



PROJETO MULTIDISCIPLINAR E MULTINÍVEL: UM ESTUDO DE CASO NO ENSINO DE ENGENHARIA EM COMPETIÇÕES

José Luiz ZanonZotin – jlzzotin@gmail.com

Centro Federal de Ensino Técnico Tecnológico Celso Suckow da Fonseca – Cefet/RJ
– UneD Itaguaí
Rodovia Mario Covas, lote J2, quadra J - Distrito Industrial de Itaguaí - RJ
CEP 23810-000 – Itaguaí - RJ

Fernando César Coelli – fernandocoelli@gmail.com

Centro Federal de Ensino Técnico Tecnológico Celso Suckow da Fonseca – Cefet/RJ
– UneD Itaguaí
Rodovia Mario Covas, lote J2, quadra J - Distrito Industrial de Itaguaí - RJ
CEP 23810-000 – Itaguaí - RJ

Francisco Carlos Nipo da Silva – fconipo@gmail.com

Centro Federal de Ensino Técnico Tecnológico Celso Suckow da Fonseca – Cefet/RJ
– UneD Itaguaí
Rodovia Mario Covas, lote J2, quadra J - Distrito Industrial de Itaguaí - RJ
CEP 23810-000 – Itaguaí - RJ

Ana Lucia Dorneles de Mello – anadmello1@gmail.com

Centro Federal de Ensino Técnico Tecnológico Celso Suckow da Fonseca – Cefet/RJ
– UneD Itaguaí
Rodovia Mario Covas, lote J2, quadra J - Distrito Industrial de Itaguaí - RJ
CEP 23810-000 – Itaguaí - RJ

Rogério Pires dos Santos – rogeriopires1@uol.com.br

Centro Federal de Ensino Técnico Tecnológico Celso Suckow da Fonseca – Cefet/RJ
– UneD Itaguaí
Rodovia Mario Covas, lote J2, quadra J - Distrito Industrial de Itaguaí - RJ
CEP 23810-000 – Itaguaí - RJ

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar uma iniciativa para o aprendizado em engenharia. Esta proposta foi executada por meio de um projeto voltado para competição discente denominado "Desafio Solar". O projeto foi estruturado com uma equipe multidisciplinar formada por alunos de vários períodos e diferentes cursos da UNED Itaguaí. Desta forma, pretendeu-se oportunizar a aplicação de conceitos de engenharia em protótipos, com consequente contribuição para a fixação dos alunos nos cursos e a redução da evasão escolar. Adicionalmente ao objetivo de construção propriamente dita do barco, enfatizou-se a verticalização do ensino, dentro de uma estrutura multinível, onde alunos de períodos avançados lideram as equipes. Todas as tarefas e atividades foram monitoradas por docentes das respectivas áreas. Em termos metodológicos, realiza-



se uma extensa pesquisa bibliográfica e utilizam-se softwares para modelar computacionalmente a embarcação fazendo uso dos conceitos teóricos de engenharia de áreas naval, mecânica e elétrica.

Palavras-chave: *Desafio solar, Ensino em engenharia, Verticalização do ensino.*

1. INTRODUÇÃO

Vários autores citam o elevado crescimento das escolas de engenharia e egressos destas no Brasil nos últimos 15 anos (Oliveira et al, 2013). Os motivos apontam para a situação atual do país, com a economia estável e o crescimento do produto interno bruto. Mesmo assim, devido à alta demanda por profissionais com este perfil, verifica-se carência nos vários segmentos da engenharia. Além da lacuna numérica, paira no ar a dúvida sobre o aspecto da adequada formação para estes profissionais. Assim, a preocupação com a formação deve ocorrer também em escala crescente.

Uma aposta na formação discente é a verticalização do ensino. Esta ação é decorrente da Lei 11.892\08 e marca um intenso processo de expansão da rede federal de ensino nos últimos anos. A verticalização do ensino é, em suma, a criação de cursos superiores em escolas que, tradicionalmente ofertam cursos técnicos de nível médio (Moura 2005). Entre as vantagens para tal arranjo, pode-se citar, entre eles, o aproveitamento de laboratórios e possibilidade de captação de possíveis alunos para os cursos superiores. No contexto deste arranjo, vários projetos verticalizados podem acontecer. São trabalhos multidisciplinares onde discentes da graduação trabalham em consonância com outros do nível técnico. Assim, as tarefas são distribuídas de acordo com as suas respectivas competências e os resultados aparecem em todos os níveis. Espera-se que ações deste tipo propiciem também a disseminação do conhecimento de forma simples, de aluno para aluno, sem a tradicional presença do professor.

