

AMPLIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ENSINO EM ENGENHARIA POR MEIO DO PROGRAMA ESTUDANTIL SAE-AERODESIGN

Laís A. Vitoi – lais.vitoi@engenharia.ufjf.br

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia

Rua José Lourenço Kelmer, s/n – Campus Universitário

36036-900 – Juiz de Fora, Minas Gerais

Eduardo L. Tavares – eduardo.tavares@engenharia.ufjf.br

Marcos M. Borges – marcos.borges@engenharia.ufjf.br

Vitor M. L. Lopes – vitor.mainenti@ufjf.edu.br

***Resumo:** Este artigo tem como objetivo principal discutir as oportunidades propiciadas pelo projeto de AeroDesign - da Universidade Federal de Juiz de Fora na formação de competências e habilidades na educação em engenharia. Sob responsabilidade dos alunos, a equipe de AeroDesign desenvolve atividades que trabalham não apenas o conteúdo técnico estudado em sala de aula mas também estimula o trabalho em grupo e espírito de liderança, habilidades de primordial importância para a excelência na formação acadêmica.*

***Palavras-chave:** Competências e Habilidades, AeroDesign, Educação em Engenharia*

1 INTRODUÇÃO

A cada dia busca-se aperfeiçoar e descobrir novas formas de ensino na engenharia que proporcionem a excelência na formação acadêmica, que engloba não apenas o conteúdo técnico, mas também a forma de pensar e analisar do aluno. Neste aspecto, como forma de auxílio e suporte às ideias discutidas neste trabalho, vale buscar a visão de conhecido educador: “educar significa conseguir que os alunos compreendam certos conceitos, teorias ou conhecimentos da disciplina que decidiram estudar e da cultura contemporânea; que desenvolvam as habilidades de raciocínio e afetividade que os capacitem a seguir aprendendo ou utilizar o conhecimento na solução de problemas e que reforcem certas atitudes conectadas com determinados valores apreendidos com seriedade; de forma resumida, se pode dizer que a tarefa docente deve assegurar que os alunos desenvolvam seu potencial para aprender pensar-decidir, ou seja, se há educado” (RUGARCIA, 2010). Os critérios utilizados para acreditação e/ou avaliação dos cursos de engenharia mostram claramente que as posturas tradicionais utilizadas na educação em engenharia, com procedimentos que utilizam conhecimentos factuais e habilidades convencionais para solução de problemas pode se revelar totalmente questionável, mas é, seguramente, inadequada para o desenvolvimento de atributos como habilidades de comunicação, postura ética e compreensão dos impactos das soluções da engenharia na sociedade, em âmbito global (FELDER, 2005).

Levando em conta também que a engenharia é uma profissão prática, “hands-on” e, portanto, desde os primórdios da educação em engenharia, laboratórios didáticos têm constituído um dos fundamentos da graduação e, em muitos casos, da pós-graduação. Pode-se afirmar que, anteriormente à ênfase na componente científica, a maior parte da formação do

engenheiro ocorre nos laboratórios (FEISEL & ROSA, 2005) Por isto, sua utilização deve se associar a uma visão clara dos objetivos educacionais pretendidos em seu emprego e na formação propiciada pelo curso. Dentre estes objetivos, Peterson (PETERSON & FEISEL, 2002) destaca pontos que explicitam a importância da atividade laboratorial, como, por exemplo:

- Entender e utilizar modelos conceituais;
- Coletar, analisar e interpretar dados;
- Executar projetos sob demanda;
- Aprender com falhas e erros;
- Desenvolver a criatividade;
- Comunicar, de forma oral e por escrito, os resultados e conclusões obtidos;
- Trabalhar em equipe.

Pesquisadores da área de Educação em Engenharia têm enfatizado a necessidade de se ir além da tradicional dicotomia entre teoria e prática. Alguns autores apontam que o contexto de aplicação da teoria e da prática permite a construção do conhecimento científico e tecnológico por parte dos alunos, de forma eficaz e compatível com as demandas do mercado profissional (Oliveira, 2000).

