



DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

PERFIL DO PROFESSOR, APRENDIZAGEM ATIVA E MULTIDISCIPLINAR,
PROCESSOS DE INGRESSO, INOVAÇÃO E PROPOSIÇÕES.

ORGANIZADORES:

Vanderli Fava de Oliveira
Octavio Mattasoglio Neto
Marcos José Tozzi

AUTORES-COORDENADORES:

Diana Mesquita | Alessandro Fernandes Moreira | Mara Fernanda Parisoto
José Aquiles Baesso Grimoni | Paulo Ribeiro Lins Júnior | Renato das Neves
Simone Ramires | Alex Sandre Kilian | Liane Ludwig Loder
Ana Cecília Feitosa de Vasconcelos



DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA:

Perfil do Professor, Aprendizagem Ativa e Multidisciplinar, Processos de Ingresso, Inovação e Proposições

Organizadores:

Vanderlí Fava de Oliveira
Octavio Mattasoglio Neto
Marcos José Tozzi

Autores Coordenadores:

Diana Mesquita
Alessandro Fernandes Moreira
Mara Fernanda Parisoto
José Aquiles Baesso Grimoni
Paulo Ribeiro Lins Júnior
Renato das Neves
Simone Ramires
Alex Sandre Kilian
Liane Ludwig Loder
Ana Cecília Feitosa de Vasconcelos

 **ABENGE**

centro
universitário



CENTRO UNIVERSITÁRIO
Fundação Santo André

INSTITUTO MAUÁ DE TECNOLOGIA
 **MAUÁ**

 Universidade
Metodista
de São Paulo


UFABC

Este livro foi organizado a partir das Sessões Dirigidas realizadas no XLIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2015 São Bernardo do Campo, 08 a 11 de setembro de 2015.

O COBENGE é um evento anual promovido pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia – ABENGE.

A ABENGE, fundada em 12 de setembro de 1973, é uma sociedade civil de âmbito nacional, sem fins lucrativos, de caráter educacional e cultural, que objetiva o aprimoramento, a integração e a adequação à realidade nacional e internacional da educação em Engenharia e o contínuo aperfeiçoamento das instituições filiadas.

Diretoria da ABENGE

| | |
|--------------------------------|-------------------------|
| Nival Nunes de Almeida | Presidente |
| Marcos José Tozzi | Vice-presidente |
| Ana Maria Mattos Rettl | Diretora Administrativa |
| Vanderlí Fava de Oliveira | Diretor de Comunicação |
| Benedito Guimarães Aguiar Neto | Diretor Acadêmico |

Comissão Organizadora do COBENGE 2014

Gilberto Martins (UFABC)
Octavio Mattasoglio Neto (MAUÁ)
Carlos Eduardo Santi (UMESP)
Roberto Baginski (FEI)
Mário Gonçalves Garcia Júnior (CUFSA)

Conselho Editorial da ABENGE (2015-2018)

Adriano Péres – FURB
Armando José Pinheiro Marques Pires – ITS/Portugal
Benedito Guimarães Aguiar Neto – UPM
Carlos Almir Holanda – UFC
Cristina Gomes de Souza – CEFET-RJ
Erickson Rocha e Almendra – UFRJ
Fabio do Prado – FEI
Gustavo Alves – IPPISEP/Portugal
Humberto Abdalla Júnior – UnB
João Bosco Laudares – PUC-MG / CEFET-MG
João Sergio Cordeiro – UFSCar
José Alberto dos Reis Parise – PUC-Rio
Laurete Zanol Sauer – UCS
Liane Ludwig Loder – UFRGS
Luiz Carlos Scavarda do Carmo – PUC-Rio
Lueny Morell – HP/EUA
Maria José Gazzí Salum – UFMG
Mário Neto Borges – UFSJ
Mauro Conti Pereira – UCDB
Michelle da Rosa Andrade – FURG
Milton Vieira Junior – UNINOVE
Nival Nunes de Almeida – UERJ
Octavio Mattasoglio Neto – CEUNIMT
Osvaldo Shigeru Nakao – USP
Ricardo Kalid – UFBA
Tânia Regina Dias Silva Pereira – UNEB
Vanderlí Fava de Oliveira – UFJF
Vicente Albéniz Laclaustra – EIC/Colômbia
Walter Antonio Bazzo – UFSC
Zacarias M. Chamberlain Pravia – UPF

© 2016 ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia
SRTVN Bloco A Lote C Salas 730/732 - Centro Empresarial Norte
Condomínio Centro Empresarial Norte - Asa Norte
Brasília - DF – CEP: 70710-200

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19/02/1998.
Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da Abenge,
poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados:
eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

Ficha Técnica:

Coordenação Geral: Vanderlí Fava de Oliveira
Capa: Comissão Organizadora Cobenge 2015
Diagramação: Douglas Zimmermann

Tiragem: 1.000 exemplares

Ficha Catalográfica preparada pela ABENGE

DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Processos de Ingresso, Perfil
do Professor, Aprendizagem Multidisciplinar, Inovação e Proposições /
Vanderlí Fava de Oliveira, Octavio Mattasoglio Neto e Marcos José Tozzi –
Organizadores – Brasília: ABENGE, 2016

200p

C749 XLIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE
2015) – São Bernardo do Campo, 08 a 11 de setembro de 2015 – ABENGE

ISBN: 978-85-64541-08-5

1 – Educação em Engenharia; 2 – Aprendizagem Multidisciplinar; 3 –
Processos de Ingresso; 4 – Perfil do Professor

I. Título

CDU: 658.5

SUMÁRIO

Apresentação 8

Capítulo 01 9

PERFIL DO PROFESSOR DE ENGENHARIA: DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS NOS CONTEXTOS DE APRENDIZAGEM ATIVA

Diana Mesquita, Renato das Neves, Rui M. Lima, Alice Cristina Figueiredo, Ana Carolina Oliveira Santos, Ana Maria Silveira Turrioni, Bárbara Cristina Oliveira de Campos, Bianca Cabral Caldeira, Fabiana Costa Guedes, Hector Alexandre Chaves Gil, Ivete Ana Schmitz Booth, João Batista Turrioni, José Arthur Martins, Juliana Capanema, Laurete Zanol Sauer, Luiz Carlos de Campos, Marcelo C. M. Teixeira, Marco Antonio Carvalho Pereira, Marina Valentim Barros, Marínez Cargnin-Stieler, Octavio Mattasoglio Neto, Rodrigo Aparecido da Silva Braga, Samuel Ribeiro Tavares, Valquíria Villas-Boas.

Capítulo 0236

INICIATIVAS PARA UM APRENDIZADO MULTIDISCIPLINAR: INTERAÇÕES ENTRE ATIVIDADES PEDAGÓGICAS, CURSOS DE ENGENHARIA E INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Alessandro Fernandes Moreira, Simone Ramires, Carla ten Caten, Cristiano Morini, Denizard Baptista de Freitas, Fernanda Gobbi de Boer, Flávio Kieckow, Heloísa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves, Ieda Kanashiro Makiya, Istefani Carísio de Paula, Jocelise Jacques, Júlio César Valente Ferreira, Marcelo de Lima Beloni, Marcos Renan dos Santos Fialho, Thaís Helena de Lima Nunes, Rafael Faermann Korman, Rebeca do Nascimento Pinto Lima, Paulo Sérgio de Arruda Ignácio, Wellington da Silva Fonseca.

Capítulo 03.....68

RESSIGNIFICAÇÃO DO ENSINO PARA A FORMAÇÃO DE NOVOS ENGENHEIROS: DAS ESTRATÉGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM AO MUNDO CONTEMPORÂNEO

Mara Fernanda Parisoto, Alex Sandre Kilian, Maykon Gonçalves Müller, Miguel Angel Chincaro Bernuy, Rodrigo Aparecido da Silva Braga, Fabiana Costa Guedes, Joceliane Dal Lago, Maria te Vaarwerk, Lilia Maria Marques Siqueira, Gil Eduardo Guimarães, Nelson Marinelli, Marianne Kogut Eliasquevici, Maria Ataíde Malcher, Weverton Raiol Gomes de Souza, Elaine Cristina Brito Pinheiro, Marcos Danilo Costa de Almeida, Zaqueu Oliveira dos Santos, Newton Figueiredo, Agenor Pina da Silva, Tânia Regina Dias Silva Pereira, Telma Dias Silva dos Anjos, Moacir Ávila de Matos Júnior, Eloiza Aparecida Silva Ávila de Matos, Antonio Carlos de Francisco, Rodrigo Cutri, Nair Stem, Octavio Mattasoglio Neto, Luis da Silva Campos, Paulo Alexandre Martin, Keiti Pereira Vidal de Souza, Gabriela Ribeiro Peixoto Rezende Pinto, Álvaro Santos Alves, José Carlos Oliveira de Jesus, José Luís Michinel.

Capítulo 04

DISCUSSÃO SOBRE OS DIFERENTES PROCESSOS DE INGRESSO DOS CURSOS DE ENGENHARIA

José Aquiles Baesso Grimoni, Liane Ludwig Loder, Ivete Peixoto Pinheiro Silva, Vinícius Lúcio Ferreira, Abelardo Bento Araujo, Nilza Helena de Oliveira, Ricardo Schwab Casimiro Carvalho, Edinéia Zarpelon, Fábio Edenei Mainginski, Luis Mauricio Martins de Resende, Elaine Gomes Assis, Éverton Nassau Oliveira, Kelly Cristina Guimaraes Alcantara Borba, Otavio Augusto Bolzani do Nascimento, William Alessando Camolesi da Costa, Adalberto Matoski, David Antoine Delaine, Leandro Key Higuchi Yanaze, Cassia Fernandez, Luciana Guidon Coelho, Maria Alice Gonzales, José Aquiles Baesso Grimoni, Roseli de Deus Lopes, Daniel Monteiro Rosa, Dianne Magalhães Viana, Ana Carolina Kalume Maranhão, Bruna Cavagnoli Boff, Laurete Zanol Sauer, Valquíria Villas-Boas, Maria Helena Campos Soares de Mello, Helder Gomes Costa, Nival Nunes de Almeida e Evandro Mendes da Silva.

Capítulo 05

INOVAÇÃO COMO UMA COMPETÊNCIA TRANSVERSAL NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA

Paulo Ribeiro Lins Júnior, Ana Cecília Feitosa de Vasconcelos, Adriana Maria Tonini, Roseli de Deus Lopes, Istefani Carísio de Paula, Alberto do Canto, Carla Ten Caten, Fernanda Gobbi de Boer, Sandra Elisa Kunrath, Rafael Faermann Korman, Raquel Andrade Barros Ouriques, João Felipe Silva Ouriques, Arnaldo Pinheiro Costa Gaio, Maria Gabriela Pinto de Almeida Simões, Haroldo de Jesus Clarim.

APRESENTAÇÃO DO LIVRO

Este é o oitavo livro organizado a partir dos resultados dos trabalhos apresentados e discutidos em Sessões Dirigidas (SDs) do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE. Isto significa a consolidação dessa modalidade de apresentação e discussão de trabalhos em congressos científicos. Os capítulos deste volume foram construídos nas SDs realizadas durante o COBENGE 2015, ocorrido em São Bernardo do Campo – SP, de 08 a 11 de setembro de 2015.

A proposta de SD tem sua origem na constatação de que, através das tradicionais sessões técnicas em eventos dessa natureza, os trabalhos dos pesquisadores dispõem de pouco tempo para apresentação e discussão, o que acaba frustrando os interessados em um maior aprofundamento nos trabalhos apresentados. Cada SD foi composta por um coordenador e um relator de instituições distintas. As propostas submetidas foram aprovadas em função da pertinência, exequibilidade e enquadramento no temário do evento. Além da proposição original dos autores, cada SD ainda recebeu inscrições de artigos de autores interessados, dos quais foram selecionados trabalhos para apresentação e composição das SDs.

A Sessão Dirigida não se inicia nem termina no período de realização do congresso. Os coordenadores e relatores das SDs iniciam a interação e a discussão com os autores dos trabalhos selecionados, pelo menos, 30 dias antes do evento, com vista à organização do mesmo. Esta interação continua após a realização das SDs, quando são consolidados os artigos e as discussões havidas durante o evento em capítulo do presente livro.

No seu conjunto, os capítulos deste livro, que se alinham pela temática relativa à “Engenharia: Múltiplos Saberes e Atuações”, constituem-se em um importante material produzido por autores de diferentes instituições, que foram significativamente enriquecidos pelas discussões com grupos afins em cada Sessão. Com isso, este livro representa não só a visão de seus autores, mas também os resultados dos debates das ideias e das conclusões que estes autores submeteram à discussão nas suas respectivas SDs.

O processo de construção dos capítulos deste livro, a partir das sugestões iniciais dos renomados pesquisadores que são os seus autores, passando pela discussão em um evento da envergadura do COBENGE, faz com que as ideias, as reflexões e as proposições constantes dessa obra sejam significativamente consistentes e sedimentadas. Além disso, a temática geral do livro, aliada à diversidade de abordagens implementadas pelos diferentes autores, faz desta uma importante obra colocada à disposição de professores, de estudantes, de profissionais e dos demais interessados.

OS ORGANIZADORES

CAPÍTULO I

PERFIL DO PROFESSOR DE ENGENHARIA: DESENVOLVIMENTO DE COMPE- TÊNCIAS NOS CONTEXTOS DE APRENDIZAGEM ATIVA

Diana Mesquita
Universidade do Minho – UMinho

Renato das Neves
Universidade Federal do Pará – UFPA

Rui M. Lima
Universidade do Minho – UMinho

Alice Cristina Figueiredo
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI - Campus de Itabira

Ana Carolina Oliveira Santos
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI - Campus de Itabira

Ana Maria Silveira Turrioni
Pontífice Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP

Bárbara Cristina Oliveira de Campos
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial - SENAC-GRU-SP

Bianca Cabral Caldeira
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI - Campus de Itabira

Fabiana Costa Guedes
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI - Campus de Itabira

Hector Alexandre Chaves Gil
Instituto Mauá de Tecnologia – IMT

Ivete Ana Schmitz Booth
Universidade de Caxias do Sul – UCS

João Batista Turrioni
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

José Arthur Martins
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Juliana Capanema
Centro Universitário – UNA

Laurete Zanol Sauer
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Luiz Carlos de Campos
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC-SP

Marcelo C. M. Teixeira
Universidade Estadual Paulista – UNESP

Marco Antonio Carvalho Pereira
Escola de Engenharia de Lorena – USP

Marina Valentim Barros
Centro Universitário – UNA

Marinez Cargnin-Stieler
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

Octavio Mattasoglio Neto
Instituto Mauá de Tecnologia – IMT

Rodrigo Aparecido da Silva Braga
Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI - Campus de Itabira

Samuel Ribeiro Tavares
Universidade Nove de Julho – UNINOVE

Valquíria Villas-Boas
Universidade de Caxias do Sul – UCS

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. APRENDIZAGEM ATIVA..... | 12 |
| 3. O PAPEL DO ESTUDANTE..... | 17 |
| 4. O PAPEL DO PROFESSOR..... | 18 |
| 5. COMPETÊNCIAS DO PROFESSOR | 19 |
| 6. AÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO | 24 |
| Escola de Engenharia de Lorena (EEL) – USP..... | 24 |
| Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)..... | 25 |
| Universidade de Caxias do Sul..... | 26 |
| Instituto Mauá de Tecnologia | 27 |
| 7. CONCLUSÕES..... | 28 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 30 |

Perfil do Professor de Engenharia: Desenvolvimento de Competências nos Contextos de Aprendizagem Ativa

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o ensino superior tem sido marcado por transformações políticas e sociais com impacto nas questões curriculares e pedagógicas, conduzindo para uma mudança de paradigma educacional. A literatura internacional aponta diversos pontos de discussão acerca das mudanças vigentes no ensino superior, tais como a qualidade dos programas de ensino (BARNETT & COATE, 2005), as estratégias de melhoria dos processos de ensino e aprendizagem (RAMSDEN, 2004) ou a forma como os professores podem inovar a sua prática pedagógica (VEIGA-SIMÃO et al., 2015; GOLDBERG & SOMMERVILLE, 2014; FITZMAURICE, 2010; COWAN, 2006). A Educação em Engenharia tem dado particular atenção a estes aspectos (UNESCO, 2010) e as associações de credenciamento e certificação de Engenharia, como o Conselho norte-americano de Credenciamento de Engenharia e Tecnologia (ABET, 2013) e a rede europeia de acreditação de educação em Engenharia (ENAAE), têm vindo a valorizar metodologias de ensino-aprendizagem inovadoras. Ainda na União Europeia (EU), a reestruturação decorrente do Processo de Bolonha modificou o ensino superior e intensificou o ensino e a aprendizagem centrados no estudante e na resolução de problemas reais.

Entre uma das exigências atuais da União Europeia para responder a estas mudanças nos processos de ensino-aprendizagem, está a formação pedagógica dos professores até 2020 (EUROPEAN COMMISSION, 2013). Estas mudanças e demandas levantam a necessidade de entender melhor o perfil do professor de Engenharia. Sendo assim, será necessário responder a questões como: que competências esses professores precisam desenvolver para formar mais e melhores engenheiros?

Muitas instituições de ensino superior encontram-se, atualmente, enfrentando o desafio pedagógico de capacitar seus professores, a fim de transitar – da concepção de ensinar, por meio da transmissão de conteúdos originalmente concebidos para estudantes essencialmente passivos – para um processo de ensinar voltado para o desenvolvimento de competências, no qual o professor é mediador desse processo e os estudantes são os principais atores do mesmo. Enfrentar tal desafio é importante, considerando que a formação em Engenharia se desenvolve em um cenário cujos protagonistas (os estudantes e seus professores) devem, juntos, construir espaços para o desenvolvimento de competências que distinguirão o engenheiro como um profissional criativo e inovador, que aplica conhecimentos básicos e específicos para lidar com a realidade do meio onde está inserido, buscando aprimorar as condições tecnológicas (INOVA, 2006).

Tendo essas necessidades em foco, as escolas de Engenharia, em vários países, têm procurado uma dinâmica crítica entre teoria e prática, para que os

estudantes tenham a oportunidade, durante a sua formação, de desenvolver competências associadas à sua prática profissional. A prática profissional de um engenheiro, para além da aplicação dos conhecimentos técnicos, passa igualmente pelas competências transversais, tais como saber se comunicar, liderar, trabalhar em equipe e resolver problemas (MESQUITA et al., 2015; LIMA, MESQUITA & ROCHA, 2013; JOLLANDS et al., 2012; KOLMOS & HOLGAARD, 2010).

Portanto, os docentes devem estar preparados para acompanhar a evolução do perfil dos egressos e isso requer capacitação para desenvolvimento do perfil do próprio docente. Neste sentido, o papel do professor passa por proporcionar as situações e experiências educativas que permitam aos estudantes desenvolver competências. O professor é, portanto, um agente decisivo na inovação curricular e pedagógica (COWAN, 2006), na medida em que uma lógica curricular por competências implica que a escolha do professor considere estratégias de ensino centradas na aprendizagem do estudante. É neste sentido que se justifica o investimento em formação pedagógica dos professores dos cursos de Engenharia, visando prepará-los para os desafios que os contextos de aprendizagem ativa colocam (MESQUITA, FLORES & LIMA, 2014). Portanto, importa que a formação pedagógica seja contextualizada, isto é, considerando “as situações específicas de cada sala de aula (ESTEVES, 2008), de modo a potencializar a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem e o desenvolvimento de competências dos docentes”. A questão que se coloca é: quais as competências que fazem parte do perfil dos professores de Engenharia?

Este capítulo é resultado de um processo de colaboração entre os participantes da Sessão Dirigida 01 (SD) do COBENGE 2015, que reuniu professores e pesquisadores, com o intuito de discutir o perfil dos docentes de Engenharia, considerando o desenvolvimento das suas competências nos contextos de aprendizagem ativa.

O objetivo é contribuir para uma explicitação das competências do professor de Engenharia em contextos de aprendizagem ativa, a partir da partilha de experiências e situações de ensino que permitam contextualizar as dificuldades, as limitações, as estratégias e os desafios inerentes ao trabalho docente.

Neste sentido, este capítulo aborda os conceitos de aprendizagem ativa, considerando o papel do estudante e o papel do professor. Considerando as contribuições dos autores da SD, procurou-se aprofundar e explicitar as competências do professor e as potenciais estratégias para o desenvolvimento das mesmas. Nas considerações finais, reflete-se criticamente sobre a problemática, evocando pistas com indícios de trabalho futuro.

2. A APRENDIZAGEM ATIVA

As metodologias de aprendizagem ativa caracterizam-se pela participação efetiva e reflexiva dos estudantes no seu próprio processo de aprendizagem

(PRINCE, 2004), tendo o professor o papel de garantir as condições e as oportunidades para o resultado. A preparação do docente para enfrentar uma situação de mediação e facilitação da aprendizagem dos estudantes, em que se espera o desenvolvimento de suas competências, precisa ser adequada e exige um monitoramento do processo.

As estratégias e os métodos de aprendizagem ativa utilizados nos cursos de Engenharia de algumas universidades nacionais e internacionais (e.g. Portugal, Dinamarca, Estados Unidos da América, Singapura) são: Aprendizagem baseada em problemas e em projetos (*Problem & Project Based Learning*), Instrução pelos colegas (*Peer Instruction*), Pense-Par-Compartilhe (*Think-Pair-Share*), Grupos resolvendo exercícios em sala de aula (*In-Class Exercise Teams*), Tomando Notas Cooperativamente em Pares (*Cooperative Note-Taking Pairs*), Questionamento guiado entre pares (*Guided Reciprocal Peer Questioning*), Resolução em voz alta de problemas em pares (*Thinking-Aloud Pair Problem Solving*), dentre outras (VILLAS-BOAS et al., 2012).

O uso dessas estratégias e métodos implica necessariamente em uma alteração do papel do professor, o que determina que possua um conjunto de competências essenciais ao ambiente de aprendizagem proposto. Tal como mencionado anteriormente, este ambiente de aprendizagem caracteriza-se pela participação ativa do estudante, em que é colocado a pensar, a resolver, a questionar, a criticar sobre problemas de Engenharia. Espera-se, por isso, que a formação do engenheiro passe não só pelos conhecimentos técnicos, mas também pelas competências transversais associadas à prática de Engenharia. A este respeito, Lima, Mesquita e Rocha (2013) destacam as competências de trabalhar em equipe, a comunicação, a liderança, o conhecimento da língua inglesa, e ter conhecimentos de informática como sendo essenciais na prática profissional em Engenharia. As experiências de aprendizagem devem, por isso, contemplar espaços e oportunidades para que os estudantes desenvolvam estas competências. Por sua vez, o Ministério da Educação no Brasil afirma que os currículos dos cursos de Engenharia devem fornecer condições para que seus egressos adquiram competências e habilidades estabelecidas na Resolução CNE/CES 11, que institui Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Engenharia (BRASIL, 2002).

A seguir, apresenta-se um exemplo de implementação de estratégia (Sala de Aula Invertida) e um exemplo de implementação de método de aprendizagem ativa (Aprendizagem Baseada em Problemas), em que se discutem as suas operacionalizações, resultados e implicações em cursos de Engenharia.

Implementação da estratégia “Sala de Aula Invertida” (*Flipped Classroom*)

Essa experiência foi desenvolvida envolvendo estudantes de quatro cursos de Engenharia (Civil, Mecânica, Elétrica e Produção) em uma universidade privada de São Paulo. Neste processo, foram envolvidos 21 professores voluntários atuando nas disciplinas: Introdução à Engenharia, Física e Matemática. Participaram um total de 272 estudantes, sendo a maioria composta de alunos que trabalham e

estudam. Foram utilizadas quatro salas de aulas no período diurno e 11 no noturno. Os professores envolvidos no processo participaram de uma capacitação no início do semestre sobre os conceitos e práticas da estratégia *Flipped Classroom*, enquanto os estudantes apenas foram informados sobre uma alteração na metodologia de trabalho.

Os materiais trabalhados na abordagem foram disponibilizados em um ambiente virtual de aprendizagem (AVA), complementado por material escrito (elaborado e selecionado); três vídeos (criados) e nove outros (indicados no YouTube). Esses materiais foram selecionados ou elaborados/criados pelos próprios professores. A experiência foi realizada durante o 2º semestre letivo do ano de 2014. No final do semestre, foi aplicado um questionário contendo questões fechadas e abertas, com o objetivo de colher as percepções dos estudantes sobre o processo. As questões fechadas apresentavam afirmativas que permitiam aos estudantes indicar seu nível de concordância, com base em uma adaptação da escala *Likert (1932)*: (DT) Discordo Totalmente, (NS) Não Sei e (CT) Concordo Totalmente.

As afirmativas buscavam identificar a percepção dos estudantes quanto à ocorrência de instrumentos utilizados nas estratégias tradicionais e na sala de aula invertida. As afirmativas apresentadas aos estudantes foram as seguintes: (a) Aulas expositivas e materiais de leitura são fornecidos dentro da sala de aula; (b) Tarefas de aprendizagem e exercícios práticos são realizados fora da sala de aula; (c) Aulas expositivas e materiais de leitura são fornecidos fora da sala de aula; (d) Tarefas de aprendizagem são realizadas dentro da sala de aula; (e) Aprendizagem interativa baseada em trabalhos em equipe é frequentemente empregada; (f) Os professores propõem questões/projetos estimulando e conduzindo as descobertas; (g) Os estudantes aplicam conceitos e criatividade no Desenvolvimento de Projetos.

Concluiu-se, nesta experiência, que a estratégia exige uma infraestrutura adequada à sua implementação; é flexível às necessidades institucionais, e a sua customização para atendimento a vários contextos deve ser definida de acordo com a instituição e o perfil dos estudantes.

Implementação do método de aprendizagem baseada em problemas (PBL) em uma turma de Engenharia Química

A disciplina de Energias Alternativas do Centro Universitário é ministrada no último período do curso de Engenharia Química e tem como ementa as energias renováveis, ou seja, as energias que não têm como fonte primária os combustíveis fósseis. São abordadas na disciplina as seguintes energias: hidrelétrica, eólica, solar, geotérmica, maremotriz e as de biomassa. Essa disciplina em períodos anteriores foi trabalhada de forma tradicional, com aulas expositivas, exposição dialogada e provas individuais.

No 1º semestre de 2015, foi proposto aos estudantes utilizar o método PBL na disciplina de Energias Alternativas. O método PBL ia ao encontro de trabalhar

a disciplina com situações aplicadas à Engenharia e de tornar a disciplina mais atrativa aos estudantes.

A opção da professora, juntamente com a coordenação do Centro Universitário de utilizar o método PBL em suas aulas, exigiu uma preparação anterior, que foi realizada no 2º semestre de 2014. Foi realizada uma visita à USP – São Carlos, que tem grande tradição na aplicação desse método, para assistir às aulas em que o mesmo era aplicado, observar os estudantes e conversar com os professores sobre as vantagens e desvantagens do método. Esse foi o primeiro ponto importante na preparação das aulas: conhecer o método, o seu funcionamento e os seus princípios básicos, que estão de acordo com a competência de organizar e dirigir situações de aprendizagem propostas por Perrenoud (2000). Esse domínio do método foi feito com estudos teóricos e a vivência que aconteceu na USP – São Carlos.

Foram propostos aos estudantes três ciclos de problemas: o primeiro com problemas relativos à energia hidrelétrica; o segundo com problemas relativos às energias geotérmica, eólica e solar; e o terceiro com problemas relativos às de biomassa. Em cada ciclo eram realizadas seis apresentações organizadas em três aulas. Em cada aula, o mesmo problema foi apresentado por dois grupos distintos.

As aulas foram organizadas da seguinte forma: a primeira aula do ciclo consistia na elaboração do relatório parcial e refinamento do problema a ser apresentado, o que foi feito em grupos de até cinco (5) estudantes; as outras aulas do ciclo eram reservadas para apresentação e debates.

Para auxiliar na definição do problema, os estudantes, reunidos em grupo, recebiam um texto da professora com algumas informações. Esse texto apresentava conteúdos como reportagens de jornais e/ou trechos de artigos científicos que serviam de base para a elaboração do problema a ser investigado. “O problema deve ser capaz de promover a transferência de conceitos, habilidades e atitudes para situações correlatas e integrar conhecimentos intra ou interdisciplinares” (RIBEIRO, 2008). Os estudantes enfrentaram dificuldades para definir o problema e encontrar uma questão objetiva para ser respondida.

Nessa etapa, a função da professora era ajudar os estudantes do grupo a elaborar o problema sem impor a eles um problema desejado por ela. Deveria conhecer as dificuldades dos estudantes de cada equipe, saber administrar as diferenças existentes e desenvolver a cooperação entre os estudantes, com o objetivo deles se ajudarem mutuamente. Tudo isso em acordo com a competência de conceber e fazer evoluir os dispositivos de diferenciação (PERRENOUD, 2000). A professora baseia-se nos conhecimentos prévios dos alunos para auxiliá-los a definir o problema a ser investigado, e, assim, garante que o problema tenha significado para o grupo e que desperte o interesse para a investigação.

Um dos pontos que foram considerados foi a utilização do tempo em sala de aula, já que o curso é noturno e os estudantes dispunham de pouco tempo fora de sala de aula. O professor utilizava o tempo total de uma aula (cem minutos) para definir em sala, juntamente com os estudantes, o problema e discutir com os

integrantes de cada equipe as possibilidades de investigação.

Um dos desafios encontrados pelo professor na preparação do relatório parcial foram perguntas que os estudantes faziam sobre conteúdos relacionados aos problemas. As perguntas dos estudantes eram inesperadas; o professor não tinha controle sobre elas, como em uma aula expositiva. Na aula expositiva tradicional, quando o professor expõe os conteúdos, as perguntas são sobre o que está sendo exposto, previsíveis. O professor na mediação da aprendizagem baseada em problemas tem que lidar com perguntas não previstas, perguntas que envolvem várias áreas do conhecimento. A preparação do professor nessa situação deve ser ainda maior do que quando vai expor o conteúdo em uma aula tradicional.

Após a elaboração do relatório parcial, as aulas foram destinadas a apresentações para toda a classe. Cada equipe tinha aproximadamente 15 minutos para realizá-las e, cada aula, tinha duas apresentações sobre o mesmo problema. Após as apresentações, as equipes se reuniam novamente e elaboravam uma pergunta que seria apresentada no debate. O debate era realizado logo após as apresentações, com questões elaboradas pelos próprios estudantes reunidos em equipes. Nesse momento, a participação dos estudantes era intensa, já que as perguntas tinham sempre conteúdo provocativo e polêmico. A professora enfrentou, aí, outro desafio: o de conduzir as discussões propostas pelos estudantes. Ela teve, nessa etapa, alguns cuidados como: não permitir disputas entre as equipes, já que em cada aula duas equipes diferentes apresentavam o mesmo problema; conduzir a discussão para pontos apresentados pelas equipes, impedindo os estudantes de fugir do tema; aproveitar as discussões para pontuar falhas nas apresentações de cada equipe sem menosprezar o trabalho dos estudantes; estimular a participação de todos os estudantes da turma, aproveitando a discussão para complementar o conteúdo com novas informações, caso necessário. As competências necessárias para o professor enfrentar essa situação são: a organização de situações de aprendizagens, como o debate, e a preocupação de envolver os estudantes no processo de aprendizagem (PERRENOUD, 2000).

Ao final da aula, os estudantes preenchiam individualmente relatórios nos quais apresentavam os pontos positivos e negativos das apresentações. A forma de avaliação do PBL também foi feita de maneira diferente das aulas tradicionais, por meio dos relatórios e das apresentações dos problemas.

A disciplina foi estruturada em três ciclos. Cada equipe passava então por três apresentações sobre diferentes temas. A partir dos problemas, vários conteúdos referentes às energias alternativas foram abordados. Para exemplificar o caso específico dessa disciplina, os problemas apresentados pelos estudantes eram variados como: “É viável a utilização da usina solar fotovoltaica, apesar dos problemas socioambientais que a produção das células das placas pode causar?”; “A Usina de Belo Monte é viável ou não?”; “Qual a melhor escolha de combustível para abastecimento de veículos: álcool ou gasolina?”; “O problema gerado pela energia geotérmica: a emissão de sulfeto de hidrogênio para a atmosfera”.

A experiência ressalta a importância da preparação do professor para atuar em contextos de aprendizagem ativa, uma vez que envolve variadas competências. Além disso, também sinaliza para a necessidade de mudança de postura dos docentes: o professor de Engenharia deixa de ser um expositor de conteúdo para se tornar um mediador da sala de aula, que acompanha o processo de aprendizagem dos estudantes.

Com base nos exemplos apresentados, reafirma-se que a aprendizagem ativa promove uma alteração do processo de ensino e aprendizagem que, necessariamente, se reflete nos papéis do estudante e do professor. Nas próximas seções, será aprofundada essa discussão.

3. O PAPEL DO ESTUDANTE

O modelo tradicional de ensino baseado na transmissão/recepção de conhecimento não contempla os diferentes estilos de aprendizagem (PRITCHARD, 2013; FELDER, 2010). Isso porque as diferentes formas que cada indivíduo percebe, captura, organiza, processa e entende o conhecimento não são levadas em consideração.

O perfil do egresso torna necessário que o processo de ensino e aprendizagem decorra, não só do conteúdo proposto na ementa, mas pela oportunidade de desenvolvimento de competências para que o estudante consiga executar as diversas atividades profissionais que será submetido. Sendo assim, o professor deve desenvolver um perfil que lhe permita, com as atividades propostas, trabalhar as duas vertentes em conjunto, ou seja, de forma a possibilitar que o ensino do conteúdo seja trabalhado simultaneamente com as habilidades necessárias.

Conforme Lima, Sauer e Soares (2010), este processo de formação, para ser compatível com o que se espera do engenheiro, deve promover a conquista da autonomia intelectual, a capacidade de aprender e de lidar com problemas, reconhecendo de onde surgem, bem como possibilidades de enfrentá-los. Para tanto, as situações de ensino e aprendizagem precisam estar focadas, cada vez mais, nas ações dos estudantes. Orientados pelo professor, é necessário propiciá-los ambientes que favoreçam a interação, a colaboração, a troca de conhecimentos e o desenvolvimento de processos de aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003) fundamentados no fazer e compreender com consciência das ações cognitivas (PIAGET, 1978).

Segundo Goldberg (2010), é preocupante notar que algumas instituições estão pouco desenvolvidas no processo de ensino e aprendizagem em educação profissional e tecnológica. Nos cursos da área tecnológica, esse mesmo autor destaca sete habilidades básicas que estão faltando na formação desses estudantes. Segundo ele, os estudantes têm apresentado dificuldades em: fazer boas perguntas; nomear objetos tecnológicos; modelar processos e sistemas qualitativamente; decompor problemas complexos em problemas menores; coletar dados

para análise; visualizar soluções e gerar novas ideias; e comunicar soluções de forma oral e escrita. Cada uma dessas competências consideradas como lacunas na aprendizagem de estudantes poderia ser objeto de uma discussão detalhada e profunda sobre causas e consequências. Esse processo é fundamental na inovação pedagógica dos cursos de Engenharia na medida em que se podem ajustar as demandas sugeridas pela prática profissional.

