



MENINAS E JOVENS FAZENDO CIÊNCIA – AS PROPOSTAS DA ENGENHARIA DE ENERGIA DA UNISINOS

Maria Luiza Sperb Indrusiak – mlsperb@unisinoss.br

Felipe Roman Centeno – frcenteno@unisinoss.br

Flavia Zinani – fzinani@unisinoss.br

João Batista Dias – joabd@unisinoss.br

Conrad Yuan Yuen Lee – conrady@unisinoss.br

Paulo Roberto Wander – prwander@unisinoss.br

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Av. Unisinoss, 950

CEP 93022-000 – São Leopoldo – RS

Resumo: Em 2013 o CNPq lançou um edital específico para atrair talentos para as áreas científicas e tecnológicas na parcela feminina da nova geração de estudantes do ensino médio. Os professores do curso de Engenharia de Energia da UNISINOS responderam com a submissão e aprovação de cinco projetos. A boa experiência anterior com o edital de 2012 voltado para atração de alunos do ensino médio, Forma-Engenharia, foi um dos motivos que levaram a tantas submissões. Os cinco projetos do edital Meninas, como passou a ser informalmente denominado, iniciaram a execução a partir de março de 2014 e se estenderão até fevereiro de 2015. Este artigo apresenta um sumário dos projetos e alguns resultados preliminares.

Palavras-chave: energia solar, túnel de vento, combustão, máquinas simples, ciências térmicas.

1. INTRODUÇÃO

A procura pelos cursos de engenharia, especialmente os mais voltados ao setor industrial, como Engenharia Mecânica, Química, Elétrica e de Energia, por parte das estudantes de sexo feminino, é historicamente muito reduzida. A liberalização dos costumes nas últimas décadas tem mudado lentamente este quadro. No entanto, o Brasil ainda está longe de ter um equilíbrio entre os sexos no campo das profissões. Há, por exemplo, mais homens do que mulheres ocupando cargos executivos, apesar de haver mais mulheres nos cursos superiores. As mulheres, em média, estudam mais que os homens, mas recebem menores salários, mesmo exercendo as mesmas funções.

Historicamente, o ingresso das mulheres no ensino superior ocorreu a partir de uma visão sexista, ou seja, que separava homens e mulheres por supostas tendências naturais e instintivas quanto a suas capacidades e interesses. Atualmente, muitas profissões que eram



consideradas essencialmente masculinas ou femininas têm perdido esta característica, ampliando as possibilidades de escolha, em função de lutas que levaram a conquistas sociais importantes e a quebra de preconceitos (Guia do Estudante Abril (a)).

No entanto, o percentual de mulheres em alguns cursos de Engenharia ainda é irrisório. Como exemplo, tomamos a Universidade de São Paulo (USP). Dentre todos os candidatos inscritos para o curso de Engenharia Mecânica e Naval em 2009, 91% eram homens e 9% mulheres. Já dentre os aprovados, a desproporção entre homens e mulheres ficou ainda maior: 92,7% contra 6,3%. Isto equivale a 102 homens para apenas 8 mulheres. Os dados refletem uma cultura, isto é, a sociedade brasileira historicamente elabora um padrão de gênero que prevê o que homens e mulheres devem e podem fazer na sociedade (Guia do Estudante Abril (b)).

Dos estereótipos reforçados nos livros escolares, passando pelas piadas nas salas de aula das faculdades até as diferenças salariais, são várias as formas de discriminação, explícitas ou veladas, que aparecem na trajetória das mulheres na engenharia (SENGE-DF).

A UNISINOS está engajada em várias ações sociais comunitárias locais e mundiais, dentre elas, o movimento Girls Rising (GirlsRising), que promove a educação de meninas para combater a pobreza e demais males sociais mundiais, especialmente do terceiro mundo. Neste sentido, promover o ingresso e a permanência de meninas nas carreiras universitárias de prestígio é um passo adiante para atingir os objetivos do movimento.

A UNISINOS já tem experiências muito positivas com projetos envolvendo alunos do ensino médio. Atualmente estão em fase de finalização vários projetos da Chamada CNPq/VALE S.A. Nº 05/2012, Forma –Engenharia. O relato da experiência foi apresentado no COBENGE 2013 (Indrusiak et al., 2013).

