

## ASPECTOS DO ENSINO DE ENGENHARIA: EXPERIÊNCIAS NO ITA

Lucas M. Santana  
Aluno  
Curso de Engenharia Eletrônica

John B. Kleba  
Professor associado  
Depto. de Humanidades

Carlos H. C. Ribeiro  
Professor associado  
Depto. de Teoria da Computação

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

As demandas atuais para a Educação de Engenharia são bem conhecidas, e definem-se claramente em diretrizes curriculares nacionais que destacam a necessidade da formação crítica e reflexiva na resolução de problemas analisados sob vários aspectos sociais. Além disso, as novas tecnologias e modos de produção internacionalizados exigem uma atuação proativa e empreendedora do engenheiro, não apenas em contextos usualmente associados a tais conceitos, mas em sua atuação na sociedade mais ampla. A partir de análises internas e externas, um grupo de professores do ITA propôs e implementou o modelo de ensino participativo C-Lab, inspirado nas experiências D-Lab do MIT – Massachusetts Institute of Technology. Tal modelo insere nos currículos um componente de ensino de Engenharia como contexto, de grande apelo especialmente para alunos dos primeiros dois anos de curso, integrando o aprendizado de habilidades tais como comunicação, trabalho colaborativo, criatividade, preparação de projetos com restrições de orçamento e prazos, implementação na modalidade mão-na-massa (*hands-on*) e conscientização sobre papéis do engenheiro na sociedade.

O C-Lab herda a principal característica do modelo D-Lab, que é o desenvolvimento tecnológico através de diálogo, projeto e disseminação (*dialogue, design & dissemination*). Embora no modelo original a iniciativa tenha um caráter mais aberto e com grande participação de pós-graduandos e alunos em últimos anos de formação, no caso do ITA a iniciativa é mais focada em alunos dos primeiros anos, por duas razões fundamentais: a) a iniciativa permite um primeiro contato com a Engenharia, em seus múltiplos aspectos, em contextos de sofisticação técnica adequada a um aluno de primeiro ou segundo ano e orçamentos de desenvolvimento tipicamente baixos, portanto mais facilmente captáveis, e b) os alunos dos primeiros anos usualmente têm um desejo de atuação em Engenharia frequentemente frustrado por conteúdos teóricos complexos e de caráter mais geral, relativamente afastados do arquétipo da Engenharia idealizada, e uma prática contextualizada da profissão ajuda a melhorar a percepção do curso em fase tão crítica como é a época do ingresso.

A iniciativa refletiu-se em projetos de pesquisa cujos resultados para a formação dos alunos são muito encorajadores. Um exemplo de ação C-Lab, detalhado a seguir, foi o projeto Beira Rio para implantação de uma fossa sanitária de evapotranspiração. O projeto foi iniciado em agosto de 2014 dentro do grupo de pesquisa C-Lab, envolvendo um grupo interdisciplinar de três professores e três alunos do ITA (engenharia civil, engenharia elétrica e humanidades), com financiamento do CNPq (bolsas PIBIC), e ainda

contando com a participação de diversos alunos voluntários e ex-alunos do ITA e contribuições de membros da comunidade.

O projeto Beira-Rio se fundamentou teoricamente nos conceitos de engenharia humanitária, tecnologia social e empreendedorismo social. O objetivo principal era desenvolver tecnologias que resolvessem problemas de comunidades de São José dos Campos baseados nas metodologias do processo D-Lab e da pesquisa-ação. Uma comunidade de baixa renda do município foi selecionada mediante consulta à Secretaria de Regularização Fundiária. A comunidade escolhida consiste de ribeirinhos que se estabeleceram nas margens do rio Paraíba do Sul há cerca de 35 anos, aproximadamente 40 famílias com fortes laços de parentesco, que viviam tradicionalmente da pesca e que nos últimos anos trabalham sobretudo no setor de serviços e construção. Foi realizado um contato preliminar com as lideranças locais, que mostraram interesse positivo no projeto.