4. O PAPEL DO PROFESSOR

Na prática, o perfil ideal do docente de Engenharia deve contemplar os seguintes saberes: conceber um processo de ensino e aprendizagem centrado no estudante, reconhecer os diferentes estilos de aprendizado presentes em uma sala de aula e auxiliar no desenvolvimento de outras habilidades nos estudantes, como apresentações orais, técnicas de escrita, trabalho em equipes multidisciplinares, aprendizagem autônoma, entre outros. Estes pressupostos são baseados na teoria construtivista, segundo o modelo sócio-construtivista proposto por Vygotsky, no qual o processo de aprendizagem de um indivíduo está relacionado com sua interação com o meio externo (VYGOTSKY, 1978).

Baseando-se nessa teoria, o docente deve atuar como mediador entre o discente e o meio social. A interação do estudante com os objetos e indivíduos que compõem esse ambiente é responsável por construir seu raciocínio e conhecimento. Nessa perspectiva, o discente é um agente ativo de seu processo de aprendizagem e compete ao docente realizar uma mediação eficaz para que ocorra a (re)construção do conhecimento.

Uma intermediação eficaz por parte do docente deve englobar, entre outros, os seguintes elementos: conhecimento da realidade social e cultural dos discentes, valorização do trabalho em equipe, configuração de um espaço de aprendizagem que permita a interação e a comunicação entre os diferentes agentes de aprendizagem e desenvolvimento de uma unidade de ensino que tenha como ponto de partida o conhecimento prévio dos discentes e suas experiências de vida. Nesse ponto, também é de grande importância, sobretudo para a educação superior, que exista uma interface com outros componentes curriculares do curso. Tais características da teoria sócio-construtivista acabam por definir algumas particularidades que os docentes de cursos de Engenharia devem possuir.

Pela Pedagogia Tecnicista (MELLO, 1984), o professor é um especialista na aplicação de conhecimentos, técnicas e manuais, enquanto o estudante é reduzido a um indivíduo que reage aos estímulos de forma esperada pela escola. A Pedagogia Tecnicista cria o equívoco de que a aprendizagem não é natural do ser humano, mas que depende somente da intervenção de especialistas e da aplicação de técnicas. Dada a difusão desta Pedagogia no Brasil, a partir dos anos 70, muitos dos docentes que atuam hoje possuem nela as bases de sua formação.

Goldberg e Somerville (2014) explicam que formar engenheiros nos tempos atuais se revela cada vez mais um grande desafio, pois, é preciso saber lidar com estudantes cada vez mais ativos, mais inquietos, menos propensos a seguir normas e com maior poder para tomar suas decisões. Para este novo perfil de estudante, esses autores apontam que professores que foram treinados para serem especialistas – treinados para sempre dizer “Eu Sei” – precisam mudar para se tornarem professores que, autenticamente, podem dizer aos seus estudantes: “Eu confio”. É neste contexto que eles propõem que o professor deva ser um *coaching*, ou seja, um treinador cujo desafio é levar o estudante a se descobrir como um ser humano na sua totalidade. E, neste novo papel, ele deve saber ouvir, fazer perguntas e ajudar seus estudantes a superar obstáculos, a reconhecer e ativar novas possibilidades em sua vida.

Os professores de Engenharia não devem ter como foco somente o desenvolvimento técnico de seus estudantes, mas sim encorajá-los, motivá-los a descobrir o seu melhor (GOLDBERG e SOMERVILLE, 2014). Estes autores propõem que o professor, no papel de *coach*, deve levar seus estudantes a perceberem que ele, de fato, se importa com eles. E o professor, ao fazer isso, fará com que a aprendizagem dos estudantes seja beneficiada.

Tendo em vista o perfil do profissional esperado pelo mercado de trabalho e estabelecido pelo MEC, bem como as demandas institucionais das universidades e contexto da aprendizagem ativa aplicada ao ensino de Engenharia, espera-se que o professor também adquira e desenvolva um conjunto de competências associadas à sua prática docente. Nas próximas seções, iremos aprofundar quais são essas competências e quais as ações que permitem aos professores desenvolver essas competências.

5. COMPETÊNCIAS DO PROFESSOR

Nesta seção, tem-se como objetivo explicitar e aprofundar, primeiramente, o conceito de competência, considerando as perspectivas teóricas existentes na literatura.

Para Le Boterf (2008), a competência é constituída de três elementos principais: a formação profissional, as características pessoais e a experiência profissional. Ele enfatiza o aspecto dinâmico das competências, ou seja, as competências não residem nos recursos (conhecimentos, capacidades cognitivas, capacidades relacionais, etc) que uma pessoa possui para mobilizar, mas na própria mobilização desses recursos. Para ele, a competência é um “saber mobilizar”. Ela não é um estado ou um conhecimento adquirido e não se reduz a um saber ou a um saber-fazer. Possuir conhecimentos ou capacidades não significa ser competente, pois não basta saber; é preciso saber como e quando aplicá-los. Esta passagem do saber à ação é um processo de agregação de valor, no qual o conceito de competência designa uma realidade dinâmica, um processo, em vez de um estado.

Zarifian (2001), ao se manifestar sobre competências relacionadas às atividades de ensino de uma forma geral, assim o fez: “O desenvolvimento da lógica competência deveria ser uma oportunidade para que enfatize o papel do sistema educativo e dos professores na medida em que assumem o amadurecimento das competências na e por meio de sua responsabilidade no campo da formação de conhecimentos. [...] Isso faz parte dos debates que nós, professores, precisamos enfrentar como nossa responsabilidade específica. Seria absurdo pensar que a “lógica competência” concerne apenas ao mundo da empresa” (ZARIFIAN, 2001).

Competências, para um professor, é um assunto que vem sendo estudado de forma direta (MASETTO, 2003a; MASETTO, 2003b; PERRENOUD, 2000) ou indireta, quando autores da área educacional se referem às qualidades ou características de um bom professor (FREIRE, 1997). Portanto, independentemente do termo utilizado – qualidades, características ou competências –, é evidente que a temática de competências está inserida no debate das atividades de um professor.

Para Freire (1997), um docente necessita de método, pesquisa, ética e criatividade para ensinar; deve estar aberto à produção do conhecimento e disponível a desaprender o que não é útil; deve ser um agente de mudança, já que o ensinar exige risco, aceitação do novo e rejeição a qualquer forma de discriminação; deve compreender que ensinar exige do professor bom senso, humildade, apreensão da realidade, alegria e esperança. Freire (1997) conclui que ensinar é uma especificidade humana e requer segurança em si mesmo, competência profissional, generosidade, comprometimento e capacidade de escuta.

Posicionando-se especificamente em relação às competências de um docente universitário, Masetto (2003b) assim se manifestou: “O exercício docente do ensino superior exige competências específicas que não se restringem a ter um diploma de bacharel ou mesmo de mestre ou doutor, ou, ainda, apenas o exercício de uma profissão. Exige isto tudo, além de outras competências próprias”.

Pereira (2007) realizou um estudo que teve como objetivo a análise de competências que podem contribuir para uma melhor compreensão do trabalho de docentes universitários, ora à frente do ensino, ora à frente da pesquisa. Um modelo de competências composto por 13 competências comuns aos dois papéis de um docente universitário e de uma competência específica para cada um destes papéis foi proposto. O estudo foi realizado por meio de um levantamento aplicado a professores doutores de Engenharia Química de universidades públicas no Brasil, que visava avaliar as competências de um docente em relação a estes dois processos, isto é, o ensino e a pesquisa. Concluiu-se que as competências – domínio da área de conhecimento, criatividade, planejamento, ética e pró-atividade – possuem relevância similar para ambos os processos. Por outro lado, as competências de relacionamento interpessoal, liderança e empatia foram apuradas como mais relevantes para o ensino do que para a pesquisa. E as competências de trabalho em equipe e flexibilidade foram apuradas como mais relevantes para a pesquisa do que para o ensino.

De uma forma geral, a literatura ainda escassa neste domínio aponta para um conjunto de competências associadas à prática docente que se procura sistematizar a seguir.

- Ser capaz de elaborar problemas/projetos:

O modelo de transmissão/recepção do conhecimento não é suficiente para atender às demandas de aprendizagem dos estudantes. O professor deve possuir a habilidade de elaborar problemas e projetos que sejam capazes de conduzir os estudantes por uma experiência de aprendizagem de conteúdo, levando em consideração o conhecimento prévio dos estudantes. Deve-se ter em mente que, nesse contexto, o problema possui um papel fundamental, pois, por meio dele e das diversas possibilidades de solução, o estudante irá construir a sua experiência de acordo com seu estilo de aprendizagem.

- Entender e acompanhar as motivações dos estudantes:

Segundo Amabile e colaboradores (1986), quando as pessoas são inspiradas pelos seus próprios interesses e quando se divertem, existe uma chance melhor que elas possam explorar caminhos improváveis, assumam riscos e, no final, produzam alguma coisa única e útil. Tal afirmação mostra como a motivação é importante durante a construção do conhecimento do aluno, pois, um estudante motivado é capaz de ir além das expectativas dos professores e dele mesmo, criando um ciclo de aprendizado-motivação.

- Aprender com os estudantes:

Freire (1997) diz que “quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”. Intimamente ligado com a capacidade de elaborar problemas/projetos e com a motivação dos estudantes, o professor deve estar preparado e aberto para o desconhecido. A visão tecnicista do professor como o especialista supremo não se encaixa na atual realidade, na qual os estudantes possuem acesso a uma enorme quantidade de informação e podem trilhar diferentes caminhos para construção do seu conhecimento. Por vezes, alguns destes caminhos não serão de total domínio do professor, portanto, cabe ao docente ter a humildade de reconhecer estes novos caminhos, aprender com seus estudantes e utilizar esse aprendizado para melhorar suas experiências posteriores de ensino.

- Conduzir estudantes em ambientes colaborativos:

Reconhecendo um dos aspectos da teoria sócio-construtivista, a aprendizagem do indivíduo depende de suas interações com outros indivíduos, desta forma, o professor deve, sempre que viável, propor atividades em equipe para os estudantes. Contudo, o trabalho em equipe não pode ser uma mera divisão de atividades. Compete ao docente criar, na medida do possível, equipes heterogêneas, tanto no que diz respeito ao desempenho acadêmico dos estudantes quanto às habilidades individuais de cada um. A construção destes grupos deve passar

por uma etapa de autorregulação, na qual os estudantes devem ser capazes de elaborar e definir seus próprios direitos e responsabilidades em relação aos outros membros do grupo. O professor deve agir como um “estimulador” das interações do estudante com outros indivíduos (estudantes, funcionários da instituição, comunidade externa, etc.), de forma que o estudante também desenvolva a sua habilidade de relacionamento interpessoal durante a construção do seu conhecimento técnico. Isso faz com que os estudantes se preparem para uma realidade posterior, no mercado de trabalho, quando deverão trabalhar em equipes multidisciplinares e com profissionais de diferentes características técnicas e pessoais.

- Modificar espaços de aprendizado:

Ainda de acordo com a teoria sócio-construtivista, outro aspecto que contribui para o aprendizado do indivíduo é sua interação com os objetos do meio externo. Torna-se difícil elencar todos os objetos possíveis de serem encontrados na relação do estudante com o meio, contudo, alguns podem ser considerados principais como laboratórios, salas de aula e espaços extraescolares associados ao conhecimento que se está construindo.

- Conhecer os pressupostos da aprendizagem ativa:

A utilização das estratégias e métodos de aprendizagem ativa implica em mudanças na prática do docente e dos estudantes na sala de aula. Esta abordagem torna-se uma alternativa ao modelo de transmissão/recepção de conhecimento quando este não é efetivo na aprendizagem do estudante. É importante que o docente precise se apropriar dos pressupostos teóricos e dos principais métodos e estratégias de aprendizagem ativa. Cabe ao docente, com seu conhecimento sobre aprendizagem ativa e com a infraestrutura oferecida pela sua instituição de ensino, identificar qual melhor método e/ou estratégia se adequa aos conteúdos conceituais, atitudinais e procedimentais que se quer abordar, sem se esquecer das principais características dos estudantes que irão desenvolver as atividades.

- Fornecer *feedback*:

Na atualidade, informação é um bem supérfluo, existe em grande quantidade e é de fácil acesso. O importante para o estudante é saber como aplicar a informação existente. Neste contexto, o professor especialista visto como o detentor do conhecimento perde sua importância, sendo que a nova função do professor passa a ser de fornecer *feedback* aos seus estudantes. Apesar das diferentes formas de aprendizagem, o *feedback* é uma ferramenta efetiva para a formação do estudante que aplica o conhecimento, encontra dificuldades e desafios e descobre no professor a orientação para seguir um novo caminho por meio do conhecimento. Importante é que este *feedback* aconteça não apenas nas atividades de avaliação, mas durante todas as atividades que o estudante desenvolve ao longo de um determinado conteúdo.

- Conhecer diferentes estilos de aprendizagem dos seus estudantes:

Considerando as cinco dimensões de estilos de aprendizagem – Ativo/Reflexivo, Sensorial/Intuitivo, Visual/Verbal, Sequencial/Global e Indutivo/Dedutivo (FELDER & SILVERMAN, 1988) –, o docente deve elaborar atividades e interagir com seus estudantes, tentando identificar qual atividade ou forma de construir o conhecimento melhor se adequa aos seus alunos. Uma vez que um acompanhamento individual de cada discente nem sempre é possível, o docente precisa fornecer diferentes meios para que o estudante construa o seu conhecimento.

- Aplicar diferentes ferramentas de avaliação aos estudantes:

As avaliações podem ser somativas, diagnósticas e/ou formativas (FRANCO, BRAGA e RODRIGUES, 2010). As avaliações realizadas pelos professores não podem apenas possuir a dimensão somativa (utilizada para a certificação dos estudantes); deve igualmente contemplar dimensões formativas e diagnósticas para fornecer *feedback* e motivar os estudantes a analisar os pontos fracos e fortes do curso; e conciliar as avaliações centradas no ensino com as centradas na aprendizagem, contendo aspectos de confiabilidade dos resultados dos métodos de avaliação que possam ser válidos de acordo com as metas de aprendizado.

- Aproximar-se da indústria para problemas reais:

Uma das características inerentes à aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares (*Project Based Learning - PBL*) é a apresentação aos estudantes de problemas reais. Além de todo o aspecto técnico/profissional envolvido, o estudante, neste tipo de problema, irá lidar com outras realidades não encontradas no ambiente acadêmico, como limitação de recursos, prazos, interação com profissionais de outras áreas. O fato também de estar trabalhando em algo real cria no estudante uma motivação adicional para superar as expectativas daqueles que propõe o problema.

- Compartilhar experiências:

O desenvolvimento do perfil docente ocorre, muitas vezes, com a troca de informações com outros colegas de profissão. Cada professor, com suas diferentes características e métodos, é capaz de contribuir com a evolução dos métodos adotados pelos outros professores e, definitivamente, necessita trocar informações com seus colegas sobre a dificuldade de se lecionar determinados conteúdos, lidar com situações em sala de aula e com diferentes mecanismos de avaliação dos estudantes, etc. Registra-se que, além do compartilhamento das estratégias e métodos utilizados com os estudantes, o relato de uma experiência de ensino sempre é acompanhado de um diagnóstico da sua aplicação e, por vezes, esse diagnóstico é capaz de incentivar outros docentes a adotarem práticas inovadoras. As instituições de ensino superior precisam criar espaços onde os docentes possam compartilhar suas experiências, principalmente, aqueles que

implementam estratégias e métodos de aprendizagem ativa.

- Ser capaz de sensibilizar os estudantes:

Talvez a característica de sensibilização do estudante seja a consequência final de todas as outras características anteriores aplicadas. Ela possui forte ligação com a motivação intrínseca do estudante, porém, passa também pela motivação do próprio professor. É preciso que o docente tenha um esforço para que o seu estudante possua, ao longo do tempo, uma relação emocional com o objeto de aprendizagem. Essa relação emocional leva o estudante a um estado em que ele, mesmo que inconsciente, irá se comprometer com o seu processo de aprendizagem. O docente possui o papel de conceber experiências de aprendizagem capazes de sensibilizar o estudante, estimulando a excelência nos trabalhos acadêmicos relacionados com o propósito de aprendizagem e com a autonomia do estudante.

6. AÇÕES PARA DESENVOLVIMENTO

Apresentamos, nesta seção, experiências em instituições de ensino superior no Brasil que visam o desenvolvimento de competências dos professores para a prática da aprendizagem ativa no contexto da Educação em Engenharia, nomeadamente na Escola de Engenharia de Lorena (EEL) – USP, na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEL), na Universidade de Caxias do Sul (UCS) e no Instituto Mauá de Tecnologia (IMT).

Escola de Engenharia de Lorena (EEL) – USP

O primeiro passo para o desenvolvimento de competências na EEL foi dado em março de 2012, quando um grupo de seis professores da EEL realizaram uma visita técnica ao *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e à *Harvard University*, onde participaram de dois seminários referentes à aprendizagem ativa na Educação em Engenharia: sobre *Technology-Enhanced Active Learning* (TEAL), no MIT, e sobre *Peer Instruction*, em Harvard.

Em julho de 2012, dois professores participaram do *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (PAEE). Eles foram conhecer experiências bem sucedidas da implementação de projetos interdisciplinares (*Project Based Learning* - PBL). Em setembro de 2012, dois professores passaram uma semana na Universidade do Minho para intercâmbio, com intuito de conhecer *in loco* a experiência bem sucedida com PBL no curso de Engenharia e Gestão Industrial (Engenharia de Produção no Brasil) daquela universidade.

Em junho de 2013, dois professores da EEL realizaram visita técnica ao MIT e ao *Olin College* onde participaram de eventos de Educação em Engenharia, mais especificamente, da *CDIO Conference* no MIT e de um programa de desenvolvimento profissional no *Olin College*. Em julho de 2013, dois professores

participaram do *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* (PAEE 2013).

Entre julho e setembro de 2013, um especialista da Universidade do Minho esteve por dois meses na EEL como professor visitante de PBL em Educação em Engenharia, com bolsa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Ele ministrou um *workshop* de 40 horas, do qual 33 professores da EEL participaram, sendo que 23 deles estiveram em mais de 80% das atividades. Ao final deste *workshop*, seis projetos de aplicação prática de PBL na EEL foram apresentados por equipes de docentes. Após o *workshop*, o especialista deu assistência para as equipes com foco na real implantação dos projetos elaborados no *workshop*. Até junho de 2015, quatro destes projetos estavam implantados e dez (10) disciplinas da graduação da EEL já usavam estratégias e métodos em aprendizagem ativa, com maior ênfase em *Project Based Learning* e *Peer Instruction*.

Desde então, professores da EEL participaram, com apresentação de trabalhos sobre suas experiências, das Sessões Técnicas e Dirigidas do COBENGE 2013 e 2014; do *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* em 2013, 2014 e 2015; do *European Society for Engineering Education Conference*, em 2014 e 2015; e do *European Operations Management Association* (EurOMA) em 2015.

No segundo semestre de 2015, iniciou-se um trabalho na Johnson & Johnson, em parceria com a UNIFEI. A empresa propôs problemas reais que são resolvidos com a utilização da metodologia PBL por times de estudantes da EEL, orientados pelos seus professores, conforme a UNIFEI já vem fazendo desde 2013.

Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI)

A UNIFEI começou a se estruturar para o desenvolvimento das competências de seus docentes com a instituição de um Grupo de Pesquisa em Aprendizagem baseada em Problemas (GPABP) no ano de 2010. Esta primeira iniciativa se desenvolveu a partir do envolvimento de alguns professores e pesquisadores da UNIFEI, da Faculdade de Administração e Informática de Santa Rita do Sapucaí (FAI) e da Universidade do Vale do Sapucaí de Pouso Alegre (UNIVAS).

No primeiro ano de funcionamento, alguns membros do GPABP tiveram a oportunidade de participar do *Pan American Network For Problem Based Learning* (PANPBL), evento que tem como objetivo a comunicação de práticas inovadoras desenvolvidas para o Ensino Superior. Desta experiência, decidiu-se que no evento de 2012 a participação seria com a apresentação dos trabalhos desenvolvidos pelo grupo.

A etapa fundamental do processo de capacitação na UNIFEI foi a participação de cinco docentes em um *workshop* sobre inovação acadêmica, realizado em outubro de 2012, em Cambridge (EUA) e organizado pelo *Academic and Professional Programs for the Americas* (LASPAU) que é uma fundação ligada à Universidade de Harvard.

Com base nesta experiência, iniciou-se uma etapa no processo de capacitação dos docentes da UNIFEI. No ano de 2012, foi realizado o primeiro Encontro sobre Aprendizagem Baseada em Problemas (EABP), cujo objetivo foi criar um espaço para troca de experiências sobre a inovação acadêmica na região. Os resultados levaram à repetição do evento nos anos de 2013, 2014 e 2015.

A iniciativa mais recente da reitoria da UNIFEI foi a adesão ao consórcio STHM Brasil (do inglês, *Science, Technology, Humanity, Engineering and Mathematics*). Trata-se de uma comunidade que tem como objetivo apostar no desenvolvimento do sucesso dos estudantes do ensino superior nestas áreas. Desenvolvida a partir de 2013, em 2015 já contava com a participação de 35 universidades brasileiras e capacitou, aproximadamente, 270 docentes (destes, 29 da UNIFEI) em abordagens para a inovação acadêmica.

A experiência destacou a importância das atividades em colaboração com outras universidades, nas quais a condução de disciplinas se deu de forma conjunta, baseada no modelo proposto pelo Projeto Semestral Europeu (*European Semester Project - EPS*). Neste modelo, os estudantes de diferentes universidades europeias desenvolvem um projeto de Engenharia proposto pelos professores, visando ampliar a experiência de ensino-aprendizagem para uma outra escala (e.g. multiculturalidade das equipes).

Universidade de Caxias do Sul

Com a intenção de buscar a qualidade dos cursos, desde 2009, todos os professores do Centro de Ciências Exatas e da Tecnologia –CCET (aproximadamente 165) têm sido convidados a participar de várias ações de qualificação com o objetivo de desenvolverem competências pedagógicas para atuar em contextos de aprendizagem ativa. Em 2009 e 2010, foi desenvolvido um projeto de estudos e de intervenção no tema “Competência Pedagógica do Professor Universitário” a fim de criar uma comunidade de prática capaz de organizar e dirigir situações de ensino e também capaz de administrar a progressão da aprendizagem dos estudantes. Participaram deste projeto quatro professores organizadores e mais 28 professores ao longo de três semestres (BOOTH et al., 2010; RETTL et al., 2011).

Em 2012, foram oferecidos dois *workshops* em “Aprendizagem baseada em Projetos” que reuniu 44 professores em duas edições, a maioria sendo coordenadores de cursos do CCET (BRANDALISE et al., 2012; GASPARIN et al., 2012; SAUER et al., 2012; TOSS et al., 2012; VIECELLI et al., 2012). A partir de 2014, a ênfase tem sido dada a oferecer oficinas que apresentam os fundamentos de estratégias de aprendizagem ativa.

Nestas oficinas, o potencial das estratégias e dos métodos de aprendizagem ativa é apresentado aos professores, mostrando a sua importância, uma vez que a aprendizagem ativa tem sido muito utilizada em disciplinas básicas e técnicas dos cursos de Engenharia e Ciências Exatas, tais como: Aprendizagem Baseada em Problemas e em Projetos (*Problem & Project based Learning*), Instrução pe-

los colegas (*Peer Instruction*), Pense-Par-Compartilhe (*Think-Pair-Share*), Grupos resolvendo exercícios em sala de aula (*In-Class Exercise Teams*), Tomando notas cooperativamente em pares (*Cooperative Note-Taking Pairs*), Questionamento guiado entre pares (*Guided Reciprocal Peer Questioning*), Resolução em voz alta de problemas em pares (*Thinking-Aloud Pair Problem Solving*).

Em equipes, os participantes interagem, programando, no contexto de suas disciplinas, uma estratégia ou método de aprendizagem ativa. Feito isto, cada uma das equipes apresenta a descrição dessa estratégia ou método, e todos podem apresentar questionamentos e sugestões. Finalizando as apresentações, uma atividade *hands-on* é proposta aos participantes para reforçar o potencial das estratégias e dos métodos de aprendizagem ativa na construção de conhecimento e no desenvolvimento de competências profissionais necessárias a um engenheiro, a um tecnólogo, e a um profissional e professor das Ciências Exatas.

Embora os resultados apresentados desta experiência sejam parciais, de modo geral, os professores demonstram envolvimento durante as atividades promovidas e manifestam motivação para implementá-las em sala de aula.

Instituto Mauá de Tecnologia

Buscando promover a formação do seu corpo docente, o Instituto Mauá de Tecnologia – Escola de Engenharia Mauá criou a Academia de Professores em 2013. Desde então, dedica-se a promover a troca de experiências internas e, também, trazer subsídios aos professores, através de palestras, oficinas e cursos em diversas dimensões de formação.

Após um início com foco na avaliação do desempenho dos estudantes, definiu-se três dimensões de formação vinculadas a componentes diferentes no currículo: o trabalho em sala de aula, a condução de projetos e a tutoria.

A cada um desses elementos curriculares, foram associados diferentes papéis ao professor, determinados pela especificidade do trabalho a ser realizado, do tipo de relação com o estudante e do ambiente no qual seria realizado.

Os conteúdos específicos das disciplinas seriam trabalhados em sala de aula em um cenário com aproximadamente 80 estudantes. A diretriz para esse trabalho era criar um ambiente diferente do ensino tradicional tal qual definido por Mizukami (1986). A opção foi promover o trabalho utilizando estratégias de aprendizagem ativa, tais como *Peer Instruction*, *Jigsaw*, dentre outras.

O trabalho por projetos deveria acontecer em um ambiente com 20 a 40 estudantes, por um período de um ou dois semestres, e a opção seria do professor proponente da atividade. A diretriz para esse trabalho é que deveria ter um forte viés de *hands on*, ou seja, de atividade “mãos na massa”, em que o aluno é o principal executor das atividades propostas. Nesse contexto, a opção foi “Aprendizagem baseada em Projetos Interdisciplinares” (*Project Based Learning*).

O trabalho aqui apresentado é uma construção empírica com dados coletados a partir da observação do processo de implantação dessas novas propostas e grupos focais com os professores da tutoria.

Para promover o desenvolvimento de competências necessárias em cada uma dessas dimensões, o trabalho da Academia de Professores foi aproximar os professores de abordagens de ensino alternativas, tais como a aprendizagem baseada em Projetos e Problemas – PBL. Ao longo do tempo, foram promovidos três *workshops* com especialistas nessas modalidades para um grande número de professores; foi realizada uma capacitação específica e promovido o aprofundamento do estudo dessas estratégias e métodos por alguns professores. Encontros tanto para a apresentação das ideias da nova proposta curricular quanto para a discussão dos resultados alcançados e planejamento de novas etapas também têm sido realizados.

Os resultados, ainda que preliminares, apontam que os próprios professores, de modo consensual, tomam consciência das competências necessárias para o trabalho nos componentes curriculares, fortalecendo a equipe e colaborando para a aceitação da mudança curricular proposta.

7. CONCLUSÕES

A concretização de ambientes de aprendizagem ativa não pretende ser uma solução para todos os problemas hoje existentes nos cursos de Engenharia. Contudo, é uma possibilidade de tornar as aulas mais atraentes e com mais significado para os estudantes, o que aumentaria a motivação e engajamento na construção de seus conhecimentos e desenvolvimento das habilidades necessárias para a profissão.

A capacitação do professor para a aplicação de métodos e estratégias de aprendizagem ativa envolve variadas competências e implica uma mudança do papel do professor. Este deverá se assumir como um elemento mediador da sala de aula, que acompanha o processo de aprendizagem dos estudantes. O professor terá de partilhar com os estudantes problemas próximos de situações reais, facilitar a discussão entre os futuros engenheiros e avaliar estudantes de forma diferenciada, com ênfase na participação em sala e na capacidade de enfrentar situações-problemas. O conhecimento das competências necessárias ao aplicar uma estratégia ou método de aprendizagem ativa pelos professores é uma ferramenta para garantir um sucesso maior na aplicação dos mesmos.

O perfil docente é formado por uma série de competências que deve ser desenvolvida continuamente, de modo a garantir um processo de inovação pedagógica nos cursos de Engenharia. Retoma-se, aqui, a questão que motivou este capítulo: “Quais as competências que fazem parte do perfil dos professores de Engenharia?”.

Com base nos trabalhos apresentados pelos autores no âmbito da SD e pela

discussão promovida entre pares, consideraram-se cinco competências-chave a adquirir ou desenvolver pelo professor no contexto da aprendizagem ativa:

1. Trabalho em Equipe: implica na interação com os estudantes e outros professores. O professor deve propiciar um ambiente para que os estudantes possam interagir entre si. A interação com outros professores, trabalhando de forma colaborativa, é fundamental na concretização de currículos que contemplam métodos e estratégias de aprendizagem que promovam a interdisciplinaridade.

2. Comunicação: principalmente em relação ao *feedback*, visto que, saber ouvir os estudantes, melhora a relação em sala de aula. Foi discutido no grupo a importância de um processo de avaliação que forneça *feedback* tanto aos professores quanto aos estudantes, o que pode auxiliar a criar empatia, ingrediente fundamental para o sucesso da relação pedagógica.

3. Seleção de Conteúdos: verifica-se que os docentes têm dificuldade em selecionar os conteúdos que articulem teoria e prática e que promovam uma maior relevância no desenvolvimento de competências. O critério que se destaca é a profundidade de como os conteúdos são abordados (de acordo com a estratégia ou método em questão) e não pela quantidade.

4. Resiliência: a capacidade de resistir aos obstáculos que irão surgir durante o processo de mudança. Conforme foi refletido no grupo, a falta de reconhecimento e as dificuldades de implementação das estratégias e dos métodos exigem do professor resiliência para continuar e acreditar que é importante inovar a forma de ensinar e aprender.

5. Pesquisa sobre a prática docente: a pesquisa sobre a prática docente é importante para a formação do mesmo, pois, traz mais conhecimento, informações sobre os estilos e as estratégias de aprendizagem para reflexão e melhoria da sua prática. Embora seja do conhecimento de todos que não é uma pesquisa valorizada institucionalmente em detrimento das pesquisas técnicas, é relevante enfatizar a importância da divulgação dos resultados dessa modalidade de pesquisa, principalmente, em relação ao perfil dos professores. Acredita-se que é uma forma de mostrar a importância desse tipo de pesquisa, gerando novos conhecimentos.

É importante salientar que a capacitação docente revelou-se como um processo determinante para que seja capaz de desenvolver tais competências. Esta capacitação pode ser realizada por meio de *workshops*, palestras, minicursos ou formação entre pares. Contudo, é necessária a aplicação e o acompanhamento dos métodos e das estratégias em sala de aula, sobretudo, com a medição dos resultados alcançados no âmbito da instituição, dos docentes e dos discentes. Destaca-se, ainda, a importância do apoio institucional para a definição de estratégias dedicadas ao desenvolvimento profissional dos professores. Em outras palavras, necessita-se de políticas de apoio institucionais que motivem o professor inovador e a busca pela capacitação em práticas do ensino.

Efetivamente, o perfil do professor de Engenharia e as competências que lhe

estão associadas no contexto da aprendizagem ativa são um campo de pesquisa bastante amplo e ainda embrionário. Como trabalho futuro, sugere-se um levantamento mais estruturado das competências do professor de Engenharia, considerando de que forma as mesmas estão ou podem ser desenvolvidas nas diferentes instituições brasileiras de ensino superior e também internacionais.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABET – Accreditation Board for Engineering and Technology. <http://abet.org/>. Accessed June 2013.

AMABILE, T. M., HENNESSEY, B. A., & GROSSMAN, B. S. Social influences on creativity: the effects of contracted-for reward. *Journal of personality and social psychology*, 50(1), 14. 1986.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

BARNETT, R., & COATE, K. Engaging the Curriculum in Higher Education. Maidenhead: Open University Press / Society for Research Into Higher Education, 2005.

BOOTH, I. A. S.; CAMPOS, L. J.; MOSSMANN, V. L. F.; VILLAS-BOAS, V. Inovando na Formação de Professores de Engenharia: Construindo Alternativas. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2010, Fortaleza. Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Brasília: ABENGE, 2010.

BRANDALISE, R. N.; GRISA, A. M. C.; MARTINS, J. A.; CAMASSOLA, M.; PIZE, M. T.; KALNIN, J. L. Trabalhando com metodologias de ensino-aprendizagem por projetos. In: Anais do Fourth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education, São Paulo, 2012.

BRASIL, Ministério da Educação, Conselho Federal de Educação, Câmara do Ensino Superior, Resolução nº 11, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

COWAN, J. On Becoming an Innovative University Teacher: Reflection in Action (2nd ed.). Maidenhead: The Society for Research into Higher Education, 2006.

ESTEVES, M. Para a excelência pedagógica do ensino superior. Sísifo / revista de ciências da educação (7), 101-110, 2008.

EUROPEAN COMMISSION: EU high level group. Train the professors to teach. EC Press release. Brussels, 18 June 2013. Disponível em: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-554_en.htm. Acesso em: 05 mar. 2014.

FELDER, R. M., SILVERMAN, L. K. Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, v.7, n.78, p. 674-681. 1988.

FELDER, Richard M. "Are learning styles invalid? (Hint: No!)." On-course newsletter (2010): 1-7.

FITZMAURICE, M. Considering teaching in higher education as a practice. *Teaching in Higher Education*, 15(1), 45-55, 2010.

FRANCO, L. R. H., BRAGA, D. B., RODRIGUES, A. EaD Virtual: entre teoria e prática. UNIFEI: Premier, 2010.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários a prática educativa*. 9 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

GASPARIN, A. L.; CATELLI, F.; GARLET, G.; BOOTH, I. A. S.; PIEMOLINI-BARRETO, L. T. Veículo Aéreo Não Tripulado: Proposta de Inovação na Educação em Engenharia por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos. In: *Anais do Fourth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education*. São Paulo, 2012.

GOLDBERG, D. E. e SOMERVILLE, M. *A Whole New Engineer: the coming revolution in Engineering Education*. Douglas, Michigan. Three Joy Associates, Inc. 2014.

GOLDBERG, D. E. The missing basics & other philosophical reflections for the transformation of engineering education. *PhilSci Archive*. [S.l.]: University of Pittsburg, 2010. Disponível em: <<http://philsci-archive.pitt.edu/4551/1/deg-grasso-2009-the-missing-basics.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2015.

