



PROJETOS INTERDISCIPLINARES: APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)

Belquis L Fernandes – belquis@sj.unisal.br

Centro Universitário Salesiano de São Paulo – Unidade de Ensino Campinas, Departamento de Engenharia

Av. Almeida Garret, 267 – Jd. Ns. Sra. Auxiliadora
13087-290 – Campinas - SP

Resumo: *Projeto Interdisciplinar é uma atividade obrigatória aos alunos a partir do 3º semestre de todas as modalidades de cursos de engenharia do Centro Universitário Salesiano - Unidade de Campinas - UNISAL, na qual os alunos desenvolvem em equipe um projeto utilizando conceitos integrados que envolvem todas as disciplinas do semestre. A proposta tem como foco principal propiciar aos alunos uma dimensão prática dos conceitos teóricos adquiridos e baseia-se na metodologia Aprendizagem Baseada em Problemas, PBL. Esta atividade tem promovido o interesse dos alunos pelo próprio aprendizado ao terem contato com a aplicabilidade dos conceitos aprendidos no curso, além de desenvolver nos mesmos um senso crítico e empreendedor.*

Palavras-chave: *Projetos Interdisciplinares, PBL, Aprendizagem Baseada em Problemas*

1. INTRODUÇÃO

O Projeto Interdisciplinar é uma atividade prevista no Plano Pedagógico de Curso, como opção para o cumprimento de créditos de um componente oficializado na matriz curricular como *Atividade Suplementar*. Para as Atividades Suplementares estão destinadas 60 (sessenta) horas por semestre, compondo 600 (seiscentas) horas da carga horária total ao final de cada Curso de Engenharia.

Ao iniciar cada semestre, um dos professores de cada turma é eleito como coordenador de projeto. Este coordenador terá a tarefa de propor um problema prático, típico do cotidiano do ambiente de trabalho em engenharia para ser resolvido. O tema principal do projeto está ligado diretamente a uma das disciplinas do semestre; é a chamada disciplina integradora, que aciona os conhecimentos das demais disciplinas para serem auxiliares na solução do problema. Este aspecto de integração entre os conceitos tratados por todas as disciplinas daquele semestre, ou até mesmo conceitos que já tenham sido tratados nos semestres anteriores, é o propósito principal da elaboração desta atividade.

A partir da proposta inicial do problema e da divisão das turmas em equipes, os alunos desenvolvem a montagem do projeto, a operacionalidade, a tomada de dados e a elaboração de relatórios. Estas tarefas são realizadas no decorrer de todo o semestre, finalizando com uma apresentação nas próprias instalações da instituição, em um evento acadêmico no qual todas as turmas comparecem com seus trabalhos, e serão visitados e avaliados por professores do semestre. Este evento também é aberto à comunidade externa ao UNISAL (familiares,



amigos, moradores da região). O evento conta inclusive com visitação de empresários que em diversas ocasiões identificaram entre os alunos, potenciais empreendedores, projetistas e solucionadores de problemas reais de engenharia.

2. O PROJETO INTERDISCIPLINAR

A solução da maior parte dos problemas atuais nas diferentes áreas do conhecimento tem requerido um diálogo mais efetivo entre disciplinas e entre profissionais. Isso envolve a mobilização de diferentes especialistas e conhecimentos na tentativa de definir metas de ação e intervenções favoráveis na direção de soluções mais adequadas.

A matriz curricular do curso procura propiciar ao aluno a construção progressiva do conhecimento nas diversas áreas relacionadas ao curso de Engenharia, ao mesmo tempo em que a proposta de execução de projetos estimula a visão integrada de diversas áreas.

Nesse contexto, a interdisciplinaridade tem sido apontada como uma proposta metodológica inovadora, não no sentido de que as disciplinas envolvidas na solução de um determinado problema percam sua identidade, mas, no de que o nível de entrosamento entre os conhecimentos seja capaz de suprir os limites e deficiências que cada área apresenta diante de um problema complexo.

Entre os objetivos da realização do Projeto Interdisciplinar pelos alunos está o de contribuir para que os mesmos adquiram uma visão mais ampla da área, visão que deverá ser alicerçada nos conhecimentos de base da Engenharia, com uma visão de projeto.

A escolha do tema ocorre a partir do diálogo entre professores do semestre e o coordenador do projeto. Geralmente esse diálogo tem início no final do semestre anterior, de modo que, logo nas primeiras aulas os alunos já passam a conhecer os projetos que seu grupo deverá desenvolver (os alunos trabalham em grupo de 5 a 10 componentes).

