

A Interdisciplinaridade no Contexto da Educação em Engenharia

MARISA FRANZONI

marisa@sj.unisal.br – Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL)/Campinas, São Paulo Brasil.

GALESANDRO H. CAPOVILLA

gale@correionet.com.br - Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL)/Campinas, São Paulo, Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho é discutir os resultados de uma experiência interdisciplinar bem sucedida, desenvolvida por professores e alunos num curso de Engenharia, e analisá-los do ponto de vista das Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, elaboradas pelo Conselho Nacional de Educação. A construção de um submarino explorador, foco da proposta interdisciplinar, favoreceu a articulação de diferentes conhecimentos e a mobilização de outros saberes durante a realização das atividades. A superação do modelo de divisão de conhecimentos no ensino de Engenharia é uma realidade, e o rearranjo do conhecimento das várias disciplinas envolvidas tem reflexos positivos na apreensão e refinamento de novos conhecimentos.

Palabras claves: Interdisciplinaridade, Aluno-conhecimento, Projetos.

ABSTRACT

The goal of this article is to discuss the results of a successful an interdisciplinary experience developed for teachers and students in a Course of Engineering, and look at it in terms of Curricular Guidelines of National Engineering courses, developed by the National Board of Education. The building a submarine for exploration focus interdisciplinary proposal, favored the articulation of different knowledge as well as facilitated the mobilization of other knowledge during the course of activities. Overcoming split model of knowledge in engineering education is a reality, and the rearrangement of the knowledge of the various disciplines involved have positive reflexes in seizing and refinement of new knowledge.

Keywords: Interdisciplinary experience, Student-knowledge, Projects.

1. INTRODUÇÃO

A relação unitarista e simplista que estudantes e professores, muitas vezes, estabelecem com o conhecimento, há muito vem sendo estudada; contudo, no que se refere a sua superação há muito para avançar. A solução da maior parte dos problemas atuais nas diferentes áreas do conhecimento tem requerido um diálogo mais efetivo entre disciplinas e entre profissionais, o que envolve a mobilização de diferentes especialistas e conhecimentos na tentativa de definir metas de ação e intervenções mais satisfatórias. Assim, 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, 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. É nesse contexto que o futuro engenheiro, ao longo de sua formação, deveria realizar a experiência de integrar diferentes conhecimentos, o que contribuiria com uma visão mais ampla da área, alicerçada nos conhecimentos de base da Engenharia, mas com uma visão sistêmica de seus processos. Qual o papel da Universidade e de um curso de engenharia no sentido de promover condições e subsídios para que a desfragmentação do conhecimento seja uma realidade na formação inicial do Engenheiro? Sustenta-se neste trabalho que o desenvolvimento de ações interdisciplinares ao longo da formação favorece uma mudança de cultura no que se refere à forma de conceber o processo de ensino e de aprendizagem. Vivenciar uma experiência interdisciplinar requer o enfrentamento de desafios novos, como, trabalhar em equipes, negociar decisões, respeitar prazos preestabelecidos, entre outros.

O objetivo deste trabalho é relatar e discutir os resultados de uma experiência interdisciplinar desenvolvida num curso de Engenharia, e analisá-los do ponto de vista das Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, elaboradas pelo Conselho Nacional de Educação. Espera-se que a discussão aqui realizada seja possível de levantar e elucidar pontos profundos de reflexão sobre os resultados do projeto e inspirar novas iniciativas.

2. INTERDISCIPLINARIDADE

A primeira divisão do conhecimento em diferentes compartimentos foi concretizada na tentativa de facilitar sua transmissão e seu entendimento. Cada disciplina era vista como um conjunto de conhecimentos específicos, quase interdependentes, disponível para o aluno apreender e resolver problemas variados. Pouco valor se atribuía à construção de sentidos por parte do aprendiz no momento de sua aprendizagem, tampouco ao papel do professor que não passava de mero expectador da aprendizagem do aluno.

