



GESTÃO UNIVERSITÁRIA – CIGU

A Gestão do Conhecimento e os Novos Modelos de Universidade

Florianópolis – Santa Catarina – Brasil
3, 4 e 5 de dezembro de 2014.

ISBN: 978-85-68618-00-4

REESTRUTURAÇÃO DO MODELO DE ENSINO DE UM CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO BUSCANDO FOMENTAR A INOVAÇÃO E O EMPREENDEDORISMO

Fernanda Gobbi de Boer

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
fernanda_boer@hotmail.com

Carla Schwengber ten Caten

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
carlacaten@gmail.com

Istefani Carisio de Paula

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
istefani@producao.ufrgs.br

Rafael Kormann

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
korman.rafael@gmail.com

Marcelo Nogueira Cortimiglia

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
cortimiglia@gmail.com

Luiz Carlos Pinto da Silva Filho

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
lcarlos66@gmail.com

Resumo: Em um cenário de acirrada concorrência e desenvolvimento tecnológico, a capacidade de continuamente inovar e empreender apresentam-se como principais determinantes do sucesso de uma empresa, e conseqüentemente, a qualidade dos recursos humanos envolvidos no processo de inovação. Porém, como ensinar e desenvolver empreendedorismo? Com o objetivo que responder a essa questão, o presente artigo descreve o modelo de reestruturação que está se realizando no curso de Engenharia de Produção, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Apresenta-se também algumas das iniciativas já realizadas, que são resultados dos esforços para reformular o modelo de ensino.

Palavras-chave: *Empreendedorismo, Ensino de Engenharia, Modelo de Ensino, Problem Based Learning.*

1. Introdução

Em um cenário de acirrada concorrência e desenvolvimento tecnológico acelerado, a eficácia na gestão é provavelmente o fator mais significativo para o desempenho e o sucesso das empresas. Por muito tempo, os esforços das empresas no sentido de aumentar sua competitividade se voltaram ao atingimento de padrões globais de qualidade e excelência operacional. Neste paradigma, o diferencial competitivo envolvia operar de modo superior aos competidores. Portanto, era natural que as organizações valorizassem padronização, racionalização e otimização de processos, produtos e práticas.

Atualmente, porém, o principal determinante de sucesso de uma empresa – e, conseqüentemente, de uma indústria ou de uma região – não é apenas a excelência operacional, mas a capacidade de continuamente inovar, reinventando áreas de atuação, competências, processos, produtos, serviços, ou modelos de negócio (LAWSON e SAMSON,

2001; MIOZZO e WALSH, 2006; IRELAND e WEBB, 2007; RUBERA e KIRCA, 2012). A inovação, neste sentido, passa a ser o principal elemento de diferenciação competitiva e sucesso empresarial.

Uma das variáveis que mais influenciam a inovação é, sem dúvida, a qualidade dos recursos humanos envolvidos no processo (WONG E CHIN, 2007). As pessoas, como fonte de ideias inovativas, estão na própria origem do processo de inovação. Aspectos individuais como criatividade, experiência, capacidade de aprendizado, persistência e dedicação são essenciais em uma força de trabalho capaz de empreender inovações. Além disso, os valores incorporados pelas pessoas são determinantes para a formação de uma cultura organizacional orientada à inovação em que as ideias e sugestões sejam valorizadas, em que o conhecimento seja livremente compartilhado e que promova a liberdade para experimentação que impulsiona o desenvolvimento de inovações de todos os tipos (MARTINS E TERBLANCHE, 2003). São, portanto, diversas as competências individuais necessárias para construir uma organização voltada para inovação. Uma das competências mais intrigantes, tanto do ponto de vista de pesquisa acadêmica quanto do ponto de vista da prática de negócios, é a capacidade empreendedora, ou seja, a capacidade de identificar e aproveitar oportunidades através da criação de novos negócios.

Mas como ensinar e desenvolver empreendedorismo? A Engenharia parece ser uma boa resposta. A Engenharia é, em essência, uma disciplina “translacional”, ou seja, que faz a ponte (tradução) entre o conhecimento acadêmico puro e o mundo “real” das aplicações. A Engenharia lida com tecnologia, a qual, por definição, realiza este papel de aplicação do conhecimento científico puro para resolução de problemas e atendimento das necessidades humanas. Na Engenharia, a interação com o mundo real das empresas, dos clientes e dos problemas do dia-a-dia é a base para a pesquisa e o ensino. Engenheiros são, portanto, tradutores, ou seja, interpretadores de linguagens díspares, de práticas e saberes distintos, porém complementares. Engenheiros são, neste contexto, agentes facilitadores e integradores. Em outras palavras, engenheiros são uma excelente matéria-prima de empreendedores.

Nesse contexto, as pressões para que haja uma reforma curricular no ensino de engenharia procedem tanto do ambiente externo - que exige um profissional cada vez mais qualificado para a utilização de métodos e técnicas eficazes e com perfil inovador e empreendedor -, quanto do ambiente interno - que identifica a necessidade de reformular o modelo de ensino para desenvolver essas competências e habilidades. Sendo que a formação e postura docente é peça essencial nesse processo de ensino-aprendizagem.

