

ENSINO DE PROJETO DO PRODUTO: ANÁLISE DE ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR COM FOCO EM CRIATIVIDADE PARA INOVAÇÃO EM CONTEXTOS REAIS

PRODUCT DESIGN EDUCATION: ANALYSIS OF A MULTIDISCIPLINARY APPROACH BASED ON CREATIVITY TO INNOVATION IN REAL CASE CONTEXTS

Cassia de Oliveira Fernandez¹, Roseli de Deus Lopes², José Aquiles Baesso Grimon¹, Eduardo de Senzi Zancul².

RESUMO: No campo da engenharia, a crescente busca por profissionais que tenham a capacidade de trabalhar em equipe e de inovar, identificando e resolvendo problemas de forma criativa, demanda modelos educacionais nos quais o desenvolvimento dessas competências assumam papel relevante. Este artigo visa descrever a experiência de oferecimento da disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos, da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), que se propõe a estimular processos criativos por meio do trabalho em equipes multidisciplinares no desenvolvimento de produtos, avaliando a pertinência dessa experiência. A coleta de dados envolveu a aplicação do Inventário de Práticas Docentes que Favorecem a Criatividade no Ensino Superior e o levantamento da percepção dos estudantes a respeito da influência da disciplina no desenvolvimento de habilidades e competências. Os resultados indicam que a prática docente é favorável ao desenvolvimento da criatividade e que a disciplina contribui para o desenvolvimento de competências transversais e para a compreensão a respeito do ciclo de concepção de produto/processo inovador. Os estudantes reconhecem o desenvolvimento das capacidades de trabalho em equipe, liderança, iniciativa e criatividade como os aspectos mais evidentes, e apontam que a disciplina despertou motivação para realização futura de atividades relacionadas à inovação e ao projeto de produtos.

PALAVRAS-CHAVE: Projeto do Produto, Educação em Engenharia, Criatividade, Inovação

ABSTRACT: In the engineering field, the growing search for professionals who have the ability to work in teams and to innovate, identifying and solving problems creatively, demands educational models in which the development of these skills take a greater role. This article aims to describe the offering experience of the Integrated Development Products course at the Escola Politécnica in the Universidade de São Paulo (POLI-USP), which aims to stimulate creative processes through the work in product development in multidisciplinary teams, and to evaluate the experience. The data collection involved the application of the Inventory of Teachers Practices that Foster Creativity in Higher Education and a questionnaire to identify students' perceptions about the influence of the discipline in the development of skills and competencies. The results indicate that the course contributes to the development of soft skills and to the understanding of the innovative design cycle for product/process. Students recognize the development of skills like teamwork, leadership, initiative and creativity as the most evident aspects, and point out that the course inspired motivation for realizing future activities related to innovation and product design.

KEYWORDS: Product Design, Engineering Education, Creativity, Innovation

¹Universidade de São Paulo - Escola Politécnica - Departamento de Engenharia Elétrica.

²Universidade de São Paulo - Escola Politécnica - Departamento de Engenharia de Produção

How to cite this article:

FERNANDEZ, C.O.; LOPES, R.D.; GRIMONI, J.A.B.; ZALCUL, E.S. ENSINO DE PROJETO DO PRODUTO: ANÁLISE DE ABORDAGEM MULTIDISCIPLINAR COM FOCO EM CRIATIVIDADE PARA INOVAÇÃO EM CONTEXTOS REAIS. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, São Carlos. v.12 n.1 p85-95 Jan/Abr 2017. <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v12i1.111741>



Fonte de Financiamento:

Declaro não haver

Conflito de Interesse:

Declaro não haver.

Submetido em: 03 mar. 2016

Aceito em: 28 jun 2016

INTRODUÇÃO

O século XXI exigirá cada vez mais um conjunto de habilidades, atitudes e competências para responder às necessidades sociais e econômicas (Ananiadou; Claro, 2009). Na engenharia, aumenta a demanda por profissionais que tenham a capacidade de trabalhar em equipe e de inovar, identificando e resolvendo problemas de forma criativa (Cropley; Cropley, 2000; Charyton; Merrill, 2009). A formação de profissionais com essas características requer modelos educacionais específicos, nos quais o desenvolvimento dessas capacidades seja enfatizado (Strom; Strom, 2002; Badran, 2007).

A fim de avaliar o que era esperado de engenheiros pelo mercado de trabalho, Miller et al. (2009) realizaram uma pesquisa por meio de entrevistas com os responsáveis por contratações de empresas na área de engenharia nos Estados Unidos, constatando que as características avaliadas como mais relevantes foram as habilidades de comunicação, de trabalho em equipe e de colocar a “mão-na-massa”, além da criatividade. Ainda, de acordo com um estudo realizado por Leonardi (2003), associações de engenharia e acadêmicos da área têm ressaltado a importância do trabalho em equipe, indicando que os engenheiros precisam estar bem preparados para atuar em grupos. Outros estudos apontam que alunos nas carreiras de engenharia necessitam cada vez mais de habilidades de comunicação para atender às demandas da indústria e do mercado global (Riemer, 2007).