Essa visão do conhecimento, para Morin (2000), parece ter influenciado fortemente a diversidade das experiências humanas até o final da primeira metade do século XX: havia um princípio de separação homem-natureza que orientava o conhecimento e que, conseqüentemente, passou a explicitar uma crise do pensamento. Ainda, de acordo com Morin (1980), essa crise trouxe inúmeras conseqüências para a educação: a divisão em áreas de estudo realizada pelo homem, a disciplinarização dos conteúdos, a fragmentação na formação do professor, a percepção fria dos objetos estudados e, finalmente, a interdependência entre os objetos de estudo e o contexto do qual fazem parte.

O movimento da interdisciplinaridade surgiu na Europa em meados da década de 60 (Fazenda, 2002), enquanto que no Brasil, a perspectiva interdisciplinar surgiu no final dessa mesma década, mas foi nas seguintes que se aperfeiçoou. Em meados da década de 80, avanços significativos possibilitaram o encaminhamento de diferentes pesquisas no âmbito das escolas e universidades, principalmente na área das ciências humanas. O desafio passou a ser o de buscar formas de implementá-las nas salas de aula de maneira a sustentar a apreensão de novos conhecimentos. Atualmente essa preocupação está presente no documento elaborado pelo Conselho Nacional de Educação (2002), mediante as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia: “Nesta proposta, o antigo conceito de currículo, entendido como grade curricular que formaliza a estrutura de um curso de graduação, é substituído por um conceito bem mais amplo, que pode ser traduzido pelo conjunto de experiências de aprendizado que o estudante incorpora durante o processo participativo de desenvolver um programa de estudos coerentemente integrado”. Entende-se que essa proposta é uma tentativa de transcender os paradigmas disciplinares que têm imperado até hoje na educação escolar e de substituí-los por paradigmas temáticos e interdisciplinares.

Vieira (2004) destaca que para enfrentar essa fragmentação há a necessidade da desfragmentação. Esta é uma condição para que o homem recupere a visão de totalidade do saber e do fazer e reencontre a satisfação no trabalho e no estudo. É na perspectiva desta re-apropriação que foi proposto aos futuros engenheiros, o desenvolvimento de um projeto inovador que, do nosso ponto de vista, envolveria a identificação e o estudo de

problemas reais e desafiadores e requereria ações criativas, originais, improvisadas e estimuladoras da reflexão e da construção de parcerias (FAZENDA, 2002; LEFT, 2007; PERRENOUD, 1999).

2.1. A construção de um submarino explorador

Os alunos envolvidos no projeto cursavam o 8º semestre do curso de Engenharia de Automação e Controle, e a proposta de desenvolvimento partiu de um grupo de professores que ministrava diferentes disciplinas para o grupo. O objetivo dos professores era fomentar uma experiência de integração entre alguns conceitos trabalhados em sala de aula, e a proposta foi: o desenvolvimento de um submarino explorador.

A metodologia de intervenção dos professores se caracterizou por instigar os alunos a pensarem as decisões a serem tomadas, buscarem os materiais utilizados e modelos e métodos mais adequados, entre outros. Os professores apareciam como orientadores e sustentadores das dificuldades e, até, das “angústias” dos grupos. Os alunos deveriam entregar aos professores um relatório de atividades ao final do semestre e apresentar o submarino funcionando numa “exposição”.

2.2. O desenvolvimento do projeto e nossas interpretações iniciais

A criatividade, a improvisação, a reflexão e a construção de parcerias ao longo do desenvolvimento do projeto foram as categorias de análise escolhidas: por um lado elas sugeriam que os alunos estavam aprendendo a resolver problemas reais; por outro, que eles estavam transitando entre diferentes áreas do conhecimento. As atividades propostas envolviam: a construção do submarino, a construção da grua para seu içamento e o desenvolvimento do processo de análise da água captada pelo submarino. Neste trabalho optou-se por detalhar o desenvolvimento do Grupo A.

Os alunos do grupo identificaram, inicialmente, problemas diferentes e se articularam de formas diferentes para resolvê-los, o que reforça a inexistência de uma única perspectiva de como resolver problemas, fato que muitas vezes o professor não consegue perceber e, por essa, razão, acaba investindo todo seu esforço numa única via.