Percebendo a necessidade de mudança e a demanda pelos estudantes e professores por um ambiente de ensino inovador e colaborativo, o curso de Engenharia de Produção, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, está passando atualmente por um período de reestruturação e reformulação do modelo de ensino, que será descrito nesse artigo. Dessa forma, nas seções seguintes são apresentadas as fundamentações teóricas, o método de reformulação utilizado e os resultados obtidos.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Empreendedorismo

O fenômeno do empreendedorismo pode ser estudado a partir de múltiplos pontos de vista. A Economia, a Sociologia, a História e a Psicologia são apenas algumas das disciplinas que tem contribuído para a análise e compreensão do empreendedorismo. As origens do estudo sistemático do empreendedorismo, porém, estão na economia. Richard Cantillon e Jean Baptiste Say estão entre os precursores, mas a sistematização da teoria econômica do empreendedorismo se deu, sobretudo, em finais do século XIX e início do século XX. Frank Knight, na década de 20 do século XX, apontou a propensão ao risco como característica

estereotípica do empreendedor. De fato, o empreendedor é usualmente reconhecido como um indivíduo que aceita e afronta as incertezas inerentes a novos empreendimentos. Como tal, é comum definir o empreendedor como um oportunista, não no sentido pejorativo do termo, mas como um indivíduo capaz de identificar, aproveitar e explorar as oportunidades que o ambiente oferece. Neste sentido, foi o mais conhecido teórico clássico do empreendedorismo, o economista austríaco Joseph Schumpeter, quem pela primeira vez enxergou o empreendedor como uma espécie de inovador, capaz de trazer novidade ao sistema econômico a fim de atender a alguma necessidade ainda não satisfeita. A remuneração do empreendedor inovador seria, justamente, proporcional ao risco incorrido.

Dos tempos de Knight e Schumpeter até hoje, a teoria econômica básica do empreendedorismo foi enriquecida por diversas perspectivas complementares, de modo que hoje o estudo do empreendedorismo é, essencialmente, um desafio multidisciplinar. Uma das mais difundidas vertentes de estudo do fenômeno é a perspectiva da psicologia comportamental, sobretudo a partir dos estudos de David McClelland sobre as motivações do empreendedor. A esta se somaram as perspectivas da psicologia cognitiva, do desenvolvimento tecnológico, da sociologia e da administração de empresas. Numerosas pesquisas foram dedicadas à identificação de características individuais (de personalidade, sociais ou demográficas) que definem ou influenciam o comportamento empreendedor. Características como vigor, persistência, autoestima, propensão ao risco, necessidade de realização, estilo de liderança, tolerância de ambiguidade, locus de controle, necessidade por autonomia, determinação, iniciativa, criatividade e autoconfiança foram, em um momento ou outro, associadas em maior ou menor grau à atividade empreendedora individual.

Porém, são poucas as conclusões definitivas e consensualmente aceitas na linha da interpretação cognitiva, psicológica e comportamental do empreendedorismo individual. Por um lado, é extremamente difícil isolar as características que supostamente definiriam o empreendedor das características que definem indivíduos bem sucedidos também em outras áreas. Por outro lado, a explicação das variáveis individuais que levam ao comportamento empreendedor normalmente ignora o fato de que o empreendedorismo é um processo dinâmico, mutável e extremamente suscetível a influências ambientais. De fato, elaborações teóricas mais recentes a respeito do empreendedorismo tendem a ressaltar mais os aspectos condicionantes, como as características econômicas, tecnológicas e mercadológicas do ambiente, do que as características ou qualidades individuais do empreendedor. Alguns autores, inclusive, preferem se referir a competências ou habilidades empreendedoras.

As interpretações mais atuais sobre o empreendedorismo, além de integrarem a complexidade inerente do fenômeno em nível macro, também têm a vantagem de considerar a competência empreendedora como algo que pode ser ensinado e desenvolvido pelos indivíduos. Em outras palavras, ainda que algumas características individuais natas possam facilitar o desempenho de alguns indivíduos no empreendedorismo, em princípio qualquer pessoa pode desenvolver esta competência. Embora não seja um processo racional e objetivo, os riscos envolvidos na atividade empreendedora podem ser identificados e estudados analiticamente. Da mesma forma, aspectos circunstanciais como acesso a capital de investimento, redes de contatos e suporte informacional podem ser providenciadas por agentes externos independentemente das habilidades inatas do empreendedor. Treinamento pode prover, também, as habilidades de organização, improvisação, dedicação e planejamento que contribuem para o sucesso de novos empreendimentos em contextos de risco.

2.2 Ensino de Engenharia

Akili (2011) observa que nas duas últimas décadas há um movimento de reformulação do ensino de engenharia em todo o mundo, motivado pela necessidade de engajar os estudantes no processo de aprendizagem. Para esse fim, segundo Randolph (2000) é fundamental promover atividades que tornem o professor um facilitador de experiências e

oportunidades de aprendizado. Esse movimento busca a aprendizagem ativa, definida como qualquer metodologia que busca engajar os estudantes no processo de aprendizado, incluindo atividades de leitura, escrita, solução de problemas, resolução de questões, promoção de discussões, entre outras (RANDOLPH, 2000).

A mudança educacional na engenharia é um campo de estudo que vem despertando a atenção de pesquisadores em todo o mundo, embora em torno de 85% das pesquisas terem origem nos Estados Unidos (RAEng, 2012).

Quando se trata de reforma curricular do ensino de engenharia, dois tipos de pesquisas são encontrados. O primeiro tipo foca na reforma sistêmica do ensino, enxergando o currículo como um todo, não apenas no aspecto pedagógico, mas principalmente em relação às questões administrativas e departamentais (FISHER et al., 2003; BRENT e FELDER, 2003; MAGEE, 2004; RAEng, 2012). O segundo tipo aborda apenas algum aspecto do currículo, de forma não-sistêmica. Nesse caso, alguns autores pesquisam sobre as mudanças nas práticas pedagógicas, apresentando estudos sobre aprendizagem ativa, trabalho em equipe e orientação à resolução de problemas (ALLEN et al., 2013; CARLSON e SULLIVAN, 1999; DOWNEY, 2005; LEUNG et al., 2012; LORD et al., 2012; LU et al. 2012; MCKENNA e YALVAC, 2007; REDISH e SMITH, 2008). Outros pesquisadores apontam a formação docente como fator-chave na reforma curricular.