Em vista do exposto, o Edital MCTI/CNPq/SPM-PR/Petrobras nº 18/2013, Meninas e Jovens Fazendo Ciências Exatas, Engenharias e Computação teve ampla divulgação e repercussão nas áreas correspondentes na UNISINOS. Apesar de ser um curso com corpo docente e discente pequeno, com pouco mais de 80 alunos, os professores da Engenharia de Energia submeteram e tiveram aprovados 5 projetos, relacionados não somente com as áreas de pesquisa dos professores proponentes, mas também com temas introdutórios da engenharia. Os projetos contemplam experiências com energia solar, combustão, escoamento de fluidos, experimentos termodinâmicos e máquinas simples.

2. A ENGENHARIA DE ENERGIA

O curso de Engenharia de Energia surgiu a partir da identificação de uma nova demanda do mercado de trabalho e do constante aumento da complexidade das atividades de engenharia. Em todos os cursos de engenharia a energia está presente em seus aspectos de conversão, transformação, utilização, eficiência e impactos ambientais, mas não há – e nem caberia, em cada um desses cursos – uma preocupação maior com a integração das diversas abordagens. O resultado é que esta integração, no ambiente de trabalho, se faz precariamente, incidentalmente, caso a caso, em geral pela reunião pontual de profissionais em grupos heterogêneos, ou seja, em que participem vários profissionais com cada uma das formações acima citadas. São conhecidas as dificuldades que esta forma de trabalho apresenta, pois as abordagens são diferentes e, em geral, falta o conhecimento de transição necessário para viabilizar a plena integração dos diferentes pontos de vista.



Deste quadro surgiu a necessidade de um profissional de engenharia que tenha uma visão abrangente da questão energética e que atue com propriedade, desde a etapa de identificação dos potenciais energéticos, passando pela sua utilização até os usos finais, concluindo com o gerenciamento adequado dos resíduos. Devido às dificuldades inerentes ao tema, nos cursos de engenharia são poucos os estudantes que se direcionam para a área de energia, além disto, sua formação é parcial, pois não há espaço para uma abordagem mais completa.

A organização do curso de Engenharia de Energia na Unisinos foi pensada de modo a manter os alunos sempre em contato com o tema, criando um ambiente onde os conceitos mais complexos são tratados com naturalidade. O contínuo contato dos estudantes com o ambiente de pesquisa, com a participação de uma parcela significativa como bolsistas de Iniciação Científica em projetos de professores dos programas de pós Graduação enriquece a experiência universitária, proporcionando uma formação mais rica e mais completa.

A inclusão de um contingente de alunas de ensino médio neste contexto vem antecipar o interesse pela pesquisa e pela formação tecnológica, gerando expectativas de se ter, já no início da vida acadêmica, alunos mais interessados e mais preparados para os desafios do curso.

3. OS PROJETOS EM ANDAMENTO

Os cinco projetos em andamento são descritos a seguir.

3.1. Visualização de Escoamentos em Canal Aerodinâmico

O projeto propõe o desenvolvimento de uma seção de teste em um canal aerodinâmico para visualização de escoamentos em torno de geometrias de interesse, como veículos e edificações, construídos em tamanho reduzido. Com esta técnica, as alunas terão a oportunidade de aprender conceitos de Mecânica dos Fluidos, instrumentação e metodologia de pesquisa.

3.2. Eficiência Energética de Fogões Domésticos

O objetivo principal deste projeto é a construção de uma bancada para estudo da eficiência energética em queimadores de fogão doméstico, possibilitando o aprendizado e a divulgação de conhecimentos sobre os conceitos da termodinâmica e sobre conservação de energia. Assim, este projeto visa a determinação da eficiência energética de fogões domésticos do tipo *cooktop*, de diferentes fabricantes, e posterior comparação dos resultados para avaliação das diferenças construtivas entre os fabricantes, tais como tamanho dos queimadores, quantidade de orifícios em cada queimador, altura entre o queimador e o fundo da panela etc.