“O primeiro desafio foi a pesquisa que realizamos no sentido de saber como o submarino funciona, consultando sites, livros e revistas. Após muitas discussões, a principal dúvida levantada foi a de como o submarino se mantinha flutuando, como ele emergia e submergia e que fatores influenciavam estes processos. O primeiro resultado encontrado nas pesquisas foi a seguinte sugestão: estude empuxo. Foi descoberto que um objeto só flutua sobre a água se o seu peso for menor que o peso da água deslocada por seu volume”.

Nesse caso, vê-se que a compreensão de um conceito da Física - que teve que ser revisto, foi o ponto de partida para o grupo pensar efetivamente a construção do submarino. Percebe-se a utilização de conhecimentos trazidos de outras disciplinas no momento da construção dos movimentos do submarino, bem como de seu içamento.

“O próximo passo era elaborar um sistema e um dispositivo que conseguisse submergir e emergir este tubo de pvc de 250 mm de diâmetro. Decidimos que para o submarino submergir seria necessário acrescentar um peso de lastro e que para ele emergir este peso teria de ser lançado fora do submarino. Assim seria necessária a construção de um tanque menor que coubesse dentro do tubo de 250 mm apoiados por suportes, de modo que este se manteria fixo no centro do corpo do submarino. Neste tanque seria adicionado o lastro, que no nosso caso seria a água. Mas após calcular o volume do corpo de nosso submarino concluímos que o tanque de lastro por maior que ele fosse não seria capaz de submergir o submarino, mesmo se fosse usada sua capacidade máxima de armazenamento de água, devido ao cálculo do empuxo. O que fazer então? Foi adicionado ao tanque de lastro um peso adicional de lastro de outro material mais pesado que a água - no caso foi usado o aço - e com a adição do aço foi conseguido atingir o peso da água deslocado pelo volume do corpo do submarino em um tanque de lastro bem pequeno em relação ao corpo do submarino. Como então conseguir fazer esta água entrar e sair do tanque de lastro? Foi pensado em várias possibilidades e as duas que nos atendiam melhor, devido aos nossos recursos, foram as seguintes: entrada forçada por gravidade, retirado por ar comprimido e entrada e saída através de bombas. Pelas facilidades encontradas e motivos de custo foi escolhido o método que utiliza bombas para encher

e esvaziar o tanque de lastro. Visto que o método utilizado para o tanque de lastro funcionou, o mesmo método foi utilizado no sistema de coleta e dispensa de água para análise”.

Percebe-se que o grupo buscou resolver um problema utilizando-se, em princípio, de um conhecimento (método) que foi testado e validado na própria experiência.

“Mesmo depois de escolhido o método, este não funcionou logo na primeira vez, pois as bombas e as mangueiras utilizadas tinham muita restrição no que diz respeito a flexibilidade, esta que era essencial devido a falta de espaço dentro do submarino. Para resolver esta questão foi necessário montar o sistema de emergir e submergir várias vezes utilizando diversos tipos de conexões e curvas, tudo para diminuir o volume da tubulação sem ocasionar dobras, evitando a passagem da água”.

Supõe-se que, o grupo buscava realizar cada etapa a partir de conhecimentos sustentados por experiências e conhecimentos do campo do senso comum, mas também, de conhecimentos novos, mobilizados e articulados na direção da resolução dos problemas. É na articulação desses conhecimentos e, principalmente, de sua mobilização diante de contextos e situações diferentes e até “anormais”, que evidências significativas de aprendizagem puderam ser suscitadas.

“Todo o equipamento estava em mãos e instalado, era necessário vedar o corpo do submarino para que o equipamento que estivesse dentro não entrasse em contato com a água. Foram feitas duas tampas - uma em cada extremidade para conter a entrada da água através de anel de vedação, sendo que uma das tampas foi feita com uma escotilha de inspeção. A tampa frontal contém no seu centro uma abertura vedada por vidro onde as imagens da câmera são captadas e o farol ilumina. Não foi fácil de escolher a propulsão do submarino devido à falta de experiência e também de recursos para obter equipamentos que suportem água durante a operação. Foi sugerido o uso de bomba de combustível utilizada em carros que possuem injeção eletrônica. Para isto, construímos uma estrutura que suportasse as duas bombas, uma do lado direito e outra do lado esquerdo”.