As mudanças nas práticas pedagógicas e na formação docente se remetem diretamente ao conceito de modelo de ensino. Mizukami (1986) apresenta em sua obra os principais modelos de ensino, alguns com claro referencial filosófico e outros baseados na prática. Segundo a autora, os principais modelos de ensino são a tradicional, a comportamentalista, a humanista, a cognitivista e a sociocultural. A principal característica de cada modelo de ensino pode ser visualizada na Figura 1.

Modelo de ensino	Descrição
Tradicional	Ensino centrado no professor. Alunos executam prescrições fixadas por ele.
Comportamentalista	Conhecimento como resultado de experiência. Teoria Estímulo-Resposta.
Humanista	Professor não transmite conteúdo, facilita a aprendizagem. O ensino vem com experiências do aluno e é centrado no aluno.
Cognitivista	Professor cria situações, propiciando condições para estabelecer reciprocidade intelectual e cooperação moral e racional. A ação do indivíduo é o centro do processo.
Sociocultural	Professor empenhado na prática transformadora. Alunos analisam informações em relação aos aspectos de sua própria experiência existencial.

Figura 1 – Principais modelos de ensino (MIZUKAMI, 1986).

Considerando a área de estudo de ensino de engenharia, existe uma preocupação em modificar os modos de ensino para uma proposta que valorize as habilidades e competências do aluno, tanto as técnicas quanto as não técnicas (NAKAO et al., 2012). A própria normativa que regulamenta o ensino de engenharia explicita que o currículo precisa dar conta de

formação do engenheiro tanto para questões comportamentais quanto para o empreendedorismo (CNE/CES 2002). Um estudo sobre o estágio supervisionado em engenharia (MELO e TONINI, 2013) apontou que, dentre as competências mais importantes exercidas durante o estágio, os alunos consideraram como a principal a capacidade de atuar em equipes multidisciplinares. Não obstante, Borges e Almeida (2013) afirmam que os professores da engenharia ainda carecem de uma formação pedagógica capaz de sustentar a formação de engenheiros com o perfil desejado para o século XXI.

Quais são os saberes necessários para realização do ofício de professor? Em seu livro, Tardif (2014) mostra como essa questão está no centro das discussões atuais, não apenas em relação à engenharia, mas de uma forma geral. Ele expõe, essencialmente, que os saberes docentes são oriundos de várias fontes, divididos em: curriculares (aqueles apresentados como modelos de cultura erudita, como programas escolares, objetivos, conteúdos e métodos a serem aplicados); disciplinares (saberes sociais transmitidos pelas universidades tais como matemática, história, etc); profissionais (transmitidos pelas instituições de formação em educação) e experienciais (com base no seu trabalho diário e no conhecimento do meio em que está inserido). Além disso, os saberes dos professores carregam um forte componente existencial, ligado a sua história de vida.

As pesquisas mostram que a maioria dos processos de formação de professores não consegue mudá-los nem afetá-los de forma significativa, não conseguindo modificar suas crenças antigas sobre o ensino. Assim, quando esses docentes ingressam em seu trabalho, ao primeiro sinal de crise, são essas crenças as acionadas para solucionar seus problemas em sala de aula. Os primeiros anos de prática profissional são considerados decisivos na obtenção de um sentimento de ser competente e de estabelecer rotinas de trabalho, uma vez que a maioria aprende a trabalhar na prática, com base na tentativa e erro (TARDIF, 2014).

Por fim, o autor identifica como um dos maiores entraves da formação docente o que ele chama de “modelo aplicacionista do conhecimento”. Em outras palavras, o aluno passa anos assistindo aulas em formato de disciplinas e conteúdos fragmentados, depois segue para o estágio, no qual aplica esses conhecimentos e, por fim, ao final da sua formação, trabalha sozinho e se dá por conta de que muitos desses conteúdos não se aparecem de forma adequada na sua rotina. Criam-se, dessa forma, três entes distintos: o pesquisador, que produz conhecimento; o formador, que transmite esse conhecimento; e o profissional, que aplica esse conhecimento na prática.

A reforma curricular almejada na engenharia precisa, portanto, adequar-se ao modelo de ensino que mais dê respaldo à formação do profissional dos novos tempos. Nesse sentido, é preciso que a formação dos professores de engenharia também esteja alinhada ao mesmo objetivo. Ainda, entende-se que os alunos podem ter papel ativo no seu aprendizado, compartilhando a responsabilidade do ensino com os professores e que para a melhor aprendizagem é preciso um ambiente motivador, colaborativo e facilitador.

2.2.1 Problem Based Learning (PBL)

Segundo Smith et al. (2005) as metodologias de aprendizagem mais utilizadas são *Problem Based Learning* (PBL), Aprendizado Colaborativo e Aprendizado Cooperativo. O Aprendizado Cooperativo ocorre por meio de atividades realizadas pelos alunos em pequenos grupos para compartilhar seus conhecimentos; o Aprendizado Colaborativo se refere a qualquer atividade que os alunos executam juntos para atingir um objetivo comum; e por fim, o PBL é utilizado quando são introduzidos problemas a serem resolvidos pelos alunos de forma a motivá-los a buscar o conhecimento (JOHNSON, JOHNSON, SMITH, 1991; SPRINGER, STANNE, DONAVAN, 1999; AKILI, 2011).

Segundo Akili (2011), o PBL é uma metodologia de aprendizado que surgiu na década de 70 na escola de medicina da universidade MCMaster, no Canadá, que vem ganhando

visibilidade nos últimos anos. Propõe aos estudantes a resolução de problemas que simulem as suas realidades. Segundo Barrows (1996) as principais características do PBL são o aprendizado com foco nos estudantes, a utilização de problemas que estimulem os alunos à aprendizagem e a mudança do papel do professor, que se torna um facilitador do aprendizado.