HATTUM-JANSSEN, N.; V. & MESQUITA, D. Teacher perception of professional skills in a project-led engineering semester. *European Journal of Engineering Education*, 36(5), 461-472, 2011.

INOVA Engenharia: Propostas para a modernização da educação em Engenharia no Brasil. Brasília: IEL.NC/SENAI.DN, 2006.

JOLLANDS, M.; JOLLY, L.; & MOLYNEAUX, T. Project-based learning as a contributing factor to graduates' work readiness. *European Journal of Engineering Education*, 37(2), 143-154, 2012.

KOLMOS, A.; & HOLGAARD, J. E. Responses to Problem Based and Project Organised Learning from Industry. *International Journal of Engineering Education*, 26(3), p. 573-583, 2010.

LE BOTERF, G. *Repenser la compétence*. Paris: Éditions d'organisation, 2008.

LIKERT, R. "A Technique for the Measurement of Attitudes", *Archives of Psychology* 140, 1932.

LIMA, I. G.; SAUER, L. Z.; SOARES, E. M. S. Um percurso pedagógico inovador na educação matemática para Engenharia. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2010, Fortaleza. *Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*. Brasília: ABENGE, 2010.

LIMA, R. M.; MESQUITA, D.; & ROCHA, C. Professionals' Demands for Production Engineering: Analysing Areas of Professional Practice and Transversal Competences. Paper presented at the International Conference on Production Research (ICPR 22), Foz do Iguassu, Brazil, 2013.

MASETTO, M. T. *Competência pedagógica do professor universitário*. São Paulo: Summus, 2003a.

_____. *Professor universitário: um profissional da educação na ativa docente*. In: MASETTO, M. T. (Org). *Docência na Universidade*. Campinas: Papirus, 2003b. p. 9-26.

MELLO, G. N. *Escola Nova, tecnicismo e Educação Compensatória*, São Paulo, Loyola, 1984.

MESQUITA, D.; FLORES, M.; & LIMA, R. M. A docência no Ensino Superior: resultados de um estudo com docentes universitários. Paper presented at the Congresso ISATT - Formação e trabalho docente na sociedade da aprendizagem, Universidade do Minho, Braga, 2014.

MESQUITA, D.; LIMA, R. M.; FLORES, M. A.; MARINHO-ARAÚJO, C.; & RABELO, M. Industrial Engineering and Management Curriculum Profile: Developing a Framework of Competences. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 6(3), p.121-131, 2015.

MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino: as Abordagens do Processo*. São Paulo: E.P.U. 1986.

NOSE, M. M.; REBELATTO, D. A. N. O perfil do engenheiro segundo as empresas. In: *Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE*. Porto Alegre, RS: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2001.

PEREIRA, M. A. C. *Competências para o ensino e a pesquisa: um survey com docentes de Engenharia Química*. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-08082007-170909/>>. Acesso em: 13-06-2015

PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar: convite a viagem*. Porto Alegre: ArtMED, 2000.

PIAGET, J. *Fazer e compreender*. São Paulo: Melhoramentos, Edusp, 1978.

PRINCE, M. Does Active Learning Work? A review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), p. 223-231, 2004.

PRITCHARD, A. *Ways of learning: Learning theories and learning styles in the classroom*. Routledge, 2013.

RAMSDEN, P. *Learning to teach in higher education (2nd ed.)*. London: Routledge, 2004.

RETTL, A. M. M.; SERRA, S. M. B.; ARRUDA, A. C. S.; GIOSTRI, E. C.; BOOTH, I. A. S.; CAMARGO JUNIOR, J. B. ; ALMEIDA JUNIOR, J. R.; MENDES, K. B.; TOZZI, M. J.; MATAI, P. H. L. S.; CUGNASCA, P. S.; MATAI, S.; VILLAS-BOAS, V.; MOSSMANN, V. L. F. *Educação por Competências e Formação do Professor de Engenharia*. In: Vanderlí Fava de Oliveira; Zacarias Chamberlain. (Org.). *Engenharia sem Fronteiras*. Passo Fundo: UPF Editora, 2011.

RIBEIRO, L. R. de C. *Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Educação em Engenharia*. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 27, n. 2 (2008).

SAUER, L. Z.; PIAZZA, D.; ZAMBRA, D. A. B.; PESSIN, N.; ZEILMANN, R. P. Learning in Engineering and Technology: Challenges and opportunities to operate using the PBL methodology. In: Anais do Fourth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education. São Paulo, 2012.

TOSS, D.; LIMA, I. G.; GIMENEZ, J. R.; PACHECO, M. A. R.; GIOVANNINI, O. Proposição de uma base lunar habitável no contexto do PBL. In: Anais do Fourth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education. São Paulo, 2012.

UNESCO Report. Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf>, 2010.

VEIGA-SIMÃO, A. M.; FLORES, M. A.; BARROS, A.; FERNANDES, S.; & MESQUITA, D. Perceptions of university teachers about teaching and the quality of pedagogy in higher education: a study in Portugal / Percepciones de los profesores universitarios sobre la enseñanza y la calidad de la pedagogía de la educación superior: un estudio realizado en Portugal. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 38(1), p. 102-143, 2015.

VIECELLI, A.; RITTER, C. E. T.; COSTA, G. H.; SOMAVILLA, L. M.; VILLAS-BOAS, V. Casa Sustentável: Proposta de Implementação da Estratégia de Project Based Learning na Universidade de Caxias do Sul. In: Anais do Fourth International Symposium on Project Approaches in Engineering Education. São Paulo, 2012.

VILLAS-BOAS, V.; MATASOGLIO, O.; CENSON, A. S. P.; SILVA, A. N. R.; SILVA, C. A. P.; CASAGRANDE, C. G.; PINTO, D. P.; ADELL, E. A. A.; GOMES, F. J.; PINTO, G. R. P. R.; PEREIRA, H. B. B.; BRINATTI, H. L.; LIMA, I. G. Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia. In: Simone Leal Schwertl; Adriano Peres; Paulo Roberto Brandt; Vanderlí Fava de Oliveira; Zacharias Chamberlain. (Org.). *Desafios da Educação em Engenharia: Vocação, Forma o, Exercício Profissional, Experiências Metodológicas e Proposi es*. 1a ed. Blumenau: EdiFURB, 2012, v.1.

VYGOTSKY, L. S. *Mind in society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

ZARIFIAN, P. *Objetivo competência: por uma nova lógica*. São Paulo: Atlas, 2001.

CAPÍTULO II

INICIATIVAS PARA UM APRENDIZADO MULTIDISCIPLINAR: INTERAÇÕES ENTRE ATIVIDADES PEDAGÓGICAS, CURSOS DE ENGENHARIA E INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Alessandro Fernandes Moreira
Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG

Simone Ramires
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Carla ten Caten
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Cristiano Morini
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Denizard Baptista de Freitas
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
URI – Campus Santo Ângelo

Fernanda Gobbi de Boer
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Flávio Kieckow
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
URI – Campus Santo Ângelo

Heloísa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO

Ieda Kanashiro Makiya
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Istefani Carísio de Paula
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Jocelise Jacques
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Júlio César Valente Ferreira
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca
CEFET-RJ

Marcelo de Lima Beloni
Faculdade Única de Ipatinga - ÚNICA

Marcos Renan dos Santos Fialho
Universidade Federal do Pará – UFPA

Thaís Helena de Lima Nunes
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-RIO

Rafael Faermann Korman
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Rebeca do Nascimento Pinto Lima
Universidade Federal do Pará – UFPA

Paulo Sérgio de Arruda Ignácio
Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Wellington da Silva Fonseca
Universidade Federal do Pará – UFPA

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 39 |
| 1.1. Relevância da Temática..... | 39 |
| 1.2. Organização do Capítulo | 40 |
| | |
| 2. TRABALHO INTERDISCIPLINAR: “PROVA DE CARGA EM VIGA DE CONCRETO” | 41 |
| 2.1. Introdução | 41 |
| 2.2. Informações Preliminares sobre o Projeto Interdisciplinar | 42 |
| 2.3. Descrição do Projeto Interdisciplinar..... | 42 |
| 2.4. Considerações Finais sobre o Projeto Interdisciplinar | 45 |
| | |
| 3. INTEGRAÇÃO ENTRE OS CURSOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E DESIGN DE PRODUTO: PRÁTICAS PARA A PREPARAÇÃO DOS ALUNOS | 45 |
| 3.1. Introdução | 45 |
| 3.2. Integração entre os Alunos dos Cursos de Engenharia de Produção e de Design de Produto | 46 |
| 3.3. Resultados Obtidos | 48 |
| 3.3. Considerações Finais..... | 49 |
| | |
| 4. O DESENVOLVIMENTO DO ENSINO E DA APRENDIZAGEM DE ENGENHARIA POR MEIO DE REDES DE UNIVERSIDADE | 49 |
| 4.1. Introdução | 49 |
| 4.2. Objetivos do Trabalho | 50 |
| 4.3. Aspectos Teóricos | 51 |
| 4.4. Descrição da Proposta de Rede de Universidades..... | 52 |
| 4.5. Resultados Esperados | 53 |
| | |
| 5. PARCERIA ENTRE CURSOS DE ENGENHARIA E ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM DE APRENDIZADO MULTIDISCIPLINAR | 54 |
| 5.1. Introdução | 54 |
| 5.2. Aspectos Teórico- Metodológicos | 55 |
| 5.3. Resultados Obtidos | 56 |
| 5.4. Considerações Finais..... | 58 |

| | |
|--|-----------|
| 6. NÍVEIS DE INTEGRAÇÃO DO ENTRETENIMENTO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA | 58 |
| 6.1. Introdução..... | 58 |
| 6.2. Aspectos Teórico-Metodológicos..... | 58 |
| 6.3. O entretenimento como exemplo em disciplina curricular..... | 59 |
| 6.4. O entretenimento como campo de trabalho em pesquisas..... | 59 |
| 6.5. O entretenimento como campo disciplinar em cursos de Engenharia..... | 60 |
| 6.6. O entretenimento como campo particular em Engenharia | 61 |
| 6.7. Considerações Finais..... | 61 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 62 |
| 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 64 |

Iniciativas para um Aprendizado Multidisciplinar: Interações entre Atividades Pedagógicas, Cursos de Engenharia e Instituições de Ensino

1. INTRODUÇÃO

1.1. Relevância da Temática

O debate sobre a importância e os benefícios das formações multidisciplinares já se estende amplamente hoje, tendo gerado diversos projetos de alterações curriculares e de novos projetos de cursos no Brasil e no mundo. É antiga a identificação dessa necessidade na discussão sobre o processo de ajuste da Engenharia às novas demandas da sociedade. “[...] urgente uma completa revisão metodológica e de conteúdo nos cursos de Engenharia, uma vez que, nas últimas décadas, as exigências sobre os engenheiros evoluíram mais rapidamente do que fomos capazes de incorporar à sua formação”. A análise, apesar de pouco recente, mostra-se ainda atual, colocando também como um dos tópicos de destaque para reflexão no processo de “reengenharia” a “formação multidisciplinar aprofundada”.

Trazendo a fala de um outro milênio e entendendo sua contemporaneidade crescente, fomentada por uma sociedade e um mercado com exigências em rápida transformação, deve-se analisar mais que a multidisciplinaridade na formação, integrando não apenas disciplinas e atividades pedagógicas, mas também cursos e áreas de conhecimento. E por que não debater, também, estratégias para a troca de informações e práticas entre instituições e nações, criando uma rede mais experiente no ensino e na sua multidisciplinaridade crescente?

Numa reflexão feita na conferência mundial do TED (Technology, Entertainment, Design), realizada em 2010, o jornalista britânico Matt Ridley traz a reflexão sobre a importância da inteligência coletiva. “Voltando ao mouse (de computador), pergunte a si mesmo “quem o fez e para quem?”. [...] Foi feito para mim, por outras pessoas. Quantas? Dezenas, centenas, milhares... Eu acho que talvez milhões. Porque você deve incluir o homem que fez o café para as pessoas que estavam extraindo o petróleo que seria transformado em plástico, etc. [...] Agora se pergunte “quem sabe fazê-lo?”. Quem sabe fazer um mouse de computador? Ninguém!”.

É nesse contexto que este capítulo foi organizado, buscando debater iniciativas pedagógicas a favor do aprendizado multi e interdisciplinar na formação do engenheiro, avaliando a atual integração entre os agentes protagonistas na melhoria da educação em Engenharia, bem como o envolvimento entre profissionais, instituições e nações na busca por uma rede mais interativa entre todos estes atores.

1.2. Organização do Capítulo

Este capítulo é organizado de forma a destacar a interdisciplinaridade e a integração de conhecimentos dentre vários contextos, tais como experiências em uma atividade acadêmica, troca de experiências entre atividades acadêmicas e entre cursos de graduação, troca de experiências entre universidades, integração Ensino Médio e Ensino Superior e a importância da Engenharia no entretenimento.

Na segunda seção deste capítulo, é apresentado o trabalho desenvolvido pela Faculdade Única de Ipatinga, no qual vários conhecimentos são agregados no desenvolvimento de um projeto interdisciplinar de “Prova de Carga de uma Viga de Concreto”. Deve-se destacar o foco no desenvolvimento de habilidades dos alunos envolvidos no projeto, bem como a integração de várias disciplinas da Engenharia Civil.

Na terceira seção, é apresentado o trabalho da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, no qual uma experiência interdisciplinar é relatada não apenas envolvendo disciplinas, mas cursos de graduação em Engenharia de Produção e em Design. A interação resultante dessa aproximação mostra-se eficaz para o aprendizado multidisciplinar dos alunos, que, por sua vez, apresentam-se motivados e curiosos para conhecer outras disciplinas que não estão na essência dos seus currículos, mas que podem complementar sua formação.

Na quarta seção, é apresentada uma proposta de estrutura organizacional de redes de universidades desenvolvida pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Santo Ângelo, com o objetivo de compartilhar não apenas as boas práticas de ensino, mas também experiências docentes.

A Engenharia é uma das áreas mais complexas de estudo, bem como de grande importância para o desenvolvimento socioeconômico de um país, tendo a proatividade e a criatividade como perfis necessários para a obtenção de soluções de problemas do cotidiano de forma eficiente. Todavia, entende-se que a formação básica é essencial para incentivar os alunos a familiarizarem-se com as matérias de Ciências Exatas, relevantes para a eficiência no decorrer da graduação em Engenharia. Uma experiência exitosa, desenvolvida pela Universidade Federal do Pará, é apresentada na quinta seção, destacando a interação entre os graduandos de Engenharia e alunos de Ensino Médio, visando aprimorar as metodologias de ensino, através da aplicação de estratégias de aprendizagem multidisciplinar baseadas em problemas e projetos.

O trabalho desenvolvido pelo conjunto de instituições, composto pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ, pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e pela Universidade Estadual de Campinas, destaca a importância da Engenharia e do entretenimento. O Brasil é uma nação que apresenta vocação natural para atividades artísticas e culturais, embora de forma distinta da maioria dos demais países, por força da multiplicidade de influências exó-

genas sofridas ao longo de sua colonização e desenvolvimento. É conveniente que haja pesquisadores e docentes interessados em imbricar conhecimentos da expertise das engenharias para o desenvolvimento de projetos no âmbito da Economia Criativa, do entretenimento e da cultura, bem como das atividades pedagógicas. Este é o assunto abordado na sexta seção, no qual a interdisciplinaridade é relatada na integração entre o entretenimento e a Engenharia.

2. TRABALHO INTERDISCIPLINAR: “PROVA DE CARGA EM VIGA DE CONCRETO”

2.1. Introdução

Com tantas informações e novas tecnologias disponíveis na palma da mão, existe uma demanda latente no mercado de trabalho que busca encontrar profissionais visionários com conhecimento de todo processo envolvido no desenvolvimento do trabalho.

Mesmo com todo o avanço ocorrido nas mais diversas áreas do mercado, o processo de ensino-aprendizagem continua sendo o mesmo aplicado por décadas e a divisão das informações é realizada por disciplinas isoladas. Momentos de integração e aplicação prática dos conhecimentos adquiridos são raríssimos ou inexistentes.

A fim de tentar solucionar a lacuna entre o conhecimento teórico isolado (aplicado no modelo de ensino atual) e a necessidade do aluno ter a informação de uma forma integrada em um curso de Engenharia, onde os conhecimentos específicos se encaixam em uma sequência lógica de forma a desenvolver a solução para o problema real, surge a importância do trabalho interdisciplinar.

De acordo com Morin (1999), o trabalho interdisciplinar (TI) deve desenvolver áreas prioritárias a fim de que os indivíduos envolvidos aglutinem os conhecimentos adquiridos fatiados de forma a obter um todo maciço.

O grande desafio envolvido no TI é a necessidade de que os conhecimentos pretéritos estejam bem definidos e assimilados, o que nem sempre é a situação real. Porém, pode ser o momento para que os conteúdos sejam revisados e assim, com a aplicação prática, sejam realmente assimilados.

Este trabalho descreve a metodologia aplicada em trabalhos interdisciplinares desenvolvidos pelos alunos do sétimo e oitavo período do curso de Engenharia Civil da Faculdade Única de Ipatinga – MG denominado “Prova de carga em modelos de vigas de concreto armado”, que tem como objetivo principal desenvolver os conhecimentos da área de estruturas.

2.2. Informações Preliminares sobre o Projeto Interdisciplinar

O projeto interdisciplinar “Prova de carga em modelos de vigas de concreto armado” impõe a seus participantes o desafio de construir uma viga de concreto armado ou material equivalente. Desta forma, é possível executar todos os procedimentos de dimensionamento, construção e prova de carga do elemento estrutural conforme será descrito subseqüentemente.

No sétimo período do curso, entrega-se um relatório contendo a metodologia aplicada em todo o processo e as respectivas memórias de cálculo. No oitavo, um artigo científico é elaborado conforme as regras da instituição com os dados obtidos no processo. Nesta etapa, podem ser trabalhados os dados e resultados obtidos em qualquer parte do trabalho.

Com a aplicação das etapas descritas, o projeto visa trabalhar e unificar os conhecimentos adquiridos de forma direta nas disciplinas de Resistência dos Materiais I e II, Tecnologia dos Materiais I e II, Teoria das Estruturas I, Construção de Edifícios I e II e Concreto Armado I. De forma indireta, também inclui no conjunto de conhecimentos a disciplina Planejamento e Controle de Obras, além de haver o aprimoramento de disciplinas básicas, principalmente, Estatística.

2.3. Descrição do Projeto Interdisciplinar

Para a execução do TI “Vigas de concreto armado”, devem ser projetadas e construídas as definições para a obtenção do elemento estrutural que não têm obrigatoriamente de ser desenvolvido na seqüência como será apresentado, uma vez que, em função dos objetivos de cada grupo, pode ser necessária a utilização de uma ordem de processos diferentes. A seqüência mais comum é a apresentada nas seções a seguir.

Definição do Modelo Estrutural

O modelo a ser utilizado é uma viga bi-apoiada com um vão de 1 metro de comprimento e uma força pontual aplicada no centro da viga conforme figura 2.1. As vigas devem ser executadas com comprimento de 1,2 m para que possa ser garantido o apoio no sistema de reação. A seção transversal deve ter dimensões máximas de 15 cm de largura e 30 cm de altura. A restrição nas dimensões do elemento tem o objetivo de controlar o peso do elemento estrutural, pois o mesmo é carregado manualmente. A carga considerada deve ter, no máximo, uma magnitude de 40 kN.

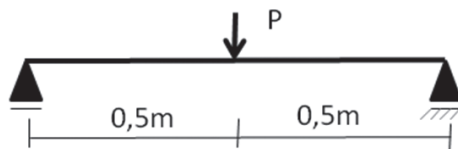


Figura 2.1: modelo teórico de uma viga bi-apoiada com vão de 1m.

Adoção de materiais e parâmetros necessários

Devem ser adotadas as propriedades e tipos de materiais a serem utilizados no projeto e execução da viga, bem como: resistência característica da compressão do concreto (F_{ck}); tipo de aço; agregados; aditivos; tipo de cimento; classe de agressividade ambiental (CAA); etc. Nesta etapa, pode-se, também, adotar materiais provenientes de reaproveitamento, materiais secundários e até novos materiais desenvolvidos pelos grupos.

Determinação dos esforços solicitantes e dimensionamento e detalhamento estrutural

Mediante a definição de todas as condições de contorno, é realizada a determinação dos diagramas de esforços solicitantes, diagrama de momento fletor (DMF) e diagrama de esforço cortante (DEC), os quais a viga está submetida. Com os diagramas DMF e DEC, é realizado o dimensionamento, as verificações construtivas e o detalhamento do elemento estrutural, conforme modelo proposto por Pinheiro (2007) e pela NBR 6118/2014 - Projeto de Estruturas de Concreto.

Dosagem do Concreto

O concreto a ser produzido deve ter a dosagem do seu traço determinado pelo Modelo de Dosagem da ABCP, em função das características dos materiais adotados e do F_{ck} do concreto pretendido.

Construção da Viga

Nesta etapa, os grupos têm a oportunidade de desenvolver a prática do trabalho e contemplar todo o processo executivo conforme a NBR 14.931/2004 – Execução de Estruturas de Concreto – Procedimentos.

Destacam-se as etapas de corte, dobra e montagem de armaduras; produção do concreto onde devem ser moldados corpos de prova conforme a NBR 5738/94 – Modelagem e Cura de Corpos de Prova Cilíndricos para ensaios de compressão; montagem de formas; e lançamento, adensamento e cura do concreto. Os corpos de provas moldados são ensaiados conforme NBR 5739/1994 – Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos de Concreto para determinação do F_{ck} do concreto utilizado no elemento.

Prova de Carga

Para a aplicação da carga no elemento estrutural, foi montado um pórtico de reação, onde se adapta um macaco hidráulico com capacidade de 30 toneladas. Ao lado, é posicionado um sistema externo de medidores de deformação com dois extensômetros mecânicos com precisão de 0,01mm, que determinam as deformações ocorridas nas distâncias de 25 cm (1/4 do vão) e 75 cm (3/4 do vão).

Para a aplicação da carga, são utilizadas placas de aço e tarugos que garantem o contato do macaco com o elemento estrutural. O sistema montado é mostrado na figura 2.2.

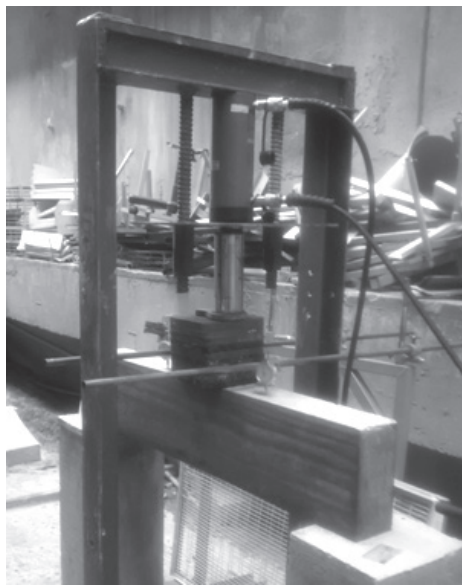


Figura 2.2: sistema de prova de carga.

A execução da prova de carga é realizada aplicando-se na viga incrementos de cargas com magnitude de 25% da carga de projeto e, a mesma, é mantida até que cessem os deslocamentos medidos nos extensômetros. Após a carga não condicionar mais deformações, é aplicado um novo incremento de carga. Este procedimento é repetido até a ruptura do elemento estrutural. Os valores das cargas e seus respectivos deslocamentos, em cada estágio de carregamento, são registrados e plotados em gráficos conforme análises propostas por cada grupo.

Relatório e Artigo Técnico

Findada a prova de carga, os grupos entregam um relatório técnico constando todas as informações de materiais adotados com as respectivas justificativas pela escolha, diagramas de esforços solicitantes, memória de cálculo de dimensionamento, detalhamento de custo para a execução da viga, relatório com foto de todo processo executivo, relatório e resultados dos ensaios de compressão em corpos de prova e descrição da prova de carga.

No período letivo seguinte, cada grupo desenvolve um artigo técnico, cuja finalidade é estudar os dados e resultados do trabalho interdisciplinar realizado.

2.4. Considerações Finais sobre o Projeto Interdisciplinar

A realização do trabalho permite aos participantes rever, aprimorar e fixar conhecimentos de disciplinas anteriores, bem como conhecer, analisar e aplicar todo o procedimento prático como forma de interligar os conteúdos teóricos apresentados de maneira isolada, em cada disciplina, em um modelo contínuo de aplicação.

Além disso, permite a aplicação prática de conhecimentos transmitidos de forma teórica, sendo possível assimilar as etapas executivas e reconhecer as dificuldades envolvidas em cada processo.

Com a possibilidade da utilização de materiais reaproveitados e/ou materiais não comuns às aplicações estudadas, os envolvidos são estimulados a realizar pesquisas científicas para o desenvolvimento de novos produtos.

O TI contribui no desenvolvimento de várias habilidades e competências descritas na Resolução do Conselho Nacional de Educação CNE/CES, de 11 de março de 2002, nas quais se destacam: aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia; projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados; conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia; identificar, formular e resolver problemas de Engenharia; desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas; comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica; atuar em equipes multidisciplinares; avaliar a viabilidade econômica de projetos de Engenharia; e assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

3. INTEGRAÇÃO ENTRE OS CURSOS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E DESIGN DE PRODUTO: PRÁTICAS PARA A PREPARAÇÃO DOS ALUNOS

3.1. Introdução

Entre os aspectos discutidos quanto ao ensino superior, destacam-se o perfil do profissional que a universidade deve formar, como tornar eficaz o processo de ensino/aprendizagem e o papel das novas tecnologias para esse fim (GIL, 2013). Nesse contexto, no que diz respeito aos cursos de Engenharia, Brockman (2010) observa duas recomendações específicas para a revitalização do ensino: a primeira refere-se à abordagem criativa dos conteúdos para promover o processo interativo de projetar, prever o desempenho, construir e testar essencial aos engenheiros; a segunda, à introdução do aprendizado multidisciplinar.

Um caso de integração entre os programas de graduação dos cursos de Engenharia de Produção e de Design também é apresentado por Linden e Paula (2011). Os autores abordaram duas experiências de aproximação dos alunos, com o objetivo de desenvolver competências para o trabalho em equipe e experimen-

tar a interdisciplinaridade: a primeira, pela participação de voluntários em atividades colaborativas; a segunda, simulando a situação em que alunos de Design forneceram serviços para unidades de negócio fictícias e estabelecidas pelos alunos de Engenharia de Produção.

O estudo apresentado neste artigo é desenvolvido na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, envolvendo os cursos de Engenharia de Produção e de Design de Produto em uma iniciativa de aprendizagem multidisciplinar. Para isso, promove-se a integração entre os alunos que cursam as disciplinas de Engenharia do Produto I e Metodologia de Projeto, respectivamente. A integração entre disciplinas de diferentes cursos envolve desafios como: ter abertura entre os professores para organização de conteúdos programáticos e dos referenciais teóricos utilizados; permitir que o colega interaja e assista às suas atividades didáticas; realizar o alinhamento de formatos de avaliação e dos valores que regem as atividades em sala de aula; ajustar a carga horária das disciplinas de diferentes cursos; encontrar salas de aula com a infraestrutura adequada e a tecnologia necessária para a condução do trabalho coletivo, entre outros. Sob o ponto de vista dos alunos, os desafios são: mobilizar os alunos para o trabalho interdisciplinar e prepará-los para lidar com as diferenças, para o debate e para a atividade proposta no conteúdo programático.

Neste trabalho, o objetivo é abordar as práticas que foram utilizadas na preparação dos alunos de Engenharia de Produção, previamente, e no momento de integração entre eles e os designers.

3.2. Integração entre os Alunos dos Cursos de Engenharia de Produção e de Design de Produto

A integração em sala de aula dos alunos dos cursos de Engenharia de Produção e de Design de Produto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) é promovida na disciplina de Engenharia do Produto I, desde 2010. A disciplina tem por objetivo introduzir os conceitos de Processo de Desenvolvimento de Produto, apresentando modelos referenciais. Dessa forma, a interação dos alunos matriculados nessa disciplina com os alunos no curso de Design do Produto incentiva as discussões quanto à aplicação das ferramentas, métodos e técnicas utilizadas nas etapas de desenvolvimento do produto a partir de diferentes pontos de vista de autores de referência na área, tanto no processo produtivo quanto no projeto dos produtos.

A partir de 2015 essa integração deixou de ocorrer desde a primeira aula. Para melhor aproveitar o tempo disponível de integração e enriquecer as discussões, as professoras responsáveis pelas disciplinas sentiram a necessidade de, antes de iniciar a integração, preparar os alunos em três aulas, apresentando os principais conceitos sobre o Processo de Desenvolvimento do Produto e motivando para o trabalho colaborativo.

Portanto, o presente trabalho tem como foco apresentar a integração dos alunos com a visão do curso de Engenharia de Produção. Dessa forma, as etapas de preparação dos alunos descritas a seguir referem-se à disciplina Engenharia do Produto I.

Preparação dos Alunos para a Integração

O tempo disponível para a preparação dos alunos é de três (3) aulas. São abordados os conceitos sobre o Processo de Desenvolvimento do Produto e suas etapas – pré-desenvolvimento, projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção, lançamento do produto, acompanhamento do produto e o processo para descontinuar produtos. Ou seja, há pouco tempo disponível para o estudo de um conteúdo tão abrangente. Neste momento da disciplina, o objetivo é o de proporcionar uma visão sistêmica do tema, mais do que profundidade.

Além da restrição do tempo disponível, há outros aspectos que precisam ser considerados no planejamento das três aulas introdutórias: a incorporação dos conceitos pelos alunos, que nem sempre têm a oportunidade de vivenciá-los fora de sala de aula; o despertar da curiosidade, da motivação e da sua atenção, que é valioso nessa primeira etapa, mas também nos debates posteriores envolvendo os alunos do curso de Design do Produto; e tornar o aluno ativo no processo de ensino/aprendizagem, desenvolvendo competências consideradas essenciais ao profissional engenheiro.

Dessa forma, foram desenvolvidas e aplicadas em sala de aula três práticas de aprendizagem ativa: a “Oficina de Gestão de Portfólio”, o “Seminário sobre Desenvolvimento do Produto”, e o “Teatro sobre Desenvolvimento do Produto”. Cada uma delas (com duração de 3,5 horas) é descrita em mais detalhes a seguir.

A Oficina de Gestão de Portfólio tem por objetivo o aprendizado quanto à fase de pré-desenvolvimento do Processo de Desenvolvimento do Produto, para o qual é apresentado um método de gestão de portfólio. Os conceitos são abordados no contexto de uma academia de ginástica, em que os alunos são divididos em grupos que representam cada uma das áreas da academia. O desafio é partir do planejamento estratégico (previamente elaborado) para a seleção do portfólio de produtos adequados.

Já o Seminário sobre Desenvolvimento do Produto visa o aprendizado quanto à fase de desenvolvimento do produto, que contempla as etapas de projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção e lançamento do produto.

A realização de um seminário sobre as etapas do desenvolvimento de produto foi sugerida aos alunos. O material com o conteúdo do seminário é oferecido pela professora, restando a eles apenas estudar um dos temas. Porém, no dia da realização do seminário, formam-se grupos que estudaram diferentes temas. Os alunos, assim, são surpreendidos pela proposta de uma atividade em que cada

um deles deverá ensinar o que sabe aos outros (peer instruction) e, juntos, responder perguntas que serão entregues ao professor sobre o tema.

E, por fim, o Teatro sobre Desenvolvimento do Produto aborda as duas últimas fases do Processo de Desenvolvimento do Produto – acompanhar produto e descontinuar produtos. Os alunos têm o desafio de desenvolver cenas para um teatro, abordando os tópicos propostos, simulando um ambiente empresarial. Enquanto um grupo de alunos apresenta as cenas que elaborou, os demais devem reconhecer, através das cenas, os tópicos estudados, preenchendo um formulário que será entregue ao professor.

Dinâmica para Integração dos Alunos

Para a integração dos alunos dos cursos de Engenharia de Produção e de Design do Produto, foi proposto o desafio de desenvolver projetos de produto para atender às necessidades dos trabalhadores expostos ao ambiente, por exemplo, vendedores de rua, motoboys e trabalhadores da construção civil.

No primeiro dia em que os alunos se encontram, é realizada uma dinâmica para promover suas apresentações e aproximação. São formados grupos com cinco componentes pertencentes aos dois cursos, que são desafiados a projetar um barco, utilizando, apenas, lápis e papel. Porém, para atingir esse objetivo, os alunos precisam enfrentar restrições físicas: alguns alunos podem desenhar apenas com um ou nenhum dos braços e, outros, são vendados ou não podem escutar as instruções dos seus colegas.

Nessa dinâmica, espera-se que os alunos interajam e, juntos, encontrem soluções para as restrições impostas, atingindo o objetivo proposto. Além disso, pretende-se despertar a importância de planejar os projetos e o trabalho a ser realizado e da comunicação entre os integrantes dos grupos.

3.3. Resultados Obtidos

A integração entre os alunos dos cursos de Engenharia de Produção e de Design propicia momentos de debate e reflexão sobre o Processo de Desenvolvimento do Produto, a partir de diferentes visões e formações prévias. Dessa forma, os alunos têm a oportunidade de observar as diferenças entre as aplicações das metodologias e das ferramentas pelos diversos profissionais, aprimorando a capacidade de análise crítica dos problemas que irão enfrentar nas indústrias e escritórios.

Também é possível observar que, a partir da interação, os alunos desenvolvem capacidades necessárias para que tenham um bom desempenho em seus trabalhos, como comunicação, trabalho em grupo e visão sistêmica. Esses são os resultados da troca de experiências, dos debates e da abertura de novos horizontes.

Porém, para que se tenha sucesso na integração dos alunos de diferentes cursos, há a necessidade de prepará-los com o intuito de enriquecer as discussões ocorridas nesse encontro. É preciso que os alunos conheçam previamente o tema abordado, mas também estejam preparados para as atividades que serão realizadas. Assim, as práticas de aprendizagem ativa desenvolvidas na disciplina de Engenharia do Produto I mostraram-se eficazes.

Observa-se que, por meio da Oficina de Gestão de Portfólio, os alunos desenvolvem as atitudes de comprometimento para com os colegas e para com a instituição em que venha a trabalhar, além do senso empreendedor. Também são trabalhadas as habilidades relativas à percepção de relações causais entre objetos e fenômenos de interesse, identificação das relações básicas que compõem a essência de um problema e ainda acerca de leitura e interpretação, permitindo a experimentação dos conceitos, despertando a atenção do aluno e tornando-o ativo no processo de ensino/aprendizagem, conforme as intenções descritas na seção 3.2.