O acompanhamento do trabalho dos grupos é realizado pelo coordenador do projeto, para o qual os alunos têm que apresentar relatórios parciais a cada etapa realizada.

A avaliação dos projetos ocorre em dois momentos: por meio da correção e análise dos relatórios anteriormente entregues ao coordenador, e da apresentação física para um grupo de professores escolhidos pelo coordenador do projeto, de modo que cada professor questione o grupo sobre os aspectos tratados na modalidade de conhecimento específico de sua disciplina, envolvida na elaboração do projeto e na análise dos resultados.

2.1. Teoria da aprendizagem

A prática de projetos interdisciplinares é fundamentada na teoria de aprendizado centrada em problemas - Problem-based Learning, PBL (RIBEIRO *et al.*, 2003, RIBEIRO, 2005). Explica-se como a prática ajuda o aluno a entender conceitos que se formam de maneira obscura e abstrata quando tratados de forma teórica em sala de aula. A execução dos projetos favorece o aprendizado de conceitos, por meio da observação de fenômenos físicos, e permite um aprofundamento na discussão teórica. Os resultados obtidos a partir dos primeiros projetos realizados mostram, entre outros aspectos, respostas originais e inéditas dos estudantes que servem para professores reavaliarem e refinarem o processo de aprendizado implementado. A expectativa é que a metodologia empregada possa se tornar uma nova ferramenta no ensino superior de engenharia.

Entre os perfis profissionais desejáveis para engenheiros, alguns autores dividem os atributos em três categorias: conhecimento (domínio dos princípios fundamentais da engenharia), habilidades (desenvolvimento de projetos, análise de problemas, trabalho em equipe, gestão, visão sistêmica), atitudes (ética e integridade profissional, preocupação com o



ambiente, iniciativa, empreendedorismo, capacidade de adaptação, motivação, interesse pela aprendizagem ativa e contínua).

Aprendizagem Baseada em Problemas, PBL, é um método baseado no uso de problemas do mundo real para encorajar os alunos a desenvolverem pensamento crítico e habilidade de solução de problemas, e a adquirirem conhecimentos sobre conceitos essenciais da área. O uso de problemas motiva e direciona a aprendizagem, uma vez que um problema abordado nesta metodologia tem solução aberta, ou seja, não comporta uma única solução correta, mas a melhor solução dadas as restrições impostas pelo próprio problema ou pelo contexto de aprendizagem, como tempo, recursos, etc. O problema PBL promove a integração dos conceitos e habilidades necessários para sua solução, requerendo estabelecimento de um processo de solução e aprendizagem autônoma por parte das equipes envolvidas.

2.2. Caso de aplicação

Um dos exemplos de aplicação foi o projeto interdisciplinar executado com os alunos do quinto semestre de Engenharia de Automação e Controle. Neste semestre em particular, os alunos trabalharam com cinco disciplinas: Fenômenos de Transporte (que é a disciplina integradora), Materiais, Sinais e Sistemas Lineares, Acionamentos Elétricos, Mecânica dos Sólidos e Medição de Grandezas Mecânicas. O coordenador do projeto tratou com os professores das várias disciplinas, de que maneira a natureza de sua disciplina poderia auxiliar na execução do projeto.

O processo começou com a proposta do problema aos alunos e a elaboração de um documento onde os parâmetros exigidos foram colocados.

No exemplo em particular, a proposta foi a montagem de um sistema de resfriamento evaporativo do ar. O objetivo era construir um protótipo de câmara de resfriamento evaporativo e usar dispositivos de controle para monitorar parâmetros de operação. A construção do protótipo deveria demonstrar embasamento teórico relacionado aos aspectos de psicrometria (umedecimento e resfriamento do ar), dimensionamento e uso de materiais. Um questionário foi elaborado sobre os itens que seriam avaliados e explicados com base nos conhecimentos teóricos adquiridos com as disciplinas e nos resultados obtidos com a operação do dispositivo. Durante todo o processo, os alunos tiveram acesso a todos os professores do semestre, a cada etapa da montagem, para solicitar auxílio com relação aos conhecimentos das suas disciplinas aplicáveis às partes do projeto.