No contexto analisado insere-se o presente trabalho, que irá expor e analisar as atividades e projeto do grupo de AeroDesign da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), os “Mamutes Voadores”, que buscam auxiliar os graduandos a trabalhar e consolidar as habilidades e competências necessárias ao perfil profissional. A equipe tem como objetivo projetar e construir um avião rádio controlado original, que seja o mais otimizado possível em todos os aspectos da missão, através de soluções de projeto criativas, inovadoras e multidisciplinares, que satisfaçam os requisitos e restrições impostas no Regulamento (COMISSÃO TÉCNICA DA COMPETIÇÃO, 2011) para a competição anual de AeroDesign realizada pela SAE Brasil.

A *Society of Automotive Engineers* (SAE) nasceu na primeira década do século XX nos Estados Unidos, com o nome de *Society of Automobile Engineers*, quando se verificou a necessidade de se organizar a ainda jovem indústria automobilística. As necessidades de proteção intelectual, compartilhamento de problemas e soluções técnicas, desenvolvimento de padrões de engenharia, entre outros fatores levaram à sua criação em 1905. Inicialmente está organização estaria voltada primordialmente para a área técnica da indústria automobilística (SAE, 2011).

No ano de 1916 a *Society of Automobile Engineers* contava com 1800 membros e na conferência daquele ano, representantes de outras sociedades semelhantes, como a *American Society of Aeronautic Engineers*, *Society of Tractor Engineers*, entre outras, puderam perceber a importância de se organizar em torno de objetivos e padrões comuns, principalmente a indústria aeronáutica que dava seus primeiros passos. Desta forma, a partir daquele encontro em 1916, nascia uma sociedade que representaria engenheiros ligados a todas as formas de mobilidade. O termo “automotivo” foi cunhado por Elmer Sperry a partir do Grego “autos” (próprio) e do Latim “motivus” (movimento). Desta forma, a *Society of Automobile Engineers* se transformava em *Society of Automotive Engineers* (SAE, 2011)

Durante a década de 90, a SAE International anunciou a criação da SAE Brasil, uma sociedade afiliada com mais de 1500 membros e que conta com um Congresso Internacional anual próprio.

Dentre os diversos objetivos da SAE, está o fomento a capacitação profissional de jovens engenheiros, através da organização de diversos tipos de competição entre equipes de estudantes de engenharia de todo o mundo. Essas competições recebem o nome de *SAE Collegiate Design Series* e se dividem em 12 tipos, como o Aero Design, o Mini –Baja, o Fórmula SAE, entre outros.

O artigo será estruturado como segue: o item 2 explica as características da competição SAE AeroDesign, o item 3 apresenta como foi desenvolvido o projeto “Mamutes Voadores 2011”, no item 4 são discutidas as habilidades desenvolvidas pelos alunos participantes do projeto, o item 5 apresenta os resultados deste e as conclusões, no item 6, encerram o trabalho.

2 A COMPETIÇÃO

A competição AeroDesign está em sua 13ª edição e é apoiada pelo Ministério da Educação, Ciência e Tecnologia. O evento conta com a participação de universidades públicas e particulares de todo o Brasil em evento realizado no CTA (São José dos Campos), em média são noventa equipes divididas em três categorias: aberta, regular e micro. Além disso, universidades de outros países, como EUA, México e Índia também fazem parte do projeto. Grandes empresas como a EMBRAER, participam ativamente da organização e realização das competições em parceria com a SAE Brasil.

Especificamente o projeto coloca as equipes formadas por alunos de graduação em contato com o desenvolvimento, documentação, fabricação e voo de uma aeronave em escala, radio-controlada, em conformidade com regras estabelecidas pelo regulamento da competição, e que sejam capazes de superar uma bateria de testes aplicada pela instituição, demonstrando capacidade de voo controlado, para uma carga útil sempre crescente, até as condições limites do projeto. São também objetivos do evento: promover uma oportunidade única de aprendizado na área aeronáutica através de um projeto multidisciplinar, despertar interesse na área aeronáutica, realizar o intercâmbio técnico e de conhecimento entre as equipes, aguçar a capacidade de vender ideias e projetos e incentivar o comportamento ético e profissional.

Os participantes devem elaborar um projeto aeronáutico em todas as suas fases, desde a concepção, passando pelo detalhamento do projeto, construção e testes, até colocá-lo efetivamente à prova diante de outros projetos “adversários”. A competição se subdivide em duas partes:

Relatórios: as equipes apresentarão seus relatórios e demonstrarão os critérios utilizados na escolha que aperfeiçoe o aeromodelo.

