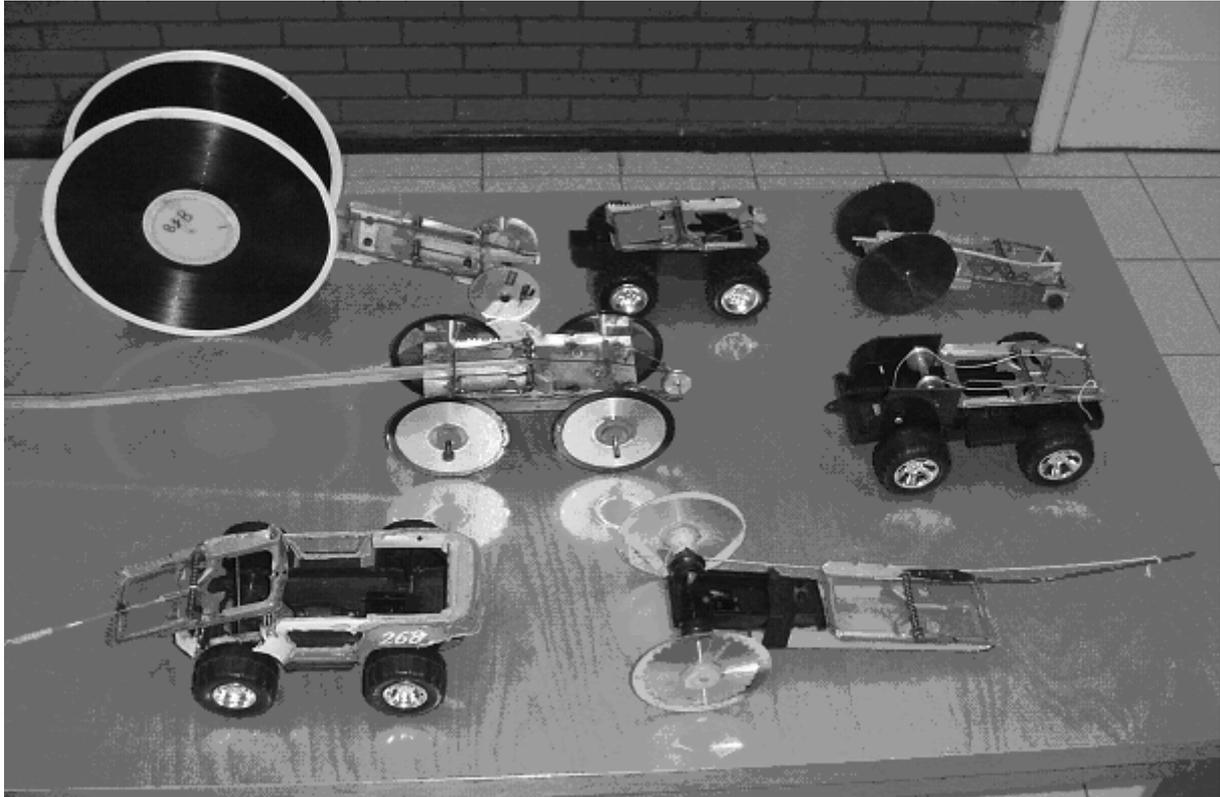


Figura 4. Projeto “Corrida de ratoeiras”.

5.9 Determinação da aceleração gravitacional local com um pêndulo

Com auxílio de um pêndulo, montado com ganchos, fios de *nylon* e chumbada de pesca foi determinada a aceleração gravitacional local. Uma discussão sobre as variáveis relevantes no experimento foi feita antes da introdução do modelo matemático. Foi também realizada uma análise das incertezas experimentais e sua propagação no cálculo da aceleração gravitacional.

5.10 Catapultas

Os grupos projetaram e construíram, com materiais simples e ferramentas básicas, uma catapulta. Os únicos parâmetros fixados para todos os grupos foram a massa a ser arremessada e o tamanho máximo do braço da catapulta. Uma competição foi feita no final do semestre, tendo dois critérios: o maior alcance do projétil e a proximidade entre o resultado alcançado e a predição teórica. Como complemento ao projeto os grupos produziram um pedido de patente para as suas catapultas, conforme a regulamentação do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

5.11 Fundição de peças de alumínio

Possivelmente o projeto mais popular entre os alunos. No início do semestre cada grupo escolheu uma peça de um lote de “sucata” apresentado pelos professores. Escolhida a peça, foi solicitado aos alunos que construíssem um modelo em MDF, para a fundição da mesma. Foi exigido um projeto de fabricação dos modelos para fundição. A confecção dos modelos foi feita em fresas CNC do Núcleo de Tecnologia Mecânica, o que exigiu dos alunos a

interação com o pessoal técnico responsável. Após a usinagem, o acabamento, com uso de lixas, massa para acabamento, etc, foi feito pelos próprios alunos. No final do semestre os alunos foram levados a uma pequena fundição onde foram apresentados às técnicas de fundição em areia verde. Com os modelos foram feitos moldes para a fundição das peças. No relatório final constou, além dos cálculos e desenhos, a comparação entre as peças originais e as obtidas por fundição.



Figura 5. Projeto “Fundição de peças de alumínio”.

Agradecimento

Os autores, que respondem presentemente pelas disciplinas que são objeto deste artigo, desejam expressar o seu reconhecimento aos colegas que, por maior ou menor tempo, estiveram envolvidos com as disciplinas de Síntese I e Síntese II e que ajudaram, de modo indelével, a dar-lhes forma, conteúdo e significado. São eles: Dr. Nilson Luiz Maziero, Dr. Luiz Airton Consalter, Dr. Paulo Sanchez Cardoso, Ms. Márcio Walber e Eng. Delmir Corazza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, Câmara de Educação Superior, Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002.

INMETRO. Quadro geral de unidades de medida – Resolução do CONMETRO nº 12/1988.

MASON, W.H. Haftka's Helicopter Project: Combined Theoretical/Experimental Design. (http://www.aoe.vt.edu/~mason/Mason_f/ASEE98.pdf)

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – SISTEMA DE BIBLIOTECAS. Normas para apresentação de documentos científicos, nº 3 – Relatórios. Curitiba: Editora UFPR, 2000. 40p.

Abstract: *This work presents the courses of Síntese I and Síntese II, their origins, development and rules, in the scope of the 3rd year of the Mechanical Engineering under graduating course at the Universidade de Passo Fundo (Brazil). These courses share nature and objectives very close to the “final work of under graduation”, ruled by the Brazilian Instructions for Under Graduating Courses of Engineering (Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia). On the other hand, if compared with the “final works”, the Síntese's courses involve less background of Engineering knowledge, a different kind of evaluation and a collective (non-individual) nature.*

Key-words: Practical free form courses, Knowledge integration, Teaching of Engineering