No Seminário de Desenvolvimento de Produto e do Teatro, são praticados os sentidos de iniciativa e de busca autônoma de soluções, de posicionamento crítico, de comprometimento para com os colegas e postura investigativa. Essas práticas também promovem a incorporação dos conceitos pelos alunos, assim como despertam sua curiosidade e motivação.

A dinâmica de integração, realizada no primeiro dia de encontro dos grupos dos dois cursos, ajuda, por fim, na aproximação dos alunos e apresenta a seguinte lição: a realização de um bom trabalho depende do desempenho de todos, ou seja, ótimos locais não garantem ótimos globais.

3.4 Considerações Finais

No caso apresentado, há aproximação não só das disciplinas, mas dos cursos de Engenharia de Produção e de Design. A interação resultante dessa aproximação mostra-se eficaz para o aprendizado multidisciplinar dos alunos. Esses, por sua vez, apresentam-se motivados e curiosos para conhecer outras disciplinas que não estão na essência do seu currículo, mas que podem complementar sua formação.

4. O DESENVOLVIMENTO DO ENSINO E DA APRENDIZAGEM DE ENGENHARIA POR MEIO DE REDES DE UNIVERSIDADES

4.1. Introdução

Os cursos de Engenharia são os formadores dos profissionais que são responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico de uma nação, estabelecendo condições para o desenvolvimento da maioria dos segmentos de mobilização de investimentos.

A profissão de engenheiro no Brasil, nos períodos de desenvolvimento, tem uma demanda elevada; nos períodos de crise, é uma esperança. É possível afirmar, no entanto, que é uma profissão para o futuro, pois existe um reduzido número de engenheiros por habitante (em torno de 6 para cada 100.000), com participação inferior a 6% no universo de formandos (PINTO, 2011). Em qualquer uma das situações, a responsabilidade dos cursos é formar profissionais que engenham, desenvolvam tecnologias nacionais, minimizem a importação, a transferência e a dependência tecnológica. Além disso, que não se tornem aplicadores de rotinas com fundamentos científicos desconhecidos.

Esta formação profissional apresenta relevantes oportunidades de melhoria nos cursos de Engenharia, tais como: docentes com conhecimentos notáveis em suas especialidades, mas sem a formação para o ensino e tampouco para avaliar a aprendizagem; o desconhecimento da formação (cultura) do aluno (AUSUBEL, 2000) para alcançar sua aprendizagem; o uso de métodos ortodoxos de ensino; o desconhecimento de teorias de aprendizagem e de métodos didáticos (MOREIRA, 2014); e a escassez de professores de Engenharia. Para tanto, mestrados profissionais em ensino de Engenharia e Tecnologia foram criados nos últimos dois anos, tendo em vista esta preocupação com a formação e o preparo de professores para as Engenharias (COBENGE, 2013).

As ações corretivas e eficazes para esta melhoria dependem da identificação correta das causas, ou seja, há necessidade de pesquisa na área. Existem vários grupos de pesquisa multi e interdisciplinares trabalhando com afinco nesse objetivo, isoladamente, em diversas universidades. A presente proposta é estabelecer uma rede entre grupos de diversas universidades afins, aumentando a eficiência da pesquisa no que se refere a custos, produção e socialização do conhecimento. As pesquisas em redes permitem a troca de experiências entre docentes, potencializam a obtenção de recursos de apoio, multiplicam a qualificação dos professores por meio dos participantes que podem funcionar como polos, intensificam a disseminação dos produtos obtidos e contornam as dificuldades com as linhas de poder das instituições.

4.2. Objetivos do Trabalho

Desenvolver uma rede de ensino de Engenharia para elaborar processos que aperfeiçoem o ensino e a aprendizagem nos cursos de Engenharia das universidades participantes. De forma específica, intenciona-se:

- Adequar o método de ensino para obter uma aprendizagem que melhore a formação do engenheiro e que estimule o aluno a desenvolver uma atitude de aprender;
- Avaliar e reavaliar a eficácia dos métodos, usando ferramentas como os mapas conceituais para se ter um melhor aproveitamento das disciplinas formativas;

- Desenvolver ou aplicar novas metodologias de ensino, no âmbito da aprendizagem, para orientar os novos professores de Engenharia;
- Elaborar objetos de aprendizagem para serem disseminados e usados pelas universidades pertencentes à rede e compartilhados com a comunidade por meio de fóruns;
- Identificar o nível de conhecimento do aluno na formação básica, necessário para as disciplinas profissionalizantes de Engenharia;
- Estimular a participação de professores de todas as especialidades (multidisciplinaridade), estimulando a interdisciplinaridade no ensino;
- Propor estruturas de disciplinas (grades curriculares) adequadas para facilitar a aprendizagem;
- Propor cursos de formação continuada para professores.

4.3. Aspectos Teóricos

A educação superior na Europa passou por uma reforma política, estrutural e sociocultural a partir de 1988, ocasião em que a Magna Charta Universitatum de Bolonha foi assinada por 388 reitores das principais universidades europeias (PEREIRA e ALMEIDA, 2009).

Várias ações foram desencadeadas no sentido de repensar e ressignificar a formação de nível superior no contexto do século XXI, bem como estabelecer parâmetros comuns para a mobilidade acadêmica, a empregabilidade e a comparabilidade (LIMA, et al. 2008). As principais bases para a internacionalização do ensino foram: um sistema de graus acadêmicos facilmente reconhecíveis e comparáveis; um sistema essencialmente baseado em dois ciclos (um para o mercado de trabalho, de três anos, e, o segundo, com o mestrado integrado); um sistema de acumulação e de transferência de créditos curriculares; a mobilidade dos estudantes, professores e investigadores; e a cooperação para um ensino de qualidade.

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, em seu relatório para a Engenharia, sugere mudanças curriculares e pedagógicas para tornar os cursos mais interessantes e inovadores, incluindo troca de experiências entre as universidades que tenham atividades pioneiras na área (UNESCO, 2010, p.32).

No Brasil, há um descompasso entre a formação universitária e as exigências do mercado de trabalho. O diálogo entre as universidades e o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA é difícil. Os empregos estão se afastando dos diplomas. Como afirmou Morin (2011), “nessa época de mundialização, os grandes problemas são transversais, multidimensionais e planetários”.

Nos últimos anos, houve um grande estímulo para aumentar o número de formandos em Engenharia com criação de vagas e de cursos praticamente em todo Brasil. No entanto, pouco se investiu na formação de professores e infraestrutura. Ou seja, a demanda agravou o problema da qualidade no ensino das engenha-

rias. Por outro lado, espera-se muito das engenharias para fazer frente diante da presente crise econômica.

A formação de redes entre as universidades passa a ser uma estratégia para o desenvolvimento do ensino no Brasil para se obter resultados rápidos, de forma cooperativa e na velocidade requerida.

4.4. Descrição da Proposta de Rede de Universidades

A rede de desenvolvimento de ensino de Engenharia nas universidades, para alcançar seus objetivos, deve:

- Estabelecer os seus fundamentos teóricos;
- Criar uma estrutura organizacional;
- Elaborar um manual de funcionamento;
- Fazer um plano de atividades.

Fundamentos Teóricos

A utilização dos múltiplos saberes no ensino e na aprendizagem dos professores envolvidos estabelece esses fundamentos nas teorias de aprendizagem e métodos de ensino, por exemplo, aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2000) e a utilização de mapas conceituais (NOVACK, 1983).

Estrutura Organizacional

A figura 4.1 apresenta uma proposta de organização em quatro níveis, a saber:

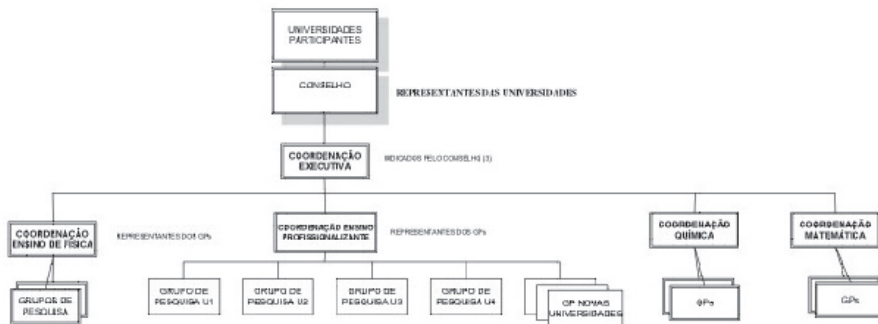


Figura 4.1: proposta de organograma da rede de desenvolvimento do ensino de Engenharia.

- O primeiro é o Conselho Legislador constituído por representantes notáveis das universidades. É o responsável pela governança da REDE, esta-

belece as estratégias e os recursos, acompanha o andamento e apoia a obtenção de recursos formais.

- O segundo é a Coordenação Executiva composta por três membros do Conselho, indicados pelo próprio. Coordena as atividades globais, busca recursos externos à REDE, articula as Coordenações por Especialidade e o Plano de Atividades;
- No terceiro estão as Coordenações por Especialidades. Podem ser constituídas pelos representantes de Grupos de Pesquisa. Tem a atribuição de articular as atividades dos grupos de pesquisa nas diversas universidades por especialidade;
- O quarto nível são os Grupos de Pesquisas de cada universidade, onde acontecem as atividades de Desenvolvimento do Ensino de Engenharia. É formado por um líder de pesquisas com a participação de alunos.

Manual de Funcionamento

É o documento básico, elaborado pelo Conselho, que consta a estrutura organizacional com suas atribuições e processo de funcionamento da Rede.

Plano de Atividades Proposto

O Plano contempla atividades, prazos e responsabilidades na Rede. Como proposta de atividades, sugere-se: formação de pesquisadores; formação dos grupos de pesquisas em ensino de Engenharia; seminários de avaliação e de consolidação; disseminação dos métodos consolidados; revisão periódica do plano (melhoria contínua).

4.5. Resultados Esperados

Os resultados esperados com a proposta da rede são os seguintes:

- O desenvolvimento de métodos e ferramentas de ensino com objetivo da aprendizagem (“ensinagem”);
- O compartilhamento dos produtos da pesquisa e as experiências bem sucedidas entre os pesquisadores;
- A multiplicação dos produtos entre os demais professores nas diferentes instituições;
- Disseminar externamente a Rede e os produtos consolidados por meio de publicações e seminários;
- Estimular a qualificação de professores nos mestrados e doutorados em ensino de Engenharia;
- Promover a melhoria contínua da REDE.

5. PARCERIA ENTRE CURSOS DE ENGENHARIA E ESCOLAS DE ENSINO MÉDIO: UMA ABORDAGEM DE APRENDIZADO MULTIDISCIPLINAR

5.1. Introdução

O nível de desempenho de um graduando em Engenharia está inerente à sua formação obtida no Ensino Médio, o que demanda iniciativas inter-relacionais entre as duas instituições de ensino para a finalidade do estado da arte. O interesse do Laboratório de Engenhocas em aproximar e, portanto, atrair os alunos de Ensino Médio para o curso de Engenharia se dá através da interação dos discentes da universidade com os alunos das escolas, trabalhando em parceria para o desenvolvimento de projetos científicos e de Engenharia com caráter socioambiental. É empregada a metodologia PBL (Aprendizagem Baseada em Problemas), pois exige a proatividade do aluno, notando-se esse aspecto tanto na concepção do projeto quanto na sua execução (FONSECA et al., 2012). Nesse contexto aplicado, a utilização de estratégias de aprendizagem ativa possibilita uma abordagem multidisciplinar das disciplinas abordadas nos projetos, dinamizando a absorção da teoria exposta.

Essa iniciativa vem sendo realizada por discentes integrantes do Laboratório de Engenhocas, que possui como característica a apresentação de experimentos científicos, utilizando materiais alternativos com uma abordagem lúdica e interativa para incentivar os alunos a gostarem das matérias de Ciências Exatas, relevantes para a eficiência no decorrer da graduação em Engenharia e refletir sobre as causas socioambientais. Esperava-se, no início dessas atividades práticas, que o desempenho dos participantes do programa viabilizasse o acompanhamento dos projetos com os alunos de Ensino Médio com maior eficiência do que nas disciplinas teóricas abordadas em sala de aula, além do desenvolvimento de competências de planejamento, gestão, comunicação e trabalho em equipe para a resolução de problemas e concepção de projetos.

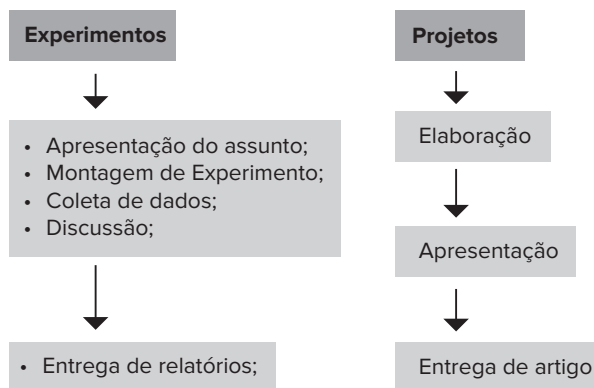


Figura 5.1: Processo de trabalho: Experimentos e Projetos.

5.2. Aspectos Teórico-Metodológicos

A experiência do Programa Laboratório de Engenhocas vem sendo trabalhada desde 2013, atuando em três Escolas Estaduais de Ensino Médio nas cidades de Tucuruí e Ananindeua, no Estado do Pará. A figura 5.1 representa o esquema das ações executadas nessas escolas. O processo de trabalho contempla os experimentos desenvolvidos como solução de problema, enquanto o projeto é elaborado paralelamente em horários extraclasse (SILVA et al., 2012).

Na cidade de Tucuruí, as atividades foram iniciadas em 2013 com a ativação dos Laboratórios Multidisciplinares de duas escolas que se encontravam anteriormente no ócio. Nesses laboratórios foram desenvolvidos os experimentos lúdicos com a finalidade de preparar os alunos à iniciação científica, assim como reuniões de debate sobre pesquisa científica, gravações de vídeos para serem publicados no canal do YouTube – EngenhaTube – e apresentação de palestras sobre supercondutibilidade e nanotecnologia, conforme as vertentes de trabalho da figura 5.2.

Posteriormente, em cada escola, foram concebidos projetos que suprissem a necessidade característica de cada uma. Na Escola Estadual Raimundo Ribeiro de Souza, foi sugerido o projeto de um gerador de Van der Graaf, construído apenas com materiais reutilizáveis e acessíveis, como panela de alumínio, motor de ventilador, madeira e tubo PVC; e destinado a ser um instrumento de aprendizagem no ensino de eletromagnetismo no laboratório multidisciplinar da escola.

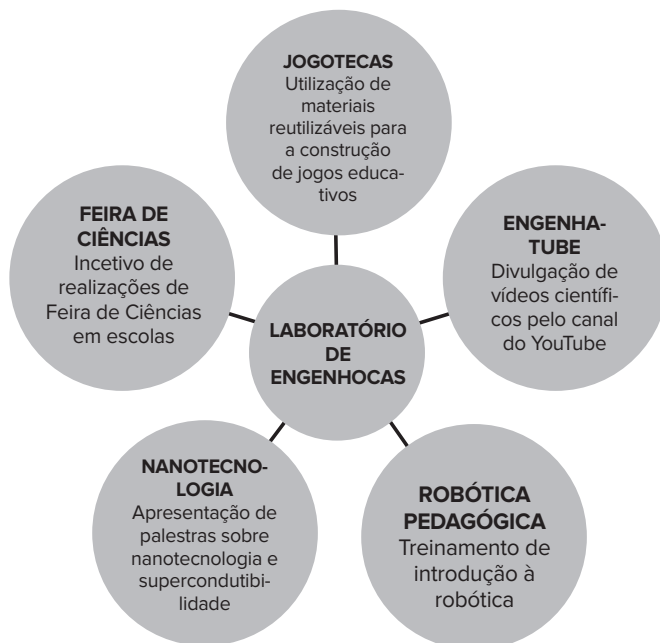


Figura 5.2 – Representação das vertentes de trabalho do programa. A integração de cada uma exerce a influência necessária para o programa atuar conforme seus objetivos.

Na Escola Estadual Rui Barbosa, em Tucuruí, o programa teve uma maior atuação em relação aos projetos concebidos. Em 2014, foram desenvolvidos dois projetos. Um deles foi a criação de um filtro ecológico feito com materiais sustentáveis, como fibra de coco, manta acrílica, esponja, pastilhas de cloro etc, com a finalidade de suprir a deficiência da qualidade da água, devido a ausência de um sistema de tratamento no município. O outro projeto foi a implantação de um Aquecedor Solar feito com materiais de baixo custo, como garrafas PET's, embalagem Tetra Pak etc. A finalidade foi reduzir os gastos com energia elétrica, utilizando a fonte de energia natural e não poluente mais abundante da região. Em 2015, prosseguiram-se as atividades na escola com a produção do “logurte Medicinal”, cuja composição foi acrescentada ervas medicinais. Já no projeto “Meu Peixe”, utilizou-se carcaças dos peixes de peixarias da região para ser acrescido como adubo orgânico na horta escolar (MILHOMEM & LIMA, 2014). Houve, ainda, a construção do protótipo de um semáforo de baixo custo com o arduíno.

Na cidade de Ananindeua, as atividades foram desenvolvidas no início de 2014, na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Eneida de Moraes, com a realização de oficinas de experimentos lúdicos, coleta de materiais reutilizáveis para a confecção de jogos educativos e treinamentos de introdução à robótica com a plataforma Arduíno. Nestas oficinas, as habilidades e competências multidisciplinares foram colocadas em prática, o que desencadeou a Feira Científica da escola com o tema “Tecnologia: Ciência e Aprendizado”. Nela, foram apresentados todos os projetos elaborados no decorrer de 2014, dentre eles, um sistema de detecção e monitoramento de vazamento de gás liquefeito de petróleo (GLP), com objetivos específicos de segurança e diminuição das estatísticas de incidentes com vazamento de gás. Outro projeto foi a criação de um colete eficiente, desenvolvido com o arduíno, a fim de propiciar uma segurança maior para pessoas que possuem deficiência visual. No colete, foi inserido um sistema que emite alertas sonoros, fazendo com que o usuário fique atento aos possíveis obstáculos, evitando, assim, acidentes indesejáveis.

Entre as atribuições na aprendizagem baseada em problemas e projetos encontrados na literatura, mencionam-se: a responsabilidade de fazer com que a aprendizagem seja um processo centrado no estudante, o direcionamento do aluno para sua autonomia, a condução do trabalho em equipe, a garantia do cumprimento dos objetivos da metodologia e da equipe por meio de questionamentos e desafios, a dedicação de tempo para as equipes e o asseguramento para que a equipe tenha um bom começo (CAMPOS et al.,2011).

5.3. Resultados Obtidos

Na parceria adotada, os discentes dos cursos de Engenharia e de Ciência e Tecnologia e os integrantes do Laboratório de Engenhocas tornaram-se tutores das atividades administradas, o que exigiu uma ativa participação no acompanhamento e na orientação dos alunos tanto ao sugerir contextualizações na fase de planejamento quanto ao avaliar o desempenho dos estudantes. Quanto aos

alunos, percebeu-se que a convivência e a parceria com os graduandos aproximaram-lhes do ambiente universitário, instigando o anseio por ingressar em um curso superior. O processo metodológico foi administrado de modo que ocorresse a reciprocidade do desempenho obtido. Em relação aos tutores, houve avanços na comunicação em público e no poder de transmissão de conhecimento.

Quanto aos projetos desenvolvidos, inicialmente, as reuniões realizadas permitiram um contato com a dinâmica de equipe aplicada à metodologia PBL, exercendo, em cada membro do projeto, um determinado papel no planejamento e no preparo das atividades (FONSECA et al., 2012). Para comprovar a eficácia da metodologia usada na concepção dos projetos, obtiveram-se alguns resultados e premiações:

- Projetos finalistas na 12ª FEBRACE 2014, sendo eles: “Implantação de um aquecedor solar de baixo custo na Amazônia”, “Proposta de produção de um gerador de Van de Graaf de baixo custo, destinado ao laboratório multidisciplinar da Escola Estadual Dep. Raimundo Ribeiro de Souza”, “Qualidade da água na zona urbana de Tucuruí e a proposta de criação de um filtro de baixo custo”.
- Projetos finalistas na 13ª FEBRACE 2015, sendo eles: “Sistema de Detecção e Monitoramento de Vazamento de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) e outros” e “Protótipo de Semáforo de Baixo Custo com Arduino”.
- 2º lugar no Prêmio Jovem Cientista, na categoria estudante do Ensino Médio com o projeto “Uso de resíduos de peixe como fertilizante na agricultura familiar”.
- 1º lugar no Prêmio Jovem Extensionista da Universidade Federal do Pará, com o trabalho “Laboratório de Engenhocas no Ensino Médio de Tucuruí-Pa: Incentivando a Formação de Futuros Engenheiros”.
- Aprovação no vestibular para cursos de tecnologia dos alunos Ana Caroline da Silva Reis (Bacharelado em Ciência e Tecnologia – UFPA e Engenharia Civil – FAMAZ), Marcos Renan dos Santos Fialho (Engenharia Naval – UFPA), Marcos Alencar dos Santos (Engenharia Elétrica – UFPA).
- Publicações científicas dos artigos “Interação entre curso de Engenharia e escola de Ensino Médio na construção de um aquecedor solar de baixo custo em Tucuruí – Pará” em anais do XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE – 2014 (MILHOMEM et al., 2014), como também no *International Symposium on Project Approaches in Engineering Education* – PAEE 2014, através do artigo “Estratégias Ativas de Aprendizagem Aplicadas em Escola de Ensino Médio na Região Amazônica” (MILHOMEM, et al., 2013).

É perceptível a mudança nos alunos no que se refere a sua familiarização com as disciplinas de Física, Química e Matemática, bem como sua melhoria no desempenho das avaliações semestrais na escola e no fomento para ingressar

nas áreas de Exatas e Engenharia, observando-se, ainda, o compromisso dos docentes em expandir essa metodologia para suas aulas.

5.4. Considerações Finais

No decorrer das atividades, demonstrou-se a importância de como as estratégias de aprendizagem ativa, com uso de uma metodologia inovadora, pode tornar eficaz, atrativo e evidente o aprendizado multidisciplinar de matérias tidas como mais complexas. Estas estratégias facilitam a compreensão dos alunos, moldam sua formação acadêmica para o ingresso em uma universidade e proporcionam uma interação maior entre eles e a universidade.

Quanto aos alunos de Engenharia, observou-se que a prática do PBL, com a exigência de publicação, favorece a produção científica, estimulando o desenvolvimento de habilidades e competências e proporciona oportunidades para a carreira por meio da participação em eventos.

6. NÍVEIS DE INTEGRAÇÃO DO ENTRETENIMENTO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

6.1. Introdução

Tradicionalmente, disciplinas acadêmicas são ministradas seguindo a clássica forma de ensino: docentes “ensinando” conhecimento “morto”, conforme alertou Demo (2015), e desenvolvendo em *slides* de Power Point sínteses dos conteúdos das disciplinas, que estimulam o desinteresse dos alunos, que os “assistem” passivos ou ativos, escondendo os *smartphones*, entretidos nas conversas dos grupos do WhatsApp ou no Facebook. Isso provoca nos estudantes decepções plurais, inclusive, com a escolha da profissão de engenheiro.

São os alunos que não se interessam em estudar na sala de aula? Será o processo de ensino/aprendizado escolhido pelos docentes que está fora de contexto no século XXI? Será que a diferenciação entre o conceito-aluno e o conceito-estudante ou as quatro liberdades do conhecimento – estudar, aplicar, modificar e difundir – não mais preocupam e nem importam àqueles quem se propõem a formar engenheiros para novos ou velhos nichos de atuação profissional? Será que novos nichos de atuação profissional não são contemplados na formação de engenheiros?

6.2. Aspectos Teórico-Metodológicos

Os impactos econômicos de projetos culturais e do entretenimento no Brasil ainda não são devidamente estudados. A ausência de indicadores confiáveis dessa indústria interfere e dificulta uma maior captação de investimentos para o setor (REIS, 2007), além de criar barreiras para o posicionamento desta temática na educação em Engenharia pela falta de parâmetros comparativos com inserções ditas tradicionais no campo educacional em questão.

Então, pensar as categorias entretenimento, economia criativa e cultura como exemplos de disciplinas intercurriculares e intercentros acadêmicos é ir para além do uso de tecnologias digitais aplicadas em sala de aula. Desta forma, o artigo propõe o estabelecimento de quatro níveis para se entender os possíveis canais de integração entre o entretenimento e a educação em Engenharia.

6.3. O entretenimento como exemplo em disciplina curricular

Neste nível, o entretenimento é utilizado como base para exposições teóricas ou práticas relacionadas a uma determinada disciplina do projeto pedagógico de algum curso de Engenharia.

Inicialmente, tem-se a utilização de casos, por exemplo, baseados em segmentos da indústria do entretenimento como esporte ou música para o desenvolvimento de referenciais teóricos e para a elaboração de exercícios que trabalhem os conhecimentos ministrados em disciplinas curriculares.

Os casos são inúmeros. Mas, a título de exemplificação, podem-se citar livros direcionados ao estudo da mecânica dos materiais, conteúdo este pertencente ao ciclo de formação profissional básica dos cursos de Engenharia; exercícios para o cálculo das forças e tensões em estruturas de apoio de embarcações esportivas e para a determinação de propriedades mecânicas de materiais compósitos utilizados em equipamentos esportivos, como raquetes de tênis; e reutilização e troca de esculturas entre escolas de samba como forma de ilustrar um caso de logística reversa.

6.4. O entretenimento como campo de trabalho em pesquisas

Ainda atrelada às áreas já consolidadas da Engenharia, neste nível, verifica-se a abordagem de objetos ligados ao entretenimento a partir de uma das áreas em questão.

Por exemplo, baseado na experiência dos autores, relacionam-se os trabalhos de conclusão de curso, orientados no CEFET/RJ, dentro dos cursos de graduação em Engenharia de Controle e Automação e Engenharia de Produção. Através do programa da linha de pesquisa “Engenharia, Arte e Convivência”, que integra o grupo de pesquisa “Produção e Economia de Comunhão”, cadastrado no diretório de grupos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, orientou-se trabalhos de conclusão de curso na temática do Carnaval sobre: organização do trabalho na produção de desfiles carnavalescos, soldagem de carros alegóricos, plano de marketing para escolas de samba, análise dos programas de qualificação dos trabalhadores para a produção carnavalesca e análise estrutural de carros alegóricos.

Continuando a exemplificação, a partir das experiências dos autores, há também a orientação de trabalhos de conclusão de curso em Engenharia de Produção voltada para a análise estratégica organizacional dos desfiles carnavalescos em vias públicas, na PUC-Rio. A Faculdade de Ciências Aplicadas da UNICAMP,

no âmbito do Laboratório de Cadeias Produtivas (LACADE), vem desenvolvendo várias iniciativas de estudos sobre a Economia Criativa, sendo uma delas com foco no projeto de soluções criativas voltadas ao cluster de confecções do município de Americana (SP).

Também, podem-se relacionar exemplos em outras instituições de ensino. Na Universidade de São Paulo (USP), há trabalhos de conclusão de curso em Engenharia de Produção sobre plano de negócios aplicados para jogos virtuais e processos de armazenagem e expedição de livros em uma editora.

A relação acima não pretende ser exaustiva, mas sim mostrar as demandas do campo do entretenimento direcionadas à pesquisa nas engenharias.

6.5. O entretenimento como campo disciplinar em cursos de Engenharia

Reivindica-se, desde meados da década de 1980, a inclusão de disciplinas nos cursos de graduação e de pós-graduação em Engenharia voltadas para segmentos culturais, artísticos e do entretenimento (NUNES, 1992).

Os cursos de Graduação em Engenharia de Produção da UFRJ e os cursos de Mestrado e Doutorado em Engenharia de Produção da COPPE/UFRJ incorporam a disciplina de Engenharia do Entretenimento na grade oficial. Há dez anos, o Laboratório de Engenharia do Entretenimento (LEE) da UFRJ realiza o Congresso de Engenharia do Entretenimento (KAMEL; SOUZA, 2012).

Porém, somente em 2008, criou-se o primeiro curso de graduação em Engenharia de Produção no Rio de Janeiro para atender à demanda reprimida voltada para os segmentos acima listados. Mesmo assim, resistências ao curso permanecem na atualidade, sejam daqueles que tem alçada para delimitar áreas e subáreas das engenharias, sejam de avaliadores do INEP de cursos de graduação, sejam de Conselhos Federais que regulamentam as atribuições dos engenheiros, sejam de docentes e estudantes. Seriam céticos, avessos aos novos campos na educação e ensino em Engenharia ou cautelosos?

Dentro do curso citado acima, a disciplina Indústria do Entretenimento integra a grade curricular original do curso de Engenharia de Produção da UNIRIO, primeiro curso de Engenharia de Produção com ênfase em produção em cultura no Brasil. Acreditamos que, a longo prazo, este curso possa vir a ser o promotor/ator-rede da inclusão de nova subárea de conhecimento na Engenharia de Produção, visto que há a constatação de que “Cultura, Arte e Entretenimento” não se incluem dentre as subáreas da área de conhecimento da Engenharia de Produção na Tabela das Áreas de Conhecimento (30800005), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES – e nem nas dez áreas da Engenharia de Produção divulgadas pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO).

No âmbito da graduação, na Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp, existe a disciplina sobre Economia Criativa; que pode ser oferecida para todos os alunos, de diferentes cursos da Unicamp.

Cabe ressaltar que as experiências relatadas neste nível estão concentradas basicamente no campo da Engenharia de Produção. Contudo, é preciso construir interfaces com outras engenharias: Mecânica, Civil, Eletrônica, Elétrica, Computacional e outras áreas de conhecimento para a promoção do potencial que o entretenimento possibilita na educação em Engenharia.

Diante desta preocupação citada no parágrafo anterior, o Encontro de Engenharia no Entretenimento (3E/UNIRIO) foi promovido em três edições, sendo que, em 2015, com chamada de trabalhos acadêmicos, obtendo submissões de outros campos da Engenharia que dialogassem com o entretenimento. As contribuições vieram de todas as regiões do Brasil, além da participação de pesquisadores de Portugal. Este resultado sinaliza que vem aumentando o interesse de outras engenharias para a temática do entretenimento e da economia criativa, além da cultura no âmbito da graduação e da pós-graduação.

6.6. O entretenimento como campo particular em Engenharia

No Brasil, o entretenimento como campo particular em Engenharia somente aparece em cursos de especialização com a denominação “Engenharia do Entretenimento”. Porém, tratam-se basicamente de cursos de especialização em Engenharia de Produção aplicados ao entretenimento.

Visualizando novas possibilidades, os autores apontam novos modelos que, de fato, estabeleçam um campo particular de Engenharia do Entretenimento. Por exemplo, na *Queensland University of Technology* (QUT), dois cursos foram criados: Bacharelado em Indústrias Criativas e Bacharelado em Indústrias do Entretenimento (COLLIS; MCKEE; HAMLEY, 2010). Para atendimento a essa demanda, o Bacharelado em Indústrias do Entretenimento foi projetado de forma interdisciplinar, envolvendo equipe acadêmica da Indústria Criativa, da Administração e do Direito. Em três faculdades diferentes, foram desenvolvidas nove novas disciplinas: Introdução ao Entretenimento; Entretenimento Global; Prática do Entretenimento: equilibrar criatividade e negócios; Mapeamento das Indústrias do Entretenimento; Marketing do Entretenimento; Gestão de Projetos para o Entretenimento; Gestão de Projetos do Entretenimento; Projeto de Entretenimento e Direito do Entretenimento.

6.7. Considerações Finais

Segundo a *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD, 2010), a criatividade está substituindo a localização, os recursos naturais e o acesso ao mercado como o principal elemento para o dinamismo urbano. Velhas indústrias estão desaparecendo e o valor agregado às cidades está relacionado menos ao que é manufaturado e mais através do capital intelectual que é aplicado aos produtos, processos e serviços.

Os quatro níveis apresentados neste artigo, que articulam o entretenimento com a educação em Engenharia, estabelecem duas abordagens para esta relação: Engenharia no Entretenimento e Engenharia do Entretenimento. As duas são

importantes e necessárias, pois tanto sensibilizam os estudantes e preparam profissionais para atuarem nesta indústria quanto estabelecem um novo campo de conhecimento que permita estudos direcionados para esta área.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Brasil e no mundo, pode-se verificar o apoio entre instituições e iniciativas em prol de uma educação multidisciplinar proveitosa. Os trabalhos relatados neste capítulo apresentaram diversas experiências interdisciplinares que integram competências na formação do engenheiro, em diversas nuances, desde interação entre disciplinas e atividades pedagógicas, interação entre cursos e até mesmo entre instituições.

Cabe também observar como o ambiente universitário influencia no aprendizado e como laboratórios e oficinas de aprendizado multidisciplinar podem contribuir ou na proposta do Trabalho Interdisciplinar da Faculdade Única de Ipatinga, Seção 2, ou na interação entre os alunos dos cursos de Engenharia de Produção e de Design no trabalho proposto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Seção 3. No trabalho desenvolvido na faculdade mineira, pôde-se observar a possibilidade de integração de várias competências, normalmente desenvolvidas em outras disciplinas, em uma disciplina integradora oferecida no final de curso. Esta integração de competências é ainda ampliada no trabalho da faculdade gaúcha. Neste trabalho, reconhecendo a necessidade de introduzir o aprendizado multidisciplinar nos cursos de Engenharia, uma iniciativa de aproximação dos cursos de Engenharia de Produção e de Design de Produto, através da integração entre os alunos que cursam as disciplinas de Engenharia do Produto I e Metodologia de Projeto, respectivamente, uma experiência de sucesso foi apresentada. Como resultado, pôde-se observar o aprimoramento das capacidades de análise crítica e de solução de problemas dos alunos, além do desenvolvimento das habilidades de comunicação, de trabalho em grupo e da visão sistêmica.

A composição de uma rede de instituições de ensino foi apresentada na Seção 4, destacando uma experiência realizada nas universidades comunitárias do Rio Grande do Sul, tendo em vista a aprendizagem significativa dos alunos de Engenharia. A proposta de rede objetivou envolver grupos de pesquisas e/ou programas de pós-graduação que desenvolvam pesquisa na área de ensino de Ciências e Engenharia (básico e profissionalizante), e trabalhar com métodos, ferramentas e objetos de ensino, fundamentados na teoria da aprendizagem significativa. Os resultados que deverão ser obtidos são o compartilhamento dos produtos da pesquisa e as experiências bem sucedidas entre os pesquisadores vinculados à Rede e multiplicados entre seus pares nas diferentes instituições. Desta forma, os professores serão permanentemente atualizados e bem preparados para realizar um ensino com qualidade e eficiência quanto à aprendizagem dos alunos e à resposta ao mercado de trabalho.