Na mesma perspectiva, o documento *Digital Skills for Tomorrow's World* (UK Digital Skills Taskforce, 2014) chama a atenção para a importância de se situar a criatividade ao lado de habilidades técnicas em carreiras tecnológicas para atender às necessidades das indústrias e empresas. De acordo com o documento, companhias de tecnologia do Reino Unido relataram que a criatividade, o pensamento crítico e habilidades de comunicação são tão, se não mais, importantes para elas do que conhecimentos técnicos. Assim, a criatividade vem sendo vista por diversos autores como componente fundamental da engenharia, essencial para o sucesso na carreira (Charyton; Merrill, 2009; Cropley; Cropley, 2005; Stouffer et al., 2004; Wankat; Oreovicz, 2015). Dada a crescente importância que a inclusão de competências transversais em currículos de cursos de engenharia vem adquirindo, maior espaço começa a ser oferecido a disciplinas que têm foco no desenvolvimento de competências sociais, juntamente com as técnicas, a partir de abordagens baseadas na realização de projetos envolvendo problemas reais.

Buscando contribuir para o desenvolvimento de competências transversais e estimular a capacidade de inovação, foi criada em 2014 a disciplina *Desenvolvimento Integrado de Produtos* na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP). Na disciplina, os estudantes trabalham em equipes multidisciplinares, atuando em problemas de inovação reais que demandam novos projetos de produto, apresentados por entidades parceiras (empresas privadas, públicas ou unidade/órgão da USP). Ao longo do desenvolvimento, as equipes interagem com os interlocutores das entidades parceiras, o que provê contextualização para seus projetos. Além disso, são consideradas as opiniões e visões de usuários reais em seus ambientes de utilização dos produtos que estão sendo desenvolvidos.

A abordagem de projeto adotada é inspirada no *Design Thinking* seguindo a metodologia de trabalho da disciplina *ME310 Global New Product Design Innovation* da Universidade de Stanford, nos EUA (Carleton; Leifer, 2009). Duas das principais características da abordagem empregada são a ênfase no entendimento das necessidades dos usuários e na construção física de protótipos, consideradas desde as fases iniciais de conceituação. São realizados três ciclos de prototipagem física, sendo que em cada um deles mais de um protótipo pode ser construído com a intenção de testar as ideias e propostas de solução.

Em seus três oferecimentos até o momento, a disciplina *Desenvolvimento Integrado de Produtos* tem se caracterizado por alta demanda por parte dos alunos e por interesse crescente de participação de entidades. A disciplina começou a ser debatida internamente em fóruns de inovação na graduação na Universidade de São Paulo (Zancul et al., 2014), e mais amplamente em eventos nacionais como o COBENGE (Mancanares et al., 2013; Gonzales

et al., 2014). Este artigo avança neste processo, passando da disseminação para a avaliação e discussão de resultados obtidos.

Neste sentido, este artigo descreve a experiência de oferecimento da disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos e visa investigar as seguintes questões: a prática docente é vista pelos estudantes como favorável ao desenvolvimento da criatividade e inovação? Os estudantes percebem a metodologia proposta como importante para o desenvolvimento de quais habilidades, atitudes e competências?

Este artigo está estruturado em cinco seções. Na próxima seção, são definidos e apresentados os conceitos adotados para criatividade, aprendizagem baseada em problemas, e Design Thinking. Na seção Materiais e Métodos, as estratégias de coleta e de análise de dados são detalhadas. Na seção seguinte, são apresentados os resultados. Por fim, as conclusões do estudo e perspectivas para trabalhos futuros são apresentadas na última seção.

CONCEITOS FUNDAMENTAIS

Criatividade

Paul Torrance, um dos pesquisadores que mais se dedicou ao estudo da criatividade, define-a como um processo de tornar-se sensível a problemas, deficiências, lacunas no conhecimento e desarmonias; identificar a dificuldade; buscar soluções, fazer suposições ou formular hipóteses acerca das deficiências; testar e retestar estas hipóteses; e, por fim, comunicar os resultados (TORRANCE, 1965). Esta visão aproxima-se da definição do método de engenharia, evidenciando a importância da criatividade nesta carreira. Charyton e Merrill (2009) apontam o processo de identificação do problema e sua resolução, o pensamento divergente e convergente, e a satisfação de restrições, como os componentes necessários ao processo criativo na engenharia. Dada a relevância da criatividade nesta carreira, há um interesse crescente em incentivar o seu desenvolvimento nos estudantes (CROPLEY; CROPLEY, 2000).

É importante, entretanto, considerar o contexto como um fator crucial ao desenvolvimento criativo (AMABILE, 1996), combinando os campos de produtos, pessoas, ambientes e processos para atingir níveis mais altos de criatividade (STERNBERG, 1999; THOMPSON; LORDAN, 1999). Além disso, é relevante observar que a criatividade não pode ser vista como uma característica inata e imutável do indivíduo, mas antes como um comportamento passível de ser desenvolvido e estimulado por meio da prática (ALENCAR; FLEITH, 2003).