Por meio da implementação da metodologia PBL busca-se a aprendizagem ativa do estudante, ou seja, tornando-o colaborador ativo para a construção do seu conhecimento. A abordagem consiste na proposição inicial de problemas que precisam ser solucionados pelos alunos, de forma que em um primeiro momento estudem os fenômenos e compreendam os aspectos envolvidos, para depois buscar os conceitos que os ajudem a encontrar a solução adequada. Nesse sentido, diferencia-se do método tradicional do processo de ensino/aprendizagem em que as aulas são conduzidas principalmente de forma expositiva pelo professor (YEW; SCHMIDT, 2009).

Norman e Schmidt (1992), Yew e Schmidt (2009) e Akili (2011) identificam como principais vantagens do PBL o maior engajamento e comprometimento dos alunos com o aprendizado. Esses autores observam que os alunos apresentam uma motivação maior em solucionar os problemas propostos. O estudo realizado por Yew e Schmidt (2009) busca descobrir qual a contribuição das fases do PBL ao aprendizado. Utilizando da observação, entrevistas e questionários observaram que cada uma das fases do ciclo proposto para implementação do PBL contribui para o aprendizado de forma construtiva. Ainda, ressaltam que a participação do tutor é de extrema importância para o direcionamento da atividade proposta.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1 Reformulação do Modelo de Ensino na Engenharia de Produção

O engenheiro de produção tem uma participação fundamental nesse grupo de profissionais com perfil inovador e empreendedor (SANTOS e DUTRA, 2005; LEMOS et al., 2008; NEUMANN, 2013). Segundo Batalha et al. (2008) o engenheiro de produção trata do projeto, aperfeiçoamento e implementação de sistemas que integram pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia. Para isso, as competências esperadas de um engenheiro de produção, conforme diretrizes do MEC (Ministério da Educação), são as capacidades para utilizar ferramental matemático e estatístico, para projetar, implementar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos, para acompanhamento dos avanços tecnológicos, para compreender a inter-relação dos sistemas de produção com o meio-ambiente, para trabalhar em equipes multidisciplinares e para modelar e resolver problemas. Batalha et al. (2008) realiza uma análise dos cursos de Engenharia de Produção no Brasil, e conclui que geralmente os currículos apresentam uma ênfase em ferramentas muito maior do que em problemas de engenharia e falta de integração entre os conceitos da Engenharia de Produção. Dessa forma, propõe uma revisão dos cursos de forma a flexibilizar os currículos, incluindo práticas que desenvolvam as capacidades de trabalho em equipe para solução de problemas, de desenvolvimento de processos, inovação e gestão de mudança e de integração dos diferentes conceitos abordados.

Percebendo a necessidade de mudança e a demanda pelos estudantes e professores por um ambiente de ensino inovador e colaborativo, o curso de Engenharia de Produção, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, está passando atualmente por um período de reestruturação.

Foi adotada a reformulação do modelo de ensino considerando além da filosofia, mudanças quanto aos objetivos do curso, infraestrutura, modelos de avaliação, estrutura curricular, posturas docentes e principalmente, novas práticas pedagógicas conforme estrutura apresentada na Figura 2.



Figura 2 – Estrutura do Modelo de Ensino

3.1.1 Etapas da reformulação do Modelo de Ensino

Além de considerar os elementos do modelo de ensino dispostos na Figura 2, o curso de Engenharia de Produção também baseou suas ações no estudo realizado pela Royal Academy of Engineering e o MIT (RAEng, 2012) sobre reformas sistêmicas no ensino de engenharia. A Figura 3, oriunda desse trabalho, apresenta quinze passos, divididos em quatro grandes etapas, para efetivar uma reforma sistêmica em instituições de ensino de engenharia.

Preparação
Colete evidências: obtenha evidências quantitativas do desempenho do programa e compare a outras instituições com foco nas principais áreas de interesse para seu posicionamento no mercado atual ou futuro.
Engaje o Chefe de Departamento: dedique-se o máximo possível para garantir que o Chefe de Departamento esteja participando de maneira ativa e que, preferencialmente, esteja liderando as mudanças. Se a participação do Chefe de Departamento se der de forma limitada, esteja ciente de que as chances de sucesso em longo prazo serão duramente reduzidas.
Consulte o órgão máximo de gestão universitária: dê início a discussões informais sobre os planos de mudança junto à gestão universitária. Identifique os potenciais conflitos e, também, os níveis de apoio.
Planejamento
Comunique a necessidade de reforma para o corpo docente: concentre-se na necessidade crítica de mudança apoiada na coleta de evidências e no impacto potencial da reforma nas atividades diárias da faculdade. Evite especificar com o quê a mudança deve assemelhar-se. Enfatize o apoio da universidade na mudança, se for o caso.
Projete o currículo da faculdade: envolva mais, se não toda a faculdade em um processo de projeto educacional do departamento. Incentive-os a pensar além de suas disciplinas, identifique as prioridades educacionais fundamentais e projete um currículo coerente em que todos os novos elementos sejam cuidadosamente interligados com os cursos já existentes. A nova abordagem educacional deve ser distinta e planejada de maneira que sua instituição se destaque. Pelo menos uma parte do currículo deve