A importância e o encantamento pela Engenharia devem ultrapassar as fronteiras das instituições de ensino superior e adentrar no cotidiano dos ensinos Médio e Fundamental. Uma experiência de sucesso foi relatada na Seção 5, no trabalho da Universidade Federal do Pará, que foi desenvolvido nas cidades de Tucuruí e Ananindeua pelo Programa de Extensão Laboratório de Engenhocas da Universidade Federal do Pará, por meio da interação entre os graduandos de Engenharia e alunos de Ensino Médio. Este trabalho visou aprimorar as metodologias de ensino, através da aplicação de estratégias de aprendizagem multidisciplinar baseadas em problemas e projetos. É importante observar que a formação básica é essencial para incentivar os alunos a familiarizarem-se com as matérias de Ciências Exatas, relevantes para a eficiência no decorrer da graduação em Engenharia. Esta interação entre ensinos superior e médio permite não apenas desenvolver no graduando a sua capacidade para solucionar problemas no cotidiano, mas também despertar no estudante de Ensino Médio a importância para as tecnologias.

Encerrando este capítulo, foi apresentada a experiência de sucesso do conjunto de instituições composto pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ, pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e pela Universidade Estadual de Campinas. Neste caso, a integração de várias engenharias é realizada de forma sistêmica no entretenimento. Diferentes nuances foram apresentadas neste trabalho, articulando entretenimento com a educação em Engenharia, estabelecendo abordagens para esta relação: *Engenharia no Entretenimento* e *Engenharia do Entretenimento*. Ambos os contextos são importantes e necessários, pois, tanto sensibilizam os estudantes e preparam profissionais para atuarem nesta indústria quanto estabelecem um novo campo de conhecimento que permite estudos direcionados para esta área.

Com a realização da sessão dirigida, que culminou na elaboração deste capítulo, buscou-se conhecer iniciativas em prol da multidisciplinaridade na educação, na interação entre instituições e localidades, bem como compartilhar experiências e cocriar estratégias para implantação e manutenção das iniciativas julgadas como mais benéficas. Os desafios e peculiaridades de cada um dos casos apresentados foram explorados e formas de disseminação destas práticas foram apontadas.

Por fim, espera-se que as experiências apresentadas neste capítulo possam gerar novas propostas a serem usadas em discussões futuras e que sirvam de auxílio para o direcionamento dos esforços na evolução do ensino de Engenharia no Brasil, assim como para convergir tais esforços e fortalecer a rede de atores envolvidos com a educação da Engenharia brasileira.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

BROCKMAN, J. B. **Introdução à Engenharia:** modelagem e solução de Problemas. Rio de Janeiro, LTC, 2010.

CAMPOS, L.C; DIRANI, E.A.T.; MANRIQUE, A.L. (orgs.) **Educação em engenharia: novas abordagens.** São Paulo: EDUC, 2011. Págs. 17-171.

COLLIS, C.; MCKEE, A.; HAMLEY, B. **Entertainment industries at university: designing a curriculum.** In: *Journal of Media & Cultural Studies*, v. 24, n. 6, p. 921-932, 2010.

DEMO, P. *Aprender como autor.* São Paulo: Atlas, 2015.

FREITAS, D. B.; SANTOS, A. V.; KIECKOW, F. **O Ensino e a Avaliação do Aprendizado: uma Aplicação do Método da Espiral de Ensino.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41, 2013, Gramado, UFRGS.

FONSECA, W.S., SILVA, D.B.C, LIMA, D.S., SILVA, S.P. **Aplicação do P2BL no Ensino Básico no Campus Universitário UFPA-Tucuruí nos Cursos de Engenharia.** Anais: XL – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém: UFPA, 2012.

GIL, A. C. **Didática do Ensino Superior.** São Paulo: Atlas, 2013.

KAMEL, J. A. N.; SOUZA, F. S. **Entretenimento social clube, engenharia de produção e a economia de experiência.** In: *Sistemas & Gestão*, v. 7, 2012, p. 288-297.

LIMA, L.C.; AZEVEDO, M.L.N.; CATANI, A.M. **O processo de Bolonha, a avaliação da educação superior e algumas considerações sobre a Universidade Nova.** *Avaliação*, Sorocaba, SP, v.13, n.1, mar. 2008.

LINDEN, J. C. S. V. D.; PAULA, I. C. **Engineering designers designing engineers.** In: 6º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, 2011, Lisboa. Anais 6º Congresso Internacional de Pesquisa em Design. Lisboa, 2011.

MILHOMEM, P.M., LIMA, D.S. **Laboratório de Engenhocas no Ensino Médio de Tucuruí-Pa: Incentivando A Formação de Futuros Engenheiros.** XVII Jornada de Extensão da UFPA. Belém: UFPA, 2014.

MILHOMEM, P.M., BEZERRA, W.M., SOUZA, D. A., FONSECA, W.S., BARROS, F.B. (8-9 de July de 2013). **Aplicando a metodologia PBL na região Amazônica para incentivo ao Estudo em Engenharia.** International Symposium on Project Approaches in Engineering Education - PAEE 2013.

MILHOMEM, P.M., SANTOS, M.R., FONSECA, W.S., SILVA, S.N. **Interação Entre Curso De Engenharia E Escola De Ensino Médio na Construção De Um Aquecedor Solar De Baixo Custo Em Tucuruí – Pará.** Anais: XLII – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Juiz de Fora: UFJF, 2014.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: E.P.U., 2014.

MORIN, Edgar. **Cabeça bem Feita.** Rio de Janeiro: Bertran Brasil, 2011.

MORIN, E. **Complexidade e Transdisciplinaridade: a reforma da universidade e do ensino fundamental.** Tradução de Edgard de Assis Carvalho – Natal: EDUFRN, 1999.

NOVAK, J.D. **Uma Teoria da Educação.** Tradução: M. A. Moreira. São Paulo: Pioneira, 1983.

NBR 6118/2014. **Projeto de Estruturas de Concreto.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2014.

NBR 14.931/2004 – **Execução de Estruturas de Concreto - Procedimentos.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004.

NBR NBR 5738/94 – **Modelagem e Cura de Corpos de Prova Cilíndricos.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.

NBR NBR /1994 – **Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos de Concreto.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994.

NUNES, T. H. L. **A produção cinematográfica como atividade de Engenharia de Produção.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de

Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1992.

PEREIRA, E.M. de A.; ALMEIDA, M. de L.P. de (orgs.). **Universidade contemporânea: políticas do processo de Bolonha**. Campinas: Mercado de Letras, 2009, 167p.

PINHEIRO, L. M. **Fundamentos do concreto e projeto de edifícios**. Notas de Aula. UFSCAR, 2007.

PINTO, H. **Engenheiros escassos e pouco qualificados**. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1303> Acesso em 10 de junho de 2015.

REIS, A. C. F. **Economia da cultura e desenvolvimento sustentável: o caleidoscópio da cultura**, Barueri: Manole, 2007.

SILVA, S.P., LIMA, D.S., SANTOS, H.N., SILVA, D.B.C. **Laboratório de Engenhocas: utilizando experimentos alternativos para melhoria do processo de ensino-aprendizagem dos discentes de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pará - campus Tucuruí**. Anais do VII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica – CONEM 2012, São Luís, Brasil.

UNCTAD (2010) **United Nations Conference on Trade and Development Creative Economy: Report 2010**. UNESCO, WIPO, TTC. Disponível em: http://unctad.org/en/Docs/ditctab20103_en.pdf

UNESCO, **Engineering: Issues Challenges and Opportunities for Development**, p. 32. Paris, França, 2010. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001897/189753e.pdf>>. Acesso em 10 de junho de 2015.

CAPÍTULO III

RESSIGNIFICAÇÃO DO ENSINO PARA A FORMAÇÃO DE NOVOS ENGENHEIROS: DAS ESTRATÉGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM AO MUNDO CONTEMPORÂNEO

Mara Fernanda Parisoto
Universidade Federal do Paraná – UFPR

Alex Sandre Kilian
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Maykon Gonçalves Müller
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense

Miguel Angel Chincaro Bernuy
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rodrigo Aparecido da Silva Braga
Universidade Federal de Itajubá

Fabiana Costa Guedes
Faculdade de Tecnologia

Carla Eliana Toderi Ritter
Faculdade de Tecnologia

Joceliane Dal Lago
Faculdade de Tecnologia

Maria te Vaarwerk
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Lilia Maria Marques Siqueira
Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Gil Eduardo Guimarães
UNIJUI

Nelson Marinelli
ATIVECON

Marianne Kogut Eliasquevici
Universidade Federal do Pará

Maria Ataíde Malcher
Universidade Federal do Pará

Weverton Raiol Gomes de Souza
Universidade Federal do Pará

Elaine Cristina Brito Pinheiro
Instituto Federal do Amapá

Marcos Danilo Costa de Almeida
Universidade do Estado do Amapá

Zaqueu Oliveira dos Santos
Universidade Federal de Itajubá

Newton Figueiredo
Universidade Federal de Itajubá

Agenor Pina da Silva
Universidade Federal de Itajubá

Tânia Regina Dias Silva Pereira
Universidade do Estado da Bahia

Telma Dias Silva dos Anjos
Universidade do Estado da Bahia

Moacir Ávila de Matos Júnior
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Eloiza Aparecida Silva Ávila de Matos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Antonio Carlos de Francisco
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Rodrigo Cutri
Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia

Nair Stem
Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia

Octavio Mattasoglio Neto
Centro Universitário do Instituto
Mauá de Tecnologia - Escola de Engenharia Mauá

Luis da Silva Campos
Centro Universitário do Instituto
Mauá de Tecnologia - Escola de Engenharia Mauá

Paulo Alexandre Martin
Centro Universitário do Instituto
Mauá de Tecnologia - Escola de Engenharia Mauá

Keiti Pereira Vidal de Souza
Centro Universitário do Instituto
Mauá de Tecnologia - Escola de Engenharia Mauá

Gabriela Ribeiro Peixoto Rezende Pinto
Universidade Estadual de Feira de Santana

Álvaro Santos Alves
Universidade Estadual de Feira de Santana

José Carlos Oliveira de Jesus
Universidade Estadual de Feira de Santana

José Luís Michelin
Universidade Estadual de Feira de Santana

SUMÁRIO

| | |
|---|------------|
| 1. Introdução, Objetivos e Justificativa..... | 71 |
| 2. O Ensino Baseado em Projetos na Implantação de Disciplina de Eletricidade Aplicada: Desafios e Perspectivas..... | 73 |
| 3. Design Science Research: Método Associado às Metodologias Ativas no Ensino em Engenharia..... | 77 |
| 4. Capacidade de Integrar Saberes: um Requisito na Formação do Professor para a Prática do Método de Aprendizagem Baseado em Problemas... 79 | 79 |
| 5. Metodologia Científica e Tecnológica da Produção: Aprendizagem Através de uma Abordagem Lúdica..... | 86 |
| 6. Aliando Cidadania e Conhecimento: Revitalização de Escola Municipal por Estudantes de Engenharia Civil..... | 90 |
| 7. Aplicação da Metodologia de PBL para Conferir Autonomia de Decisão aos Alunos do Curso de Engenharia Mecânica na Disciplina de Planejamento, Programação e Controle da Produção. | 93 |
| 8. Projeto Newton: Proposta de Inovação no Ensino para Engenheiros no Pará..... | 96 |
| 9. Auxílio do Processo de Ensino-Aprendizagem da Disciplina Desenho Técnico Através de Material Paradidático no Curso Técnico em Edificações Subsequente do IFAP/AP..... | 100 |
| 10. A Utilização da Metodologia Instrução Pelos Colegas na Aprendizagem do Conceito de Força em Turmas das Áreas de Ciências Exatas e Engenharia..... | 104 |
| 11. Análise dos Impactos da Utilização de Metodologias Ativas de Aprendizagem em Disciplinas do Ciclo Básico dos Cursos de Engenharia..... | 107 |
| 12. Percepção dos Docentes e Alunos Quanto às Diversas Ações de Apoio à Aprendizagem em Física num Curso de Engenharia..... | 114 |
| 13. Considerações Finais..... | 117 |
| 14. Referências Bibliográficas..... | 120 |

Ressignificação do ensino para a formação de novos engenheiros: das estratégias ativas de aprendizagem ao mundo contemporâneo

1. INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E JUSTIFICATIVA

O presente capítulo deste livro visa harmonizar um espaço de discussão e reflexão acerca de implementações de novas estratégias didáticas, especialmente, em disciplinas pertencentes a cursos de Engenharia. Por meio da apresentação dos resultados relativos à adoção de diferentes propostas ativas de ensino, objetivamos, além de um enriquecimento do corpus de conhecimento, ampliar a reflexão sobre a necessidade da incorporação de novas metodologias de ensino para a formação de engenheiros preparados para o mundo contemporâneo.

Para tanto, iniciaremos nossa discussão com o trabalho intitulado “O ensino baseado em projetos na implantação de disciplina de Eletricidade Aplicada: desafios e perspectivas” que apresenta alguns desafios e perspectivas do ensino baseados em projetos para o ensino de eletricidade aplicada. Para que haja uma resignificação no ensino de Engenharia, é necessário um embasamento teórico-metodológico sólido, apresentado na seção intitulada “*Design Science Research*: método associado às metodologias ativas no Ensino de Engenharia”. Entretanto, independente da metodologia praticada, sua efetividade perpassa pelos agentes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. No processo de ensino, enfatiza-se o papel do professor. Afinal, quais são os conhecimentos, habilidades, enfim, os requisitos que o professor precisa ter para que a utilização de metodologias ativas realmente facilite a aprendizagem significativa e não mecânica dos conteúdos? Isso é discutido na seção “Habilidade de integrar saberes: um requisito na formação de professores para a prática do método de aprendizagem baseada em problemas”.

As metodologias ativas incentivam a pesquisa que, por sua vez, tem o potencial de gerar produção científica e inovação (Felipe, 2007). Para tanto, é necessário discutir os múltiplos métodos científicos, as etapas de um projeto de pesquisa, bem como seus critérios de avaliação. Isto usualmente é feito na disciplina de “Metodologia Científica”, muitas vezes, ministrada no primeiro ano dos cursos de graduação. No entanto, a monografia e o trabalho de conclusão de curso (TCC) são realizados no último ano e, conseqüentemente, os alunos tendem a não perceberem a importância da disciplina quando ela é ministrada. Desse modo, é frequente não desprender esforços suficientes para o estudo da disciplina, o que tende a gerar lacunas que se refletem nos últimos semestres. A fim de reduzir essas problemáticas, a seção intitulada “Metodologia Científica e Tecnológica da Produção: aprendizagem através de uma abordagem lúdica” apresenta alternativas práticas e lúdicas para sanar as questões supracitadas.

Na sequência, são apresentados trabalhos empíricos. O primeiro deles, “Aliando cidadania e conhecimento: revitalização de escola municipal por estudantes de Engenharia Civil” possui como ênfase a utilização do conhecimento

visando à melhoria da sociedade, aplicando conhecimentos técnicos para remodelar uma escola pública. Na seção intitulada “Aplicação da metodologia de PBL para conferir autonomia de decisão aos alunos do curso de Engenharia Mecânica na disciplina de Planejamento, Programação e Controle da Produção”, discute-se a utilização da metodologia ativa para aumentar os conhecimentos técnicos e de aplicação articulados com o desenvolvimento de habilidades necessárias ao profissional que está em formação. O Projeto Newton possui uma abrangência maior, pois é formado por professores de diversas áreas que buscam articular aulas expositivas e novas tecnologias aplicadas ao ensino, objetivando, principalmente, uma aprendizagem mais autônoma nas disciplinas de Cálculo 1 e Cálculo 2, reconhecidas no cenário nacional pelo maior índice de reprovação, retenção e, conseqüentemente, evasão nos cursos de Engenharia – discussão apresentada na seção “Projeto Newton: proposta de inovação no ensino para engenheiros no Pará”.

Outro trabalho utiliza metodologia ativa para inclusão de um grupo minoritário e marginalizado do ensino superior: as pessoas com deficiência visual. Essa discussão é realizada na seção denominada “Auxílio do processo de ensino-aprendizagem da disciplina Desenho Técnico através de material paradidático no curso técnico em edificações subsequente do IFAP/AP”. Além da metodologia de projetos e da construção de materiais, outra metodologia empírica que vem se destacando no ensino para a Engenharia é a Metodologia de Instrução por Pares, que foi implementada para o ensino da Mecânica Newtoniana e também apresentou resultados positivos como descrito na seção “A utilização da metodologia da instrução pelos colegas na aprendizagem do conceito de força em turmas das áreas de Ciências Exatas e Engenharia”.

Ao ler esses trabalhos, pode-se perguntar se as metodologias ativas realmente facilitam a aprendizagem significativa de conteúdos, conseqüentemente, melhorando a retenção dos conhecimentos e o desenvolvimento de habilidades necessárias na profissão do engenheiro, como argumentação, pensamento lógico, habilidades manuais e trabalho em equipe. A seção “Análise dos impactos da utilização de metodologias ativas de aprendizagem em disciplinas do ciclo básico dos cursos de Engenharia” possui essa ênfase e mostra qualitativa e quantitativamente as potencialidades das metodologias ativas no ensino e na aprendizagem em cursos de Engenharia.

Além disso, pode-se refletir sobre quais são as percepções dos alunos e docentes quanto às metodologias ativas. A seção “Percepção dos alunos quanto às diversas ações de apoio à aprendizagem em Física num curso de Engenharia” faz essa reflexão. Verifica-se que a utilização de múltiplas formas de apoio e aprendizagem tem gerado uma percepção satisfatória por parte de alunos e docentes, colaborando significativamente para o processo de ensino-aprendizagem. O maior engajamento dos alunos e preparo para as aulas faz com que mantenham um ritmo de estudo mais adequado à sua formação e o *feedback* dado nas atividades permite que ele mesmo faça seu diagnóstico e tome uma postura ativa em seu aprendizado.

2. O ENSINO BASEADO EM PROJETOS NA IMPLANTAÇÃO DE DISCIPLINA DE ELETRICIDADE APLICADA: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Desde 2013, os Cursos de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) estão organizados como Escola Politécnica. O Projeto Pedagógico da Escola (PPE) prevê o compartilhamento de disciplinas denominadas “eixos comuns”. A disciplina “Eletricidade Aplicada”, ofertada no 5º período, é compartilhada pelos cursos de Engenharia de Produção, Civil e Ambiental. Os estudantes da Engenharia Química também tiveram a oferta desta disciplina em 2016, no 7º período.

Considerando que a área de Energia é um dos eixos estratégicos de interesse da PUCPR, buscou-se, na estruturação teórico-metodológica da disciplina, o alinhamento com o Projeto Pedagógico da Escola e com os Projetos Pedagógicos dos Cursos.

Os professores responsáveis pela disciplina, de posse do conteúdo programático, dos temas de estudo e das competências da disciplina, bem como das necessidades profissionais deste grupo de estudantes, definiram um tema central. Foi proposto o tema “Instalações elétricas residenciais (baixa tensão)”, trabalhado durante um semestre, utilizando a metodologia de aprendizagem baseada em projetos (PBL).

A aplicação da metodologia PBL, na disciplina de Eletricidade Aplicada, tem por objetivos:

- Incentivar o resgate das habilidades e competências do núcleo básico;
- Aplicar os conceitos de tensão, corrente, potência e energia no contexto de um projeto real;
- Propiciar o desenvolvimento das habilidades específicas das engenharias com vistas ao futuro profissional como, por exemplo, o desenvolvimento de produtos, o estímulo a projetos de TCC e projetos de inovação relacionados com a área de Energia;
- Propiciar o desenvolvimento de competências relacionadas com as possibilidades de atuação no mundo do trabalho, ampliando conhecimentos com vistas ao planejamento energético das cidades, tornando o estudante apto a atuar em equipes multidisciplinares.

A metodologia baseada em projetos em cursos de Engenharia

Para Ausubel, o fato isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o estudante já sabe (AUSUBEL, 1982). A teoria de Ausubel focaliza primordialmente a aprendizagem cognitiva. Baseia-se na premissa de que existe uma organização e uma integração do material estudado na estrutura cognitiva do aprendiz.

Por isso, é importante que o professor conheça o que o estudante já sabe, para melhor planejar a estratégia de sala de aula. Como a disciplina Eletricidade Aplicada está no 5º período e possui pré-requisitos de Física e Cálculo, no planejamento das atividades de ensino foi previsto o resgate destes conhecimentos,

conectando-os aos temas específicos da disciplina, conforme explica MOREIRA (2009):

“O professor tem um papel extremamente importante em um enfoque ausubeliano porque cabe a ele “ensinar de acordo”, quer dizer, levando em conta o conhecimento prévio do aprendiz, utilizando princípios facilitadores como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa e fazendo uso de organizadores prévios para explicitar a relacionabilidade do novo material com os conceitos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do aluno”.

Também para MOREIRA (Ibid.), novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas, na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam suficientemente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e servem como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos.

A aprendizagem significativa pode ser definida como um processo pelo qual uma informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo. Esta aprendizagem ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos relevantes, presentes na estrutura cognitiva do indivíduo, denominados de subsunçores.

Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados a conceitos gerais, mais inclusivos. Portanto, quando novos conceitos são aprendidos de maneira significativa, isto resulta no crescimento e na elaboração dos conceitos dos subsunçores iniciais. Para Ausubel, a aprendizagem significativa possui dois fatores principais como condições para acontecer: materiais potencialmente significativos e predisposição para aprender.

Na metodologia de aprendizagem baseada em projetos, a predisposição para aprender acontece quando o estudante é convidado a elaborar um projeto para resolver uma necessidade real. Segundo STOLK e MARTELLO (2006), os projetos podem alcançar muitos objetivos: habilidades práticas, aprendizagem de conteúdo, *design* e criatividade, pensamento crítico, contexto de mundo real, integração entre diversas disciplinas, habilidades de comunicação, trabalho em equipe e colaboração, motivação intrínseca e aprendizagem autodirigida.

O desafio da intervenção metodológica PBL consistiu justamente na oportunidade de desenvolvimento de competências profissionais relacionadas à produção de conhecimento, por meio da pesquisa, do trabalho em equipe, da comunicação e da aprendizagem autônoma. Isto foi possível porque os projetos de cada equipe tinham diferentes particularidades devido às diferentes caracterizações das necessidades energéticas das equipes.

Ao propor o projeto de uma casa, foi feita a ancoragem com subsunçores que o aprendiz já dispõe (a casa em que vive atualmente), e foi possível avançar para conceitos mais aprofundados e orientados para o futuro, tais como: consumo de equipamentos elétricos, orientação geográfica da casa, tecnologias alternativas para geração de energia elétrica, pesquisa de automóveis elétricos, entre outros.

Descrição da intervenção

Foram envolvidos estudantes dos cursos de Engenharia Civil, Ambiental e de Produção, distribuídos em três turmas de 50 estudantes em média, nos turnos da manhã e noite. Estes estudantes foram aprovados em Física III e Física Experimental II, e possuem conhecimentos prévios acerca dos fenômenos elétricos e magnéticos. A atividade teve a duração de um semestre letivo, com encontros semanais de 2 horas-aula teóricas e 2 horas-aula práticas. As aulas práticas, ministradas por outro grupo de professores, tiveram estreito acompanhamento com o projeto proposto, uma vez que forneciam aos estudantes o complemento técnico necessário para avançar na atividade.

Nas duas primeiras semanas, as professoras das aulas teóricas estabeleceram dinâmicas de revisão de conceitos prévios, bem como a proposição de novos desafios e perspectivas relacionadas com a área de energia. A ênfase foi dada na geração de energia elétrica que utiliza fontes renováveis, como a obtida pelo efeito fotovoltaico, em complemento à geração centralizada, que é fornecida pela concessionária de energia.

Na terceira semana, foi sugerido o projeto de instalação elétrica de uma casa para jovens, elaborado em duplas ou trios, com base em uma planta de residência fictícia. Para tanto, os estudantes precisaram detalhar as necessidades energéticas desta residência, assim como as possibilidades de geração própria, ou seja, que a casa também possa gerar sua própria energia, mediante a instalação de painéis fotovoltaicos no telhado.

Com base nestas orientações, agregou-se ainda uma carga adicional: um automóvel elétrico, de modelo a escolher, que pudesse também ser abastecido pela geração de eletricidade da residência. A instalação elétrica, de acordo com as normas da ABNT, foi exigida como entrega parcial do projeto. A segunda entrega teve como foco central a apresentação dos projetos e a avaliação pelos pares, ou seja, pelas outras equipes, que também foi considerada no conceito final.

O projeto teve ênfase no planejamento, na análise e na caracterização das necessidades energéticas dos moradores desta casa, para a escolha do melhor atendimento das demandas atuais e futuras. As seguintes partes essenciais da casa também foram levadas em conta: sistema de iluminação; sistemas de tomadas para uso de equipamentos necessários e adequados para o conforto dos usuários, conforme as normas da ABNT. Os requisitos exigidos foram:

- a. Apresentação das plantas do projeto: estruturar a planta e corte esquemático, em escala, com objetivo de organizar a visão geral do projeto;
- a. Desenvolvimento teórico – planejamento por escrito;
- b. Dimensionamento com especificação de todos os cálculos e valores obtidos;
- c. Cálculo da demanda e do consumo da unidade consumidora;
- d. Escolha de automóvel elétrico e dimensionamento do acréscimo de carga na instalação para carregar a bateria do mesmo;
- e. Previsão de instalação de painéis fotovoltaicos com vistas à geração diária de energia para abastecer a casa e o automóvel;

- f. Dimensionamento necessário da área de telhado para instalação deste arranjo fotovoltaico na residência;
- g. Entrega final do projeto elétrico conforme as normas da ABNT, com a representação do diagrama unifilar da instalação elétrica em cada pavimento da residência.

O cronograma executado com os estudantes está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Fases do PBL proposto.

| Fase | Atividade | Período |
|-------------|---|----------------|
| Fase 1 | Desenvolvimento teórico | 3 semanas |
| Fase 2 | Cálculos e construção das tabelas de divisão em circuitos | 4 semanas |
| Fase 3 | Projeto de rede elétrica | 5 semanas |
| Fase 4 | Entrega do projeto | 1 semana |
| Fase 5 | Defesa oral pelas equipes e validação por pares | 1 semana |

Fonte: elaboração própria.

Em todas as fases, houve o acompanhamento das professoras em sala de aula e fora dela realizando as avaliações processuais de cada etapa, promovendo aos diferentes grupos – que estavam em momentos diferentes de aprendizagem – a realimentação necessária para prosseguir nas etapas seguintes, ancorados pelos conhecimentos adquiridos anteriormente.

Como forma de incentivar a qualidade dos projetos, foi proposta a avaliação por pares, que consistiu na troca não identificada dos projetos entre as equipes, controlada pelo professor, e a entrega de uma matriz de correção para que os pesos e critérios fossem imparciais.

Considerações finais

A interação e a colaboração nas discussões das equipes quanto às decisões a serem tomadas foram acompanhadas pelas professoras, presencialmente ou por e-mail, durante todo o semestre.

Algumas equipes solicitaram a retomada de seus projetos para corrigir equívocos teóricos cometidos e verificados na avaliação processual, corroborando a importância da metodologia para a aprendizagem significativa.

Pela proposição do PBL, foi possível aos estudantes resgatarem conceitos e habilidades já desenvolvidas em disciplinas anteriores, como Desenho, Física e Cálculo, realizando a construção de um novo conhecimento, alicerçado neste conhecimento prévio.

Este novo conhecimento ocorreu por meio de pesquisa orientada, que propiciou, também, o desenvolvimento da autonomia e despertou o interesse por aplicações presentes da realidade, além de projetar para o futuro possibilidades

de microgeração de energia em unidades consumidoras.

A atividade de validação pelos pares foi muito bem recebida pelos participantes, que relataram os benefícios de avaliar o seu trabalho, bem como os dos colegas, buscando a qualidade e a autocorreção.

3. DESIGN SCIENCE RESEARCH: MÉTODO ASSOCIADO ÀS METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO EM ENGENHARIA

É premente a mudança de concepção de formação profissional superior cada vez mais consonante ao mundo do trabalho e à realidade do desenvolvimento tecnológico. Essa discussão permeia o processo de ensino e aprendizagem e se faz necessária dentro e fora das Instituições de Ensino Superior – IES.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o *Design Science Research* (DSR) como um método entre as metodologias ativas.

Metodologias Ativas

Muito se discute sobre a importância do uso das metodologias ativas no ensino. Destas discussões, surgem afirmações como as de Pinto e Oliveira (2010, p. 118): “as escolas de Engenharia, em sua maioria, não se adaptaram às novas exigências na legislação e da sociedade e continuam formando os profissionais com base em currículos cuja organização dificulta a integração entre as diversas disciplinas”.

Cabe ressaltar que, como apresentam Enemark e Kjaersdam (2009, p. 23), a relação dialética entre a ciência aplicada (problemas do mundo real da prática profissional) e a ciência pura (teorias que fundamentam uma área de conhecimento) é que possibilita o progresso científico, produzindo novos paradigmas, novas explicações teóricas e soluções práticas.

Estes desafios podem ser enfrentados através do uso de metodologia ativa que, segundo Sobral e Campos (2012, p. 208), “[...] é uma concepção educativa que estimula processos de ensino-aprendizagem crítico-reflexivos, no qual o educando participa e se compromete com seu aprendizado”.

Nesses processos, o professor deve atuar como um orientador para que o aluno faça pesquisas, reflita e faça suas opções para responder aos problemas que surgirão durante sua vida acadêmica e profissional, propiciando a autoaprendizagem, o que fortalecerá a formação continuada.

Para que se atinja plenamente tal formação, é necessário que um embasamento técnico-científico seja complementado com uma sólida formação pessoal e social, o que é conseguido com uma proposta interdisciplinar e moderna que permita, segundo Oliveira (2010, p. 13): “Utilizar metodologias de aprendizagem colaborativas, construtivistas, contextualizadas, reflexivas, humanistas, investigativas, motivadoras e desafiadoras; fortalecer as ações de interdisciplinaridade dentro do currículo”.

A proposta de ser humanista sócio-interacionista é baseada nos conceitos de Freire (1998), em que o conhecimento se constrói a partir da integração en-

tre os saberes cientificamente construídos e os conhecimentos que o aluno traz sobre o mundo real, e dá suporte à aprendizagem significativa que possibilita ao aluno se apropriar de um novo conhecimento a partir de seus conhecimentos prévios. Já a característica colaborativa, surge da troca de informações entre o grupo de alunos em que conhecimentos são compartilhados para que todos possam se apropriar. Para que isto aconteça, a proposta metodológica precisa oportunizar momentos de discussão em grupos.

A interdisciplinaridade vem da utilização de múltiplos conhecimentos de diferentes áreas na tentativa de responder a um determinado problema, e a contextualização de conhecimento é possibilitada por estudos do meio, estudos de casos, discussão de problemas, simulações e dramatizações relacionadas, principalmente, ao exercício profissional.

Design Science Research

O *Design Science* tem sua construção histórica a partir da evolução, discussão da aplicabilidade dos conhecimentos e significados estabelecidos através da reflexão sobre as ciências tradicionais.

Alguns autores que fundamentam o *Design Science* são Simon (1996), March e Smith (1995), Le Moigne (1994), Romme (2003) e Van Aken (2004, 2005). Em linhas gerais, apresentam um discurso, segundo Dresh, Lacerda e Antunes Jr. (2015, p. 51), onde no qual “a mudança é feita pelo homem, que, para tanto, aplica o conhecimento para criar, isto é, desenvolver artefatos que ainda não existem”. Conforme estes autores, a resolução de problemas não se sustenta sem a criação de artefatos.

Em seus trabalhos, Van Aken (2011) aponta para uma redução da distância entre teoria e prática no *Design Science*, demonstrando a relevância do conhecimento.

Os conceitos fundamentais do *Design Science*, segundo Simon (1996, p. 13), são: *Artefato – entendido como algo construído pelo homem como objetivos, funções e adaptações; Conhecimento – como algo que se pode projetar e não apenas aplicá-lo; Soluções – podem ser ótimas (ideais) ou satisfatórias (são suficientemente boas), possibilitando uma proximidade com a realidade; Problemas – costumam ser específicos.*

Desta forma, o paradigma *Design Science* propõe soluções para problemas práticos, podendo, também, aprimorar teorias.

Outro aspecto interessante apontado por Dresh, Lacerda e Antunes Jr. (2015) sobre o *Design Science* é a utilização dos métodos dedutivo, indutivo e abduativo. Os métodos dedutivo e indutivo são conhecidos. Qual então é a contribuição do método abduativo? Para Fischer e Gregor (2011), o método abduativo possibilita dar respostas criativas para fatos do mundo real.

Para desenvolver o método de pesquisa *Design Science Research*, é importante conhecer seus sete critérios fundamentais:

“Criação de um novo artefato; Problema específico; Avaliar; Contribuição para o avanço do conhecimento na área; Artefato atende aos critérios estabele-

cidos para seu desenvolvimento; Buscar diferentes respostas para o problema; Comunicar os resultados da pesquisa”.

A determinação do método *Design Science Research* deve ser utilizada quando o objetivo do estudo é projetar ou desenvolver artefatos, prescrever soluções em ambiente real.

A validade da pesquisa em *Design Science Research* é determinada pela utilização de três procedimentos que são: explicar o ambiente interno, o ambiente externo e os objetivos de maneira clara e precisa; informar como o artefato pode ser testado; e descrição dos mecanismos que gerarão os resultados a serem controlados/ acompanhados.

A avaliação dos artefatos, conforme Tremblay, Hevner e Berndt (2010), não deve ocorrer expondo evidências de que o artefato poderá ser utilizado para resolver problemas reais em todas as etapas da pesquisa. A avaliação também pode ser realizada de forma observacional, através da definição das unidades de análise, das formas de coleta e da análise dos dados, ou seja, verificando como se comporta o artefato.

A avaliação pode ser feita por meio da análise do desempenho do artefato. Outra forma de avaliação é a experimental que pode ser feita por meio de experimentos controlados, demonstrando o comportamento do artefato no ambiente real. A quarta forma de avaliação é através de testes relacionados à funcionalidade ou à estrutura do artefato. A quinta forma é a descritiva na qual se procura demonstrar a utilidade do artefato desenvolvido.

Existem outras formas de avaliação dos artefatos que devem ser adequadas às diferentes classes de problemas, como: gestão, inovação, prática inovadora etc.

Isto posto, a condução da pesquisa no método *Design Science Research* para Dresch, Lacerda e Antunes Jr. (2015, p. 125) estabelece que os passos iniciais estão relacionados ao problema. Na primeira etapa, a identificação do problema que deverá ser resolvido, como apontam Romme (2003) e Andrade et al. (2006) e, na segunda etapa, a conscientização sobre este problema. Para tanto, é importante que o pesquisador busque o maior número de informações possíveis a fim de compreender suas diferentes particularidades, causas e cenários.