Voo: A prova de voo acontece na pista de taxiamento do CTA, onde aquelas equipes que efetuarem um voo válido no primeiro dia, são classificadas para o segundo e terceiro dia de competição. A precisão dos cálculos é levada em conta no resultado, comparando-se a carga prevista e aquela realmente transportada em voo.

O projeto inicia-se determinando as configurações iniciais do aeromodelo que serão o ponto de partida para todas as áreas, no processo de decisão todos opinam em relação ao comprimento, largura altura, envergadura, carga levada e peso total do avião.



Figura 3 - Exemplo de aeronave destinada a participar o AeroDesign

Posteriormente é realizada a análise aerodinâmica, onde são definidos parâmetros como perfis aerodinâmicos, dimensões da asa, distribuição de sustentação ao longo da envergadura da asa, dimensionamento aerodinâmico da empenagem e determinação da polar de arrasto de uma aeronave completa. (RODRIGUES, 2009).

A área de estrutura destina-se ao dimensionamento estrutural da aeronave, realizando análise da estrutura da asa, da empenagem, da fuselagem, do trem de pouso e das superfícies de comando. Além de determinar quais materiais serão utilizados na construção da aeronave (RODRIGUES, 2009).

Em posse das determinações escolhidas pelas áreas de aerodinâmica e estrutura, o grupo de desempenho realiza o estudo e escolha da hélice utilizada, análise das características de decolagem e pouso, o cálculo do tempo estimado para a aeronave completar a missão, determinação e o traçado do gráfico de carga útil em função da altitude e densidade.

A área de estabilidade também desempenha um papel importante no projeto, ela fica responsável por analisar o comportamento da aeronave quando, em voo, é perturbada do seu equilíbrio em qualquer um dos seus graus de liberdade. Podendo ser estática, quando verifica-se a tendência da aeronave retornar às condições de equilíbrio, ou dinâmica, se esta tendência converge no tempo, ou não (ROSA, 2003).

Para completar a elaboração do projeto a área de CAD e Simulações Numéricas fica responsável por toda elaboração de modelos bidimensionais e tridimensionais que facilitam na construção, além de fornecer um maior suporte ao projeto.

Para que o projeto atinja a excelência é necessário que todas as áreas trabalhem em conjunto, trocando informações, experiências e resultados, prática esta que desenvolve o espírito de equipe e o trabalho em grupo. Toda metodologia utilizada para alcançar os resultados são documentadas regularmente para que em anos seguintes a equipe tenha uma base de pesquisa, além de passar estes conhecimentos para futuros membros, com isto os alunos adquirem uma maior organização e metodologia de como elaborar relatórios técnicos. Estabelecido o projeto, alguns membros de cada área ficam responsáveis pela coordenação e confecção do aeromodelo.

A busca pelo aprimoramento das técnicas de cálculo e de construção é feita com base em uma análise histórica e/ou interação com outras equipes (fóruns, visitas, etc.). Um exemplo disso são os ensaios computacionais realizados em softwares (Ansys CFX, Matlab, Profili, Solidworks, XFLR-5, etc.), como os programas de elementos finitos e a utilização de máquinas e equipamentos da Universidade para ensaios em laboratórios complementando e validando os cálculos realizados. Assim, realizam-se diversos caminhos de coleta e exposição dos dados, comparando-os e obtendo uma maior confiabilidade nos resultados. Todos esses resultados, posteriormente, compõem o relatório.

4 HABILIDADES DESENVOLVIDAS

A “Taxonomia dos Objetivos Educacionais”, desenvolvida por Bloom (BRENNT & FELDER, 2004) em 6 níveis hierárquicos, trabalhada as seguintes ações:

1. Conhecimento (“*Knowledge*”) – repetir informações memorizadas
2. Compreensão (“*Comprehension*”) – parafrasear textos, explicar conceitos
3. Aplicação (“*Application*”) – aplicar material do curso para solucionar problemas diretos
4. Análise (“*Analysis*”) – solucionar problemas complexos, desenvolver modelos de processos e simulações, localizar e solucionar problemas em equipamentos e sistemas
5. Síntese (“*Synthesis*”) – projetar experimentos, equipamentos, processos e produtos
6. Avaliação (“*Evaluation*”) – escolher entre alternativas e justificar a escolha, otimizar processos, efetuar julgamentos sobre os impactos ambientais das decisões de engenharia, resolver dilemas éticos.

