

ENSINO ATRAVÉS DE PROJETOS E DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

Jorge Luiz do Nascimento – jorge@dee.ufrj.br

UFRJ, Escola Politécnica – Departamento de Engenharia Elétrica
Centro de Tecnologia, Bloco H – Sala H227 – Ilha do Fundão
21945-970 – Rio de Janeiro – RJ

Resumo: *O presente trabalho tem o objetivo de apresentar alguns resultados da aplicação da metodologia desenvolvida para a realização de atividades integradoras no Laboratório de Fontes Alternativas de Energia - LAFAE. Nos trabalhos anteriores, foram apresentados os aspectos pedagógicos trabalhados, além do tratamento organizacional dado a tais atividades. Alguns tópicos são repetidos aqui para dar base para compreensão da leitura. A base conceitual é referenciada na “escola unitária” e é pertinente ao desenvolvimento de habilidades e competências nos cursos de engenharia, na forma proposta pelas Diretrizes Curriculares. Utiliza-se como instrumento de aprendizado a elaboração e a construção de módulos educativos sobre fontes alternativas de energia. O principal aspecto em destaque é que o produto resultante é o desenvolvimento das habilidades e competências, enquanto os dispositivos trabalhados - módulos educativos de aproveitamento energético - se constituem no instrumento para o alcance dos objetivos. Alguns módulos desenvolvidos são mostrados em fotos.*

Palavras-chave: *Atividades integradoras, Diretrizes curriculares, Habilidades e competências.*

1 ATIVIDADES INTEGRADORAS

O LAFAE é o Laboratório de Fontes Alternativas de Energia, pertencente ao Departamento de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Nele são desenvolvidas pesquisas em fontes alternativas de energia, principalmente, nos setores: fotovoltaico, termo solar e eólico. O Laboratório contribui para o Curso de Engenharia Elétrica, ministrando as aulas das disciplinas “Energia Fotovoltaica” e “Fontes Renováveis”, além de orientações de “projetos de formatura” e “dissertações de mestrado”. As pesquisas estão voltadas para captação de dados de potenciais energéticos, desenvolvimento, análise e aperfeiçoamento de estruturas conversoras de energias alternativas em eletricidade, movimento e calor, para uso direto e indireto, bem como de dispositivos de controle e monitoração. A larga experiência da maioria de seus pesquisadores no ensino prático está direcionada para o estudo de dispositivos educacionais, que mostrem as relações conceituais e práticas dos aproveitamentos energéticos, bem como suas aplicabilidades para estudantes e para o cidadão comum interessado no progresso e na melhoria do bem estar da sociedade.

O LAFAE também atua em atividades integradas de ensino, pesquisa e extensão universitária, através do seu “Núcleo de Atividades Integradoras”. Neste núcleo, foi desenvolvida uma metodologia própria de trabalho, que consiste na realização de um conjunto de projetos e iniciativas que possibilitam estabelecer conexões entre atores - pessoas físicas e instituições - enriquecedoras de conteúdos e práticas favoráveis à formação dos engenheiros e contributivas para soluções de engenharia aplicadas em problemas institucionais ou da sociedade. Trabalha-se com formação baseada em projetos (BALTHAZAR et al., 2010) (MASSON et al., 2012). É um arranjo pedagógico referenciado nos conceitos da escola unitária, tendo como objeto-meio o desenvolvimento de dispositivos de fontes alternativas de energia, voltados para a divulgação da ciência. O processo passa por etapas de desenvolvimento intelectual, reflexivo e crítico, bem como por fases de trabalho prático, exposição de resultados e socialização do conhecimento adquirido, que compreendem: concepção, planejamento, organização, montagem, testes, discussões de resultados e etapas de participação coletiva, com reuniões de debates e mutirões de execução. Os resultados pedagógicos do processo se reportam ao desenvolvimento da capacidade de trabalho em equipe, da capacidade de realização de um projeto completo, da incorporação de habilidades e competências em todos os níveis (TONINI & LIMA, 2009), como é exigida em um processo de trabalho de engenharia, inclusive a de capacidades gerenciais. Os projetos desenvolvidos são para ser apresentados em eventos de exibição e divulgação da ciência, do tipo congresso ou exposição.