Considerando a importância do desenvolvimento da criatividade em ambientes de ensino de nível superior, Alencar e Fleith (2004, 2008, 2010) realizaram diversos estudos buscando avaliar a percepção de estudantes universitários quanto a fatores relacionados à expressão criativa. As autoras observaram, em pesquisa junto a estudantes de engenharia e engenheiros, que estes apontavam a falta de flexibilidade, o medo de errar e a falta de motivação e de incentivo como os fatores mais relacionados à inibição da expressão da criatividade (ALENCAR; FLEITH, 2008). Além disso, destacaram a preocupação de diversos autores quanto à falta de espaço para o desenvolvimento da criatividade nos cursos de nível superior do Brasil, apontando a necessidade de promover-se melhores condições para o seu favorecimento (ALENCAR; FLEITH, 2004).

Aprendizagem Baseada em Problemas

O método de aprendizagem baseada em problemas (Problem Based Learning, ou PBL) parte de problemas reais, complexos, e cuja solução é aberta, nos quais os estudantes trabalham em equipes para desenvolver uma solução viável, integrando a teoria com a prática (PRINCE, 2006; SAVERY, 2006). O PBL corresponde a um modelo de ensino centrado nos estudantes no qual a análise de problemas embasa o processo de aprendizado, e os pro-

fessores atuam mais como facilitadores do processo do que como fontes de informação, priorizando a colaboração a partir do trabalho em grupos (DE GRAAF; KOLMOS, 2003).

Na revisão realizada por Prince (2006) a respeito de métodos de ensino-aprendizagem indutivos, o autor relata efeitos positivos do PBL no desenvolvimento de habilidades de trabalho em equipe e da capacidade de compreender e relacionar conceitos. Além disso, em aulas que se baseiam neste método, os estudantes tendem a sentir-se mais motivados e a empenhar-se mais nas atividades do que em aulas tradicionais (DE GRAAF; KOLMOS, 2003).

De acordo com Savery (2006), na aprendizagem por problemas o processo de aprendizagem é ativo e está direcionado a atingir um objetivo (produto final) a partir de questões mal definidas, favorecendo o desenvolvimento de habilidades de identificação do problema e definição dos parâmetros para atingir a solução.

Abordagem Design Thinking

As abordagens metodológicas para desenvolvimento de produtos mais disseminadas atualmente são a abordagem tradicional de processo de desenvolvimento de produtos (PDP) e o Design Thinking (DT).

O PDP é uma abordagem baseada em processos estruturados a partir de atividades planejadas, sequenciadas e documentadas. Esta abordagem, desenvolvida durante os anos 1990 para dar forma a processos antes considerados pouco estruturados ou pouco eficientes (CLARK; FUJIMOTO, 1991; COOPER; KLEINSCHMIDT, 1991; WHEELWRIGHT; CLARK, 1992), foi amplamente disseminada e é adotada atualmente em diversos setores da indústria. Dada sua utilização na indústria, esta abordagem passou a ser adotada por muitas disciplinas de projeto de engenharia.

A abordagem de DT, por sua vez, tem como foco o aprofundamento na compreensão das necessidades do usuário e prototipação rápida para melhor entendimento do problema e geração de soluções inovadoras (BROWN, 2009), e vem sendo cada vez mais adotada em cursos de engenharia, especialmente nos anos finais das graduações (CARLETON; LEIFER, 2009). No Brasil, experiências de aplicação deste processo em disciplinas de outras áreas do conhecimento, como a pedagogia, por exemplo, também vêm sendo oferecidas a estudantes universitários (CAVALCANTI; BITTENCOURT, 2014).

Apesar da divisão do processo de DT nas etapas mais comumente definidas como Imersão, Ideação e Prototipagem, esta abordagem pode ser melhor compreendida como um sistema de “espaços” que se sobrepõe, ao invés de uma sequência ordenada de passos, já que estes não são necessariamente adotados de maneira linear (BROWN; WYATT, 2010).

A disciplina analisada se baseia na abordagem de DT, uma vez que busca estimular processos de inovação por meio do trabalho em equipes multidisciplinares, potencializando a troca de ideias e a busca por soluções. Optou-se pela adoção de tal abordagem dada sua característica dinâmica, que permite o desenvolvimento rápido de protótipos buscando a melhoria de processos e produtos, ou a criação de novas soluções.

A disciplina, inspirada na ME310 de Stanford, combina PBL com DT, numa abordagem interdisciplinar aplicada a projetos de engenharia (CARLETON; LEIFER, 2009). Na etapa de imersão, os estudantes buscam identificar e compreender um problema do ponto de vista dos usuários. Durante a etapa de ideação, trabalham buscando soluções inovadoras para o problema identificado, utilizando-se de processos de brainstorming. Zhou (2012) destaca o processo de brainstorming como uma importante ferramenta para encorajar todos os membros do grupo a contribuírem com ideias, trazendo um caráter de aceitação e respeito ao ponto de vista dos outros. Na etapa de prototipagem, que consiste em três rodadas para desenvolvimento de protótipos distintos, os alunos buscam a construção de protótipos das soluções encontradas nas etapas anteriores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados referentes às percepções dos alunos foram coletados por meio do envio de um questionário online aplicado aos alunos, preenchido de maneira opcional, sem identificação do respondente. O questionário foi dividido nas seguintes sessões:

1. Inventário de Práticas Docentes que Favorecem a Criatividade no Ensino Superior, de Alencar e Fleith (2004) para avaliação de a) visão a respeito da disciplina, e b) visão a respeito do seu curso de origem. A escala Likert utilizada vai de 1 (discordo plenamente) a 5 (concordo plenamente).