Na terceira etapa, deve-se considerar o conhecimento existente, independentemente da ciência que o gerou, segundo Gregor e Jones (2007), conhecendo diferentes estudos através da revisão sistemática da literatura que possibilite analisar problemas idênticos ou semelhantes ao que o pesquisador procura resolver.

Na quarta etapa definida como “identificação dos artefatos e configuração das classes de problemas”, os artefatos, segundo Baskerville, Pries-Heje e Venable (2009), podem ser constructos, modelos, métodos, instanciações ou propostas de projetos, ou seja, estes artefatos devem ser adequados às classes de problemas (modelagem e melhoria de processos, gestão de processos, implantação de sistemas, fluxo e gestão da informação, gestão de mudança, riscos, governança, melhores práticas, cultura organizacional, competências motivação, inovação etc.).

Já na quinta etapa (proposição de artefatos para resolução do problema), são formalizadas as soluções satisfatórias. Alguns pesquisadores como Alturki, Gable e Bandara (2011), Baskerville, Pries-Heje e Venable (2009), Manson (2006) e outros indicam que os artefatos genéricos para resolver um problema genérico devem ser adaptados à realidade estudada.

A sexta etapa é o projeto do artefato que, segundo Van Aken, Berends e Van der Bij (2012), Alturki, Gable e Bandara (2011), Peffers et al. (2007), a partir dos artefatos genéricos propostos na etapa anterior, será selecionado o mais adequado para ser aplicado e avaliado nas etapas seguintes deste método.

Nesta sétima etapa, procede-se o desenvolvimento do artefato como: algoritmos computacionais, representações gráficas, protótipos e maquetes, oportunizando, como diz Simon (1996), ao pesquisador construir o ambiente interno do artefato. Na oitava etapa, a avaliação do artefato deve ser realizada a análise do comportamento do mesmo na resolução do problema proposto, o que oportunizará a readequação do artefato e das ações desenvolvidas.

Já a nona etapa, denominada explicitação das aprendizagens, acontece após a avaliação do artefato, os resultados devem ser explicitados e os sucessos e insucessos alcançados. Na décima etapa (conclusão) são apresentados os resultados da pesquisa, indicando as principais decisões tomadas e as limitações da mesma. A 11ª etapa, “generalização para uma classe de problemas”, é apontada por Gregor (2009) e Venable (2006) como a aplicação do artefato em situações-problemas similares e em diferentes organizações. Já na 12ª etapa, a comunicação dos resultados deve ser publicada em *journals*, revistas setoriais, seminários, congressos como em qualquer pesquisa desenvolvida.

Considerações finais

As metodologias ativas são centradas nos alunos, tentando mudar posturas passivas e possibilitando que estes se tornem responsáveis por sua aprendizagem, transformando a memorização em construção de conhecimentos. Ao colocar em prática as metodologias ativas, os professores podem associar o método *Design Science Research* quando o objetivo de estudo for projetar ou desenvolver artefatos e prescrever soluções em ambiente real.

4. CAPACIDADE DE INTEGRAR SABERES: UM REQUISITO NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR PARA A PRÁTICA DO MÉTODO DE APRENDIZAGEM BASEADO EM PROBLEMAS

O currículo integrado está ganhando notoriedade na educação obrigatória em todos os países pelo seu interesse em obter uma integração de campos de conhecimento e experiência que facilitem uma compreensão mais reflexiva e crítica da realidade (SANTOMÉ, 1998). Há diversas formas de entrelaçar o conhecimento organizado no currículo. Uma delas é a proposta pelo método *Problem Based Learning* (PBL) (MAMED e PENAFORTE, 2001). A matriz conceitual do mé-

todo PBL deriva-se do pensamento filosófico de John Dewey, que acreditava que a educação deve considerar, no processo de formação, a formulação explícita dos problemas de disposições mentais e morais em relação às dificuldades da vida social contemporânea (DESLILE, 1997; BOUD e FELETTI, 1998; DUCH et al., 2001).

Historicamente, o método PBL vem sendo adotado com mais afinco pelos cursos de Medicina. Contudo, no Brasil, verifica-se que pesquisadores dos cursos de Engenharia Ambiental, Civil, de Computação, Elétrica, Mecânica e de Produção estão realizando experiências com o método PBL, e vêm buscando socializar tais experiências (MATTASOGLIO et al., 2014).

Possivelmente por conta do aumento de experiências publicadas nas edições do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), observa-se uma continuidade nas discussões da temática nas Sessões Dirigidas (SDs). Em 2013, duas SDs voltadas para a definição de referenciais teóricos para o trabalho realizado em Educação em Engenharia, uma sobre PBL e a outra sobre *Active Learning* foram realizadas. Outro indicador que pode ser citado é a criação, no ano de 2014, de um grupo para articular as discussões sobre PBL no Brasil, junto à Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE).

Ao acompanhar as discussões promovidas pelas SDs, percebe-se que, embora existam muitas possibilidades envolvendo o uso de estratégias ativas de aprendizagem, muitas ainda devem ser superadas para uma aplicação mais satisfatória dos métodos envolvidos. Sobre a formação de professores, por exemplo, uma importante questão foi levantada em uma das SDs de 2013: “que desafios os professores enfrentam ao trabalhar com estratégias ativas de aprendizagem?” Quatro desafios foram imediatamente apontados pelos participantes: o professor deverá ser capaz de ter humildade, ser curioso, ser flexível e interagir com o mercado (MATTASOGLIO et al., 2014).

Este artigo trata da importância do desenvolvimento da capacidade de flexibilidade do professor, de sua necessidade de desenvolver o potencial de pensar tantos os problemas mais locais e específicos quanto ter uma visão mais ampla e global. Defende-se, aqui, que isto é possível quando propostas que buscam reunir campos de conhecimentos diferentes são promovidas.

A experiência

O curso de Engenharia de Computação (EComp) da Universidade Estadual de Feira de Santana foi criado em 2003 com uma proposta inovadora: articular os conhecimentos a partir de um currículo integrado e promover a aprendizagem por meio do método PBL. Com o intuito de contribuir para uma ampla formação do profissional de Engenharia de Computação, alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos pelo Grupo de Informática, Conhecimento e Educação (GICE), que tem como um de seus objetivos fomentar a integração de saberes. Uma das iniciativas é a integração entre professores e estudantes do curso de Engenharia de Computação e do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), a partir dos componentes curriculares EXA846 – Informática em Educação e FIS1006 – Atividades Computacionais para o Ensino Médio e Fundamental.

O componente curricular optativo profissionalizante EXA846 – Informática em Educação, que é ofertado para estudantes de EComp, foi articulado de modo que os discentes possam compreender as transformações ocorridas no âmbito educacional a partir da adoção das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como recursos de suporte ao ensino e à aprendizagem. O componente curricular FIS1006 – Atividades Computacionais para o Ensino Médio e Fundamental é ofertado para estudantes do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF). O MNPEF é uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física, que busca com o programa:

capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos (SBF, 2014).

Por fazer parte do corpo docente de EComp (responsável por EXA846 – Informática em Educação) e do MNPEF (uma das responsáveis por FIS1006 – Atividades Computacionais para o Ensino Médio e Fundamental); e, sobretudo, por ter sido (in)formada em seu curso doutoral para promover experiências multirreferenciais, uma das autoras deste artigo identificou a possibilidade de realizar trabalhos integrados entre os estudantes de EComp e do MNPEF. A proposta foi acolhida por outros professores do programa, que também são autores deste artigo. Dessa forma, o trabalho vem sendo desenvolvido há dois semestres. Para motivar a aprendizagem, adotou-se uma estratégia didática que toma como referência o método PBL.

Em 2014/2, houve a oferta da primeira turma de FIS1006 – Atividades Computacionais, onde foram trabalhados três problemas PBL. No final do semestre, observou-se um ganho cognitivo significativo por parte da turma, o que ficou claro a partir da leitura dos artigos que foram produzidos pelos estudantes. No semestre 2015/1, pela primeira vez, as turmas de EXA846 – Informática em Educação e de FIS1006 – Atividades Computacionais para o Ensino Médio e Fundamental foram reunidas em um mesmo ambiente de aprendizagem. Havia dois professores em sala de aula acompanhando a turma, um da área de Física e outra da área de Computação. A partir de projetos e problemas envolvendo as duas áreas de conhecimento, parcerias de trabalhos que tivessem representantes de ambas as áreas foram formadas. Assim, esperou-se que houvesse o processo de socialização de conhecimentos entre os integrantes, promovendo a aprendizagem.

O relato da experiência, aqui apresentado, encontra-se sustentado em uma abordagem de pesquisa qualitativa. Para o levantamento das informações necessárias, baseou-se na pesquisa documental (MARCONI e LAKATOS, 2010) e na proposta metodológica de Josso (2004) denominada “experiências de vida e

formação”. Tal metodologia releva as experiências vivenciadas pelos professores durante o seu processo de formação. Partindo-se do pressuposto de que a formação do professor se dá de forma continuada, a partir da interação com os estudantes, ressalta-se que os resultados obtidos, apresentados na próxima seção, refletem a busca dos docentes envolvidos pelo desenvolvimento da capacidade em elaborar problemas que reúnam conhecimentos e desafios relacionados às áreas de conhecimento envolvidas.

Desenvolvimento da Capacidade de Integrar Saberes

A partir das discussões dos problemas propostos para as turmas, alguns estudantes manifestaram a intenção de dar continuidade às atividades através do aprofundamento das pesquisas e do desenvolvimento de produtos. Assumiram tal compromisso em seus Trabalhos de Conclusão de Curso, Dissertações de Mestrado e Projetos de Iniciação Científica.

A tabela 2 apresenta os trabalhos que estão sendo desenvolvidos pelos estudantes de EComp e a tabela 3 apresenta os trabalhos que vêm sendo desenvolvidos pelos estudantes do MNPEF. Observa-se que, atualmente, dez trabalhos estão em andamento, sendo cinco duplas interdisciplinares. Em 2014, ocorreu o II Seminário Interno do GICE; um evento em que foi possível para algumas dessas duplas encontrarem-se para um debate sobre o desenvolvimento dos seus trabalhos.

Vale ressaltar que os títulos dos trabalhos apresentados nas tabelas 2 e 3 são provisórios, e, basicamente, refletem os temas de convergência entre as áreas de conhecimento, destacando-se o desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem (*softwares* educacionais com objetivos bem específicos para auxiliar o professor e o estudante durante o processo de ensino-aprendizagem) para motivar os estudantes do Ensino Médio e Fundamental, com o intuito de potencializar a sua aprendizagem.

Cada Objeto de Aprendizagem está sendo desenvolvido para apoiar a aprendizagem de um tema específico da Física Moderna e Contemporânea. Isto consiste em um desafio atual no campo do Ensino de Física: introduzir tais conhecimentos ainda no Ensino Médio e Fundamental, pois prevalecem no currículo os tópicos da Física Clássica.

Assim, os estudantes de EComp têm a oportunidade de exercitar conhecimentos específicos e fundamentais para a sua formação, tais como: modelagem, desenvolvimento, aplicação e análise de *softwares* educacionais; e refletir sobre os desafios e possibilidades da educação contemporânea, a partir do contato direto com os professores de Física da rede pública e privada de ensino. Por outro lado, os estudantes do MNPEF têm a chance de elaborar novas estratégias educacionais, a partir das teorias de aprendizagem que são abordadas no curso e dos recursos computacionais produzidos pelos estudantes de EComp.

Tabela 2 – Trabalhos que estão sendo realizados pelos estudantes de Engenharia de Computação

| Estudante | Título Provisório do Trabalho |
|------------------|---|
| Graduando 1 | Desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem voltado para Estudantes do Ensino Médio, Para Potencializar a Aprendizagem da Radiação X. |
| Graduando 2 | Desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem voltado para Estudantes do Ensino Médio, Para Potencializar a Aprendizagem do Efeito Fotovoltaico: Estrutura de Bandas nos Sólidos e Semicondutores. |
| Graduando 3 | Desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem voltado para a aprendizagem de Física Moderna e Contemporânea, para os estudantes do Ensino Médio e Fundamental. |
| Graduando 4 | Desenvolvimento de um Objeto de Aprendizagem voltado para Estudantes do Ensino Médio, Para Potencializar a Aprendizagem do Efeito Fotoelétrico. |
| Graduando 5 | Propor um Objeto de Aprendizagem sobre um tema da Física Quântica (Efeito Fotocondutivo, variação do efeito Fotoelétrico) para motivar a aprendizagem de estudantes da 3ª Série do Ensino Médio. |

Fonte: elaboração própria.

Tabela 3 – Trabalhos que estão sendo realizados pelos mestrandos do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física

| Estudante | Título Provisório do Trabalho |
|------------------|--|
| Mestrando 1 | O Estudo da Radiação X: Desenvolvimento de uma Estratégia de Ensino para a Aprendizagem Significativa. |
| Mestrando 2 | Noções de Física Quântica a partir do estudo do Efeito Fotovoltaico – uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para 3ª Série do Ensino Médio. |
| Mestrando 3 | Uma Estratégia para Introduzir Teoria da Relatividade Especial no Ensino Médio. |
| Mestrando 4 | Construção de experimento virtual sobre efeito fotoelétrico para o Ensino Fundamental como motivador para o aprendizado. |
| Mestrando 5 | Uso da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) para inserir o tema Efeito Fotocondutivo para estudantes de uma turma do Ensino Médio e potencializar a sua aprendizagem. |

Fonte: elaboração própria.

É importante destacar que, durante toda a experiência, buscou-se lembrar a todas as pessoas envolvidas que é preciso ter um profundo respeito pelos conhecimentos específicos de cada área. Ou seja, para se formar um engenheiro, há conhecimentos específicos que são abordados durante cinco anos de formação e, para se formar um professor de Física, também se demanda um tempo. Então, as pessoas são sempre levadas a refletirem sobre os conhecimentos da outra área; mas, ao mesmo tempo, respeitar o tempo necessário para se atuar em um determinado campo de conhecimento. Assim, embora se pretenda ampliar as possibilidades de conhecimentos apreendidos, paralelamente, busca-se valorizar o especialista da área de conhecimento.

Além dos conhecimentos profissionalizantes envolvidos, há uma série de habilidades e atitudes que abrangem conhecimentos humanísticos, como o desenvolvimento do trabalho colaborativo, autonomia e capacidade de gerir o tempo. Um destaque para as possibilidades de trabalhar valores éticos e morais que surgem ao longo do trabalho, permitindo, também, a prática de virtudes como humildade, respeito, tolerância, paciência, honestidade, fraternidade, justiça etc. para todos os participantes envolvidos.

A partir desta experiência, os professores, responsáveis pela turma integrada, tiveram a possibilidade de exercer a capacidade de serem mais flexíveis e de integrarem saberes, ao perceberem temas de convergência entre as áreas participantes. Isso contribui para que a própria visão do processo educacional desses professores fique ampliada, possibilitando, cada vez mais, a elaboração de problemas PBL mais significativos para os participantes envolvidos.

Considerações Finais

Este artigo apresentou os resultados obtidos a partir de uma experiência que buscou reunir conhecimentos e competências das áreas de Computação e de Física.

Pretende-se aqui destacar a importância de que os professores que desejam trabalhar com estratégias ativas de aprendizagem, como o método PBL, desenvolvam a capacidade de integrar saberes. A partir dos problemas PBL, que constituem um dos elementos centrais do método, é possível incentivar os estudantes a utilizarem os conhecimentos específicos, que constroem em sua formação, para contribuir com a solução de problemas existentes em outras áreas de conhecimento.

Para tanto, o professor deverá estar habilitado a visualizar possibilidades de relacionar os campos de conhecimento envolvidos. Alguns resultados observados são: estudantes e professores motivados, exercício de pensamento crítico-reflexivo local-global, soluções criativas e aplicáveis, entre outros.

5. METODOLOGIA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA PRODUÇÃO: APRENDIZAGEM ATRAVÉS DE UMA ABORDAGEM LÚDICA

A disciplina Metodologia Científica e Tecnológica da Produção geralmente é lecionada no início dos cursos de Engenharia. Contudo, muitos dos ingressantes não têm maturidade suficiente para compreender a sua importância no curso. Preocupados com essa situação, temos buscado, enquanto docentes, reavaliar nossas práticas pedagógicas, aprendendo com colegas e com autores que já trilham a caminhada de desenvolver um trabalho centrado nas necessidades e expectativas dos estudantes.

No curso de Engenharia de Produção Civil, estamos procurando construir um ensino que valorize a formação de sujeitos sociais autônomos com capacitação técnica e profissional, imbuídos de valores humanísticos norteados pela ética, pois “é fundamental que, além da aquisição de conhecimentos, a docência na universidade procure desenvolver as capacidades de reflexão, de crítica, de interpretação dos significados das transformações e de aprendizagem ao longo da vida” (DIAS SOBRINHO, 2009, p.25). Com esse propósito, identificamos que a variedade de técnicas potencializa a qualidade das aulas, motiva os estudantes a frequentá-las, “levando os aprendizes a saírem da situação passiva de espectadores da ação individual do professor” (MASETTO, 2007, p.17).

Acreditamos, também, que uma formação que permite ao futuro profissional atuar de maneira competente e dinâmica, dentro da complexidade da prática, precisa possibilitar que o estudante compreenda que os conhecimentos trabalhados em todas as disciplinas do curso têm uma ligação entre si e com a sua formação. Com esse propósito, na disciplina Metodologia Científica e Tecnológica da Produção, foi realizado um trabalho em que, dividida em equipes, a turma elaborou elementos construtivos com canudos e alfinetes, trabalhando o processo ensino-aprendizagem de maneira criativa. Através da atividade, buscou-se compreender as etapas de um projeto de pesquisa de forma lúdica, nas quais o aluno atuou ativamente na construção do seu conhecimento.

As equipes encontraram soluções eficientes e eficazes para a Engenharia, como, por exemplo, a construção de telhados, treliças, entre outros.

O ensino de Engenharia e a disciplina Metodologia Científica e Tecnológica da Produção

Diante da realidade dos cursos de Engenharia, caracterizados por disciplinas isoladas, que podem dificultar o desenvolvimento das competências necessárias para a formação do profissional, e pelo ensino “[...] baseado na sequência exposição-estudo-exercício-prova ou exame” (ZABALA; ARNAU, 2010, p.143), cujos impactos refletem na aprendizagem dos estudantes, buscamos desenvolver novas práticas pedagógicas nas quais o aluno e suas necessidades educativas são prioridades. “As disciplinas têm um valor subsidiário, a relevância dos conteúdos de aprendizagem está em função da potencialidade formativa e não apenas da importância disciplinar” (ZABALA, 2010, p.142).

Contraopondo-se ao ensino expositivo tradicional, propomos uma atividade lúdica, observando as necessidades formativas gerais dos estudantes, possível caminho para se conquistar a aprendizagem significativa e o desenvolvimento das competências e habilidades apontadas nas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia (Resolução CNE/CES 11/2002), que no artigo 3º, afirma:

“O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade”.

Esse perfil dos egressos está em consonância com a demanda social atual por um engenheiro-cidadão, capaz de exercer a Engenharia com competência técnica e responsabilidade social, ambiental e política, incorporando aspectos humanísticos, sociais e ambientais na sua formação.

A disciplina Metodologia Científica e Tecnológica da Produção

O componente curricular ENG 029 – Metodologia Científica e Tecnológica da Produção é ministrado aos estudantes do 2º período do curso de Engenharia de Produção Civil, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, e tem como objetivo proporcionar ao aluno o embasamento teórico e a vivência dos processos de aprendizagem e pesquisa, bem como a metodologia para a realização de trabalhos científicos. Com carga horária de 60 horas, são trabalhados os seguintes tópicos: ciência, método, conhecimento científico, projeto de pesquisa, teoria do conhecimento e teoria da ciência.

Dentre as atividades desenvolvidas durante o semestre, destacaram-se as aulas teóricas expositivas com apresentação de vídeos e filmes, leitura crítica de textos, atividades em grupo e trabalhos de pesquisa, discussões, exposições individuais, entrevistas, debates, criação de vídeos e elaboração de textos.

Foi realizado, no início do semestre, um teste de sondagem com o objetivo de detectar o conhecimento trazido pelo educando, o que os mesmos esperavam da disciplina, além de mostrar a importância desta motivando-os a cursá-la, com o propósito de manter um ambiente favorável ao aprendizado, por sabermos que “[...] dentre as necessidades porque passa o ensino para favorecer uma maior participação efetiva dos alunos, podemos destacar a motivação como item de extrema relevância” (PEREIRA; CHAVES, 2007).

Metodologia

Muitos autores defendem severas mudanças no ensino de Engenharia. Segundo Amorim e Naegeli (1997), “não podemos continuar ensinando o que nos foi ensinado e do mesmo modo”. Já Bazzo (1998), vai mais além quando afirma que:

“o ensino de Engenharia necessita, mais do que de uma modernização, de um verdadeiro choque de qualidade”. Para esse autor, os cursos de Engenharia precisam de uma mudança de postura que possa permitir a construção de soluções contextualizadas e que, acima de tudo, respeitem as individualidades dos seus participantes.

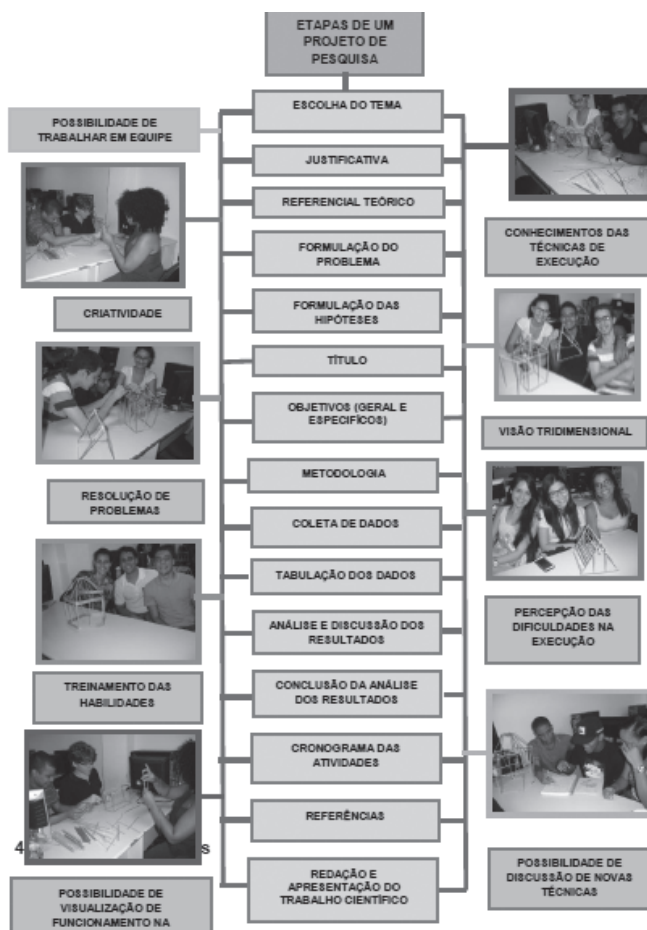
Corroborando com a opinião de Bazzo, iniciamos as atividades dividindo a turma em grupos, que é uma das metodologias mais utilizadas no processo colaborativo de aprendizagem, pois possibilita criar um ambiente de interação e de trocas entre os participantes, promovendo a construção do conhecimento. Trabalhando em equipe, os alunos compartilham suas próprias compreensões e as negociam, permitindo a construção de significados, conhecimentos e habilidades, conforme demonstrado na figura 1.

Etapas do trabalho:

- Foi solicitado que fizessem grupos de três pessoas, os quais foram se formando de maneira espontânea;
- Cada grupo deveria confeccionar um elemento construtivo de Engenharia, que tivesse equilíbrio e que se desenvolvesse na vertical, sendo determinado o tempo para início e término dos trabalhos;
- Cada grupo recebeu alfinetes, canudos de suco coloridos e tesoura. Os estudantes ficaram atraídos pela experiência, pois, na área de Exatas, trabalhar de forma lúdica é algo inovador. Os grupos discutiram, negociaram, fizeram cálculos e trabalharam com muita descontração, porém, com muita seriedade e responsabilidade.
- Ao final dos 25 minutos, tempo determinado para a atividade, eles receberam um questionário com perguntas sobre a descrição do objeto construído; as dificuldades e facilidades que encontraram para confeccionar as peças; qual a relação dessa atividade com a disciplina e com a Engenharia; se gostaram da tarefa; se ela se adequa a essa disciplina e ao curso de Engenharia, justificando.

Após as explanações do questionário por cada grupo, as docentes explicaram cada fase do projeto de pesquisa e sua relação com a atividade proposta.

Figura 1 – Conhecimentos e habilidades desenvolvidas pelos estudantes.



Fonte: autores.

Considerações finais

A atividade descrita anteriormente proporcionou um resultado bastante significativo para os estudantes, pois, eles puderam vivenciar as atribuições da profissão do engenheiro, articulando a teoria apresentada na disciplina com a prática. Através de atividades integradas, os estudantes aprendem a desenvolver competências como: dividir tarefas, desenvolver as habilidades manuais, simular comunicação com profissionais dentro de uma empresa, entre outras.

A experiência foi bem sucedida e, mais uma vez, pudemos perceber que desenvolver práticas pedagógicas diferenciadas na área de Exatas motiva os alunos a participarem efetivamente do curso, e, conseqüentemente, favorece a sua atuação como engenheiro egresso.

6. ALIANDO CIDADANIA E CONHECIMENTO: REVITALIZAÇÃO DE ESCOLA MUNICIPAL POR ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL

A aprendizagem refere-se a um processo de evolução, crescimento e desenvolvimento de uma pessoa de modo integral, abarcando as áreas do conhecimento, do afetivo-emocional, de habilidades e de atitudes ou valores (MASETTO, 2012). Esse processo é favorecido na formação profissional com a integração entre teoria e prática, em um ensino reflexivo, baseado no processo de educação, cujo aprender através do fazer seja privilegiado, estimulando a reflexão entre professor-aluno-sociedade em diferentes situações práticas profissionais (SCHON, 2000).

Uma das maneiras de realizar a interação entre a teoria e a prática é através da aprendizagem baseada em projetos de situações reais, que exige dos aprendizes uma postura mais ativa, fazendo com que eles utilizem a maior parte do seu tempo em interações de grupos e de pesquisas no desenvolvimento de habilidades e competências (TORRES e IRALA, 2014). As habilidades não podem ser aprendidas pelo modo tradicional de educação baseado na transmissão de conteúdos, mas por trabalho participativo e colaborativo (TAVARES et al., 2014).

Assim, capacitar acadêmicos de Engenharia, através de ações práticas de revitalização de escola pública, despertando-os para a criticidade, a aprendizagem e a autonomia, bem como avaliar as suas percepções da proposta de projeto foram os objetivos do trabalho desenvolvido. Também foi relatada a experiência dos estudantes na viabilidade da abertura de oportunidades para canalizar demandas da sociedade e de solucionar problemas, aliando conhecimento e cidadania.

Método de intervenção

O primeiro contato dos estudantes de Engenharia Civil da FTEC com o problema real foi durante a reunião com a equipe da escola (vice-diretora e professora) municipal. Na reunião, foram apresentados os problemas de falta de estrutura do bairro e da escola, assim como a necessidade de intervenção através de um projeto de revitalização.

O método participativo, construído pelo professor titular da disciplina e pelos acadêmicos, consistiu em analisar, customizar, adaptar e modificar características da área física da escola que proporcionasse melhorias no desempenho, aumentando a eficiência funcional dessas áreas.

Uma vez pontuadas as etapas de planejamento, o primeiro passo efetivo foi realizar a visitação com os acadêmicos na escola a ser analisada e, juntamente, realizar o levantamento métrico, fotográfico e registro das necessidades relatadas pela direção, professores e alunos. Após as visitações e reuniões participativas, ficaram estabelecidas novas etapas para a melhor análise do objeto arquitetônico.

A fim de avaliar as percepções dos acadêmicos sobre o projeto, foi solicitado aos estudantes que avaliassem a efetiva ação social através de documento escrito.

Resultados obtidos

A avaliação pontual dos estudantes em relação ao maior problema enfrentado pela escola foi ampla e diversificada. Aspectos relacionados com a infraestrutura, falta de organização da escola e dos órgãos competentes para gerenciamento, falta de acessibilidade, restrição na otimização do espaço físico, baixa qualidade dos serviços prestados e ampliações mal planejadas foram os aspectos citados pelos estudantes. A falta de área estruturada de convívio social (figura 2) também foi observada pelos acadêmicos durante a visita à escola.

Uma vez avaliados os problemas da escola (figura 2), os estudantes sentiram-se motivados a realizar o projeto de revitalização da escola por motivos diversos, como os citados abaixo:

A oportunidade de ajudar uma escola, fazendo diferença na sociedade, pois também fui aluno de escola pública. (Estudante A)

O desafio de fazer algo diferente e também conhecer uma nova área de trabalho e novas legislações. (Estudante B)

Poder ajudar o próximo, comoção com o fato. (Estudantes C e D)

O principal fator é que além de ser uma prática que o engenheiro possivelmente vai enfrentar no seu dia a dia, é uma boa ação para uma comunidade que necessita. (Estudante E)

Figura 2 – Fotos de áreas externas da escola municipal de Caxias do Sul, objeto de estudo de estudantes de Engenharia Civil.



Fonte: autores.

Essa motivação foi percebida, também, pelos depoimentos dos estudantes. A participação no projeto não dependia da associação com a nota atribuída ao projeto final, uma vez que 80% dos estudantes que participaram teriam realizado a atividade mesmo sem a associação com a nota, como apontam os depoimentos:

Acredito que não mudaria minha forma de agir, pois devemos ajudar as pessoas de alguma forma, e esta foi uma oportunidade dada para ajudarmos a escola e as pessoas que utilizam a mesma. (Estudante C)

Com certeza, participaria da mesma forma, até porque atividade não teve nota relevante. (Estudante G)

Os estudantes avaliaram a possibilidade de realizar uma atividade real em uma escola como diferenciada em relação às atividades acadêmicas de estudo de caso, projetos simulados e atividades experimentais. Os acadêmicos avaliaram que a atividade se diferenciava, principalmente, pelo envolvimento emocional, uma vez que conversando com a comunidade acadêmica (estudantes, professores e direção), sentiram a necessidade de fazer o melhor por alguém. Os relatos a seguir ilustram a percepção dos estudantes:

Até o momento, esta foi a primeira oportunidade de realizar uma atividade real. (Estudante A)

Apresenta o diferencial do fator humano. O trabalho se torna mais vivo, uma vez que existem necessidades. (Estudante C)

Sem dúvida, é um diferencial, pois pudemos ver uma situação que podemos enfrentar no futuro. Mesmo que esta situação seja vista em aula, não se compara ao aprendizado vivenciado. (Estudante B)

Vimos a realidade do mundo. Não ficamos somente na mesma rotina: presenciemos fatores de necessidades diferentes o que acaba nos motivando a pensar como é a nossa vida. (Estudante D)

Desenvolver a criticidade no estudante de Engenharia é uma habilidade a ser aprimorada durante o curso e durante a execução do projeto. Os estudantes destacaram aspectos que mais chamaram sua atenção, como apresentado nos relatos:

O que mais chamou minha atenção foi a falta de acessibilidade, já que existe norma específica para tal: a NBR 9050. (Estudante A)

A falta de um projeto baseado nas necessidades do público a que se destina, uma vez que a escola pode ser caracterizada como uma reforma. (Estudante B)

A resolução CNE/CES, artigo 4º, salienta que a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional, dentre outras competências e habilidades, a identificar, formular e resolver problemas de Engenharia. 90% dos estudantes avaliaram a experiência como válida e elencaram as seguintes justificativas:

- Presenciar e vivenciar situação real;
- Aliar a estrutura acadêmica às necessidades dos clientes;
- Fornecer condições de experiências de busca do conhecimento para que o estudante seja estimulado a encontrar solução para problemas de Engenharia, facilitando o entendimento do contexto da edificação.

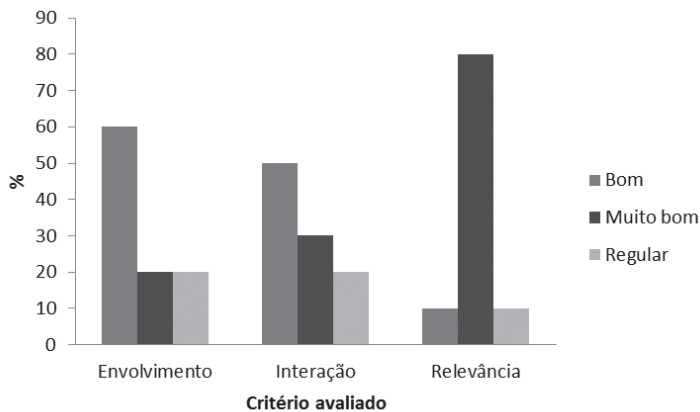
Enfatiza-se, também, que, na avaliação, os estudantes destacaram a relevância do projeto (figura 3) e ponderaram sua interação no grupo de estudantes e no envolvimento durante a execução das atividades como positiva.

Na aprendizagem baseada em projetos interdisciplinares, o trabalho em equipe assume uma importância significativa (ALVES et al., 2012). No que diz respeito ao trabalho em equipe dos alunos, o desenvolvimento do projeto requer uma interação contínua entre os elementos da equipe com as atividades, os processos e os objetivos do projeto.

Considerações finais

O projeto de revitalização, desenvolvido na escola pública, proporcionou momentos ativos de aprendizagem aliados à formação cidadã do Engenheiro. Aproximar o Instituto de Ensino Superior da comunidade é uma das maneiras mais eficientes de gerar resultados positivos e produtivos para ambos os envolvidos.

Figura 3 – Avaliação do envolvimento e da interação dos estudantes e relevância do projeto de revitalização de escola municipal.



Fonte: autores.

7. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PBL PARA CONFERIR AUTONOMIA DE DECISÃO AOS ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA NA DISCIPLINA DE PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é uma abordagem pedagógica fundamentada em avanços recentes nas pesquisas em Ciência Cognitiva sobre a aprendizagem humana. Uma sala de aula PBL está organizada em torno de atividades de resolução de problemas de colaboração que fornecem um contexto de aprendizagem e descoberta.

Em uma sala de aula PBL, os alunos aprendem no contexto de um problema a ser resolvido. A responsabilidade pela aprendizagem é dos alunos e não do facilitador. Há cinco fases bem definidas no processo PBL: introdução, investigação, estudo autodirigido, revisar as hipóteses e autoavaliação (RAM, 1999).