permanecer inalterada.
Consulte as perspectivas externas: garanta que algumas opiniões externas sejam ouvidas. As possibilidades incluem um Conselho Consultivo Industrial sólido que possa enviar professores para visitar instituições semelhantes que tenham implementado mudanças positivas e/ou que tenham nomeado um conselho educacional/industrial. Tais atividades são particularmente importantes nas instituições em que foram realizadas mudanças recentes e/ou onde poucos professores tiveram experiência na indústria.
Indique uma equipe de gestão e libere sua carga horária: criteriosamente, designe uma equipe de gestão composta por 2 ou 3 pessoas que sejam respeitadas e que entendam, de maneira detalhada, como os cursos de graduação funcionam. Formalmente, libere uma parte da carga horária dos professores para que se dediquem a um planejamento detalhado e implementação.
Estabeleça avaliação de impacto: selecione um método pelo qual seja possível coletar dados de impacto por todos os processos de mudança e além deles, e colete dados de base relativos ao período anterior à reforma.
Implementação
Selecione os implementadores da reforma: aqueles que implementam as primeiras fases piloto de reforma não devem ser, necessariamente, os mesmos inovadores de sempre do departamento. Não tente forçar um departamento altamente relutante a entregar qualquer um dos novos cursos em qualquer ponto do processo.
Flexibilize a ligação direta entre o departamento e os cursos individuais: se possível, estabeleça uma equipe de ensino para todos os novos cursos com uma rotatividade regular de professores. Providencie um fórum dedicado ao encontro das equipes.
Mantenha o estímulo: mantenha diálogo permanente entre professores e reformadores. Garanta que as mudanças sejam evidenciadas publicamente como uma prioridade pela administração máxima e pela gestão universitária. Divulgue os resultados de sucesso interna e externamente.
Manutenção da mudança
Monitore precisamente os dados de impacto de forma próxima: continue coletando e monitorando os dados de impacto por um período razoável. Continue apontando os resultados positivos e negativos internamente. Divulgue os resultados de sucesso externamente.
Mantenha os novos professores a par das mudanças: garanta que os novos professores estejam completamente a par das mudanças, do porquê delas existirem e dos impactos que essas mudanças causaram. Estabeleça equipes de professores juntando os novos docentes com os mais experientes.
Estabeleça foco contínuo na educação: Garanta que o novo currículo não seja estagnado. Promova um desenvolvimento contínuo que mantenha o currículo inovador. Estabeleça atividades que criem um possível engajamento entre os professores. As atividades irão variar dependendo do contexto, dentre elas, pode haver um grupo de pesquisas relacionadas ao ensino da engenharia, membros de comunidades internacionais e/ou desenvolvimento de oficinas nos departamentos.
Esteja ciente das questões potenciais: durante a reestruturação e/ou mudança da universidade para gerenciamento máximo, enfatize, especialmente, as três tarefas acima e comunique as forças motrizes e os impactos das reformas para todos os departamentos.

Figura 3 – Etapas da Reformulação do Modelo de Ensino

Esse trabalho foi baseado em seis estudos de caso em instituições de ensino superior (duas nos Estados Unidos, duas no Reino Unido, uma na Austrália e uma em Hong Kong). As fases apresentadas a seguir serão complementadas com as iniciativas realizadas na reforma do modelo de ensino do curso de Engenharia de Produção (EP) da UFRGS:

- **Preparação:** essa etapa se inicia com a coleta de evidências sobre o desempenho atual do programa. Desde o início, é fundamental o engajamento do chefe de departamento, considerado como peça-chave no sucesso da reforma. A consulta a gestores da universidade com experiência é necessária para alinhamento dos planos de base. Tanto o ambiente interno do curso quanto o ambiente externo tiveram influência sobre o início do processo de mudança curricular. Internamente os alunos de graduação, que retornavam do Programa Ciência Sem Fronteiras do Governo Federal, inflamavam a discussão a respeito da adequabilidade dos modelos de aula, da estrutura de ensino, do formato de aula tradicional, das prioridades acadêmicas e outras demandas já existentes. Por outro lado, a Pró-Reitoria de Graduação já provocava a Direção da Escola de Engenharia no sentido de realizar mudanças no formato de ensino de engenharia. Em vista disso, o engajamento da Direção da Escola foi imediato, inclusive solicitando que algum curso fizesse um projeto piloto em relação as modificações. A Comissão de Graduação abraçou a responsabilidade utilizando como suporte o Núcleo Docente Estruturante (NDE) do Curso, que tem por missão zelar pela melhoria contínua do ensino. O NDE é composto por 8 professores do curso. Para sensibilizar este núcleo foram realizadas cinco reuniões nas quais foram apresentadas: as demandas do corpo discente, uma análise da estrutura atual do currículo, características de currículos de outras universidades e um plano de ação para a mudança. O plano foi aprovado e iniciado no período de Semana Acadêmica da Universidade, no ano de 2013. Importante comentar que um aluno de mestrado teve sua dissertação e pesquisa atrelada ao processo de mudança curricular, visando aprofundar a discussão, fundamentação teórica e documentação do processo.
- **Planejamento:** a partir desse momento realiza-se a comunicação da necessidade da reforma para o corpo docente, para que, em seguida, o projeto do novo currículo seja desenhado pelos professores. Após, faz-se consulta a perspectivas externas, com pessoas do mercado e especialistas. Por fim, é necessário formar e designar um grupo de duas a três pessoas dedicadas à implementação da reforma e estabelecer uma avaliação de impacto sobre as ações. Para sensibilização do restante do corpo docente e discente, foi planejada uma oficina durante a semana acadêmica, na qual foram questionadas as crenças e valores filosóficos vigentes no modelo de ensino atual. A oficina visava integrar alunos e professores na discussão utilizando recursos gráficos e também tecnológicos. A própria oficina foi planejada com auxílio de alunos de graduação da disciplina de Gestão de Projetos, de tal modo a colocar em uso práticas integradoras e inovadoras de ensino. Aberta a discussão sobre o tema, durante própria semana acadêmica foram realizadas 3 reuniões com os professores e representantes discentes visando: buscar referências para a mudança através de literatura, debate e casos de outras instituições e para iniciar a análise e modificação das dimensões do modelo, apresentadas na figura 2. Neste caso, após o período de sensibilização a Comissão de Graduação junto ao NDE deu continuidade ao processo de análise, em reuniões que convocavam a presença do restante do corpo docente. No total foram realizadas 14 reuniões. Todas as dimensões da figura 2 foram visitadas e soluções pensadas para alterar as condições atuais do curso e de suas disciplinas.