Alencar e Fleith (2004) desenvolveram o instrumento padronizado para avaliação da extensão com que professores universitários apresentam comportamentos e práticas docentes que favorecem o desenvolvimento de habilidades criativas nos estudantes. O inventário, validado a partir de uma amostra de 1068 estudantes universitários brasileiros, é composto por 37 questões que devem ser respondidas pelos alunos, considerando os comportamentos típicos de seus professores em sala de aula. Na etapa de análise, as 37 questões são agrupadas em 4 fatores: (1) incentivo a novas ideias, (2) clima para expressão de ideias, (3) avaliação e metodologias de ensino e (4) interesse pela aprendizagem do aluno.

2a. Levantamento da percepção dos estudantes a respeito da disciplina (envolvimento, auto-avaliação do aprendizado e motivações despertadas) e da sua influência no desenvolvimento de competências e habilidades. As competências e habilidades listadas foram retiradas do Projeto Pedagógico do Departamento de Engenharia de Produção da POLI-USP (PRO-USP), e a escala Likert utilizada vai de 1 (péssimo/discordo plenamente) a 5 (excelente/concordo plenamente).

2b. Comentários e sugestões de melhoria. A questão foi formulada de forma a receber respostas abertas, ao fim do questionário, de preenchimento opcional.

Responderam ao questionário 31 alunos matriculados na disciplina no primeiro semestre de 2015, o que corresponde a 49% do total de 63 matriculados. A amostra é composta predominantemente por alunos das unidades POLI (N=14; 45% da amostra), FEA (N=7; 23% da amostra) e FAU (N=6; 19% da amostra), com distribuição próxima mas não idêntica ao total de matriculados na disciplina. Os respondentes têm idades entre 18 e 30 anos, com média de 22 anos.

RESULTADOS

Descrição da disciplina

A disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos é oferecida como optativa livre sem pré-requisitos a alunos de todas as unidades da USP, sendo predominantemente composta por estudantes dos cursos das unidades POLI, FAU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo) e FEA (Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade). Até o momento, foram realizados três oferecimentos dessa disciplina: uma turma de 60 vagas no primeiro semestre de 2014, uma turma de 36 vagas no segundo semestre de 2014 e outra turma de 60 vagas no primeiro semestre de 2015. As 60 vagas do primeiro semestre de 2014 e de 2015 foram assim distribuídas: 30 vagas para a POLI, 10 para FAU, 10 para FEA e 10 para outras unidades da USP. A composição da classe é refletida também nas equipes de trabalho: a turma de 60 alunos é organizada em 9 ou 10 equipes, cada uma com aproximadamente 6 integrantes e composta obrigatoriamente por pelo menos 3 alunos dos diversos cursos de engenharia da POLI, 1 aluno da FAU (dos cursos de Arquitetura ou Design), 1 aluno da FEA e 1 aluno de outra área da USP. Dessa forma, a multidisciplinaridade é intencional.

No início da disciplina, os projetos são distribuídos às equipes, que desenvolverão ao longo do semestre protótipos de produtos que apresentem uma solução inovadora para um problema colocado. Os desafios são elaborados por empresas com problemas reais a serem resolvidos, e distintos para cada uma das equipes.

As aulas costumam ter início com uma breve fala dos docentes a re-

speito do desenvolvimento de produtos ou orientação quanto às etapas e técnicas do DT, e no restante do período os alunos trabalham em suas equipes no desenvolvimento dos projetos. Enquanto os alunos desenvolvem suas ideias, os professores e monitores circulam e conversam com os grupos sobre os projetos, dando orientações e ajudando em dúvidas, mas buscando não influenciar nas ideias dos protótipos, conforme proposto pela metodologia PBL (PRINCE; FELDER, 2006). Os alunos podem trabalhar em sala de aula ou utilizar os laboratórios disponíveis do InovaLab@POLI, que contam com softwares e equipamentos de fabricação digital (como cortadoras a laser e impressoras 3D), recursos de marcenaria, usinagem e eletrônica. Os laboratórios são abertos aos alunos, e podem também ser utilizados fora dos horários da disciplina.

No primeiro ciclo de prototipagem, busca-se prototipar a função crítica do produto, o que exige clareza da equipe na determinação de sua função crítica. No segundo ciclo de prototipagem, o foco é na prototipagem de uma ideia inusitada, que inicialmente não seria a principal “aposta” da equipe, mas que se bem sucedida pode resultar em inovação importante. Garante-se, dessa forma, a alocação de tempo e de recursos para “abrir” o espaço de inovação e para que a equipe não convirja muito rapidamente para o detalhamento da primeira solução prototipada. O terceiro ciclo de prototipagem resulta em um protótipo funcional do conceito final, ainda montado de forma simplificada com materiais e métodos não definitivos, mas que permita que usuários testem e avaliem as funcionalidades.