Nesta taxonomia, os níveis 1–3 são conhecidos, normalmente, como habilidades de baixo nível (“*lower-level skills*”) e os níveis 4–6 como habilidades de alto nível (“*higher-level skills*”). Constata-se que enquanto a maior parte dos cursos de graduação em engenharia trabalha com foco nas habilidades até o nível 3, as demandas atuais para o perfil profissional dos engenheiros colocam a necessidade de se trabalhar nas habilidades 4-6 (RUGARCIA & FELDER, 2000).

Diante desta situação o projeto AeroDesign busca desenvolver nos estudantes as habilidades não apenas dos níveis de 1-3, mas também de 4-6. Durante a elaboração do projeto do aeromodelo os graduandos devem pesquisar, estudar e buscar os conhecimentos necessários para a melhor elaboração do projeto.

Dado o conhecimento prévio de todo o conteúdo necessário, os graduandos devem aplicar o estudo no projeto e confecção de um aeromodelo radio controlado, buscando sempre otimizar o modelo. Estando o com um anteprojeto em mãos os próprios alunos devem analisar o trabalho feito, discutindo o que deve melhorar, o que não está correto e o que foi feito da

melhor forma e então buscar soluções inteligentes, corretas e inovadoras para o problema apresentado.

Finalizado o projeto escrito e a confecção do aeromodelo os graduandos devem elaborar um relatório técnico contendo detalhadamente todo o cálculo e metodologia aplicada no processo para ser apresentado e avaliado na competição SAE AeroDesign. Esta tarefa incentiva os alunos a uma melhoria com relação à redação, afirmando a necessidade de um futuro profissional ter coerência e coesão na escrita. As atividades acima desenvolvem nos futuros engenheiros todos os seis níveis abordados na Taxonomia dos Objetivos Educacionais.

Além disto, outra característica primordial que a equipe desenvolve é o trabalho em grupo, visto que o projeto é dividido em áreas e estas devem se relacionar de modo a obter o resultado esperado.

5 RESULTADOS

Após a implementação do projeto na Faculdade de Engenharia da UFJF, notou-se que diversos alunos se entusiasmaram frente a uma nova oportunidade de aplicarem seus conhecimentos adquiridos no cotidiano; a expansão de conhecimentos também se mostrou presente nos integrantes, visto que a maioria pouco sabia do assunto antes de participarem da empreitada e hoje, a equipe já possui um acervo de documentos impressos e digitalizados (acessíveis a todos através de programas de compartilhamento, como DropBox e Fourshared) que norteiam seus membros.

Uma disciplina (Seminários em Engenharia Mecânica) foi criada para suprir as necessidades dos alunos e orientá-los na realização de um projeto mais completo e criterioso.

É válido dizer que o AeroDesign já abriu a oportunidade de se ter uma (01) bolsa de iniciação científica à um dos membros e melhorou diretamente as condições de trabalho na UFJF, com a criação de laboratórios e compra de instrumentos, que posteriormente poderão ser utilizados em outros contextos, contribuindo de maneira incisiva na formação de profissionais com elevado nível de qualidade nas diversas áreas afins da Engenharia.



Figura 4 – Laboratório de fabricação

Foi realizado também um questionamento com todos integrantes do grupo a fim de avaliar se os objetivos do trabalho estão sendo alcançados, todos os membros responderam a três perguntas: “Quais habilidades foram desenvolvidas/aperfeiçoadas com o AeroDesign?”, “Onde você aplicou os conhecimentos obtidos no projeto?” e “Como o trabalho em equipe auxiliou na sua carreira/vida?”. Os resultados obtidos superaram a expectativa, demonstrando o grande interesse dos alunos frente às novas formas de ensino na engenharia. Algumas das respostas apresentadas pelos estudantes foram: “O trabalho em equipe ajudou-me a perceber itens que são necessários em seu exercício, como: divisão igualitária de tarefas, colaboração interpessoal, preocupação com o próximo vendo-o como uma parte de seu objetivo que deve ser valorizada e, não como um obstáculo que possa atrapalhá-lo na sua luta e, posterior conquista pessoal ou coletiva”, “Foram desenvolvidas habilidades em comum para o grupo (...) como: melhor desempenho no trabalho em equipe, comunicação mais fluente, clara e motivacional, crescimento pessoal e espírito de liderança-de forma a ‘correr atrás de soluções para problemas’”. Todos os questionários podem ser acessados no site da equipe (www.ufjf.br/aerodesign).