Este artigo tem como objetivo apresentar uma iniciativa para o aprendizado em engenharia. Desta forma, pretende-se oportunizar a aplicação de conceitos de engenharia em protótipos, contribuindo com a fixação do aluno no curso e consequente redução da evasão escolar. Esta proposta foi executada como o projeto “Desafio Solar” e contou com uma equipe multidisciplinar formada por alunos de vários períodos e diferentes cursos da UNED Itaguaí.



2. O PROJETO “DESAFIO SOLAR”

O projeto Desafio Solar em nossa UNED surgiu como proposta para inserir nossos alunos no ambiente de pesquisa. Somos uma unidade nova e, portanto não há um número expressivo de projetos que contemple todo o corpo discente. Assim, a proposta de participar de um projeto para uma competição em nível nacional foi bem acolhida pelos alunos e a mobilização se deu em vários períodos dos diferentes cursos. Além disso, vários professores aderiram à proposta e ofereceram colaboração dentro de suas competências. O projeto com início em abril de 2014 tem o financiamento da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj).

2.1. A COMPETIÇÃO

O uso de novas fontes de energia é um tema cada vez mais abordado no cotidiano global. O Desafio Solar Brasil (DSB), competição de barcos movidos à energia solar, coloca em foco a utilização de painéis solares fotovoltaicos em veículos de transporte. Como qualquer outra área da engenharia, o desenvolvimento de tecnologia pode ser alcançado através de competições saudáveis entre equipes de discentes com um objetivo em comum.

O objetivo do DSB não é desenvolver novos painéis solares, com maior eficiência e vida útil ou até mesmo com custo de fabricação muito menores (os principais desafios da energia elétrica fotovoltaica atualmente). Uma vez que os painéis solares são iguais para todas as equipes, o principal objetivo dessa competição é a gerência de energia, uma das funções mais nobre de um engenheiro. O vencedor da competição é a equipe que conseguir projetar o barco com funcionamento mais eficiente, ou seja, aquele que consegue passar a maior parte da energia provinda do sol para a propulsão do barco. Resumindo, o vencedor é a equipe que melhor gerencia a energia fornecida ao barco. Isso torna a competição muito maior do que ela aparentemente mostra ser. Um aluno de engenharia que participa dessa competição não estará preparado apenas para atuar na área naval ou de energias alternativas. Ele estará preparado para trabalhar na gerência de energia de qualquer fábrica ou indústria, com os olhos voltados para aumento da eficiência de um determinado processo, para que este alcance o mesmo resultado consumindo o mínimo de energia possível.

O primeiro Barco Solar construído, segundo HAWTHORNE(1998), surgiu em 1975. Para tal existiu o primeiro ciclo de desenvolvimento de três elementos essenciais para embarcação solar: a bateria, o motor e a geração de diferença de potencial (ddp) pela luz solar. Porém, o efeito fotovoltaico observado produzia uma ddp muito pequena e, portanto, insuficiente para alimentar os motores para propulsão. Por um longo tempo, o uso da energia solar não foi viável.

Por volta de 1840, com surgimento do primeiro barco elétrico criado por Moritz, em São Petersburgo, na Rússia, este alcançou três milhas por hora com 12 passageiros. (HAWTHORNE,1998). Em torno de1890, existia em Londres um grande número de barcos elétricos navegando pelo Rio Tamisa, aproximadamente 120. O maior de todos os barcos daquela época foi o *Viscountess Bury*, que carregava 80 passageiros. Este barco foi convertido num motor a óleo em 1910. Em 1930 os barcos elétricos sumiram do Tamisa.



(HAWTHORNE, 1998). Em 1868 surgem os metrôes movidos inicialmente por máquinas a vapor, porém a fumaça nos túneis os tornaram inviáveis e, assim, os motores elétricos foram adotados. Os motores elétricos se popularizaram a partir de então.

Em 2010, CARBONESI apresentou detalhadamente o método de projeto para uma embarcação solar para participar na competição internacional de barcos movidos à energia solar, chamada de *Dong Solar Challenge*. O trabalho apresenta o desenvolvimento completo deste tipo de embarcação, contemplando o projeto do casco, do hélice e do sistema elétrico, além da especificação e escolha do motor, da bateria e do controlador de carga. Esta literatura é fundamental para que os alunos tenham uma base para iniciar o projeto da instituição.

Recentemente, em 2012, o barco Turanor Planet solar, um catamarã de 31 metros de comprimento, deu a volta ao mundo em 584 dias utilizando apenas a energia solar fotovoltaica para sua propulsão (FISHER2014). PLANET SOLAR apresenta ainda todos os materiais compósitos utilizados para a construção desta embarcação além de suas respectivas quantidades.