Dentre os projetos desenvolvidos ao longo da disciplina, cita-se o da “Lixeira Separadora e Compactadora para Lixo Reciclável”, criada para otimizar a separação do lixo doméstico e incentivar a reciclagem, e do “Graneloduto na Serra do Mar para Transporte de Grãos ao Porto de Santos”, desenvolvido para resolver o problema da poluição por caminhões em Cubatão. Destacam-se ainda os projetos “Medidor de Chuva Distribuído em Rede Sem Fio Instalado em Postes”, no qual os alunos desenvolveram um modelo de pluviômetro que reduz o custo e a necessidade de manutenção, permitindo uma ampliação da rede pluviométrica urbana a fim de prevenir mortes causadas por enchentes e deslizamentos, e “Conjunto, Sistema e Central de Sensoriamento de Fluido em Ambientes Hospitalares”, criado para facilitar o monitoramento do consumo de gases, como o oxigênio, em ambientes hospitalares. O primeiro foi vencedor de um prêmio para desenvolvimento sustentável (PRADO et al., 2015) e ambos geraram patentes (AGÊNCIA USP DE INOVAÇÃO, 2015).

Ao longo da disciplina, o processo de avaliação é contínuo, sendo composto por diversas entregas e apresentações orais em equipe, que ocorrem ao longo do semestre. As apresentações devem ser breves, o que requer que os alunos sejam capazes de sintetizar de forma clara suas principais ideias. Durante e após as apresentações, os docentes e monitores registram suas percepções em fichas que são entregues na forma de realimentação às equipes, o que contribui para o aprimoramento das técnicas de apresentação dos alunos. Ao final do semestre, os alunos devem indicar o grau de participação, dedicação e contribuição de cada integrante da equipe ao longo do semestre para que as atividades fossem realizadas e os resultados alcançados. Assim, a nota final é composta pela média das apresentações e entregas, ajustada por um fator de participação individual definido pela equipe.

Análise do Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade

Os 37 itens do inventário foram agrupados em quatro fatores, tanto para a visão da disciplina quanto para a visão do curso de origem: (1) incentivo a novas ideias, (2) clima para expressão de ideias, (3) avaliação e metodologias de ensino e (4) interesse pela aprendizagem do aluno.

Os resultados apontam para altos escores em todos os fatores para a disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos, cujas médias ficaram próximas ao valor 4 (Figura 1).

Observa-se efeito significativo em todos os fatores na comparação com a visão a respeito das disciplinas oferecidas nos cursos de origem, como pode ser observado na Tabela 1.

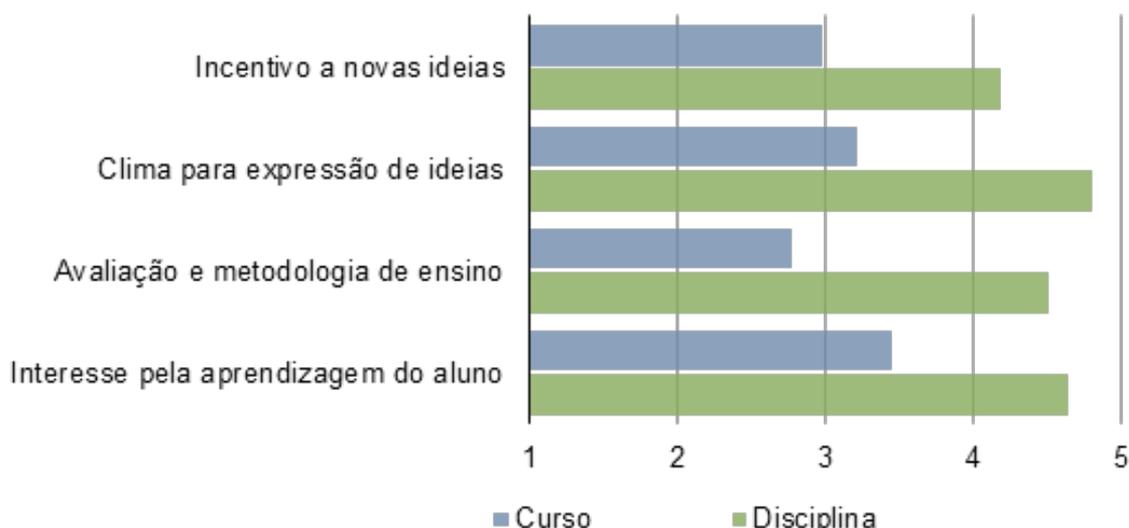


Figura 1: Média dos fatores que compõem o Inventário de Práticas Docentes para a Criatividade, com visão dos alunos a respeito da disciplina e de seu curso de origem

Assim, nota-se que a visão dos estudantes a respeito da disciplina tem repercussão favorável nas dimensões de criatividade, indicando que esta cumpre um papel específico complementar aos cursos na formação para a criatividade.