2.3. A fertilidade da proposta interdisciplinar

A abordagem interdisciplinar foi analisada a partir de duas perspectivas: no contexto da pesquisa, desenvolvida pelos autores, e no contexto do ensino, evidenciado pelas ações dos alunos do Grupo A. No contexto da pesquisa buscou-se a superação das limitações de cada especialidade, não subtraindo conteúdo de cada disciplina, mas estabelecendo pontes entre elas. Realizar isso, que em outras palavras, implica trabalhar com o desenvolvimento de competências, não é trivial (Perrenoud, 1999; MEC, 2002). Contudo, o trabalho sugeriu que apesar das dificuldades metodológicas de implementação de uma proposta interdisciplinar, o caminho da interdisciplinaridade parece frutífero no Ensino de Engenharia. Por quê?

1. Ocorreu um compartilhamento maior entre as experiências de ensino dos professores envolvidos no projeto: ao serem procurados pelos alunos, eles deveriam fomentar um discurso igualmente disciplinar. Parecia ilógico, para o grupo de professores, propor uma estratégia nova para a qual eles mesmos não estivessem engajados e aptos na ação de inovar;
2. Introduziu 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. Sugeriu que os projetos interdisciplinares poderão, por um lado, ser retomados e aperfeiçoados nos os programas de Iniciação Científica da Instituição, 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.

Do ponto de vista do contexto de ensino, ou seja, da aprendizagem dos alunos, a experiência interdisciplinar mostrou-se importante, pois:

1. Suscitou nos alunos um clima de competitividade, dirigido por tentativas variadas de “atingir de forma mais eficiente o objetivo da proposta” o que requereu ampliar a visão do conhecimento e as formas de articulá-lo num contexto novo;
2. Desencadeou um conjunto de improvisações frente às dificuldades que foram surgindo ao longo do desenvolvimento do projeto sem, contudo, perder de vista o compromisso com o conhecimento;
3. Promoveu o estabelecimento de parcerias entre eles, o desafio de trabalhar em equipes e o maior engajamento com o projeto estabelecendo uma espécie de “cultura de projeto interdisciplinar”, uma vez que estes projetos já aparecem presentes nos discursos dos alunos ingressantes.

3. UMA ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR A PARTIR DAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA A ENGENHARIA

De acordo com o Conselho Nacional de Educação (CNE, 2002), o novo engenheiro deverá ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, ele deve ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões”. Nesse sentido, a abordagem interdisciplinar é uma metodologia capaz de ajudar o aluno a compreender e transitar numa variedade de campos de estudos, como, o socioeconômico, cultural, técnico, ambiental e científico. Nessa linha, é de fundamental importância que o futuro engenheiro experimente diferentes possibilidades de resolver um problema, sem empregar o conhecimento de uma única ciência.

De acordo com esse mesmo documento, “as Instituições de Ensino superior no Brasil vêm buscando, através de reformas periódicas de seus currículos, equacionar esses problemas”. Tais reformas, no entanto, não têm trazido resultados completamente satisfatórios “por privilegiarem a acumulação de conteúdos como garantia para a formação de um bom profissional”.

O mesmo documento aponta, ainda, para uma estrutura curricular flexível para os cursos de graduação, de modo a permitir que o futuro engenheiro tenha em sua formação, “opções de áreas de conhecimento e atuação, articulação permanente com o campo de atuação do profissional, base filosófica com enfoque na competência, abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na síntese e na transdisciplinaridade, preocupação com a valorização do ser humano e preservação do meio ambiente, integração social e política do profissional, possibilidade de articulação direta com a pós-graduação e forte vinculação entre teoria e prática”.