3.3. Três experimentos em Ciências Térmicas

Crê-se que a promoção da experimentação na área térmica é uma necessidade emergente nos anos iniciais dos cursos de graduação em Engenharia. Deste modo, o projeto



propõe o desenvolvimento e a montagem de um conjunto de experimentos em Ciências Térmicas. Estes são:

- Efeito Seebeck. O efeito Seebeck é a produção de uma diferença de potencial (tensão elétrica) entre duas junções metálicas (ou de semicondutores) de materiais diferentes quando elas estão a diferentes temperaturas (Moran et al., 2012). Este é o princípio de funcionamento dos sensores de temperatura do tipo termopar. As alunas deverão montar e calibrar diferentes tipos de termopares, além de estudar suas características e faixas de aplicação.

- Efeito Peltier. O efeito Peltier é o inverso do efeito Seebeck. Uma diferença de potencial elétrico causa um gradiente de temperatura entre duas juntas metálicas (Moran et al., 2012). Este princípio é utilizado nas chamadas placas de Peltier, que encontram aplicação em dispositivos de aquecimento ou refrigeração de pequeno porte. As alunas, além de estudar o fenômeno físico, deverão dar sugestões de aplicação destes dispositivos, construindo protótipos para demonstração.

- Emissividade de superfícies. A energia térmica emitida por uma superfície é proporcional à sua emissividade multiplicada por sua temperatura na quarta potência (Moran et al., 2012). Através da comparação de medições de termopares e sensores ópticos, deverá ser desenvolvido um procedimento para a determinação da emissividade de superfícies.

Ao final do projeto, se contará com um conjunto de sensores, ferramentas e acessórios que permitirão a realização de experimentos com o objetivo de demonstrar leis e conceitos que fazem parte do currículo da Engenharia, bem como proporcionar a construção do conhecimento de forma lúdica e eficaz.

3.4. Estudo e análise técnica em uma minirede híbrida fotovoltaica para atender comunidades que vivem atualmente sem energia elétrica

O objetivo principal deste projeto é desenvolver um estudo e uma análise técnica em uma minirede híbrida fotovoltaica para atender comunidades que vivem atualmente sem energia elétrica. A proposta visa identificar algumas comunidades nestas condições, fazer um levantamento do possível consumo energético e propor uma solução viável para a implementação futura de uma minirede com uso desta tecnologia.

3.5. Elaboração e Construção de Máquina de Rube Goldberg

Trata-se de máquinas didáticas cujo objetivo é a execução de uma tarefa simples através do maior número possível de etapas mecânicas baseadas em princípios simples de física clássica Newtoniana. O design e construção de máquinas de Rube Goldberg são utilizados em vários cursos introdutórios de engenharia em universidades norte-americanas com o propósito de orientar os alunos no planejamento e execução de um projeto técnico e demonstrar a integração e aplicação de conhecimento de várias disciplinas. Desde 1988, é realizada uma competição nacional norte-americana entre entidades de ensino visando a execução de uma tarefa, decidida pela organização do evento, com um mínimo de 20 etapas individuais. O objetivo deste projeto é a construção de uma máquina de Rube Goldberg em conformidade com o regulamento da competição de 2014 (RubeGoldberg 2014).



4. RESULTADOS PARCIAIS

Embora a execução dos projetos esteja no início, já é possível observar alguns resultados, descritos a seguir.

4.1. Visualização de escoamentos em Canal Aerodinâmico

As três alunas de ensino médio e a aluna de engenharia de energia estão construindo um protótipo, em tamanho reduzido, do túnel de vento, aproveitando materiais disponíveis de projetos anteriores. Este túnel terá escoamento em velocidade muito baixa, o que facilitará a visualização com fumaça e facilitará o aprendizado empírico dos princípios de escoamento de fluidos. Concomitantemente, está sendo realizado o projeto do túnel final e a especificação detalhada do material a ser comprado. Conceitos tais como pressão, vazão, atrito e energia de escoamento estão sendo trabalhados nos encontros e seu aprendizado pode ser apresentado como resultado já obtido no projeto.