6 CONCLUSÃO

O trabalho proposto permite vislumbrar as enormes potencialidades do projeto AeroDesign como ferramenta de educação na engenharia. Visto que as atividades desenvolvidas, sob responsabilidade integral dos estudantes, ainda que sob a supervisão dos professores envolvidos, trabalham as competências e habilidades dos estudantes que, embora necessárias ao perfil profissional dos engenheiros, não são abordadas em sala de aula ou nas ementas constantes da grade curricular. Além de evitar o maior percentual de evasão do curso, pois, desperta um maior interesse principalmente nos recém-ingressados ao curso, que podem se sentir desmotivados, devido ao fato de que nos primeiros dois anos do curso os alunos tem apenas matérias de conhecimento básico na área de exatas, matérias estas ministradas por professores da matemática, física ou química, sem um contato mais direto com a realidade da Faculdade de Engenharia.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRENT, R.; FELDER, R. M. The ABC's of Engineering Education: ABET, Bloom's Taxonomy, Cooperative Learning, and so on Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference, 2004.

COMISSÃO TÉCNICA DA COMPETIÇÃO. SAE Aerodesign 2011. Disponível em: <http://www.saebrasil.org.br/eventos/ProgramasEstudantis/site/aerodesign2011/arquivos/Regulamento_SAE_AeroDesign_2011_rev_01.pdf> Acesso em: 14 junho 2011.

FEISEL, L. D. & ROSA A. J., The Role of the Laboratory in Undergraduate Engineering Education, Journal of Engineering Education, January, p. 121-130, 2005

FELDER, R. Engineering Education in 2015 (or Sooner), Proceedings of the 2005 Regional Conference on Engineering Education December, Johor, Malaysia, 2005.

OLIVEIRA, V. F. , Uma proposta para a melhoria do processo de ensino/aprendizagem nos cursos de engenharia civil, Dissertação de Doutorado, COPPE/UFRJ, 2000.

PETERSON, G. D & FEISEL, L. D., "A Colloquy on Learning Objectives For Engineering Education Laboratories", Proc.American Society for Engineering Education, Annual Conference&Exposition, 2002.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda J., Fundamentos da Engenharia Aeronáutica.1. ed. São Paulo, 2009. 3 p, il.

ROSA, Edson da. Introdução ao projeto aeronáutico.1. ed. Florianópolis, 2003. 179 p, il.

RUGARCÍA, A., Lo que Usted Siempre ha querido saber sobre la Docencia y no se ha atrevido a preguntar. Disponível em: <http://www.anuies.mx/servicios/p_anuies/publicaciones/revsup/res107/txt3.htm#1> Acesso em: 12 jun. 2010.

RUGARCIA, A.; FELDER, R. M.; Woods, D. R.; STICE, J. E. The Future of Engineering Education I. A Vision for a New Century. Chem. Engr. Education, 2000.

SAE, An abridged history of SAE. Disponível em: <<http://www.sae.org/about/general/history/>> Acesso em: 24 de abril de 2011.

CAPABILITY ENHANCE ON ENGINEERING EDUCATION BY THE STUDENT PROGRAMME SAE-AERODESIGN

Abstract: *This article mainly aims at discussing the opportunities offered by AeroDesign project - of the Federal University of Juiz de Fora on formation of competencies and skills on engineering education. Under the responsibility of students, the AeroDesign team develops activities that work not only with the technical content studied in the classroom but also*

encourages the teamwork and the leadership, that are abilities of primary importance to the excellence in the academic formation.

Key-words: Skills and abilities, AeroDesign, Engineering Education.