Uma análise cuidadosa das Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia mostra que a experiência interdisciplinar apresentada nesse trabalho contemplou, em muito, as preocupações colocadas no documento oficial, principalmente no que se refere às competências e habilidade, quando os alunos:

- Aplicaram conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- Projetaram e conduziram experimentos e interpretaram resultados, bem como, identificaram, formularam e resolveram problemas;
- Desenvolveram e/ou utilizaram novas ferramentas e técnicas, bem como, avaliaram criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- Buscaram comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica, e atuaram em equipes;
- Aplicaram a ética e responsabilidade profissionais, bem como, fizeram um estudo do impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;

Por fim,

- avaliaram a viabilidade econômica de projeto de engenharia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência realizada pelos alunos, no tangente ao desenvolvimento do projeto interdisciplinar, foi significativamente frutífera para o ensino e aprendizagem em engenharia. Por um lado, a aprendizagem que os alunos experimentaram mutuamente, dividindo tarefas, discutindo conceitos e explorando novas fontes de consulta ajudou na autonomia do grupo, de modo que os professores ocuparam a posição de orientadores ao longo do desenvolvimento do projeto. As questões levadas aos professores dos conteúdos específicos passaram a ser muito mais elaboradas do ponto de vista conceitual, o que mostra que o grupo analisado operou como grupo de aprendizagem. Do ponto de vista do ensino da engenharia, a experiência vem delineando novas perspectivas e projetos entre os professores, que se encontram cada vez mais engajados e envolvidos com a aprendizagem dos alunos e nas formas de melhor sustentá-la.

A experiência invocou que os projetos pedagógicos de cada curso de Engenharia deverão contemplar e garantir um conjunto das atividades que sustentem o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas.

Há muito para se conquistar no que se refere à investigação interdisciplinar e suas metodologias e passos largos deverão ser dados na direção de refinar o olhar para essa proposta. Um desses desafios se refere à avaliação: não se conseguiu estabelecer uma avaliação coletiva, de modo que o resultado desta fosse um espelho fiel do trabalho realizado e dos conhecimentos articulados em cada disciplina.

Do ponto de vista da pesquisa, não há dúvidas de que avançar no sentido de uma avaliação mais precisa da experiência nos trará ganhos concretos; por um lado, o êxito no processo avaliatório dos professores sugerirá que eles mesmos estão se tornando mais interdisciplinares; do ponto de vista do ensino, colocará nas mãos dos alunos uma maior responsabilidade e controle sobre seus processos de aprendizagem. Uma estratégia que ajudaria muito nesse processo é a introdução de relatórios sistemáticos a serem desenvolvidos pelos alunos, de modo que estes pudessem mostrar, desde o início, seus pontos de partida e de chegada no que se refere ao conhecimento de cada disciplina envolvida, e traçar diretrizes e novas estratégias de como conseguir atingi-los. Não se almeja, com isso, estabelecer pesos avaliatórios completamente iguais para cada disciplina, sequer padronizar o que os alunos deveriam apreender em cada uma delas, até por que esta é uma visão de ensino que esse trabalho buscou desconstruir.

5. REFERÊNCIAS

- Fazenda, I. C. A. (2002). *“Didática e Interdisciplinaridade”* 9. ed. São Paulo: Papirus. 192p.
- Leff, E. *“Epistemologia ambiental”*. (2007) 4a. ed. rev. São Paulo: Cortez. 240p.
- Morin, E. *“Introdução ao pensamento complexo”*. (2007). Tradução de Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina. 120 p.
- Morin, E. *“Articular os saberes”*. (1999). In: *Alves & Garcia (orgs)*. O sentido da Escola. Rio de Janeiro, 1999
- Perrenoud, P. *“Construir as competências desde a escola”*. (1999). Porto Alegre. Ed Artes Médicas, 90p.
- Vieira, E. *“O Sentido do Projeto Pedagógico”*. (2004) ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção). Disponível em http://www.abepro.org.br/saiba_mais_1.htm Acesso em 15/07/2009.
- Conselho Nacional de Educação: Resolução CNE/CES 11, de 11 de Março de 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>.

Autorización y Renuncia

Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.