4.2. Eficiência Energética de Fogões Domésticos

Inicialmente, as alunas estudaram os conceitos básicos de combustão, combustíveis, segurança, transferência de calor e conservação de energia, sendo então estabelecida sua aplicação ao projeto. Este já é um resultado importante do projeto, uma vez que temas considerados de ensino superior estão sendo tratados, de maneira adequada, com as alunas de ensino médio.

A bancada, que será instalada no Laboratório de Motores, Combustíveis e Combustão, na UNISINOS, está sendo projetada pela aluna de graduação em conjunto com as alunas e professora de ensino médio, sob a supervisão dos professores da UNISINOS, com base nas normas ABNT aplicáveis relacionadas a desempenho, segurança e uso racional de energia. O diagrama preliminar da bancada está mostrado na Fig. 1. Nesta fase, as alunas estão tratando com temas de interesse de engenharia, tais como a utilização de normas técnicas, especificação de instrumentação, realização de orçamentos de materiais e serviços, proposição de procedimentos de cálculo e de utilização da bancada de ensaios etc. Como resultado desta fase, os ensaios de eficiência energética nos fogões poderão ser executados e, assim, as alunas poderão propor melhorias nos fogões para aumentar a sua eficiência energética.

4.3. Três experimentos em Ciências Térmicas

O projeto conta com duas alunas de ensino médio e uma aluna de graduação em Engenharia de Energia, além de uma professora de Ensino Médio. Até o momento, foi criado um perfil no Facebook para a divulgação dos trabalhos (Fig. 2), enquanto as meninas se ocupam em estudar os tipos de termopares, os materiais disponíveis no mercado para montagem de termopares, as espessuras de fios disponíveis, as faixas de tensão obtidas nas medições etc.

Atualmente, estão em construção termopares dos tipos T (Cobre-Constantan), J (Ferro/Constanta) e K (Cromel/Alumel), os quais serão calibrados utilizando-se um banho de gelo e um termômetro de precisão. Além disso, as meninas estão pesquisando e projetando uma geladeira portátil utilizando placas de Peltier.

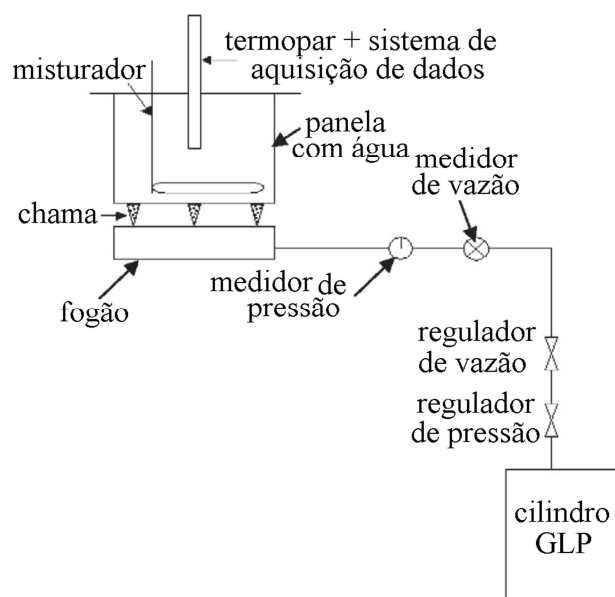


Figura 1. Diagrama preliminar da bancada a ser montada para os testes.



Figura 2. Perfil do Facebook criado pelas alunas do projeto Três Experimentos em Ciências Térmicas.

No momento em que for liberado o montante destinado a despesas com bens de capital, será comprado o material para que as meninas façam o desenvolvimento de uma interface gráfica para a realização dos experimentos e armazenamento dos dados.

4.4. Estudo e análise técnica em uma minirede híbrida fotovoltaica para atender comunidades que vivem atualmente sem energia elétrica

As três alunas de ensino médio e a aluna de engenharia de energia trabalham no levantamento e identificação de comunidades sem energia elétrica. Estudam a tecnologia fotovoltaica bem como os conceitos relacionados à área. Espera-se ter, ao final do projeto, um estudo e uma análise do comportamento da minirede híbrida fotovoltaica como central de abastecimento de energia para comunidades isoladas bem como uma proposta viável para a solução do problema. Tal central híbrida fotovoltaica é composta de módulos fotovoltaicos (Fig. 3), inversores e microinversores, banco de estocagem de energia (baterias) e um gerador auxiliar (diesel ou gasolina).