Competências e habilidades específicas dentro de cada disciplina do semestre foram ativadas na elaboração do projeto:

- Fenômenos de Transporte: Predição e comprovação do comportamento dinâmico e das características psicrométricas do ar como base para estimativa das dimensões do equipamento de umedecimento do ar;
- Sinais e Sistemas Lineares e Acionamentos Elétricos: Acionamento e controle de máquinas elétricas (bomba e soprador de ar) e operação com sinais e modelagem do sistema físico para controle dos parâmetros de operação da câmara;
- Medição de Grandezas Mecânica, Mecânica dos Sólidos e Materiais: Aplicação de técnicas de medida e conhecimentos referentes ao comportamento de materiais na determinação das dimensões de projeto.

Na montagem do sistema, uma câmara deveria ser montada e dentro dela, um sistema de bicos aspersores para borrifar água. Nas extremidades da câmara, uma saída e uma entrada para o ar deveriam ser abertas e na entrada ser instalado um ventilador (um cooler de

computador, por exemplo) para forçar o ar a entrar na câmara. A Figura 1 mostra um desenho esquemático do equipamento.

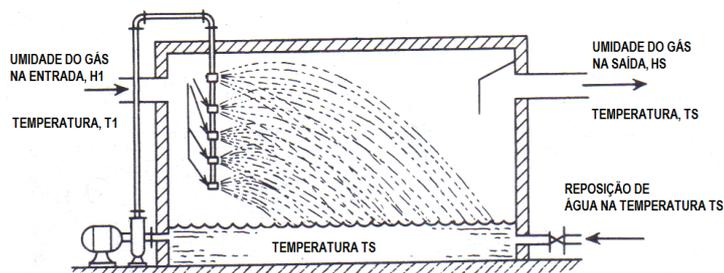


Figura 1 – Câmara de resfriamento evaporativo do ar (Mc CABE et al., 1985).

Ao acessar o interior da câmara, o melhor contato possível do ar com a água que está sendo borrifada deveria ser promovido para que a transferência de massa por difusão da água para o ar pudesse ocorrer. A difusão da água para o ar é possível graças à diferença de concentração de água entre o ambiente interno e o ar que entrou na câmara. Para que a água possa passar para a corrente de ar no estado de vapor, precisa remover uma quantidade de energia do ar, provocando a queda na sua temperatura.

A Figura 2 apresenta um protótipo em acrílico construído por uma das equipes, mostrando o sistema de distribuição de água dentro da câmara com as mangueiras, os aspersores e uma bomba de limpador de para-brisa de automóvel que se encarregou da recirculação da água. Nota-se o interior da câmara com chicanas, que são paredes que deixam janelas de forma intercalada na parte de cima e de baixo da caixa, para prolongar o percurso do ar dentro da câmara fazendo com que permaneça mais tempo em contato com a água. Este foi um dos recursos usados pelos alunos para este propósito. Outros protótipos de outras equipes mostraram formas alternativas, como preencher o espaço interno com material poroso regado pela água.

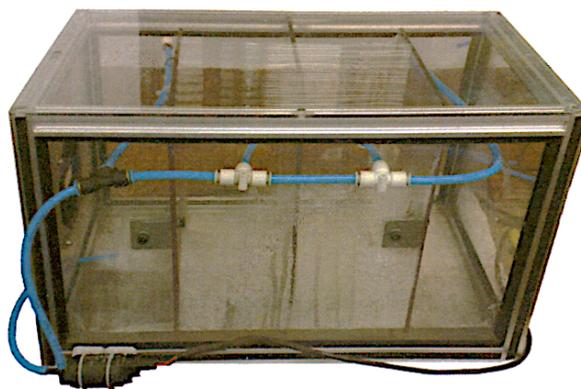


Figura 2 – Protótipo de uma Câmara de Resfriamento Evaporativo do Ar.

A temperatura do ar ao sair da câmara foi medida e seu valor comparado com o valor que se podia prever ao consultar uma carta psicrométrica (MORAN & SHAPIRO, 2004).



Como parte dos objetivos do projeto, os alunos foram convocados a procurar pela maneira mais eficiente de conseguir os efeitos necessários para obter o melhor resultado da operação do mecanismo, buscando criar suas próprias estratégias. Como no método PBL, o problema é de solução aberta, ou seja, o resultado pode não ser necessariamente o correto, mas os alunos devem saber elaborar argumentações sobre os resultados que conseguiram, as possíveis causas de não terem obtido o comportamento esperado e procurarem modificar as condições de operação para ajustarem o funcionamento, já que o projeto em questão prevê esta possibilidade.