Análise do desenvolvimento de competências e habilidades e visão geral sobre a disciplina

As habilidades e competências avaliadas como mais relevantes pelos estudantes foram: trabalho em equipe, criatividade, competência para concepção e análise de produtos e processos, liderança e iniciativa - conforme apresentado na Tabela 2. Na visão dos estudantes, a competência mais desenvolvida ao longo da disciplina foi o trabalho em equipe, com média 3,7 e avaliado como muito importante ou importante por 96,8% dos respondentes, seguido por criatividade - classificado nestas duas categorias por 93,5% da amostra, com média de 3,6. Os itens apontados como menos importantes foram: visão clara dos sistemas econômicos e sociais (média 2,1) e domínio da tecnologia de informação (média 2,6). Em questão aberta e opcional a respeito de demais competências ou habilidades importantes desenvolvidas não listadas no questionário, foram citadas: respeito a opiniões diferentes, pesquisa e gestão de conflitos, senso de organização, independência, contato com alunos de outros cursos, contato com o cliente, capacidade de debater e incentivo a “fazer coisas e não ficar apenas na teoria”.

	Fator 1 (DP)	Fator 2 (DP)	Fator 3 (DP)	Fator 4 (DP)
Média disciplina (N = 31)	3.87 (0.88)	4.41 (0.86)	4.15 (1.03)	4.28 (0.94)
Média curso (N = 31)	2.78 (1.19)	2.99 (1.08)	2.59 (1.31)	3.21 (1.09)
d (Cohen)	1.04	1.45	1.32	1.05

Tabela 1: Comparação entre os valores para visão disciplina e visão curso de cada um dos fatores

Na Tabela 3 são apresentadas as médias e desvio padrão para as respostas dos alunos a respeito da visão geral sobre a disciplina. Observa-se auto-avaliação positiva do aprendizado e envolvimento dos alunos, e percepção por parte destes de que houve coerência no desenvolvimento do conteúdo e nas avaliações (todos com notas superiores a 4). Em relação à motivação, 87,1 % concordam com a afirmação de que a disciplina despertou motivação para realização futura de atividades relacionadas à inovação, enquanto 61,3% sentem-se mais motivados em relação ao seu curso de origem.

Além disso, 96,8% dos estudantes concordam que a disciplina foi importante para sua formação.

Habilidades e competências	Alunos	DP
Trabalho em equipe	3.7	0.5
Criatividade	3.6	0.6
Competência para concepção e análise produtos e processos	3.3	0.6
Liderança e iniciativa	3.4	0.6
Concepção, operação e melhoria de sistemas e processos	3.1	0.6
Capacidade de comunicação	3.3	0.8
Domínio da tecnologia de informação	2.6	0.8
Gestão de projetos de Engenharia	2.8	0.9
Visão clara dos sistemas econômicos e sociais	2.1	0.7

Tabela 2 Visão dos alunos a respeito da importância da disciplina no desenvolvimento de habilidades e competências, numa escala de 1 (nada importante) a 4 (muito importante)

Visão geral sobre a disciplina	Média	DP
Como você classifica o seu envolvimento na disciplina?	4.1	0.7
Como você avalia o seu aprendizado, independentemente das notas?	4.1	0.7
Houve coerência no desenvolvimento do conteúdo?	4.3	0.7
Houve coerência no que foi cobrado nas avaliações?	4.3	0.7
A disciplina foi importante para minha formação	4.5	0.6
A disciplina despertou maior motivação em relação ao meu curso	3.7	1.0
A disciplina despertou motivação para realização futura de atividades relacionadas à inovação	4.5	0.8

Tabela 3: Visão geral dos alunos a respeito da disciplina, numa escala de 1 (péssimo/discordo plenamente) a 5 (excelente/concordo plenamente)

O instrumento de coleta de dados continha um campo aberto opcional no qual os alunos podiam fazer comentários sobre a disciplina e dar sugestões para melhoria. Seguem alguns comentários, com grifos nossos, que permitem complementar a compreensão da percepção dos alunos quanto à disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos.

“Pegar um problema real para um empresa real e desenvolver verdadeiramente uma solução para ele é uma experiência muito enriquecedora.” (Estudante de Engenharia Naval)

“Nenhuma matéria me estimulou a ter novas ideias e a ir atrás de conhecimento como essa.” (Estudante de Engenharia Mecânica)

“Disciplina por si só inovadora é importante. Na verdade é de se lamentar que não tenhamos um ensino criativo e mão-na-massa assim desde a tenra escolarização.” (Estudante de Física)

“Quanto a possibilidades de melhora da disciplina de desenvolvimento integrado de produtos, senti falta de dois aspectos que poderiam torná-la melhor: 1 - Uma proximidade maior dos parceiros (...) 2 - Um amparo técnico

maior a deficiências técnicas dos alunos para o desenvolvimento do protótipo. (...) Finalmente, seria muito interessante continuar essa disciplina, por exemplo cursando “Desenvolvimento Integrado de Produtos II”, com maior aprofundamento e elaboração de um produto final.” (Estudante de Engenharia Elétrica)