O “Núcleo de Atividades Integradoras” é um espaço de inclusão, onde não há restrições para o ingresso, bastando que o aluno tenha interesse em trabalhar, tenha horário disponível e que as atividades não prejudiquem seus estudos. São oferecidos para os participantes: espaço físico de trabalho, material e orientação técnico acadêmica.

2 A ORIGEM DAS ATIVIDADES INTEGRADORAS NO LAFAE

Foram os alunos, que construíram toda a infra-estrutura do laboratório, além de trabalharem nas atividades relacionadas aos estudos das fontes alternativas. Um projeto inicial chamado de “Base de Informações de Energia” foi proposto para servir de âncora para a participação dos alunos no laboratório. Este projeto tinha a finalidade de iniciar os alunos nos temas do laboratório. A interação entre os alunos, a busca pelo vencimento de barreiras, o convívio em torno dos problemas e das soluções, a montagem de computadores e outros dispositivos foram aos poucos se revelando como ações mais importantes que o desenvolvimento dos trabalhos de elaboração da Base de Informações (NASCIMENTO, 2006). Identificou-se que nos aspectos pedagógicos e nos aspectos de formação pessoal e profissionais envolvidos no desenrolar destes procedimentos existia uma estrutura de um importante processo pedagógico, não declarado, onde a configuração entre objeto-meio e objeto-fim estava invertida. Define-se como objeto-meio, a ferramenta utilizada para alcançar um produto final, sendo este produto final o objeto-fim. A organização das observações e a reflexão sobre estes aspectos conduziram à formulação de um processo pedagógico baseado na característica integradora observada (NETO et al., 2010). A relação com o desenvolvimento de habilidades e competências na forma citada nas Diretrizes Curriculares estava presente e, por tudo isso, resolveu-se adotar para o processo de aprendizado observado o título de “Atividades Integradoras”.

Como seguimento, uma oficina de energia solar expositiva e interativa foi elaborada baseada em dispositivos de aproveitamento energéticos (pequenos módulos de aproveitamento de energia fotovoltaica e termo solar), para eventos de exibição em praça pública ou ambiente fechado. É uma oficina interativa, onde o visitante pode observar a

funcionalidade dos módulos em relação ao aproveitamento energético. Trabalha-se com dispositivos em tamanho real e já conhecidos da comunidade acadêmica para mostrar que a energia solar está retornando de mansinho para fazer parte de nossos cotidianos, agora, com novas tecnologias e materiais. O visitante, não só, recebe instruções, como também pode agir sensorialmente com os módulos. Depois a oficina evoluiu para incluir sessões de montagens feitas pelos visitantes e orientadas pelos estagiários.

A construção dos módulos educativos foi iniciada nas participações no UFRJmar¹ e se reproduziram a cada realização do evento, dando continuidade ao processo das atividades integradoras. Assim, apesar da identificação das atividades integradoras terem ocorrido casuisticamente durante o início das atividades do LAFAE, elas passaram por um processo de sistematização determinado pela participação no evento UFRJmar. Mas há que se pensar em mais alternativas para propiciar novos focos de trabalho ou instrumentos-meio para o desenvolvimento do processo pedagógico e de formação que foi desenvolvido (SILVEIRA, 2001).

1 – UFRJmar – Evento de extensão, tipo festival promovido pela UFRJ, com oficinas interativas e exposições de atividades acadêmicas para divulgação da ciência e da Universidade.

3 METODOLOGIA

No trabalho anterior (NASCIMENTO, 2012), após as reflexões, questionamentos e análises sobre os aspectos metodológicos presentes nas atividades integradoras, quando comparadas com outras atividades (estágio profissional, estágio supervisionado, monitoria e iniciação científica), chegou-se à seguinte identificação:

Em uma resposta simples, direta, sem muita análise conceitual e meio na intuição, poderíamos dizer que: uma atividade integradora no âmbito acadêmico da engenharia é uma atividade pedagógica que proporciona o estabelecimento de conexões de integração entre os atores em formação e os demais elementos da profissão, proporcionando uma complementação com aspectos, que se somam aos conteúdos, às técnicas e aos métodos do ensino curricular. Ela se caracteriza por ter um desenvolvimento liberto das amarras, que normalmente estão presentes nas demais atividades de formação dos cursos de graduação (livros texto, apostilas, aulas, exercícios, roteiros, provas, etc), concentrando-se fortemente no esforço próprio do aluno para concluir o objeto-meio e tendo como auxílio disponibilidade de espaço, material e referências de consultas técnicas, na medida em que verificar a necessidade. Ela será tão mais importante, quanto maior for a sua relação com os setores de ensino, pesquisa e extensão da universidade. Isso quer dizer, que devem ter um objeto-meio em que sejam trabalhados as técnicas e conhecimentos dos conteúdos do curso; que este objeto-meio esteja focado em uma área de conhecimento, determinando pesquisas para o desenvolvimento do trabalho com o objeto-meio; que sua certificação ou validação dependa de ensaios, testes e comparações para agregar formação em práticas tecnológicas e que seja exibido e divulgado através de eventos de exposição pública, na forma de atividade de extensão, tais como: exposições, congressos, oficinas e cursos.

O elemento integrador está presente nas atitudes tomadas diante das necessidades de vencer as suas próprias dificuldades nas barreiras dos conhecimentos, seja em conteúdos, técnicas ou habilidades práticas e que estabelecem os elos com os demais atores e componentes materiais e imateriais. A base conceitual é a escola unitária, não muito no sentido da valorização da mão de obra operacional, mas para apontar que a engenharia não pára nos estudos, pesquisas e planejamentos, existindo ainda um caminho longo a percorrer até a execução final dos projetos, passando por tangências e interseções com outras áreas do



saber pensar e por aspectos práticos do saber executar, até o questionamento do possível e do impossível.

As atividades integradoras estão presentes em muitas das tarefas escolares das disciplinas do curso de engenharia, mas nenhuma delas possui um delineamento que leve o aluno a praticar o “ser engenheiro”. As atividades integradoras mais comuns presentes nas disciplinas (aulas práticas, visitas técnicas, trabalhos de grupo, projetos, etc) são marcadas pelo cumprimento de roteiros pré-determinados e repetidos, semestre a semestre, por todos os alunos. Os resultados são previsíveis e os desenvolvimentos reproduzem pouco o cotidiano do engenheiro e da engenharia. Neste aspecto a organização de atividades integradoras como uma atividade complementar de formação estruturada para funcionar com programa, orientação e supervisão, realmente, representa um processo pedagógico novo, pois é muito mais completo que as demais atividades complementares e se destina com muita precisão ao desenvolvimento das habilidades e competências fundamentais à formação do engenheiro.

Cientificamente, só poderemos comprovar a eficácia das atividades integradoras para a aprendizagem e para a formação profissional, quando elas vierem a ser introduzidas nos currículos. Por enquanto, ficamos com o senso comum de que o estágio supervisionado e o estágio profissional, como os únicos programas de formação complementar que possuem atividades integradoras como objeto-fim, tentam cumprir este papel, mas possuem as limitações já mencionadas aqui.

O que foi observado sobre as atividades integradoras até aqui foi o seguinte:

- *Elas podem e devem ser trabalhadas com alunos de engenharia de qualquer período e com qualquer coeficiente de rendimento acumulado.*
- *Elas necessitam de um objeto-meio para se desenvolverem.*
- *O objeto meio deve ser um projeto de engenharia, ainda que mínimo, com etapas que passam pela concepção, planejamento, projeto, execução e ensaios.*
- *O objeto-meio deve estar focado em uma área de conhecimento específico.*
- *O objeto-meio deve ser trabalhado em pequenos grupos, mas cada aluno deve ter sua meta individual.*
- *Deve haver um objeto-meio coletivo do grupo inteiro do laboratório, que integrem os projetos individuais e o grupo deve ter uma só meta própria coletiva.*
- *As atividades práticas devem ser trabalhadas em grupo.*
- *As atividades integradoras estão entrelaçadas com as atividades técnicas de ensino e pesquisas práticas desenvolvidas na construção do objeto-meio, bem como com as atividades de extensão praticadas no meio e no final do processo.*
- *Chegar ao final do objeto-meio não é tão importante, mas ele deverá ser mantido como objeto-fim até que o aluno atinja o nível de formação esperada.*
- *Os alunos que atingirem o nível esperado poderão continuar no grupo, atuando como co-orientadores, quando se dá o conhecimento do real objeto-fim.*
- *As interações durante o desenvolvimento do projeto e da construção do objeto-meio são relativas às conexões de integração e baseadas em questões como as listadas abaixo:*
 - *como iniciar?*
 - *como resolver?*
 - *onde procurar?*
 - *o que usar?*
 - *quem pode me ajudar?*
 - *como fazer?*
 - *qual o jeito certo?*