Figura 3. Parte da instalação da minirede híbrida fotovoltaica.

4.5. Elaboração e Construção de Máquina de Rube Goldberg

Três alunas de ensino médio, uma aluna de 1º semestre da Engenharia de Energia e uma professora colaboradora do ensino médio se encontram em atividade construindo etapas mecânicas individuais que comporão a máquina final. As etapas são construídas utilizando equipamento e material dos laboratórios de usinagem e maquetaria da universidade. Espera-se ao final da construção de etapas individuais suficientes para serem combinadas em uma máquina única em conformidade com o regulamento da competição norte-americana.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento dos projetos está encontrando alguns problemas iniciais, resultantes da pouca familiaridade das meninas de ensino médio com o ambiente



universitário, cuja superação é um dos objetivos a vencer nestes projetos. Outro problema encontrado é a demora do CNPq em liberar os recursos, especialmente os de capital, o que pode atrasar o desenvolvimento de alguns projetos.

Observa-se, entretanto, muita animação e interesse das alunas envolvidas, com os seus próprios projetos e também com os demais projetos em andamento, tendo-se estabelecido um clima de colaboração entre eles.

Espera-se, com os projetos, promover o interesse pela pesquisa científica e pelas engenharias, em especial as Engenharias de Energia, Mecânica e Elétrica, não só das alunas diretamente envolvidas com o projeto como também de um grupo maior, abrangendo colegas de turma e de grupos sociais destas alunas. Espera-se também contribuir para dissipar preconceitos de gênero na escolha da profissão, permitindo que os talentos para as ciências exatas possam aflorar livremente na parcela feminina dos alunos de ensino médio, contribuindo para a distribuição mais homogênea de habilitações, atribuições e renda na população brasileira.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do CNPq, na forma de auxílio financeiro e bolsas para as alunas e para os professores de ensino médio envolvidos nos cinco projetos descritos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Guia do Estudante Abril (a). Disponível em <<http://guiadoestudante.abril.com.br/orientacao-vocacional/consulte-orientador/existe-tipo-engenharia-mais-apropriado-mulheres-730917.shtml>> Acesso em 26/10/2013.

Guia do Estudante Abril (b). Disponível em <<http://guiadoestudante.abril.com.br/orientacao-vocacional/consulte-orientador/mulher-pode-trabalhar-engenharia-mecanica-ou-aeronautica-610317.shtml>> Acesso em 26/10/2013.

SENGE-DF. Disponível em <<http://www.sengedf.com.br/mulheres.html>>, Acesso em 26/10/2013.

GirlsRising. Disponível em <<http://www.girlrising.com/>>, Acesso em 26/10/2013.

INDRUSIAK, M. L. S.; DIAS, J. B.; FERREIRA, J. L.; SOUZA, F. R. O. A Engenharia de Energia da UNISINOS e os Projetos Forma Engenharia (CNPq – VALE). In: Anais do XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. COBENGE, Gramado, 2013.

MORAN, SHAPIRO, MUNSON, DEWITT. **Introdução à Engenharia de Sistemas Térmicos**. LTC Livros Técnicos e Científicos, 2012.

RubeGoldberg. Disponível em <http://www.rubegoldberg.com/Contest?page=contest_rules>. Acesso em 12/05/2014.



GIRLS AND WOMEN MAKING SCIENCE - THE PROPOSALS OF THE ENERGY ENGINEERING COURSE AT UNISINOS

***Abstract:** CNPq has released in 2013 a specific Edital to attract talent for science and technology in the female portion of the new generation of high school students. The professors of Energy Engineering undergraduate course of UNISINOS replied with the submission and approval of five projects. The previous good experience with the 2012 Edital Forma Engenharia was one of the reasons of so many submissions. The five projects of Girls Edital, as it came to be informally known, started the implementation from March 2014 and will continue until February 2015. Here is done an account of the projects and some preliminary results are presented.*

***Key-words:** solar energy, wind tunnel, combustion, simple devices, thermal sciences.*