“A frequência tem sido mais importante que o tempo de aula, se fosse uma aula semanal de 3 horas seria menos proveitoso. Isso devido a mais momentos de contato com a disciplina. Desse modo, acho que teria sido mais interessante se fossem 3 dias por semana, mesmo que de 1 hora.” (Estudante de Arquitetura)

“Esta disciplina seria melhor aproveitada se tivesse a duração de dois semestres. É uma disciplina muito interessante, a experiência tem sido muito importante para mim não só como estudante, mas como pessoa também. Se esta matéria continuar semestre que vem, com certeza vou recomendar para outros colegas do meu curso.” (Estudante de Design)

Observa-se que os alunos, em seus comentários, mostram-se satisfeitos com o formato da disciplina, principalmente em relação a poderem trabalhar com problemas trazidos como desafios por empresas reais, criando e desenvolvendo soluções inovadoras. Destacam a importância da experiência para sua formação, e se mostram proativos no sentido de dar sugestões de melhorias para a disciplina.

CONCLUSÕES

A disciplina Desenvolvimento Integrado de Produtos busca dar mais ênfase à aplicação dos conhecimentos e habilidades técnicas de cada participante do que à aquisição de novos conhecimentos técnicos específicos, contribuindo para o desenvolvimento de competências transversais e do conhecimento do ciclo de concepção de produto/processo inovador. Observou-se que os estudantes reconhecem o desenvolvimento do trabalho em equipe, liderança, iniciativa e criatividade como os mais evidentes na disciplina.

A partir dos resultados obtidos, observa-se que a disciplina desperta motivação nos alunos para realização futura de atividades voltadas à inovação e maior motivação em relação aos seus cursos de origem. Além disso, foi apontado forte envolvimento dos alunos com a disciplina e auto-avaliação positiva do aprendizado.

A análise do Inventário de Práticas Docentes indica boa percepção a respeito do incentivo à criatividade na disciplina, com todos os itens do inventário bem avaliados. As diferenças obtidas na comparação da percepção dos estudantes entre as práticas adotadas na disciplina e em seus cursos de origem apontam que a abordagem pedagógica proposta pode contribuir positivamente para o desenvolvimento do potencial criativo dos estudantes. Entretanto, uma vez que este trabalho não busca avaliar diretamente o impacto da disciplina no potencial criativo dos estudantes, não é possível afirmar que haja de fato um favorecimento da criatividade, mas apenas uma tendência para que este desenvolvimento ocorra, dada a avaliação positiva do clima em sala de aula.

Para atender às demandas atuais, o oferecimento de disciplinas que sigam apenas formatos tradicionais configura-se como insuficiente para a formação dos estudantes. O desenvolvimento de competências transversais leva tempo e demanda trabalho, mas é extremamente importante que escolas de engenharia e universidades se preocupem em oferecer disciplinas que assumam caráter inovador, de forma a complementar os necessários aprendizados voltados a habilidades e conhecimentos técnicos. Neste sentido, se queremos favorecer o potencial criativo e as capacidades de comunicação e interação dos estudantes nestas carreiras, demandadas pelo mercado global, é necessária a criação de estruturas pedagógicas mais flexíveis, que ofereçam oportunidades aos alunos de inovarem em ambientes de motivação e aceitação das ideias, compreendendo o papel do erro e estimulando o pensamento divergente.

O formato de oferecimento da disciplina (optativa livre, para todos os estudantes da Universidade) torna possível o foco no desenvolvimento destas

competências. É reconhecida a importância do equilíbrio entre competências transversais e habilidades técnicas, e de disciplinas que contribuam para a aquisição de conhecimentos específicos - técnicos ou teóricos - de cada campo de atuação. Este equilíbrio pode ser favorecido com a introdução e aprimoramento de disciplinas como a aqui descrita.