A primeira etapa do projeto constituiu no levantamento de problemas relevantes para a comunidade, com visitas diversas, entrevistas e observações do local, sua história, seus moradores e os relatos de suas necessidades. Depois de enumerar os problemas levantados, passou-se à segunda etapa do processo de decisão sobre qual problema priorizar, que se baseou nos seguintes critérios: relevância e impacto na comunidade; relação com a engenharia; implementabilidade em condições de baixo custo e cronograma de um ano, entre outros. Esta decisão foi validada em reunião junto à comunidade, envolvendo a atuação de membros que poderiam colaborar com seu conhecimento (co-criação). O problema escolhido foi a construção de uma nova fossa coletiva, para 25 pessoas, já que a anterior estava a céu aberto apresentando mau cheiro, problemas de saúde e higiene, e impacto ambiental negativo no lençol freático a apenas 2,5 metros de profundidade. O objetivo foi definido da seguinte forma:

- Um sistema de coleta de esgoto doméstico autossuficiente ou que necessite de menos trabalho que o atual para ser mantido;
- Segurança ambiental considerando a proximidade do bairro com o rio;
- Eficiência de utilização de espaço;
- Adaptação e aceitação cultural das pessoas com a nova tecnologia;
- Menor intervenção construtiva, um sistema que possa ser facilmente instalável e removível;
- Melhora na relação de eficiência e preço com relação à solução tradicionalmente utilizada;
- Independência dos serviços de terceiros para esvaziamento ou manutenção;

Com estas características chegou-se ao modelo da fossa de evapotranspiração, que passou a ser desenhado e adaptado às condições locais, respeitando critérios técnicos normativos e considerando o empoderamento da comunidade, isto é, a capacidade de atores locais de se apropriarem da tecnologia no seu processo de construção e de reproduzirem a mesma de forma autônoma.

Substituíram-se os primeiros estágios da fossa, onde ocorre a decomposição biológica aeróbica e rápida, por fossas de anéis de concreto, iguais às já utilizadas pela

comunidade. Usaram-se dois estágios desses seguidos pela bacia de evapotranspiração em si, uma caixa em que foi criado um filtro vertical onde a decomposição do material orgânico continua, e no final há acesso para as raízes das plantas à água tratada que sai da bacia, fechando assim o ciclo do esgoto. As medidas ideais de preenchimento da caixa são (em altura, de baixo para cima): 40 centímetros de cerâmica quebrada, 30 centímetros de brita, 15 centímetros de areia e 15 centímetros de terra, sendo que há separação entre as camadas com geotêxtil permeável. Ainda na bacia, acoplou-se um cano de “ladrão” que serve como um escape para o acúmulo excessivo de água na caixa de transpiração, o que ocorre caso as plantas não consigam absorver água na velocidade adequada ou caso chova excessivamente. Uma medida preventiva foi construir a bacia com altura suficiente para ficar acima do nível do solo, dessa forma evita-se que ela encha de água pela parte superior quando chover, fazendo diminuir sua efetividade. Toda a construção é impermeabilizada, evitando contaminação do ambiente.

Para a construção da bacia de evapotranspiração, foram organizados mutirões nos finais de semana e feriados, com participação da equipe, voluntários e moradores. As ferramentas foram emprestadas dos laboratórios de engenharia civil do ITA e dos moradores. O material para construção foi comprado com ajuda do apoio financeiro da turma 61 do ITA.

O design e a construção do projeto levaram aos seguintes resultados:

- Construção efetiva de uma fossa ambientalmente amigável;
- Desenvolvimento do conhecimento prático sobre a bacia de evapotranspiração;
- Transferência de conhecimento para alguns moradores da comunidade sobre os princípios da fossa e boas práticas de saneamento;
- Estreitamento dos laços com os moradores e líderes da comunidade;
- Engajamento de estudantes no trabalho com tecnologia social em comunidades e aprendizagem de *soft skills*.

Aplicar a metodologia D-Lab junto a comunidades se mostrou bem mais desafiador na prática do que supõe a teoria. O momento de conhecer a comunidade e engajá-la na busca e solução de problemas foi uma tarefa complexa, e imprevistos como burocracia pública e tempo para ganhar confiança da comunidade tiveram de ser contornados. O trabalho em campo, porém, foi finalizado conforme a expectativa, com a tecnologia pronta para o uso e as pessoas engajadas na obtenção de conhecimento e continuidade de novos projetos. A comunidade comunicou sua grande satisfação com a resolução do problema do esgoto a céu aberto e os problemas relacionados, e a experiência do projeto Beira Rio ratificou a metodologia D-Lab como instrumento importante para o ensino contextualizado da Engenharia. Como desafio, resta ainda o acompanhamento do projeto após sua finalização, através das observações sobre a eficiência do sistema.