- **Implementação:** começa-se selecionando os implementadores piloto, ou seja, professores que irão levar adiante as primeiras reformas pretendidas. Assim, é preciso estabelecer encontros entre reformadores e professores e uma rotação de professores nos cursos, para que as reformas sejam vistas e para que se mantenha um diálogo permanente entre reformadores e professores. É essencial que as reformas e as mudanças em andamento sejam evidenciadas publicamente. No momento a nova estrutura curricular foi aprovada para vigorar no segundo semestre de 2014. As mudanças em disciplinas centraram na alteração de caráter eletivo para obrigatório ou ao contrário quando percebido como necessário. O corpo docente concluiu que as principais mudanças deveriam ocorrer em termos de conteúdos e práticas docentes. Grupos de estudo por disciplinas afins avaliaram conteúdos que se sobreavam, acordando entre os professores a necessidade de alterações. Dentre as práticas docentes a serem adotadas incluem-se: disseminação do uso de plataforma para gerenciamento da disciplina, como Moodle, por exemplo, uso de diagnósticos e avaliações de acompanhamento; práticas integradoras, métodos de ensino baseados na problematização, laboratórios, desenvolvimento de atitude ativa frente ao aprendizado. Como forma de acompanhamento dos resultados, foram realizadas entrevistas com os professores no início do semestre e novamente serão realizadas ao final. Reuniões com os discentes foram agendadas para apresentação das mudanças e pretende-se manter a prática de discussão e monitoramento a cada semestre, durante as atividades de semana acadêmica. Cabe ao NDE zelar para aplicação e acompanhamento da evolução do processo.
- **Manutenção da mudança:** o monitoramento dos dados de impacto de forma próxima é essencial para que as mudanças sejam acompanhadas. Da mesma forma, é importante que haja uma discussão interna sobre os bons e maus resultados e uma divulgação externa sobre os de sucesso. Manter os novos professores sempre a par das mudanças – e por que elas existem –, estabelecer um foco contínuo na mudança educacional do currículo e estar ciente sobre potenciais mudanças na gestão do curso no período de reestruturação da universidade estão entre as principais ações para manter a mudança viva na organização. Encontra-se em construção um sistema de monitoramento e acompanhamento sistemático do modelo de ensino do curso. Em parte o trabalho desenvolvido pelo mestrando mencionado na etapa de preparação proporcionará informações para a elaboração deste sistema.

4. Resultados obtidos

Algumas iniciativas relacionadas à reestruturação descrita na seção anterior já foram realizadas.

Desde 2011 encontra-se em funcionamento a disciplina de Engenharia de Produto 1 que trata do processo de desenvolvimento de produtos em parceria com professor do curso de Design. Os alunos das duas disciplinas são integrados na elaboração de um projeto de produto, trabalhando as dinâmicas de cooperação, projeto colaborativo, ferramentas e técnicas de projeto típicas da engenharia e do design, visão de gerenciamento e controle dos subprocessos de desenvolvimento de produtos. Maiores detalhes podem ser vistos em: VAN DER LINDEN, Júlio ; PAULA, Istefani Carísio de. ENGINEERING DESIGNERS Designing engineers. In: 6º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, 2011, Lisboa. CIPED 6 Proceedings, 2011.

Fruto do processo de renovação do modelo de ensino, encontra-se em organização a primeira sala de aula adaptada para atividades de projeto. A infraestrutura das salas de aula expositivas é impeditiva para a integração e colaboração durante o desenvolvimento de

projetos. Uma das salas de aula do curso de Engenharia de Produção será remodelada em termos de mesas flexíveis para organização de grupos e aulas expositivas, quadros em todas as paredes que permitam aderência de informações, anotações e registros de pesquisa dos grupos; projeção em mais de uma direção. A Figura 4 ilustra o esquema de organização da sala de aula piloto. Esta sala de aula será utilizada em disciplinas de graduação e pós-graduação voltada a resolver problemas reais de empresas da região de inserção da Universidade.

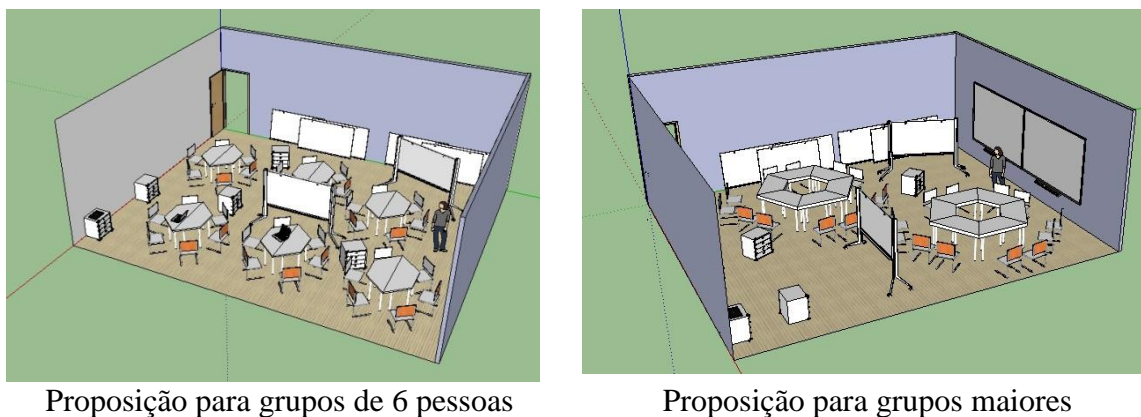


Figura 4. Modelo para organização de sala de aula para atividades colaborativas e de projetos

Outras iniciativas foram registradas através de entrevistas com os professores, relacionadas com as novas práticas propostas durante a realização da análise do modelo de ensino, sendo que algumas já foram relatadas em artigos em congresso. Por exemplo, Boer, Caten e Paula (2014), utilizando a metodologia Problem Based Learning (PBL), propuseram aos alunos da disciplina Tópicos Especiais de Qualidade - ofertada no curso de Engenharia de Produção da UFRGS – o desafio de solucionar problemas relacionados a uma linha de produção, simulada pela montagem de aviões de papel. Por meio da atividade proposta buscaram criar uma situação semelhante às que serão vivenciadas pelos alunos no exercício da profissão, quando terão que analisar sistemas e solucionar problemas relacionados a eles. Observaram a integração entre os alunos para a discussão sobre o problema proposto, além de maior motivação e comprometimento para estudar os assuntos abordados, se comparado ao comportamento observado em aulas apenas expositivas.