Em trabalhos futuros, a fim de aprofundar a análise a respeito do impacto da abordagem adotada na disciplina no potencial criativo dos estudantes, tem-se a intenção de aplicar um teste padronizado de criatividade aos alunos nos próximos semestres, cuja proposta já foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos do Instituto de Psicologia da USP.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio do Fundo Patrimonial Amigos da POLI e da Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA USP DE INOVAÇÃO.** Anuário de patentes, 2015. Universidade de São Paulo, 2015
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. **Criatividade: múltiplas perspectivas.** Brasília: Editora UnB, 2003
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. Inventário de práticas docentes que favorecem a criatividade no ensino superior. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 17, n. 1, p. 105-110, 2004
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. Criatividade pessoal: fatores facilitadores e inibidores segundo estudantes de engenharia. **Magis Revista Internacional de Investigacion en Educacion**, v. 1, p. 113-126, 2008.
- ALENCAR, E. M. L. S.; FLEITH, D. S. Escala de práticas docentes para a criatividade na educação superior. **Avaliação Psicológica**, v. 9 n. 1, p. 13-24, 2010
- AMABILE, T. M. **Creativity in context: Update to" the social psychology of creativity"** Boulder: Westview press, 1996.
- ANANIADOU, K.; CLARO, M. 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. OECD **Education Working Papers**, n. 41, 2009.
- BADRAN, I. Enhancing creativity and innovation in engineering education. **European Journal of Engineering Education**, v. 32, n. 5, p. 573-585, 2007.
- BROWN, T. **Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation.** New York: Harper Business, 2009.
- BROWN, T; WYATT, J. Design thinking for social innovation. **Development Outreach**, v. 12, n. 1, p. 29-43, 2010.
- CARLETON, T.; LEIFER, L. **Stanford's ME310 course as an evolution of engineering design.** In: Proceedings of the 19th CIRP Design Conference-Competitive Design. Cranfield University Press, 2009.
- CHARYTON, C.; MERRILL, J. A. Assessing general creativity and creative engineering design in first year engineering students. **Journal of Engineering Education**, v. 98, n.2, p. 145-156, 2009.
- CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance.** Boston: Harvard Business Press, 1991.
- COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. New product processes at leading industrial firms. **Industrial Marketing Management**, v. 20, n. 2, p. 137-147, 1991.
- CROPLEY, D. H.; CROPLEY, A. J. Fostering creativity in engineering undergraduates. **High ability studies**, v. 11, n. 2, p. 207-219, 2000
- CROPLEY, D. H; CROPLEY, A. J. **Engineering creativity: A systems concept of functional creativity.** Creativity across domains: Faces of the muse. Hove: Psychology Press, p. 169-185, 2005
- DE GRAAF, E.; KOLMOS, A. Characteristics of problem-based learning. **International Journal of Engineering Education**, v. 19, n. 5, p. 657-662, 2003
- DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP (PRO-USP). Proposta Pedagógica do curso de Engenharia de Produção. Disponível em <<http://pro.poli.usp.br/graduacao/proposta-pedagogica-2/>>. Acesso em 08 de maio de 2015
- GONZALES, M. A. C. et al. **Estudo da utilização de espaços físicos não convencionais no ensino de desenvolvimento de produtos.** In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2014.

LEONARDI, P. M. **The myths of engineering culture: A study of communicative performances and interaction.** 2003. Dissertação (Mestrado em Comunicação) - Graduate School of the University of Colorado, 2003

MANCANARES, C. G.; ZANCUL, E. S.; CAUCHICK, P. A. M. . **Projeto e implantação de um ambiente de desenvolvimento de produtos para uso em cursos de graduação em engenharia.** In: XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2013.

MILLER, M. et al. **Determining the Importance of Hands-On Ability for Engineers.** In: Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, 2009.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of Engineering Education.** v. 93, n.3, p. 223-232, 2004.

PRINCE, M.; FELDER, R. M. Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases. **Journal of Engineering Education.** v. 95, n. 2, p. 123-138, 2006.

RIEMER, M. J. Communication skills for the 21st century engineer. **Global Journal of Engineering Education.** v. 11, n.1, 2007.

SAVERY, J. R. Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. Interdisciplinary **Journal of Problem-Based Learning.** v. 1, n. 1, p. 9-20, 2006.

STERNBERG, R. J. **Handbook of creativity.** New York: Cambridge University Press, 1999.

STOUFFER, W. B.; RUSSELL, J. S.; OLIVA, M. G. **Making the strange familiar: Creativity and the future of engineering ed-**

ucation. In: Proceedings of the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, 2004.

STROM, R. D.; STROM, P. S. Changing the rules: Education for creative thinking. **The Journal of Creative Behavior.** v. 36, n. 3, p. 183-200, 2002.

TORRANCE, E. P. Scientific Views of Creativity and Factors Affecting Its Growth. **Daedalus.** v. 94, n. 3, p. 663-681, 1965

THOMPSON, G.; LORDAN, M. A review of creativity principles applied to engineering design. In: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: **Journal of Process Mechanical Engineering.** v. 213, n.1, p. 17-31, 1999.

UK DIGITAL SKILLS TASKFORCE. **Digital skills for tomorrow's world.** 2014. Disponível em <<http://ukforce.org.uk/wp-content/uploads/2014/07/Digital-Skills-for-Tomorrows-World.pdf>> Acesso em 01 de junho de 2015.

WANKAT, P.; OREOVICZ, F. **Teaching engineering.** West Lafayette: Purdue University Press, 2015.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K. B. Revolutionizing **Product Development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality.** New York: Simon and Schuster, 1992.

ZANCUL, E. S et al. **Disciplina de formação para a inovação, com base em projeto multidisciplinar e prototipação de soluções complexas para problemas reais da sociedade.** In: Simpósio Temático da Pró-Reitoria de Graduação - A Docência na USP: Desafios e Inovações, 2014

ZHOU, C. Integrating creativity training into Problem and Project-Based Learning curriculum in engineering education. **European Journal of Engineering Education.** v. 37, n. 5, 2012.

Correspondência

Cassia de Oliveira Fernandez, cassia.fernandez@usp.br
Roseli de Deus Lopes, roseli.lopes@usp.br
José Aquiles Baesso Grimoni, aquiles@pea.usp.br
Eduardo de Senzi Zancul, ezancul@usp.br