A competição *Dong Solar Challenge*, realizada a cada dois anos nos canais da Holanda, iniciou-se em 2006. Esta competição é considerada atualmente a competição mundial de barcos movidos à energia solar, uma vez que a mesma vem atraindo cada vez mais equipes de diferentes países do mundo, entre eles o próprio Brasil. O Brasil participou na competição de 2008, com a equipe Copacabana alcançando um grande resultado, o quarto lugar em sua categoria e o sétimo lugar geral.

Em 2009, o professor Fernando Amorim da Engenharia Naval da UFRJ resolveu criar uma competição nacional aos moldes da *Dong Solar Challenge*, resultando no desafio solar Brasil. A competição foi realizada na bacia de Paraty Mirim com 12 competidores de diversas instituições de ensino do país. Desde então o Desafio Solar Brasil vem sendo realizado anualmente, às vezes com mais de uma etapa por ano, e em diferentes regiões do Estado do Rio de Janeiro e do Brasil.

2.2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A equipe

Os primeiros passos do projeto foram relacionados com a divulgação e a captação de alunos. Para isso, algumas palestras de divulgação foram realizadas.

Posteriormente, com a equipe formada, a qual foi dada o nome de SMaRT – CEFET, reuniões periódicas foram realizadas para que os participantes tomarem conhecimento dos desafios do projeto. E assim, obteve-se a seguinte composição de alunos: 14 alunos, sendo 8 da graduação em Engenharia Mecânica e 4 do curso Técnico em Mecânica e 2 do curso Técnico em Portos.



Para melhor organização, a Equipe foi dividida em quatro grupos: Casco, Propulsão, Sistema Elétrico e Comunicação e Estratégia. Serão descritas algumas atividades relacionadas a cada grupo.

Casco:

Este grupo tem a responsabilidade do projeto e construção do casco da embarcação, utilizando Softwares e a pesquisa de cascos já existentes levando em consideração o custo relacionado ao desempenho. Ressalte-se a importância e observância da regra da competição, pois a tolerância é de apenas 0,5% do comprimento total do barco.

Propulsão:

O grupo em questão é responsável pelo projeto do sistema propulsor do barco, ou seja, conjunto hélice e transmissão, os quais serão acoplados ao motor elétrico que será especificado e escolhido em conjunto com o grupo do sistema elétrico. O grupo também será responsável pelo projeto dos sistemas mecânicos que porventura forem instalados no barco, como por exemplo, o sistema de direção do barco.

Sistema Elétrico:

Este grupo é responsável pelo projeto de todo o sistema elétrico da embarcação além de especificar os componentes eletrônicos que serão utilizados, levando em consideração, mais uma vez, o custo relacionado ao desempenho. O sistema elétrico é composto basicamente pelo conjunto painel, controlador de carga, bateria e motor elétrico. Além disso, a regra impõe a utilização de alguns itens para a segurança do piloto e da embarcação e que os mesmos sejam alimentados diretamente pelo sistema elétrico, como por exemplo: bomba de porão, rádio comunicador, entre outros.

Comunicação e Estratégia:

Este grupo tem duas funções. Em uma fase inicial é responsável por expor o projeto e objetivos da equipe para a comunidade e para empresas que estejam interessadas em patrocinar a equipe. Para isso, criou-se um logo para a equipe, um *blog* e uma página do *facebook* para que a comunidade e os patrocinadores possam acompanhar o desenvolvimento do barco e um folder para divulgação da equipe. Próximo à data da competição, o mesmo grupo será responsável por coletar informações sobre o local da competição, previsão do tempo no dia da competição, além de possíveis informações de outras equipes para elaborar a melhor estratégia para cada etapa da competição, visando o melhor aproveitamento da energia ao longo da mesma.

Regras da Competição

- A competição é aberta a duas classes de embarcação:



- Classe A: PÓLO NÁUTICO (Embarcação com um tripulante apenas e utilizando cascos (catamarãs) fornecidos pela organização da prova);
- Classe B: ABERTA (Embarcação com um tripulante apenas e utilizando cascos próprios que atendem as demais regras)
- Características principais para ambas as classes:
 - Comprimento total: 6.0 m
 - Boca máxima 2.4 m
 - Altura máxima acima da linha d'água 1.3 m
- O comprimento total é medido do extremo de proa ao extremo de popa, incluindo o motor se for o caso. Caso alguma equipe exceda mais que 0,5% o comprimento total será desqualificada.
- A altura acima da linha d'água deve ser limitada pela especificação de altura ou deve permitir reduções aos níveis aceitáveis durante a competição. Quaisquer mecanismos utilizados para estes ajustes devem ser operados manualmente ou eletricamente, alimentados pela bateria principal. Não é permitida a instalação de fontes secundárias de energia para este propósito.
- Durante a competição não poderão ser utilizados dispositivos ou sistemas móveis, que permitam a utilização das forças da natureza para auxiliar a propulsão.
- Não há limitação quanto ao calado máximo. As equipes, porém devem ter ciência das limitações naturais de calado em trechos específicos, mais rasos, na rota traçada para a competição. As profundidades podem inclusive variar de acordo com a data e a hora.
- Propulsores podem ser trocados a qualquer momento no transcorrer da competição.
- Não há restrições quanto à massa máxima permitida para as embarcações. As equipes, porém devem ter em mente que a responsabilidade de transporte e lançamento das embarcações é delas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta do projeto *Desafio Solar* é relevante pois apresenta para a UNED Itaguaí uma ferramenta didática aplicada aos cursos de Engenharia Mecânica, Técnico em Mecânica e Técnico em Portos. Dessa maneira, obteve-se uma segunda área de atuação com o desenvolvimento e aplicação das habilidades de integração de informações entre os diferentes grupos de trabalho segundo os princípios de projeto de produto. Assim, tal ferramenta servirá para futuros projetos científicos na Unidade de ensino.

Como contribuição para a comunidade, pretende-se que o estudo sirva para ensinar métodos de racionalização de energia, uma vez que há abordagem de economia de combustíveis nas embarcações e é o ponto chave na competição.



O impacto esperado do projeto é que a participação tanto dos alunos de graduação quanto dos alunos do técnico nesta competição forneça uma maior experiência para estes nas áreas naval, mecânica e de projetos, capacitando-os mais ainda para o mercado de trabalho local. A região possui diversas empresas que demandam essa mão de obra, devido à existência de um dos maiores e mais modernos portos da América Latina, o Porto de Itaguaí (antigo Porto de Sepetiba). Algumas dessas empresas podem ser citadas: SepetibaTecon (Terminal de Contêineres), Companhia Siderúrgica Nacional (Terminal de granéis sólidos), Companhia Portuária Baía de Sepetiba (Terminal de minério), Valesul Alumínio, entre outras.

Espera-se que ao final do projeto tenhamos uma equipe motivada para novos desafios, além de barco movido exclusivamente por energia solar, o qual deverá estar montado e apto a participar da competição do DSB em 2015. Com esta experiência, espera-se dar início ao desenvolvimento de um projeto mais amplo voltado para as comunidades pesqueiras da região.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OLIVEIRA, V.F., ALMEIDA, N.N., CARVALHO, D.N., PEREIRA, F.A.A., 2013. Um Estudo sobre a Expansão da Formação em Engenharia no Brasil. Revista de Ensino de Engenharia da ABENGE –v. 32, n. 3 (2013) -ISSN 0101 5001.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 30 dez. 2008a, Seção 1.

HAWTHORNE, E., 1998, 100 years of Going With the Current, disponível em: <http://www.electric-boat-association.org.uk/history.htm> acesso em: 26 de Janeiro de 2013, 03:05:00.

MOURA D. H. 2005, Algumas Implicações da Reforma da Educação Superior sobre a Educação Profissional e Tecnológica: II HOLOS V3, Págs4 -14 - ISSN 1807-1600

CARBONESI, L. F. L., 2010. Desenvolvimento de um método de projeto racional de embarcações solares classe “A”. Projeto Final de Curso pela Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ.

FISHER, J. The Turanor Planet Solar The worlds Most Impressive Solar Powered Boat. Disponível em: <http://www.renewableenergyworld.com/rea/blog/post/print/2013/10/the-turanor-planetsolar-the-worlds-most-impressive-solar-powered-boat>. Acesso em: 20 de maio de 2014.

PLANET SOLAR, Solar boat launched, Reinforced Plastics, Vol.54(3), pp.6-6, 2010



MULTIDISCIPLINARY AND MULTI-LEVEL DESIGN: A CASE STUDY IN TEACHING OF ENGINEERING COMPETITIONS

Abstract: This paper aims to present an initiative for learning in engineering. This proposal was carried by a student facing competition project called "Solar Challenge". The project was structured with a multidisciplinary team of students from various periods and different courses at Itaguaí UNED. Thus, we sought to nurture the application of engineering concepts and prototypes, with consequent contribution to the setting of students in courses and reducing high school dropout. In addition to the goal of building the boat itself, emphasized the vertical integration of teaching, within a multilevel structure where students of later periods leading teams. All tasks and activities were monitored by teachers of the respective areas. In methodological terms, it holds an extensive literature research and software are used to model computationally the boat making use of theoretical concepts of shipbuilding, mechanical and electrical engineering areas.