Além disso, as disciplinas que foram alteradas deverão ser ministradas a partir do segundo semestre de 2014. Os principais resultados esperados para estas alterações são: maior motivação dos alunos pelo aprendizado; desenvolvimento das capacidades de trabalho em equipe para solução de problemas, capacidade de integração dos diferentes conceitos abordados, atitude questionadora e empreendedora.

5. Conclusão

Observa-se que em um ambiente de acirrada concorrência, a eficácia na gestão é importante para o desempenho e o sucesso das empresas. Nesse contexto, essas dedicam esforços para aumentar a sua excelência operacional com o objetivo de tornarem-se competitivas. Porém, se reconhece que somente a excelência operacional não é suficiente para esse fim; é preciso desenvolver a capacidade de inovar.

Entre as variáveis que influenciam a capacidade de inovar, destaca-se a qualidade dos recursos humanos envolvidos, uma vez que são fonte de ideias para o processo de inovação. Aspectos individuais como criatividade, experiência, capacidade de aprendizado, persistência

e dedicação são essenciais, porém uma das competências mais intrigantes, do ponto de vista acadêmico e também da prática de negócios é a capacidade empreendedora.

Para o ensino e desenvolvimento da capacidade de empreender, a Engenharia apresenta-se como um mecanismo adequado, uma vez que faz a ponte entre o conhecimento acadêmico puro e o mundo “real” das aplicações. Na Engenharia, a interação com o mundo real das empresas, dos clientes e dos problemas do dia-a-dia é a base para a pesquisa e o ensino. Nesse contexto, as pressões para que haja uma reforma curricular no ensino de engenharia procedem tanto do mercado de trabalho, que exige um profissional cada vez mais qualificado e com perfil inovador e empreendedor, quanto do ambiente interno, que identifica a necessidade de reformular o modelo de ensino para desenvolver essas competências e habilidades.

Percebendo a necessidade de mudança e a demanda pelos estudantes e professores por um ambiente de ensino inovador e colaborativo, o curso de Engenharia de Produção, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, passa atualmente por um período de reestruturação, contemplando a reformulação do modelo de ensino, mudanças quanto aos objetivos do curso, infraestrutura, modelos de avaliação, estrutura curricular, posturas docentes e principalmente, novas práticas pedagógicas.

Conforme descrito nesse artigo, algumas iniciativas já foram realizadas. Como exemplo apresenta-se disciplina de Engenharia de Produto 1 que trata do processo de desenvolvimento de produtos em parceria com professor do curso de Design. Os alunos das duas disciplinas são integrados na elaboração de um projeto de produto, trabalhando as dinâmicas de cooperação, projeto colaborativo, ferramentas e técnicas de projeto típicas da engenharia e do design, visão de gerenciamento e controle dos subprocessos de desenvolvimento de produtos; também encontra-se em organização a primeira sala de aula adaptada para atividades de projeto; e por fim, relata-se a aplicação da metodologia Problem Based Learning na disciplina Tópicos Especiais de Qualidade. Por meio da atividade proposta criou-se uma situação semelhante às que serão vivenciadas pelos alunos no exercício da profissão, quando terão que analisar sistemas e solucionar problemas relacionados a eles.

Referências

- AKILI, W. On Implementation of Problem Based Learning in Engineering Education: thoughts, strategies and working models. 41° ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, 2011.
- ALLEN, R. H.; ACHARYA, S.; JANCUK, C.; SHOUKAS, A. A. Sharing Best Practices in Teaching Biomedical Engineering Design. *Annals of Biomedical Engineering*, v. 41, n. 9, p.1869 -1879, 2013.
- BARROWS, H. S. Problem Based Learning in Medicine and Beyond: A Overview. In: WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. *New Directions for Teaching and Learning*, San Francisco, Jossey- Bass Publishers, p.3-11, 1996.
- BATALHA, M. O. (org.) *Introdução à Engenharia de Produção*. Campus: Rio de Janeiro, 2008, 312 p.
- BOER, F. G.; CATEN, C.; PAULA, I. C. Application of the Problem Based Learning method in the discipline 'statistics for engineering'. Zone 1 Conference of the American Society for Engineering Education. Bridgeport, Connecticut, 2014.
- BORGES, M. N.; ALMEIDA, N. N. Perspectivas para engenharia nacional - desafios e oportunidades. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 32, n. 3, p. 71-78, 2013.
- BRENT, R.; FELDER, R. M. A model for engineering faculty development. *International Journal of Engineering Education*, v. 19, n. 2, p. 234-240, 2003.

CARLSON, L. E.; SULLIVAN, J. F. Hands-on Engineering: Learning by Doing in the Integrated Teaching and Learning Program. *International Journal of Engineering Education*, v. 15, n. 1, p. 20-31, 1999.

DOWNEY, G. Are engineers losing control of technology? - From 'problem solving' to 'problem definition and solution' in engineering education. *Chemical Engineering Research & Design*, v. 83, n. A6, p. 583-595, 2005.

FISHER, P. D.; FAIRWEATHER, J. S.; AMEY, M. J. Systemic reform in undergraduate engineering education: The role of collective responsibility. *International Journal of Engineering Education*, v. 19, n. 6, p. 768-776, 2003.