O PBL é um método que transforma o estudante de destinatário passivo de informações em um aluno ativo, livre e solucionador de problemas. Esse método desloca a ênfase dos programas educacionais do ensino à aprendizagem.

Este modelo permite ao estudante aprender novos conhecimentos, enfrentando os problemas a serem resolvidos, em vez de serem sobrecarregados de conteúdo. Por meio de aprendizagem baseada em problemas, algumas atitudes dos estudantes em relação à solução de problemas, trabalhos de grupo, comunicação, aquisição de informação e partilha de informação com outros são afetadas positivamente. A base do PBL é essencialmente composta de “problema, solução, prática, pesquisa, questionamento, realismo, originalidade e integração” (BENLI, 2012).

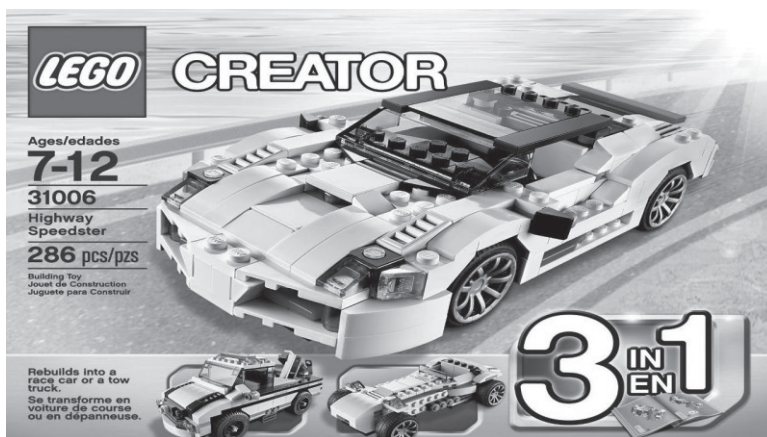
O estudo de Benli e Sarikaya (2012) identificou os efeitos da metodologia PBL na aquisição e manutenção do conhecimento. Verificou-se que houve uma diferença significativa no desempenho acadêmico e na manutenção do conhecimento em favor do grupo que aplicou o PBL em relação ao que aplicou o ensino tradicional. Outros estudos da literatura também mostraram um aumento no desempenho acadêmico quando o PBL é utilizado (Dunlap, 1996; Ram, 1999; Walker, 2001; Selco et al., 2003; Ying, 2003), bem como uma melhoria na manutenção do conhecimento (Khoiny, 1995; Dods, 1997; Greening, 1998; Habib et al., 1999; Svinicki, 2007; Cancilla, 2001; Chang, 2001).

Metodologia

A disciplina se inicia com a apresentação dos produtos que serão desenvolvidos, no nosso caso, o conjunto “LEGO 31006 *Highway Speedster*”. Como se vê na figura 4, esse conjunto monta três modelos diferentes de veículos.

Na primeira aula, apresenta-se a proposta, dividindo a turma em três fábricas: duas montadoras de veículos e um fornecedor de autopeças. Nessa mesma aula, os alunos assumem a condução das ações para montar os organogramas das empresas, que devem conter alguns departamentos essenciais como PPCP, Qualidade, Compras, Vendas, Diretoria, Logística e Montagem.

Figura 4 – Modelo LEGO construído na disciplina de PPCP.



Fonte: <http://lego.brickinstructions.com>

As aulas se dividem em dois momentos: teoria e prática de fábrica. No primeiro momento, alguns conceitos teóricos são apresentados e serão aplicados imediatamente a seguir na prática de fábrica, sempre que possível, dentro dos cronogramas traçados pelas direções das fábricas.

No decorrer da disciplina, os conceitos de projeto de fábrica são apresentados, além dos conceitos de sistemas de informação, PPCP, manufatura enxuta e logística. Também são utilizados conceitos de outras disciplinas como Qualidade e Custos da Produção.

Depois de definidas todas as questões de organização e *layout* da fábrica, assim como os processos de montagem e garantia da qualidade, os grupos partem para as simulações e ajustes dos seus processos, balanceamento da produção etc.

Todas as decisões tomadas dentro das fábricas são de exclusiva responsabilidade dos alunos e devem ser totalmente documentadas em um relatório, que será, juntamente com a apresentação final dos processos, parte da avaliação da disciplina.

Na data marcada para a apresentação final, o docente responsável pela disciplina emite um pedido de compra para as duas montadoras e dispara o processo. No decorrer da produção, qualquer contingência deve ser resolvida dentro da própria fábrica e devidamente documentada a análise feita do problema e da sua solução.

Como já foi dito, a avaliação da disciplina se dá pela performance das fábricas no atendimento aos pedidos e pela apresentação de um relatório final de todas as atividades do semestre. Todas as práticas de fábrica são registradas em vídeo e posteriormente analisadas diante da turma, para o *feedback* final da disciplina.

Considerações finais

Essa metodologia vem sendo aplicada nos últimos quatro anos e vem evoluindo ao longo destes anos.

Uma turma é sempre desafiada a superar as anteriores e detalhes observados em cada turma são automaticamente incorporados para as turmas subsequentes, dentro da filosofia de melhoria contínua.

Os resultados nos perfis dos alunos são bem claros em todos os aspectos relacionados à postura, confiança nas tomadas de decisão, aquisição de conhecimento e manutenção do mesmo.

Temos tido um retorno muito positivo das empresas que comentam a mudança de comportamento e rendimento dos nossos alunos que, na sua maioria, já estão empregados na região.

Isso mostra com clareza que a metodologia é eficiente e eficaz e que, certamente, pode ser usada ao longo de toda matriz curricular, no sentido de formação de engenheiros com maior autonomia.

Em função da diversidade de conteúdos abordados, a disciplina também serve como projeto integrador de uma área específica do currículo, que seria a área de Engenharia de Produção.

8. PROJETO NEWTON: PROPOSTA DE INOVAÇÃO NO ENSINO PARA ENGENHEIROS NO PARÁ

A educação sofreu mudanças significativas, principalmente, nos últimos anos do século XX e início do XXI, fazendo com que as Instituições de Ensino Superior (IES) precisem reinventar o ensino de graduação. Como preparar jovens para viver na sociedade contemporânea sem atribuir à educação a responsabilidade pela formação de cidadãos autônomos, capazes de vivenciar e ampliar espaços e conquistas culturais?

O modelo de formação de engenheiros, com base na lógica instrumental e tecnicista, não tem conseguido dar conta das demandas do mundo contemporâneo por profissionais éticos, criativos e com capacidade de iniciativa e comunicação, dentre outras características. Esse contexto tem propiciado o surgimento de várias iniciativas que visam ressignificar a formação do engenheiro. A proposta deste trabalho origina-se na importância de compartilhar com a comunidade acadêmica a experiência de dois anos de uma dessas iniciativas: o Projeto Newton.

Esse é projeto de ensino de Cálculo 1 e 2, da Universidade Federal do Pará (UFPA), que já atendeu, desde o seu início (1º semestre de 2013), mais de três mil estudantes de graduação que estão cursando ou cursaram essas disciplinas nos cursos de Engenharia e Matemática dos Institutos de Tecnologia e de Ciências Exatas e Naturais. O cenário e a motivação que originaram o projeto têm a ver com a necessidade de se repensar o ensino, considerando as novas gerações, que entram na universidade, conectadas aos meios digitais e multimídia, além do alto índice de retenção dos estudantes nas disciplinas de Cálculo na UFPA (cerca de 70%).

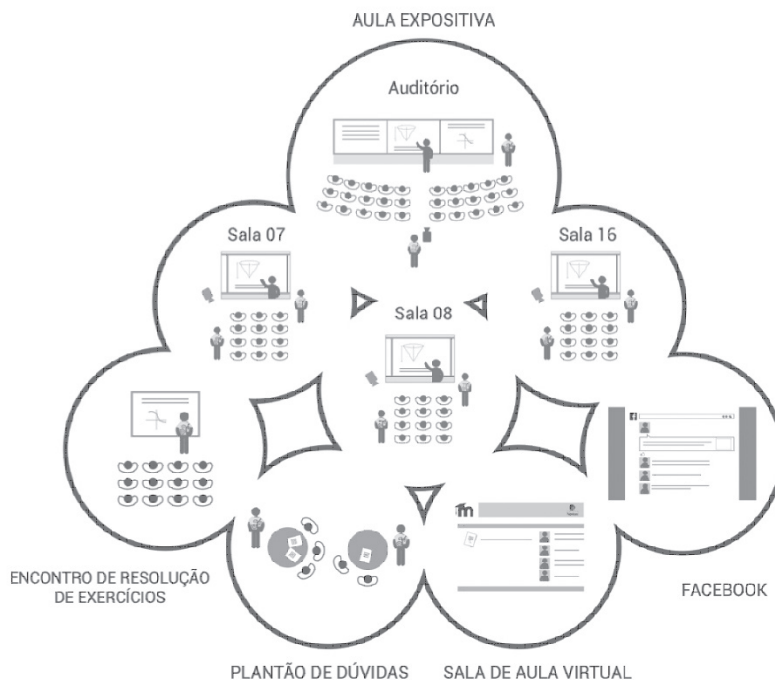
Depois de dois anos de projeto, acredita-se ser um momento oportuno para que o mesmo possa ser analisado, não apenas pelo olhar de quem o desenvolve, mas, principalmente, pela comunidade acadêmica também preocupada em encontrar e discutir proposições educativas para enriquecer e construir novos ambientes de construção de conhecimento.

O Projeto Newton tem investido em diversas estratégias educacionais e comunicacionais, agregando práticas pedagógicas tradicionais e contemporâneas na construção de um ambiente ampliado e diferenciado de estudos, pelo uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), tendo o estudante como agente principal. Para além do momento da sala de aula presencial, o estudante é acompanhado diariamente por uma equipe multidisciplinar composta por docentes, discentes de pós-graduação e graduação e profissionais técnicos.

Fazem parte deste ambiente ampliado de estudos: (i) **salas interligadas e interativas**, onde acontecem as aulas presenciais de exposição de conteúdo, de forma síncrona, para cerca de 420 alunos de diferentes cursos de graduação e transmitidas ao vivo e *online* para diferentes interessados; (ii) **espaços de estudos individualizados e em grupo**, com a disponibilização de sala de estudos e plantões de dúvidas diários e presenciais com monitores; (iii) uma vez por semana, em grupos menores divididos por curso, há **encontros presenciais com monitores**

para resolução de exercícios; (iv) salas de aula virtuais na Plataforma Moodle (www.ead.ufpa.br), com atividades didáticas, com listas de exercícios semanais, além de interações entre estudantes, monitores e professores em fóruns e chats; (v) espaços de interação nas redes sociais e mídias móveis, com a postagem de dicas de estudos, notícias relacionadas à formação universitária e ao mercado profissional em um perfil, um grupo e uma *fanpage* do projeto na rede social Facebook (www.facebook.com/projetonewton). Também é realizado o compartilhamento de avisos e informações por mensagens de texto SMS via celular; e (vi) repositório institucional UFPA Multimídia (www.multimidia.ufpa.br) onde são disponibilizadas as filmagens das aulas expositivas das disciplinas e vídeos de resolução de exercícios produzidos pelo projeto, que podem ser visualizados e/ou baixados a qualquer momento. O projeto está sintetizado na figura 5.

Figura 5 – Ambiente ampliado de estudo proposto pelo Projeto Newton.



Fonte: elaborado pelos autores.

Aporte teórico

Acreditar que a aprendizagem pode ser estimulante, prazerosa e fomentadora de atitudes autônomas por parte dos discentes é o que delinea as inquietudes e experimentações do Projeto Newton. Entretanto, de acordo com Zatti (2007,

p. 62), “embora a autonomia seja um atributo humano essencial, [...] ninguém é espontaneamente autônomo, ela é uma conquista que deve ser realizada. E a educação deve proporcionar contextos formativos que sejam adequados para que os educandos possam se fazer autônomos”.

Para Bonwell e Eison (1991), deve haver menos ênfase na transmissão de informações (centrada no professor) e mais no desenvolvimento de competências dos alunos (centrada no aluno). Estratégias que promovem a aprendizagem ativa incluem uma gama de atividades que partilham um elemento comum: envolver os estudantes a agir e a pensar sobre suas ações. Isso é importante, visto que, segundo Tinto (2003), estudantes que estão ativamente envolvidos na aprendizagem, que passam mais tempo realizando suas tarefas, especialmente com os outros, são mais propensos a aprender e, por sua vez, mais predispostos a permanecer no curso.

Nesse contexto, as diferentes atividades e a forma como os espaços do Projeto Newton são organizados visam possibilitar uma troca de experiências entre estudantes de diferentes cursos, estimular uma dinâmica permanente de aprendizado, oportunizar várias formas de acessar os conteúdos, potencializar o momento da aula expositiva do professor, incentivar os estudantes a antecipar o conteúdo a ser apresentado em sala e a estudar conforme seu ritmo e estilo pessoal.

Todavia, segundo Müller (2013, p. 11), “a implementação de atividades diferenciadas em ambientes formais de ensino que promovam mudanças de atitudes nos estudantes é, portanto, uma tarefa desafiadora e necessária [...]”. Nesse sentido, a integração de novas tecnologias nas metodologias e estratégias do Projeto Newton tem sido fundamental. As tecnologias são vistas não de uma forma estritamente técnica, mas como potenciais motivadoras de invenções sociais de direcionamento interacional (BRAGA, 2012), que possibilitam a construção de espaços de aprendizado e interação.

Alguns resultados alcançados

Os resultados obtidos são frutos de um monitoramento sistemático das estratégias e dos ambientes do Projeto. Para tal, de forma periódica, são realizadas observações nas redes sociais e pesquisas de avaliação com grupos focais, entrevistas em profundidade, questionários, enquetes e mapeamento de fluxo de usos das plataformas virtuais, além de reuniões de avaliação entre os integrantes do projeto.

Durante a ação piloto (1º semestre de 2013), houve 70% de permanência dos estudantes até o final da disciplina de Cálculo 1; 81% de aprovação dos estudantes que realizaram as três avaliações e 5,2 foi a média das notas das três avaliações. Este foi considerado um resultado animador, em face da realidade anterior, em que os índices eram inferiores. Ainda sobre a ação piloto, de acordo com as pesquisas realizadas junto aos estudantes, por meio de questionários eletrônicos, 56% avaliaram o desenvolvimento do Projeto como excelente e 38% como bom; 63% acharam que a aula ficou mais dinâmica com o sistema de filmagem e transmissão e 92% consideraram que o uso do ambiente *Moodle* colaborou para o desenvolvimento da disciplina.

Nos grupos focais e nas entrevistas realizadas, vários relatos foram coletados, objetivando levantar informações mais qualitativas no que se refere à autonomia, recursos e estratégias utilizados, monitoria, papel do professor, entre outros assuntos. Interessante resgatar o relato de dois professores que ministraram aulas para estudantes egressos do Projeto Newton. Eles destacaram a vontade dos discentes de querer aprender, a melhoria no desempenho acadêmico e uma maior preocupação em estudar antecipadamente o assunto da aula seguinte.

Já na fala de alguns discentes, sua participação no projeto possibilitou maior independência em relação aos professores, apesar de não ser um processo fácil e rápido. Os alunos apresentam diferentes níveis de dificuldade e adaptação a metodologias de ensino não comuns à sua trajetória de estudos. Porém, quando a resistência às novidades é rompida, os alunos passam a ter mais habilidade para lidar com as dinâmicas das disciplinas.

Esses relatos indicam que o contexto formativo do Projeto Newton pode estimular situações de aprendizagem autônoma (ZATTI, 2007). Nesse sentido, a diversidade de ambientes e estratégias tem sido fundamental, pois possibilita um maior leque de oportunidades para os alunos desenvolverem habilidades e competências, “ultrapassar o papel de passivo, de escutar, ler e decorar como repetidor fiel dos ensinamentos do professor e tornar-se criativo, crítico, pesquisador e atuante, para produzir conhecimento” (BEHRENS, 2000, p. 71).

Considerações finais

Conforme mencionado, a formação de engenheiros para o mundo contemporâneo exige um repensar do ensino de graduação. Em um cenário em que as Tecnologias da Informação e Comunicação estão cada vez mais difundidas, sobretudo entre as gerações mais jovens, é necessário rever as práticas de ensino e produção de conhecimento na universidade. Esse foi o contexto que motivou o desenvolvimento do Projeto Newton com a finalidade de propor a inovação no ensino de Cálculo 1 e Cálculo 2, disciplinas básicas da formação de engenheiros.

Nesses dois anos de atuação do projeto, as análises e os monitoramentos realizados apontam indícios de que o ambiente ampliado de estudo proposto potencializa a aprendizagem e estimula atitudes autônomas por parte dos estudantes. Porém, ainda há muitas dificuldades a serem vencidas, a começar pela disponibilidade para mudanças de hábitos educacionais culturalmente constituídos. Esse é o desafio permanente da equipe de professores, alunos, técnicos e gestores ao confrontarem novas metodologias de ensino com culturas muito arraigadas desde a educação básica, provocando alterações de posturas e deslocamentos de lugares já instituídos.

9. AUXÍLIO DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DESENHO TÉCNICO ATRAVÉS DE MATERIAL PARADIDÁTICO NO CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES SUBSEQUENTE DO IFAP/AP

Apesar do desenvolvimento tecnológico e do advento do conhecimento ao alcance através da internet, denominado por Paulo Ventura (2002) de “revolução interativa” em seu artigo “Por uma pedagogia de projetos”, percebe-se que, cada vez mais, os alunos não possuem os requisitos básicos para a compreensão espacial, ou seja, representar figuras tridimensionais utilizando a percepção espacial e desenhá-las em papel de desenho em apenas duas dimensões.

Dessa maneira, o conhecimento é adquirido de forma desconexa e o profissional não desenvolve a capacidade de realizar importantes associações, agregando significado prático ao seu dia a dia e, por conseguinte, tornando-se um elemento frágil no mundo do trabalho.

Para os discentes do curso Técnico em Edificações, na forma subsequente do Campus Macapá, percebe-se que este déficit relacionado à compreensão espacial é ainda maior.

Desta forma, é imprescindível a modificação da proposta pedagógica do ensino nos cursos técnico-profissional e tecnológico, possibilitando, assim, a busca de novas metodologias que promovam o desenvolvimento cognitivo dos estudantes do IFAP.

Nesse sentido, o presente trabalho visa à adoção de ferramentas que aproximem teoria e prática como forma de promover uma formação do futuro profissional mais motivado e preparado para situações reais.

METODOLOGIA

Público-alvo e seleção do grupo

O desenvolvimento da proposta ocorreu a partir da utilização de um kit paradidático, estruturado e aplicado à turma do Instituto Federal do Amapá – IFAP. O público-alvo foram os alunos do Curso Técnico em Edificações Subsequente.

Os dados obtidos com o questionário foram analisados qualitativa e quantitativamente e, para sua melhor visualização, alguns dados foram abordados em forma de gráficos.

Desenvolvimento do kit paradidático

Piaget formula o conceito de epigênese, argumentando que “o conhecimento não procede nem da experiência única dos objetos nem de uma programação inata pré-formada no sujeito, mas de construções sucessivas com elaborações constantes de estruturas novas” (PIAGET, 1976 apud FREITAS 2000, p. 64).

Assim, o material elaborado foi desenvolvido para permitir a interação do aluno com conceitos teóricos, contribuindo para que o discente seja um agente ativo no processo de construção do conhecimento e buscando a interação com o con-

creto, a partir do kit paradidático.

O material paradidático foi elaborado para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo sobre telhados e coberturas da disciplina de Desenho Técnico. Desta forma, os indivíduos trabalharam com o kit paradidático que foi desenvolvido a partir de peças moldadas com resíduos do processamento da madeira, com utilização de resina. Cada peça possui dimensões e escalas de 1/10 em conformidade com as utilizadas no madeiramento de um telhado real.

Da avaliação do processo de ensino e aprendizagem

O processo de avaliação visa proporcionar a devida reflexão sobre o processo de aprendizagem dos alunos. Segundo Backes (2010), a avaliação da aprendizagem objetiva melhorar o processo educacional como um pressuposto para uma educação democrática e que atenda às necessidades do público, contribuindo, desta forma, para que este público se aproprie dos bens e conhecimentos produzidos pela humanidade de forma mais eficaz.

A avaliação do processo de aprendizagem foi realizada a partir de uma pesquisa exploratória e descrita, concretizada pela aplicação de um questionário aberto. Além disso, os dados foram analisados qualitativa e quantitativamente em dois momentos.

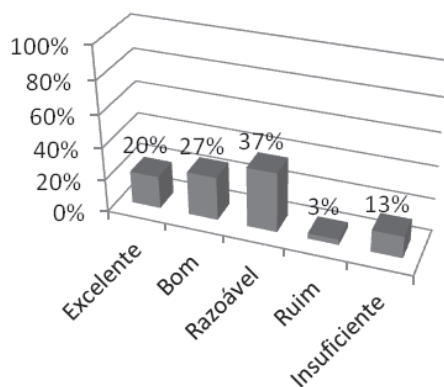
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes da intervenção: Aula Expositiva Tradicional

Antes da utilização do kit paradidático, foi ministrada uma aula expositiva tradicional sobre o conteúdo de telhados e cobertura. Posteriormente, foi aplicado o questionário aberto com seis questões subjetivas sobre o conhecimento de cobertura e representação ortográfica de fachada e vista lateral de projeto de planta baixa.

Na figura 6, estão os resultados obtidos antes do uso do kit paradidático. Observa-se que apenas 20% dos alunos obtiveram índice de aproveitamento excelente no questionário aplicado. Outra parcela dos discentes obtiveram 27% de aproveitamento no nível bom.

Figura 6 – Desempenho obtido antes da intervenção da Turma Subsequente.



Fonte: autores.

Desta forma, nota-se que apenas com a aula expositiva o processo de aprendizado dos conhecimentos técnicos não obteve resultados satisfatórios.

Intervenção – aula utilizando o kit paradidático

O objetivo do manuseio do kit era montar uma cobertura com duas águas para telhas de fibrocimento em uma maquete medindo 77,7 cmx60 cm. Os alunos foram encorajados a se responsabilizarem pelos seus respectivos grupos, além da organização, do planejamento e do direcionamento das atividades para a construção da cobertura. Assim, o processo de aprendizagem utilizado foi o da aprendizagem baseada em problema (*problem based learning* - PBL) com o suporte de um tutor ou instrutor.

Os defensores do PBL colocam que este conceito pedagógico pode ser usado para melhorar o conhecimento e acelerar o desenvolvimento das habilidades de comunicação, solução de problemas e autoaprendizado (SIMÕES et al., 2006).

A figura 7 mostra os alunos utilizando o kit paradidático.

Figura 7 – Discentes constroem tesouras com o kit paradidático.

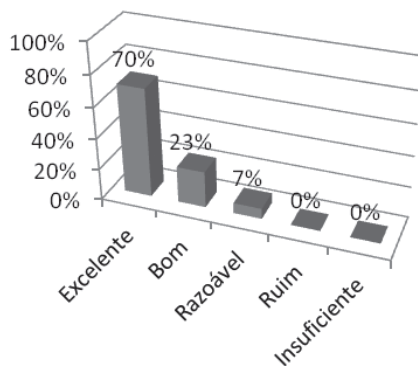


Fonte: autores.

Com o uso do material paradidático, pode-se perceber um maior interesse e motivação por parte dos alunos com a utilização dessa nova metodologia.

Após a utilização do kit, o processo de ensino-aprendizagem foi reavaliado com a utilização de novo questionário contendo seis questões abertas. A figura 8 apresenta os resultados obtidos após a intervenção.

Figura 8 – Desempenho dos alunos após a intervenção - Turma Subsequente.



Fonte: autores.

Pode-se perceber que, após a intervenção, a fixação dos conhecimentos no nível de excelência alcançou 70% dos alunos. O que demonstra que o processo de fixação do conhecimento foi favorecido pelo uso da nova metodologia.

Considerações finais

A partir da observação das dificuldades apresentadas pela turma, verificou-se que a falta de contextualização, aliada a conceitos não concretos, bem como a baixa compreensão espacial dos discentes, dificulta o entendimento da disciplina de Desenho Técnico.

A LDB – Lei nº 9394/96 prevê, em seu artigo 4º, inciso IX, o dever de oferecer qualidade de ensino, de modo a garantir o processo de ensino-aprendizagem. Desta forma, fica evidente a necessidade do professor, como tutor do desenvolvimento cognitivo de seu aluno, buscar metodologias diferenciadas para promover a motivação e a fixação de ensino, de modo a conduzir seus discentes ao processo de formação de cidadãos conscientes e reflexivos.

Assim, com o uso de processos de aprendizagem baseados em Piaget (concretização/construção do conhecimento) e Vygotsky (interação social e trabalho em equipe), foi possível a construção e utilização de um kit paradidático que possibilita a concretização do conhecimento do assunto de telhados e cobertura da disciplina de Desenho Técnico.

A utilização do kit possibilitou que os discentes construíssem o conhecimen-

to e se tornassem mais ativos no processo de aprendizagem, o que culminou na fixação de 93% (níveis excelentes e bons) do conteúdo proposto para coberturas, cortes e fachadas da disciplina de Desenho Técnico.

Assim, observa-se que a partir dos resultados obtidos, o uso do kit de telhado é útil para o processo de fixação dos conhecimentos e auxilia, de maneira eficaz, o processo de ensino-aprendizagem.

10. A UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS NA APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE FORÇA EM TURMAS DAS ÁREAS DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIA

Este trabalho investiga a utilização da metodologia Instrução pelos Colegas (IpC) – *Peer Instruction* na expressão original em inglês – em cursos de Ciências Exatas e Engenharia da Universidade Federal de Itajubá em comparação com a metodologia tradicional. A expressão “metodologia tradicional” é usada neste trabalho para se referir às abordagens que têm como principal característica o uso prioritário de aulas expositivas, que reforçam o papel do professor como o único detentor do conhecimento, enquanto os alunos são apenas receptores.

A metodologia IpC foi desenvolvida por Eric Mazur na Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, e tem como objetivo promover a interação entre os alunos em sala de aula por meio da discussão entre os pares sobre as questões conceituais propostas e, a partir de tal interação, promover a aprendizagem (CROUCH e MAZUR, 2001).

REFERENCIAL TEÓRICO *Instrução pelos Colegas*

De acordo com Araújo e Mazur (2013), a metodologia IpC consiste no estudo prévio, por parte dos alunos, do assunto a ser abordado na aula e, durante a aula, a apresentação do tema pelo professor a partir da proposição de questões conceituais de múltipla escolha. Mazur (1997) utiliza o termo *ConceptTest* para referir-se às questões ou testes conceituais utilizados nessa metodologia.

Neste método, o professor faz pequenas apresentações orais de aproximadamente 15 minutos sobre os conceitos abordados no estudo prévio. Ao final de cada exposição, é apresentada uma questão conceitual de múltipla escolha aos alunos, que têm cerca de dois minutos para escolher uma resposta. Posteriormente, é aberta uma votação para mapeamento das respostas. As respostas da questão podem ser apresentadas por meio de qualquer instrumento disponível, como, por exemplo, *flashcards* (cartões de resposta), *clickers* (espécie de controles remotos individuais que se comunicam por radiofrequência com o computador do professor) ou fichas individuais.

Segundo Araújo e Mazur (2013), a IpC exige que o professor registre as respostas e contabilize-as sem divulgar aos alunos a resposta correta. Se mais de

70% dos alunos votarem na resposta correta, o professor reinicia a exposição dialogada e apresenta uma nova questão conceitual sobre um novo t3pico. Se o percentual de acertos estiver entre 30% e 70%, o professor deve formar grupos de tr3s a cinco alunos, constitu3dos de modo que seus integrantes tenham escolhido respostas diferentes, e solicitar que discutam entre si a fim de convencerem os colegas sobre a resposta correta, utilizando as justificativas elaboradas anteriormente. Ap3s os alunos retornarem aos seus lugares, a quest3o 3 colocada novamente em vota33o. Se menos de 30% das respostas estiverem corretas, o professor explica novamente o t3pico e uma nova quest3o conceitual sobre o mesmo assunto 3 proposta, reiniciando o processo.

Para Mazur e Watkins (2009), o estudo pr3vio utilizado na IpC pode ser melhor estruturado quando articulado com uma outra metodologia ativa denominada *Just in Time Teaching* (JiTT) ou Ensino sob Medida (EsM). O EsM foi desenvolvido por Novak e colaboradores (1999) e consiste na proposi33o do estudo pr3vio sobre um determinado tema, a aplica33o de testes ou quest3es antes da aula sobre o que foi estudado, a an3lise pelo professor das respostas das quest3es a fim de mapear as dificuldades dos alunos e planejar a aula considerando tais dificuldades (ARAUJO E MAZUR, 2013).

Mazur e Watkins (2009) afirmam que o EsM possibilita uma maior efetividade 3 IpC, principalmente, quanto 3 sistematiza33o do estudo pr3vio e 3 sele33o das melhores quest3es conceituais. Nesse sentido, optamos por incorporar esses dois aspectos do EsM ao aplicar a metodologia IpC neste trabalho.

Invent3rio do Conceito de For3a

O Invent3rio do Conceito de For3a (ICF) foi desenvolvido por Hestenes et al. (1992) a partir de pesquisas que buscavam verificar se o estudante dominava o conceito newtoniano de for3a. Ele 3 composto por 30 quest3es conceituais que possuem cinco op33es de resposta cada. Apenas uma destas respostas est3 de acordo com a teoria newtoniana e as outras quatro respostas, denominadas distratores, refletem as cren3as dos alunos sobre os conceitos newtonianos de for3a.

Uma das aplica33es do ICF 3 avaliar a efici3ncia de diferentes metodologias de ensino, sendo aplicado como pr3-teste (antes do uso da metodologia) e como p3s-teste (depois do uso da metodologia). Hake (1998) prop3s uma express3o para determinar o ganho m3dio normalizado em que 3 poss3vel comparar o percentual m3dio de ganho de uma turma com o percentual de ganho m3ximo poss3vel no ICF. Sendo N_{p3s} o percentual m3dio de aproveitamento no p3s-teste, N_{pr3} o percentual m3dio de aproveitamento no pr3-teste e $(100 - N_{pr3})$ o percentual de ganho m3ximo, o valor do ganho m3dio normalizado g (ou ganho normalizado de Hake) 3 dado pela equa33o (1):

$$g = \frac{N_{p3s} - N_{pr3}}{100 - N_{pr3}} \quad (1)$$

Metodologia

A pesquisa foi realizada em dois momentos distintos, denominados pesquisa piloto e pesquisa principal. Na pesquisa piloto, realizada durante o 2º semestre de 2013, foram escolhidas duas turmas de 1º ano de cursos de Ciências Exatas e Engenharia, denominadas T1 e T2, e selecionada uma disciplina em que são abordados conceitos de mecânica newtoniana. Os conceitos de cinemática, leis de Newton, trabalho e energia foram abordados na turma T1, utilizando a metodologia IpC, e na turma T2, utilizando a metodologia tradicional. O estudo comparativo da eficiência de tais metodologias foi feito com a aplicação do questionário ICF e o cálculo do ganho normalizado.

Os resultados da pesquisa-piloto indicaram a necessidade de realização de alguns ajustes metodológicos para a pesquisa principal. Deste modo, no 1º semestre de 2014, foi realizada uma nova coleta de dados, que se caracterizou pela seleção de duas novas turmas, denominadas T3 e T4, e pela adoção de dois novos procedimentos: o acompanhamento de todas as aulas da turma T3 com a finalidade de registrar as respostas dos alunos às questões conceituais aplicadas durante o semestre letivo, e a aplicação, ao final do semestre, de um questionário avaliativo a fim de identificar as impressões dos alunos da turma T3 em relação à utilização da metodologia IpC. Na turma T3, foi utilizada a metodologia IpC, enquanto que na turma T4 foi aplicada a metodologia tradicional.

Resultados obtidos e análise

Na pesquisa piloto, o valor do ganho g da turma T1 foi igual a 0,21 enquanto a turma T2 apresentou g igual a 0,07. Estes resultados indicaram que o uso da metodologia IpC implicou em um melhor desempenho no ICF, porém, verificou-se a necessidade um estudo mais aprofundado em relação à utilização da metodologia IpC na pesquisa principal.

Na pesquisa principal, os resultados obtidos para o ganho normalizado g foi de 0,17 para a turma T3 e 0,18 para a turma T4. A semelhança entre tais índices indica que o uso da metodologia IpC não representou avanços significativos na aprendizagem dos conceitos newtonianos de força em relação à metodologia tradicional. Além disso, o valor de g alcançado na turma em que foi utilizada a metodologia IpC é inferior a 0,48 obtido por Hake (1998) e aos valores impetrados por Barros et al. (2004) de 0,35 e 0,38.

Já os dados referentes à aplicação de 32 questões conceituais na turma T3 indicaram que, em média, 23% dos alunos melhoraram suas respostas após a interação com os colegas enquanto 32% mantiveram-se convictos da resposta correta.

Quanto à percepção dos alunos sobre a utilização da metodologia IpC, o questionário de avaliação da disciplina indicou que 76% dos alunos manifestaram-se favoráveis à utilização de questões conceituais e 86% dos alunos foram partidários ao emprego de atividades em grupo na sala de aula. Nas questões abertas sobre esses dois tipos de atividades, diversas respostas mencionavam como principal ponto positivo do seu uso a promoção da interação entre os alunos, que

proporcionou um maior aprendizado, construção do conhecimento, fixação e entendimento do conteúdo e o desenvolvimento da capacidade de argumentação para o convencimento do colega.

Já em relação ao uso do estudo prévio, 57% dos alunos manifestaram-se desfavoráveis à utilização deste tipo de atividade e destacaram alguns aspectos negativos como a frequência de proposição das atividades extraclasse, o curto prazo para sua realização e o período de realização das mesmas, que era concentrado nos fins de semana.

Por fim, utilizou-se da escala Likert para avaliar a impressão dos alunos relativa à aprendizagem de novos conceitos, à realização de atividades no AVA TelEduc, à resolução de questões conceituais e ao uso de listas de exercícios em grupo na sala de aula. A composição das respostas das quatro questões permitiu constatar que 71% dos alunos mostraram-se favoráveis à utilização da metodologia.

Considerações finais

Embora o resultado do ganho normalizado referente à utilização da metodologia IpC na pesquisa principal tenha sido semelhante ao encontrado para a metodologia tradicional, e inferior aos resultados disponíveis na literatura, os demais dados coletados indicaram também que a interação entre os alunos possibilitou um melhor desempenho nas questões conceituais propostas e, de forma geral, a maioria dos alunos manifestaram-se favoráveis à utilização desta metodologia em sala de aula.