3. RESULTADOS OBTIDOS

As principais diferenças entre os papéis de alunos e docentes na sala de aula convencional e na PBL são listadas no trabalho de Ribeiro (RIBEIRO, 2003). Estas diferenças são visíveis quando se trabalha nesta perspectiva, e no caso dos cursos do UNISAL, as mudanças se mostraram particularmente benéficas.

Os projetos Interdisciplinares, com as características que têm hoje, foram introduzidos no UNISAL no ano de 2009 e seus resultados têm sido cada vez mais relevantes, no que se refere à viabilização dos seguintes aspectos:

1. Intercâmbio entre professores: os professores envolvidos no projeto trabalham em equipes e interagem em nível interdisciplinar, integrando suas disciplinas em busca de um objetivo comum.
2. Inovação nos cursos: os projetos interdisciplinares introduziram um caráter inovador ao curso, o que tem requerido ações integradoras a serem formalizadas nos próximos planos de ensino e nos planejamentos das disciplinas;
3. Fertilidade da proposta: os projetos interdisciplinares são viáveis de serem retomados e aperfeiçoados em outros programas do UNISAL, como programas de Iniciação Científica ou Projeto de Final de Curso, bem como, apresentados para novos alunos nas semanas temáticas que acontecem todo semestre e mobilizam os cursos de Engenharia e demais cursos de Graduação da Instituição.
4. Clima de competitividade: os projetos interdisciplinares têm suscitado nos alunos um clima de competitividade. Ao ser proposto um objetivo, fica a cargo do grupo, elaborar uma forma de atingir tal objetivo mais eficientemente, o que tem levado à ampliação da visão do conhecimento e das formas de articulá-lo num contexto novo;
5. Promoção de parcerias: os projetos interdisciplinares têm promovido parcerias entre alunos e professores, bem como, estimulado o desafio de trabalhar em equipes e o maior engajamento com o projeto, estabelecendo uma espécie de “cultura de projeto interdisciplinar”, presente mesmo nos discursos dos alunos ingressantes.
6. Conhecimento recorrente: os alunos usam conhecimentos e experiências adquiridos em outros momentos do curso, não apenas os que estão sendo tratados no semestre.
7. Participação do aluno no próprio aprendizado: alunos se responsabilizam pela aprendizagem buscando conhecimentos e contato direto com os professores de várias áreas.

4. CONCLUSÕES

A técnica de aprendizagem baseada em problemas, PBL, forneceu referências importantes para que a metodologia de projetos fosse adotada e bem sucedida. A aplicação desta ferramenta tem trazido resultados positivos para a qualidade dos cursos. Embora demande considerável esforço logístico, é vital que a comunidade acadêmica se empenhe com determinação nesta tarefa.



A montagem do protótipo do projeto aqui apresentado não é onerosa para os alunos; é simples e permite que muitos dados de saída sejam analisados e hipóteses bem fundamentadas sejam levantadas.

Aos alunos em particular, estas atividades promovem experiência prática e abordagem teórica dos processos, e oportunidade de atuação na solução de problemas baseando-se nos conhecimentos adquiridos no curso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mc CABE, Warren Lee, SMITH, Julian Cleveland, HARRIOT, Peter. Unit Operations of Chemical Engineering. 4th ed. Singapore: McGraw-Hill, 1985.

MORAN, Michael, SHAPIRO, Howard. Fundamentals of Engineering Thermodynamics. 5th ed. New York: John Wiley & Sons, 2004.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo, FILHO, Edmundo Escrivão, MIZUKAMI, Maria da Graça. Uma Experiência com a PBL no Ensino de Engenharia sob a Ótica dos Alunos. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia 2003. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2003/artigos/NMT221.pdf>> Acesso em: 30 mai. 2013.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores, 2005. 209 p. Tese (Doutorado).

INTERDISCIPLINARY PROJECTS: PROBLEM-BASED LEARNING (PBL)

Abstract: *Interdisciplinary Project is a obligatory activity for students from the 3rd semester of all types of engineering courses of the Salesian University Center - Unit Campinas - UNISAL, in which students develop a team project using integrated concepts involving all disciplines of the semester. The proposal focuses primarily on provide a practical dimension of the theoretical concepts acquired, and is based on the Problem Based Learning methodology, PBL. This activity has furthered the interest of the students on their own learning, by having contact with the applicability of the concepts learned in the course, developed in them a critic and enterprising sense.*

Key-words: *Interdisciplinary Projects, PBL, Problem-Based Learning.*