4 PRINCIPAIS RESULTADOS

Há que se registrar, que não foi encontrado trabalho similar no âmbito da pesquisa em Educação em Engenharia. As referências citadas aqui guardam alguma aproximação no que diz respeito à forma de ensino e aprendizado de conteúdos baseado em projetos, mas nada sobre metodologia para desenvolvimento de habilidades e competências foi encontrado. Registrar também que a metodologia não está sistematizada em currículo e isto falta desenvolver.

A metodologia desenvolvida permite a inclusão de estudantes desde os períodos iniciais do curso de engenharia elétrica (de outras habilitações também). Com isso, antes mesmo dos alunos possuírem conhecimentos básicos dos cursos, eles já começam a desenvolver as capacidades para atuar em atividades de engenharia. Na medida em que avançam no curso, enquanto trabalham com os módulos educativos e interagem no grupo com as atividades gerenciais e organizacionais do laboratório. O interesse cresce e os conduz para os demais trabalhos do curso de engenharia e da prática profissional, iniciando pelos trabalhos de Iniciação Científica. Posteriormente, os trabalhos de IC – Iniciação Científica são aprofundados e convertidos em TCC – Trabalho de Conclusão de Curso.

A divulgação do ambiente do laboratório e da metodologia utilizada também atrai outros alunos para a realização de TCCs nos temas do laboratório e, até mesmo, apenas pela empatia com a forma de orientação aplicada (NASCIMENTO & ZAKON, 2001). Com isso, o número de orientações é considerável, tendo ocorrido 10 finalizações entre fevereiro de 2012 a abril de 2013 e, no momento em que este artigo está sendo escrito, há 13 alunos em trabalho de TCC, conforme a listas apresentadas a seguir (os alunos autores são citados por reconhecimento de suas contribuições no processo pedagógico em avaliação):

Trabalhos concluídos

1. Tecnologia Fotovoltaica - Amanda Moraes dos Santos
2. Aproveitamento Eólico para uma vila de pescadores - Ana Elisa da Silva Menezes
3. Aproveitamento da Biomassa como alternativa energética - Bruno Monteiro Cardoso
4. Projeto de um Sistema Fotovoltaico para oferta de energia à comunidade de Santo Antônio das Varejas, Rio Preto – MG - Davi Duque da Incarnação
5. Sistema de Energia Solar para uma base de apoio a trabalhos de campo - Everton Bemfica
6. Instalação Residencial eficiente com aproveitamento de Energia Solar - Jaime Fernandez Lescano
7. Energia Fotovoltaica em Estruturas Híbridas - Ostend Batistas Cardim
8. Projeto de modernização de Subestação Consumidora - Renato de Carvalho França
9. Avaliação Técnica e Econômica do estado da arte da Iluminação a LED - Simaia Roberta Nascimento
10. Projeto de uso de Energia Fotovoltaica como fonte emergencial - Thiago dos Santos Brum
11. Sistemas de Aterramento em baixa-tensão - Tiago Figueira Leão Pinheiro

Trabalhos em andamento

1. Eficiência Energética e Demanda Estimada pelo Consumo - Ana Carolina Conde Ribeiro
2. Aspectos Arquitetônicos e Bioclimáticos para uso eficiente da energia nas edificações - Anderson Antunes dos Santos



3. Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos - Bruno Quaresma
4. Reengenharia em Placas Fotovoltaicas - Degmar Felgueiras Castro
5. Estudo Energético da Policlínica Nossa Senhora da Glória - Felipe Iglesias
6. Painele Fotovoltaico de Baixo Custo - Jaqueline de Oliveira Gama
7. Suprimento de Energia do Instituto Politécnico de Cabo Frio - Leila Carolina Pinheiro
8. Avaliação das Lâmpadas a LED - Leonardo Barbosa Lopes
9. Potenciais Eólicos do Estado do Rio de Janeiro - Leonardo Henrique de Mattos Martins
10. Iluminação Pública: Estado da Arte e Inovações - Lucas Souza Gouveia
11. Energia, Ambiente e Sociedade - Sergio Chiapetta Leal Júnior
12. Impactos da Iluminação à LED na Economia Doméstica e Global - Teodoro Queiroz Guarinello
13. Veículo Elétrico - Wesley Viana de Barros

Atualmente o Núcleo de Atividades Integradoras do LAFAB conta com 24 alunos, sendo, não atuando exclusivamente, 7 em iniciação científica, 10 em extensão/módulos educativos e 13 em trabalhos de conclusão de curso, conforme já mencionado e listado, onde apenas 3 possuem bolsas de IC, conforme relação abaixo:

Iniciação Científica

1. Painele Fotovoltaico de Baixo Custo - Jaqueline de Oliveira Gama e Degmar Felgueiras Castro
2. Aquecedores solares de água: ponto de vista do consumidor - Laura Santa Rosa
3. Energia termo solar: uma antiga inovação - Pedro Franklin e Priscila Oliveira
4. Usinas termosolares: a alternativa energética do futuro - André Luís Abreu Braga Martins
5. Concentradores de Energia Solar para motor Stirling - Vanildo Lopes Mendes Cunha

Módulos Educativos

1. Mini-catavento - Adriana Firmiano
2. Aquecedores solares de água e de ar - Laura Silva Santa Rosa, Pedro Körner e Philipe Fernandes
3. Aproveitamento Eólico - Erik Fragoso Krug Pimentel, Igor Jablauský e Leonardo Braga
4. Painele Fotovoltaico de Baixo Custo - Jaqueline de Oliveira Gama e Degmar Felgueiras Castro
5. Fogão Solar - Vanildo Lopes Mendes Cunha

Módulos Educativos Desenvolvidos

Os principais módulos trabalhados foram os seguintes:

- aquecedores solar de água com garrafas pet
- forno solar de caixa
- secador solar
- concentrador de calor cilíndrico parabólico
- concentrador de calor parabolóide de revolução
- placa de cargas para alimentação fotovoltaica

- carregador de celular solar
- fonte solar CA
- autorama solar
- mini-catavento
- aquecedor de água em PVC

Foram ainda projetados, mas não concluídos: módulo fotovoltaico de baixo custo e estação solar para suporte de trabalho de campo.

As figuras apresentadas a seguir possuem finalidade meramente ilustrativa dos módulos trabalhados, como produtos finais do processo pedagógico em discussão (objeto-meio), não sendo intencional aqui mostrá-las como produtos tecnológicos ou protótipos científicos resultantes de pesquisa acadêmica. Da mesma forma, descrever aqui o funcionamento dos mesmos fugiria ao escopo do trabalho. Algumas fotos são dos módulos construídos no Lafae, outras, de exibições em exposições de trabalhos com instituições parceiras e algumas de domínio público exibidas na internet.



Figura 1(a) e 1(b) – Aquecedor de garrafa PET



Figura 2(a) Forno de Caixa (similar)