HASHI, I.; STOJCIC, N. The impact of innovation activities on firm performance using a multi-stage model: Evidence from the community innovation survey 4. *Research Policy*, v. 42, n.2, p. 353-366, 2013.

IRELAND, R. D.; WEBB, J. W. Strategic entrepreneurship: Creating competitive advantage through streams of innovation. *Business Horizons*, v. 50, n.1, p. 49-59, 2007.

JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH, K. A. Cooperative Learning: Increasing College Faculty Instructional Productivity. ASHE-ERIC Relatório de Educação Superior, Universidade George Washington, 1991.

LAWSON, B.; SAMSON, D. Developing innovation capability in organizations: a dynamic capabilities approach. *International Journal of Innovation Management*, v.5, n.3, p.377-400, 2001.

LEMONS, F. O.; ANZANELLO, M. J.; FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. Metodologia para levantamento de percepções da qualidade de ensino-aprendizagem em cursos de graduação em Engenharia de Produção. XV Simpósio de Engenharia de Produção. Bauru, SP, 2008.

LEUNG, M.-Y.; CHEN, D.; CHAN, I. Y. S. Attributes of Hong Kong Construction Engineering Student Learning Approaches: Investigation of Chinese and Western Personal Values. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, v. 138, n. 3, p. 224-233, 2012.

LORD, S. M.; PRINCE, M. J.; STEFANO, C. R.; STOLK, J. D.; CHEN, J. C. The Effect of Different Active Learning Environments on Student Outcomes Related to Lifelong Learning. *International Journal of Engineering Education*, v. 28, n. 3, p. 606-620, 2012.

LU, J. -S.; DING, Y. -P.; SWIFT, A.; HUANG, T. -L. Towards Design-Centric Engineering Education: Capstone Course Reform in a Chinese University. *International Journal of Engineering Education*, v. 28, n. 4, p. 831-844, 2012.

MAGEE, C. L. Needs and possibilities for engineering education: One industrial/academic perspective. *International Journal of Engineering Education*, v. 20, n. 3, p. 341-352, 2004.

MARTINS, E. C.; TERBLANCHE, F. Building organizational culture that stimulates creativity and innovation. *European Journal of Innovation Management*, v.6, n.1, p. 64-74, 2003.

MCKENNA, A. F.; YALVAC, B. Characterizing engineering faculty's teaching approaches. *Teaching in Higher Education*, v. 12, n. 3, p. 405-418, 2007.

MELO, A. C. O.; TONINI, A. M. Estágio supervisionado em engenharia: mudanças nos aspectos legais e consequências para os futuros engenheiros. *B. Tec. Senac*, Rio de Janeiro, v. 39, n.3, p. 123-147, 2013.

MIOZZO, M.; WALSH, V. *International competitiveness and technological change*. Oxford: Oxford University Press, 2006, 376 p.

MIZUKAMI, M.G.N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo, EPU, 1986.

NAKAO, O. S.; BORGES, M. N.; SOUZA, E. P.; GRIMONI, J. A. B. Mapeamento de Competências dos Formandos da Escola Politécnica da USP. *Revista de Ensino de Engenharia*, v.31, n.1, p. 31-39, 2012.

NEUMANN, C. *Gestão de Sistemas de Produção e Operações: produtividade, lucratividade e competitividade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

NORMAN, G. R.; SCHMIDT, H. G. The psychological basis of problem-based learning—a review of the evidence. *Academic Medicine*, v. 67, n.9, p.557–565, 1992.

RAEng. *Achieving excellence in engineering education: the ingredients of successful change*. The Royal Academy of Engineering, 2012.

RANDOLPH, G. B. Collaborative Learning in the Classroom: Writing Across the Curriculum Approach. *Journal of Engineering Education*, vol.89, n.2, p.119-122, 2000.

REDISH, E. F.; SMITH, K. A. Looking Beyond Content: Skill Development for Engineers. *Journal of Engineering Education*, v. 97, n. 3, p. 295-307, 2008.

Resolução CNE/CES 11, de 11 de Março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. D.O.U de 9 Abr 2002, Brasília, 2002.

RUBERA, G.; KIRCA, A. H. Firm innovativeness and its performance outcomes: a meta-analytic review and theoretical integration. *Journal of Marketing*, v. 76, n.3, p130-147, 2012.

SANTOS, L. C.; DUTRA, A. R. A. Projeto pedagógico e tendências de mercado: desafios para a formação profissional do engenheiro de produção. XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre, RS, 2005.

SCHWARTZ, M.; PEGLOW, F.; FRITSCH, M.; GÜNTHER, J. What drives innovation output from subsidized R&D cooperation? - Project-level evidence from Germany. *Technovation*, v.32, n.6, p. 358-369, 2012.

SMITH, K.A.; SHEPPARD, S. D.; JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Pedagogies of Engagement: Classroom-Based Practices. *ASEE Journal of Engineering Education*, v. 94, n.1, p.87 -102, 2005.

SPRINGER, L.; STANNE, M.; DONAVAN, S. Effects of Small-Group Learning on Undergraduates in Science, Mathematics, Engineering, and Technology: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, v.69, n.1, p.21-52, 1999.

TARDIF, M. *Saberes Docentes e Formação Profissional*. 16. Ed – Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

VAN DER LINDEN, J.; PAULA, I. C. ENGINEERING DESIGNERS Designing engineers. 6º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, 2011, Lisboa. CIPED 6 Proceedings, 2011.

WONG, S. -Y; CHIN, K. -S. Organizational innovation management – An organization-wide perspective. *Industrial Management & Data Systems*, v. 107, n.9, p. 1290-1315, 2007.

YEW, E.; SCHMIDT, H. What students learn in PBL- a process analysis. Springer, 2009.