Figura 2(b) – Secador Solar



Figura 3 – Concentradores solares: parabolóide e cilíndrico parabólico

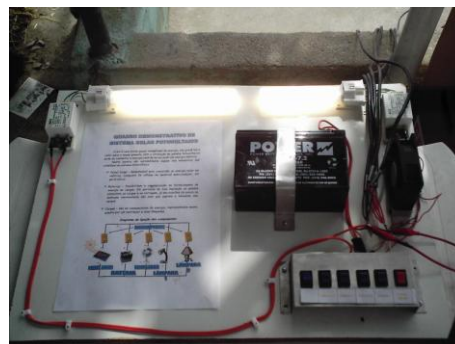


Figura 4(a) e (b) - Placa de cargas para alimentação fotovoltaica



Figura 5(a) Autorama solar



Figura5(b) Painéis solares de alimentação do autorama



Figura 6(a) – Mini-catavento



Figura 6(b) – Detalhe do mini-catavento



Figura 7 – Aquecedor solar de placas de PVC (similar)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi destacar complementarmente a importância das atividades integradoras para a formação do engenheiro, bem como apontar a necessidade de organizar algum tipo de unidade de ensino que funcione apenas com atividades integradoras, com “as avaliações dos alunos baseadas nas habilidades e competências”, conforme editado nas Diretrizes Curriculares, no Art. 8º, §1º. Os módulos desenvolvidos foram relacionados e mostrados em fotos, o interesse dos alunos pode ser demonstrado pelas listas de participantes, mas o principal resultado que temos até aqui é a história de formação do LAFAE e a manutenção de seu funcionamento, sempre em expansão, mesmo com renovações dos quadros e utilizando-se da metodologia das atividades integradoras para agregar coletivamente os alunos estagiários e bolsistas de IC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALTHAZAR. J.C., SILVA. J.M., MONTEIRO. S.B.S. e RODRIGUES. M.M.V.C. A metodologia da aprendizagem baseada em projetos aplicada ao curso de engenharia de produção da universidade de Brasília. Anais: XXXVIII - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Fortaleza. UFCE, 2010.

DC DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS - Resolução CNE/CES 11/2002, de 11 de março de 2002.

MASSON. T.J., MIRANDA. L.F., MUNHOZ JR. A.H. e CASTANHEIRA. A.M.P. Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (pbl). Anais: XL – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém. UFPA, 2012.

NASCIMENTO, J.L. e ZAKON, A. O mito da qualidade do engenheiro. Anais: XXIX - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Porto Alegre: PUCRS, 2001.

NASCIMENTO, J.L. A Base de Informações sobre Energia: um projeto de atividades integradoras do Laboratório de Fontes Alternativas de Energia – LAFAE. Anais: XXXIV - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Passo Fundo: UFPF, 2006.

NASCIMENTO, J.L. Ensino através de projetos: os módulos educativos de fontes alternativas de energia. Anais: XL - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Belém: UFPA, 2012.

NETO, M.S., VILELA, L.M.C., NETO. M.R. e NETO, M.S. Da metodologia *mãos na massa* ao aprendizado baseado em problemas: experiências e perspectivas de uma introdução à engenharia não convencional. Anais: XXXVIII – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Fortaleza. UFCE, 2010.

SILVEIRA, M.H. Oficina Concepção de Currículo e Mudança na Prática da Sala de Aula. Anais: VII - Encontro de Educação em Engenharia. Petrópolis e Iguaba: UFRJ e UFJF, 2001.

TONINI. A.M. e LIMA. M.L.R. As atividades complementares nos projetos político-pedagógicos e nos currículos dos cursos de engenharia elétrica e engenharia civil de belo



horizonte. Anais: XXXVII – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Recife. UFPE, 2009

EDUCATION THROUGH DESIGN AND DEVELOPMENT OF SKILLS AND COMPETENCE

Abstract: *This article aims to present some results of the application of the methodology for conducting integrative activities in the Laboratory of Alternative Energy Sources - LAFAE. In previous work, we present the pedagogical aspects worked, besides the organizational treatment given to such activities. Some themes are repeated here to provide a basis for reading comprehension. The conceptual basis is referenced in the "unitary school" and is relevant to the development of skills and competencies in engineering courses, as proposed by the Curriculum Guidelines. It is used as a learning tool for the development and construction of educational modules on alternative sources of energy. The main aspect highlighted is that the resulting product is the learning and development of skills and competencies, while the devices developed - educational modules for energy conversion - is the instrument for the range the goals. Some modules developed are shown in photos.*

Key-words: *Integrative activities, Curriculum guidelines, Additional curricular activities, Unitary education, Skills and competencies.*