A pesquisa procurou promover uma reflexão das práticas pedagógicas e evidenciar a existência de novas iniciativas metodológicas capazes de tornar a sala de aula um local mais agradável e participativo, tornando o aluno o personagem principal do processo, ou seja, permitir que ele desenvolva habilidades superiores às promovidas em salas de aulas tradicionais. A metodologia IpC permite a promoção do espírito de trabalho em equipe, a capacidade de argumentar, de discutir, de refletir, de questionar, de interagir e de compreender o que jamais será esquecido: os conceitos. Tais habilidades são importantes tanto na vida acadêmica quanto na vida profissional.

11. ANÁLISE DOS IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM EM DISCIPLINAS DO CICLO BÁSICO DOS CURSOS DE ENGENHARIA.

Segundo a “Teoria da Integração do Estudante” (TINTO, 2012), a evasão ocorre quando as motivações e capacidades acadêmicas dos estudantes não estão em harmonia com as características da instituição de ensino (MASSI, 2013). Para Tinto (2012), as motivações iniciais dos estudantes, ao ingressarem no ensino superior, podem ser reformuladas de acordo com o contexto institucional, sendo o sucesso ou o insucesso decorrente de um desencaixe das expectativas dos estudantes com a realidade institucional.

Nesse sentido, as Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) são importantes, pois, conseguem promover a interação e a comunicação entre aluno-aluno e aluno-professor, além de buscar despertar o interesse nos estudantes sobre a temática a ser estudada. (FIGUEIREDO, 2015).

Ao lado da teoria da integração do estudante, Coulon (2008) adverte que a entrada no ensino superior exige a incorporação, pelos discentes, de novas habilidades e competências, que são diferentes daquelas necessárias à educação básica. Essa travessia ocorre por meio da afiliação ao ensino superior: o estudante afiliado é aquele que lê, escreve, fala e pensa, de forma autônoma.

Objetivos

Muitas aplicações de MAA ocorrem de maneira informal, sem que os docentes conheçam em detalhes as técnicas ativas de aprendizado que estão sendo aplicadas. Este desconhecimento leva a uma carência na medição dos resultados sobre a eficácia do emprego das MAA nos cursos de Engenharia. Na procura de parâmetros efetivos para medição dos resultados da aplicação das MAA, este trabalho se dedica a descrever algumas MAA que foram aplicadas e os impactos obtidos na evasão dos cursos, taxa de sucesso na aprovação da disciplina, interação com problemas reais e a motivação dos alunos. Tais parâmetros são avaliados em disciplinas básicas dos cursos de Engenharia. Não é objetivo deste trabalho abordar em detalhes a aplicação de cada MAA, porém, as referências indicadas dão suporte ao entendimento de cada uma das metodologias e aplicações realizadas.

Base teórico-metodológica

A abordagem tradicional ou convencional de transmissão/recepção de conhecimento predomina no ensino da Engenharia devido a diversas razões estruturais, culturais e até individuais (RIBEIRO, 2005; VILLAS-BOAS et al., 2012). A própria visão de divisão do trabalho e segregação entre os saberes fez com que a educação superior da Engenharia seguisse um padrão de formação linear, cumulativo e rígido presente em diversas estruturas curriculares. Aliado a isso, percebe-se que no contexto do ensino superior a formação didática é deficitária e desvalorizada e que os métodos tradicionais de ensino predominam em um fluxo cíclico, uma vez que são neles que os atuais professores foram formados (CUNHA; BRITO e CICILLINI, 2006). Assim, é possível verificar que as práticas de ensino, aprendizagem e avaliação utilizadas no ensino da Engenharia exploram pouco o papel ativo que o estudante pode ter no processo de ensino e aprendizagem. Oliveira (2010) define a MAA como a junção de várias linhas de pensamento influenciadas por várias teorias pedagógicas, oriundas do avanço de pesquisa na área da educação e do ensino, que culminam para uma mudança no modelo tradicional de ensino/recepção de conhecimento.

De acordo com Oliveira (2010), as MAA mais utilizadas em instituições nacionais e internacionais de ensino superior consistem em práticas de discussão em classe, seminários, aprendizagem baseada em problemas, aprendizagem baseada em projetos, estudos de caso, simulação e mapa conceitual. Além dessas

metodologias, também é possível verificar que as técnicas de instrução por pares (*peer instruction*), *just in time learning*, aprendizado baseado em equipes (*team-based learning*), *in-class exercises*, *cooperative note-taking pairs*, *thinking aloud pair problem solving*, *minute paper* (VILLAS-BOAS et al., 2012) e dinâmicas de grupo (SILVA, 2008) já estão presentes em algumas instituições de ensino de Engenharia no Brasil.

Teoria da Autodeterminação

Tendo como base a Teoria da Autodeterminação (RYAN e DECI, 2000) e sua relação com a educação (Deci et al., 1991), pode-se dividir a motivação dos estudantes em quatro níveis, sendo: (i) desmotivação (D), (ii) regulação externa (RE), (iii) regulação identificada (RI) e (iv) motivação intrínseca (MI). De forma resumida, no nível da desmotivação o aluno não possui nenhuma identificação com o objeto de estudo e sente que será incapaz de lidar com as propostas encontradas no ambiente de aprendizado. A regulação externa é um estado no qual o estudante realiza as atividades propostas, impulsionado apenas pelos fatores que determinam a aprovação no conteúdo. Na regulação identificada, o aluno realiza as tarefas propostas, pois entende que, mesmo não sendo uma atividade prazerosa, o conhecimento adquirido irá gerar benefícios que contribuirão com seu futuro profissional e/ou pessoal. No nível da motivação intrínseca, o estudante possui “paixão” pela atividade que está desenvolvendo, sendo capaz de realizar atividades muito além das previstas para a aprovação no conteúdo, sente entusiasmo e fascínio, criando um laço emocional com o projeto que está desenvolvendo.

Baseando-se na Teoria da Autodeterminação e nos quatro grandes níveis da motivação nela estabelecidos, pode-se aplicar o questionário da Escala de Motivação Situacional – EMSI (GUAY, VALLERAND e BLANCHARD, 2000) que determina o Índice de Autodeterminação (IAD) de um indivíduo para uma atividade específica. O IAD é uma escala de 1 a 7 e pode ser utilizada para determinar, para cada um dos níveis de motivação e atividade, o estado do indivíduo. O preenchimento pode apresentar D = 1,4, RE = 2,7, RI = 5,9 e MI = 3,2, o que indicaria que a maior razão para o indivíduo realizar as atividades são os benefícios que o conhecimento lhe trará no futuro, ou seja, predominantemente RI, embora exista um componente dos outros níveis na resposta obtida. O IAD também permite o cálculo de uma média dos quatro níveis para uma comparação global e acompanhamento periódico da motivação.

DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO E RESULTADOS

Caso 1: Introdução à Engenharia da Computação

A disciplina Introdução à Engenharia de Computação, realizada no 1º período do curso, visa apresentar o curso e as possibilidades de atuação profissional. Em 2013, foram propostas atividades utilizando MAA para trabalhar a evasão e a retenção. Detalhes do projeto e resultados podem ser obtidos em Guedes, Campos e Braga (2014). Foram trabalhadas as seguintes habilidades: trabalho de pesqui-

sas em grupo; apresentação oral e escrita; trabalho prático; professor como tutor das atividades; desenvolvimento de experimentos.

Como resultados alcançados, os alunos relataram que conseguiram identificar as habilidades e competências necessárias a um engenheiro da computação. Antes da disciplina, 46% dos alunos conheciam as habilidades e competências do engenheiro da computação; após a disciplina, passou a ser 95%.

Com base nos dados levantados, foi possível identificar que é possível minimizar as taxas de evasão por meio da utilização de MAA. No seu ingresso na Unifei Itabira, 24% dos alunos tinham o objetivo de trocar para outro curso da Unifei Itabira. Após a disciplina, esse número passou para 19%. Antes da disciplina, 34% dos alunos desejavam cursar Engenharia da Computação em outra instituição. Após, esse número passou para 20%. 81% dos alunos responderam que sua motivação em permanecer no curso de Engenharia de Computação da Unifei aumentou desde a data do seu ingresso. Tais dados apontam que as atividades foram eficazes no aumento da motivação dos alunos e redução da intenção de evadir.

Caso 2: Ciências do Ambiente

A disciplina Ciências do Ambiente tem como objetivo uma contextualização no âmbito educacional e profissional do futuro engenheiro, demonstrando a importância do conhecimento das Ciências Ambientais para a sua formação. Ofertada em todas as engenharias, possibilita atividades inovadoras, visando uma maior interação dos alunos e uma interdisciplinaridade entre áreas diferentes do conhecimento. No ano de 2014, no curso de Engenharia de Produção, foi aplicada a metodologia PBL (*Problem-Based Learning*) que utiliza um problema real para enfocar conteúdos e conceitos, facilitando o processo de ensino e aprendizagem na disciplina de Ciências do Ambiente.

Para o desenvolvimento do PBL, o projeto foi dividido em ciclos de trabalhos com problemas. Durante o primeiro ciclo, foi apresentado o problema para os grupos: “desenvolver algum material que tenha uma aplicabilidade no âmbito ambiental”. Os alunos começaram a levantar as ideias, pesquisar, levantar hipóteses. Durante o segundo ciclo, os alunos em diferentes grupos começaram a confrontar seus dados de pesquisa até chegarem à conclusão de um produto por grupo.

No decurso da elaboração do produto, vários conceitos da área ambiental foram discutidos, conteúdos da ementa e as interseções com a Engenharia de Produção. Durante este ciclo, os grupos tiveram a oportunidade de testar seus produtos, e uma vez que não obtiveram sucesso na solução do problema com os conhecimentos de que dispunham, os alunos levantaram questionamentos, buscaram conceitos e teorias necessárias para solucioná-los.

Os alunos chegaram à fase final com a produção de algo concreto, um produto com aplicabilidade na área ambiental. Durante os ciclos, ocorreram avaliações: por tutores, do desempenho do grupo, dos procedimentos para elaboração do produto, dos pares e autoavaliação. As avaliações são importantes para o desenvolvimento da aprendizagem, pois permitem aos alunos um direcionamento para a resolução do problema e o sucesso. Como resultados principais, pode-se

elencar: (i) desenvolvimento de habilidades práticas, (ii) *design* e criatividade, (iii) análise, síntese e avaliação de uma solução, (iv) interdisciplinaridade e (v) trabalho em equipe.

Caso 3: Eletrônica Analógica

Para todos os cursos de graduação derivados da Engenharia Elétrica, a disciplina de Eletrônica Analógica faz parte do ciclo básico, na qual os alunos são expostos à análise de circuitos compostos em dispositivos eletrônicos. A experiência ativa utilizada nesta disciplina foi o PBL (SAVIN-BADEN, 2000), no 1º semestre de 2013. A metodologia baseou-se na aplicação de problemas que conduziam os alunos para a construção de dois projetos eletrônicos, uma fonte de alimentação de corrente contínua e um amplificador para pequenos sinais. Por meio destes problemas, os alunos eram expostos a todo o conhecimento técnico (teórico e prático) presente na ementa da disciplina, devendo ser capazes de selecionar e integrar os diferentes conceitos de forma a construir os projetos eletrônicos, de acordo com as especificações técnicas determinadas. As formas de avaliação estimulavam o desenvolvimento de outras habilidades como trabalho em equipe, comunicação oral e escrita, dentre outras. Um relato completo da aplicação encontra-se em Braga et al. (2014). Destacam-se, aqui, os resultados quantitativos acerca da taxa de sucesso na aprovação e evasão dos alunos da disciplina. A taxa de aprovação foi de 79% dos estudantes, comparando com ofertas anteriores em que as aprovações foram de 46% (2º semestre/2012), 65% e 52% (1º semestre/2012, duas turmas) e 68% (2º semestre/2011). A evasão da disciplina foi de 3,7%, sendo que nenhuma foi motivada pela metodologia ou conteúdo da disciplina. Tais resultados vão ao encontro das políticas institucionais de melhor aproveitamento dos recursos (salas de aula, professores, laboratórios etc.), aumentando a taxa de sucesso na formação e diminuindo a retenção e evasão da turma. Diante desses resultados, todo o ciclo das disciplinas básicas de eletrônica tem incorporado parcial ou totalmente as práticas do PBL.

Caso 4: Estudo da Motivação dos Estudantes

Além da investigação do impacto da taxa de aprovação e evasão, outro aspecto é o comportamento da motivação dos estudantes em tais disciplinas. Baseando-se na Teoria da Autodeterminação, o questionário EMSI foi aplicado a um mesmo grupo de 22 alunos que realizaram uma disciplina em MAA e uma disciplina no modelo tradicional de transmissão/recepção de conhecimento, com o mesmo docente, mas em semestres diferentes. O EMSI indicou para o grupo de alunos o resultado apresentado na tabela 4.

É possível observar uma diminuição na D e um aumento da RI e MI, que é um resultado desejável e foi alcançado com a MAA. O EMSI ainda foi aplicado a um mesmo grupo de 19 alunos cursando uma disciplina com MAA e uma disciplina no modelo tradicional, porém, no mesmo semestre e com docentes diferentes. O resultado obtido está apresentado na tabela 5.

**Tabela 4 – Comparação do Índice de Autodeterminação -
Mesmos Alunos e Mesmo Docente.**

| | Modelo Tradicional | Metodologia Ativa |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Desmotivação | 1,25 | 1,13 |
| Regulação Externa | 4,25 | 4,38 |
| Regulação Identificada | 5,50 | 5,75 |
| Motivação Intrínseca | 4,75 | 5,25 |

Fonte: autores.

**Tabela 5 – Comparação do Índice de Autodeterminação -
Mesmos Alunos e Disciplina/Docentes Diferentes.**

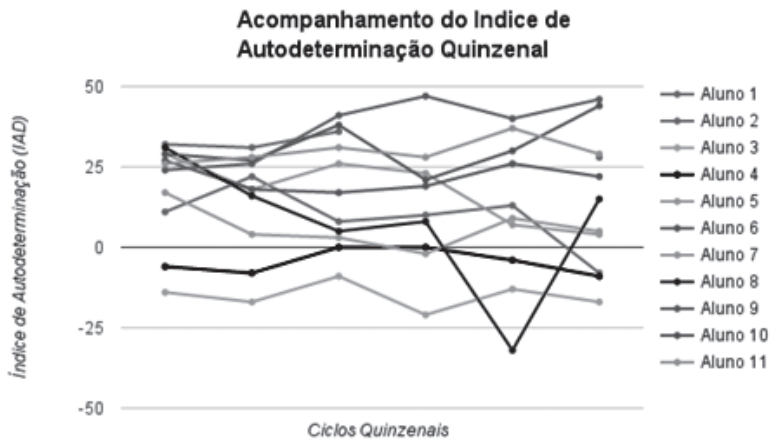
| | Modelo Tradicional | Metodologia Ativa |
|------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Desmotivação | 1,50 | 1,25 |
| Regulação Externa | 4,13 | 4,13 |
| Regulação Identificada | 5,50 | 6,00 |
| Motivação Intrínseca | 4,38 | 5,00 |

Fonte: autores.

É possível observar na tabela 5 um aumento da RI e MI e diminuição da D, indicando que a metodologia ativa aumenta a motivação dos estudantes de forma relevante. Os resultados mostrados foram coletados isoladamente no final das disciplinas, porém, o questionário EMSI pode ser aplicado para medir a motivação dos alunos, periodicamente, durante o semestre, de forma a adequar as atividades para manter os alunos entusiasmados.

Outro acompanhamento da motivação dos alunos ocorreu na disciplina de Engenharia de Software, mas, neste caso, a motivação de 12 alunos foi medida, quinzenalmente, em uma metodologia PBL. É importante apenas relatar que a motivação dos alunos sofreu variações ao longo do semestre. Um mesmo aluno, que no início do semestre estava na RE, pode alcançar a MI ao longo do semestre. O resultado demonstra que a motivação dos alunos se modifica de acordo com resultados obtidos e atividades realizadas (figura 9).

Figura 9 – Acompanhamento do IAD.



Fonte: autores.

Considerações Finais

Os indicadores utilizados para medição da eficácia da implantação das MAA nas disciplinas foram: IAD, taxa de evasão e taxa de aprovação. É possível afirmar que as MAA contribuíram para o desenvolvimento das habilidades desejáveis em engenheiros e previstas na literatura para experiências de ensino ativo: pensamento crítico (análise, síntese e avaliação de resultados), *design* e criatividade, aprendizagem autodirigida, habilidades de comunicação (oral, escrita etc.), trabalho em equipes multidisciplinares, relacionamento interpessoal, gestão de recursos e prazos, condução de processos de inovação, entre outras.

Contudo, é importante que se desenvolva a cultura da medição dos resultados da aplicação das MAA, pois, muitas atividades são realizadas, porém, há poucas evidências que permita a avaliação do sucesso ou não da aplicação.

Destaca-se que a adoção das MAA, em suas mais diversas formas, nas disciplinas do ciclo básico, é um fator primordial para o desenvolvimento do aluno durante a sua graduação em Engenharia. Essa ruptura com o ensino tradicional, logo nas disciplinas básicas, diminui a resistência do aluno em futuras experiências pedagógicas ativas, além de trabalhar habilidades desejáveis e suas competências técnicas durante a graduação.

Outro benefício encontrado na aplicação de MAA, nas disciplinas do ciclo básico, foi a identificação prematura de alunos com talentos e habilidades para projetos de pesquisa e competição tecnológica existentes na universidade. Devido ao uso de pedagogias ativas e a proximidade dos professores, os alunos demonstram habilidades prévias e afinidades com certas áreas de conhecimento, possibilitando o seu encaminhamento para projetos que eles possam realizar

maiores contribuições e ainda ter um melhor desenvolvimento profissional.

Por fim, apesar das ações descritas em várias disciplinas, estas possuem uma limitação de alcance, já que não são utilizadas em escala institucional; porém, seus reflexos e a análise de seus resultados podem gerar ações para melhorar a eficácia da aplicação das MAA. No entanto, acredita-se que o primordial deve ser a construção de um projeto pedagógico que organize todas as iniciativas, básicas e específicas, nos mais diferentes âmbitos, para compor um conjunto de atividades que possa contribuir para uma melhor adequação dos perfis dos egressos de Engenharia.

12. PERCEÇÃO DOS DOCENTES E ALUNOS QUANTO ÀS DIVERSAS AÇÕES DE APOIO À APRENDIZAGEM EM FÍSICA NUM CURSO DE ENGENHARIA

Aprender é um processo. A avaliação deste aprendizado pode ser encarada como algo pontual, o que pode mascarar resultados de aprendizagem significativos, ou, também, um diagnóstico poderoso que permite ao professor redirecionar esforços a fim de auxiliar o processo de aprendizagem nos pontos fracos apresentados pelos alunos. Este artigo analisa as ações de apoio à aprendizagem aplicadas na disciplina Física I, oferecida aos alunos do 1º ano do curso de Engenharia da Escola de Engenharia Mauá (cerca de 1.000 alunos – 700 diurno/300 noturno).

A disciplina Física I do curso de Engenharia é desenvolvida em quatro aulas de teoria/exercícios e duas aulas de laboratório (50 minutos cada) e trabalha com um ambiente de discussão sobre os fenômenos e os principais conceitos dos conteúdos de Física, com exemplos dirigidos para o curso de Engenharia, visando despertar o interesse pelo assunto abordado na aula.

Apoios à aprendizagem

A disciplina é anual, com trabalhos e provas, tendo a média calculada com peso de 60% para provas e 40% para trabalhos.

As notas de trabalhos resultam das atividades de laboratório e exercícios. No primeiro semestre, há, também, a nota atribuída pelo Projeto Primeira Semana (MARIM, L.R. et al., 2013) (MARIM, PINO, CUTRI, 2013), em que são desenvolvidas atividades integradoras de recepção ao aluno. A disciplina possui ações de apoio indireto (tabela 6) à aprendizagem, visto que, ao mesmo tempo, as atividades constituem-se em ação de avaliação e diagnóstico tanto ao próprio aluno quanto à gestão da disciplina.

Tabela 6 – Ações de apoio indireto à aprendizagem.

| AÇÃO DE APOIO | CARACTERÍSTICAS | PERIODICIDADE | %* |
|--|--|----------------------|---|
| Exercícios on-line | Avaliação individual feita via Moodle composta por questões relativas ao conteúdo desenvolvido nas duas semanas anteriores. | Quinzenal | 4 |
| Provinha de exercícios | Avaliação, sem consulta, feita em dupla, composta por exercícios numéricos e conceituais relativos ao conteúdo desenvolvido no bimestre. | Bimestral | 4 |
| Relatórios | Avaliação feita em equipe de três alunos, composta por levantamentos experimentais e análises correlatas. | Semanal | 14 |
| Projeto semestral | Avaliação feita em equipe de três alunos, composta por roteiros com questões conceituais e análises a partir de simulações correlatas. | Semestral | 14 |
| Seminários | Avaliação feita em equipe de três alunos, composta por uma apresentação oral dos objetivos, métodos e resultados atingidos num experimento. | Anual | 1,4 (composição da nota de relatórios) |
| Perguntas preparatórias para o experimento | Avaliação individual aplicada aos alunos como forma de prepará-los para o laboratório. A avaliação é composta por perguntas conceituais sobre o experimento a ser realizado. | Semanal | 1,4 (composição da nota de relatórios) |

Fonte: autores.

Análise das ações de apoio à aprendizagem

Vários artigos tratam de ações de apoio da aprendizagem em Engenharia. Alguns, tratam de questões conceituais, exames, questionários e relatórios em laboratório (SAUL, J.M. et al., 2000), *podcasts* (KAO, I., 2008), (JACKSON, N. et al. 2013), (RUMORE, 2014), uso de ferramentas virtuais (OLIVEIRA, C.D.de; SILVEIRA, R.A., 2014), (STEM, N.; MATTASOGLIO NETO, O., 2014), tutoria (PINTO, C. P., et al., 2014), uso de aprendizagem ativa por meio de projetos ou problemas (DU.X; De GRAAFF, E.; KOLMOS, A., 2008), (GOODHEW,P., 2010), (PINTO, G.R.P. R.; MATTASOGLIO NETO, O., 2014), (CUTRI, R. et al., 2014), no entanto, a avaliação do processo ensino-aprendizagem mostra-se extremamente complexa e deve ser objeto de constante reavaliação das próprias ações de apoio utilizadas (CENTER FOR

TEACHING AND LEARNING, 1993), (MACHADO, N.J., 2009) e (ROCHA, 2005). A grande questão a ser respondida neste artigo é: qual a relação entre as diversas ações de apoio e o aprendizado do aluno? Para avaliar as diversas ações de apoio na aprendizagem, foi elaborado um questionário de avaliação da disciplina pelos alunos, construído como uma escala de Likert de 5 graus (muito, razoavelmente, pouco, muito pouco e não posso avaliar). Um total de 605 alunos respondeu o questionário, correspondendo a, aproximadamente, 53% dos alunos matriculados na disciplina (de ambos os períodos noturno e diurno). Em média, foram realizadas três questões por item de avaliação. Na tabela 7, a seguir, apresentam-se os resultados encontrados para cada item:

Tabela 7– Respostas respondidas como muito ou razoavelmente.

| Ação | Apoio ao aprendizado | Maior engajamento | Ritmo de estudo |
|--------------------------|----------------------|-------------------|-----------------|
| Moodle | 49,8% | 81% | 48,8% |
| Provinhas de exercício | 87% | - | 78,7% |
| PPE | - | - | 63,7% |
| Relatórios de atividades | 74,6% | - | - |
| Seminários | 62% | - | - |
| Projeto Semestral | 80% | 81% | - |

Fonte: elaboração própria.

De acordo com a tabela 7, os resultados apresentados mostram que os questionários periódicos na plataforma *Moodle* contribuíram, em muito, para o aprendizado dos alunos, além de ajudá-los a manter um ritmo de estudo. Quanto ao papel destes questionários no aumento do engajamento com a disciplina, aproximadamente 81% dos alunos acreditam que estes questionários os auxiliaram, pelo menos, razoavelmente. Observa-se uma grande contribuição das provinhas de exercícios realizadas 15 dias antes das provas e com *feedback* na semana seguinte (87% muito ou razoável), colaborando para manter um bom ritmo de estudo – 78,7% muito ou razoável.

Verifica-se, ainda, que os relatórios permitem um melhor entendimento dos conceitos físicos muito ou razoavelmente (74,6%); que 58% dos alunos entrevistados admitem que não fariam uma leitura prévia do roteiro se não fossem as questões preparatórias, fazendo que a obrigatoriedade do PPE se tornasse um importante recurso para o seu aprendizado. Ao mesmo tempo, pode-se averiguar que os seminários permitem um melhor entendimento dos conceitos físicos muito ou razoavelmente (opinião de 62%).

Por fim, observa-se que o projeto semestral, que trabalha, principalmente, com a metodologia baseada em problemas, ora fechados, ora abertos, por meio de mo-

delamentos, simulações e análises, apresentou o maior índice de engajamento e motivação, mostrando-se uma ação de forte impacto para o apoio à aprendizagem.

Os resultados obtidos mostram-se promissores: verifica-se que a utilização de múltiplas formas de apoio e aprendizagem tem tido uma percepção satisfatória por parte de alunos e docentes, corroborando, significativamente, para o processo de ensino-aprendizagem. O maior engajamento dos alunos e preparo para as aulas faz com que mantenham um ritmo de estudo mais adequado à sua formação, e o *feedback* dado nas atividades permite que ele mesmo faça seu diagnóstico e tome uma postura ativa em seu aprendizado.

13. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Síntese da Discussão pós-COBENGE 2015

Este texto é uma síntese da discussão feita pelo grupo de profissionais que participaram da Sessão Dirigida 03 no COBENGE 2015, realizado no dia 21 de setembro de 2015. Os tópicos a seguir foram discutidos de forma livre e organizados linearmente para facilitar a leitura dos pontos inicialmente definidos na discussão: quais são as dificuldades da implementação das estratégias ativas de aprendizagem? Como resolver estas dificuldades? Aspectos positivos, aspectos negativos, perspectivas de continuação e avaliação da SD.

Muitos estudantes ingressantes, principalmente os recém-concluintes do Ensino Médio, entram em conflito quando se organizam para a aprendizagem no Ensino Superior, porque se acostumaram a receber os conteúdos organizados sistematicamente e foram pouco exigidos para que imprimam suas próprias perspectivas e que as relacione com o contexto profissional mais próximo ou possível. Desta forma, os estudantes ficam na expectativa, quase sempre, de receber orientações estritamente claras e objetivas, limitando o desenvolvimento da criatividade e da autonomia.

Existia uma expectativa de que as mídias sociais teriam boa receptividade para discussões de trabalhos acadêmicos. Apesar de existir um intenso uso delas por parte dos estudantes, o que se percebe é que, ao identificarem esses espaços como institucionalizados, eles se limitam a fazer participações tímidas e bastante modestas.

Por outro lado, é também uma grande dificuldade atrair o docente a compreender e participar de abordagens das metodologias ativas. Tirá-lo da zona de conforto parece ser um dos maiores desafios para trabalhar estas metodologias. Ou seja, as atividades de docência precisam estar organizadas para que o conhecimento se consolide a partir da integração de conteúdos. Do mesmo modo, percebe-se que a troca de informações entre os educadores é um aspecto relevante para obter resultados significativos. Como resultado disso, entende-se que os professores precisariam investir um tempo maior do que já estão acostumados para preparar suas aulas. Investimento como esse faz com que a maioria dos estudantes, que participaram das experiências empíricas apresentadas, fiquem mais

motivados a participar de um processo de troca de conhecimento.

A infraestrutura para o desenvolvimento de atividades, na maioria das vezes, não permite que sejam continuamente atualizadas, possibilitando que os resultados fiquem consolidados e que os futuros estudantes, que virão a trabalhar nas mesmas atividades propostas, se sintam convidados para a mesma solução, ou seja, cerceando a criatividade. Para ser diferente dessa situação, o docente precisa, de uma aplicação à outra, encontrar novos problemas para os discentes resolverem e/ou incentivar que eles mesmos busquem novos problemas e/ou que deem continuidade aos projetos anteriores.

Uma abordagem para atenuar a resistência às metodologias ativas é a divulgação dos resultados de pesquisas que as envolva. A publicização das evidências e dos resultados dessas experiências pode despertar uma importante curiosidade em saber o porquê e como se estabelecem correlações entre metodologias ativas e uma formação significativa do estudante. Esta divulgação pode ser feita, por exemplo, em congressos, periódicos e pequenos eventos acadêmicos de docentes ou gestores educacionais.

Apesar da divulgação das estratégias ativas serem atrativas por causa da abordagem prática, deve-se ter em mente que o desenvolvimento das estratégias ativas de aprendizagem, em geral, exige uma cultura de investimento de tempo de estudo geralmente maior do que os métodos tradicionais de estudo. Com isso, é importante pensar em soluções para diminuir a tendência da perda de motivação e, conseqüentemente, desistência. Além disso, não se pode perder de vista a qualidade na formação.

Outra forma de atenuar as resistências acerca das metodologias ativas seria a elaboração de vídeos de curta duração e outros materiais nos quais sejam apresentadas algumas das expectativas dos docentes para os estudantes. O objetivo principal seria possibilitar uma comunicação mais frequente entre professores e alunos. A busca por novos espaços de aprendizagem permite explorar novas formas de desenvolver o conhecimento, possivelmente, mais contextualizado e significativo.

Com relação às dificuldades com os docentes para trabalhar com as metodologias ativas, um caminho natural parece ser a capacitação e o suporte para planejar e executar as atividades que se deseja para a formação dos estudantes, ou seja, para desenvolver a autonomia, a responsabilidade e a solidariedade. Outra forma de enfrentar as dificuldades é a formação de uma equipe de apoio composta por monitores (para dar suporte aos conteúdos específicos e possibilitar uma geração futura de docentes mais habituados a essa realidade) e profissionais de comunicação (para pensar e experimentar novas formas de promover um processo de ensino e aprendizagem).

Considerando que as estratégias ativas de aprendizagem requerem o desenvolvimento de outras atividades, além da aula expositiva, uma forma de contornar a resistência intrínseca à utilização de estratégias diferenciadas seria estabelecer um processo de *coaching*. Desta forma, seria possível sensibilizar o docente, gradualmente, apresentando a proposta da estratégia ativa e buscando uma aproximação dele para com as soluções e usos adequados dos recursos existentes. É

importante que o docente perceba que a proposta não é uma fórmula ou receita pronta. Assim, a efetiva participação de cada um permite a construção das atividades: errando e acertando o tempo todo.

Pode-se destacar como aspecto positivo a mudança do paradigma da construção do conhecimento, na qual o estudante passa a ser responsável por ele mesmo e o docente passa a auxiliá-lo nesse processo. Assim, o aluno passa a buscar e questionar as informações para poder utilizá-las, refletindo sobre a razão e os contextos envolvidos.

Como aspectos negativos, destaca-se que a infraestrutura administrativa normalmente não está ajustada à dinâmica da metodologia, pois esta requer que as informações administrativas estejam coerentes e atualizadas. Do sistema de matrículas até os horários de atendimento de monitorias, é preciso que todos estejam atualizados e disponíveis a todos.

Outro aspecto complicador é que os docentes, muitas vezes, não têm interesse em desenvolver e aplicar metodologias ativas, pois aumentam significativamente seu tempo de trabalho e, até que os docentes adquiram experiência, as metodologias pedem um investimento maior na elaboração das estratégias, situação que tende a mudar com a prática dessas metodologias.

A instituição acadêmica, algumas vezes, torna-se um obstáculo, pois, nem sempre facilita a implementação das metodologias ativas, uma vez que, normalmente, há falta de planejamento da infraestrutura necessária para aquisição e manutenção dos ambientes de aprendizagem utilizados. Além disso, as metodologias ativas ainda são iniciativas recorrentemente do docente e raramente da instituição. Assim, precisam ser criados espaços de discussão, tornando, mais uma vez, fundamental a comunicação entre os agentes envolvidos, para que as informações estejam sempre acessíveis e atualizadas.

Tem-se como perspectiva de continuação a articulação de trabalhos para complementar as pesquisas práticas feitas em cada trabalho apresentado, em conjunto ao Grupo *Project Based Learning* (PBL), liderados pelos professores Otavio e Valquíria. Este Grupo PBL é um grupo de referência nacional para este tema e o cadastro pode ser feito pelo e-mail da Gabriela Ribeiro Peixoto Rezende Pinto (gabrielarprp@gmail.com), da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Pretende-se organizar e estudar estratégias que facilitem os *feedbacks*, aumentando a motivação dos estudantes. Compreender mais as estratégias para diagnosticar as formas de aprender faz parte da proposta de estudo, assim como usar essas informações para organizar e orientar as equipes.

Espera-se organizar um banco de problemas que será a base para reorganizar cada turma, visando evitar repetições. Também se espera manter um banco de questões conceituais para organizar aulas, como as baseadas na Instrução pelos Colegas, e elaborar estratégias de Sala de Aula Invertida para conteúdos de Engenharia. Além disso, deseja-se usar indicadores de aprendizagem ativa, tais como escrita eficaz, pró-atividade, colaboração e inovação na elaboração dos projetos para mostrar os benefícios das metodologias ativas e buscar outros adeptos.

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Anabela Carvalho. Teamwork in Project-Based Learning: engineering students' perceptions of strengths and weaknesses. In: International Symposium on Project Approaches in Engineering Education (PAEE), 2012, São Paulo, Organizing and Managing Project Based Learning Challenges. **Anais**. São Paulo (Brasil), p. 23-32, 2012.

AMORIM, Fernando A. S.; NAEGELI, Cristina H. Integração teoria e prática no ensino de Engenharia – A construção de um novo modelo pedagógico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 23, 1997, Bahia. **Anais**. Salvador: UFBA, p. 115-138, 1997.

ANDERSON, V.; REID, K. Student's perception of a problem-based learning scenario in dental nurse education. **European Journal of Dental Education**. 16, 2012, pp. 218-223. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0579.2012.00745.x/abstract>. Acesso em 21 mar. 2016.

ANDRADE, L. A. **Pensamento sistêmico**: caderno de campo. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ARAUJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.30, n. 2, p. 362–384, ago. 2013.

ARAUJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva. (orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior**. 2 ed. São Paulo: Summus, 2009.

AUSUBEL, David Paul. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982. BACKES, Dorimar Dal Bosco. **Avaliação do processo de aprendizagem**: conceitos e concepções. Disponível em: http://www.nre.seed.pr.gov.br/cascavel/arquivos/File/Equipe%20Pedagogica/producao_dorimar.pdf. Acesso em 09 dez. 2013.

BARROS, J. Acácio. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 26, n.1, p. 63-69, 2004.

BASKERVILLE, R.; PRIES-HEJE, J.; VENABLE, J. Soft design Science methodology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE-ORIENTED PERSPECTIVES IN DESIGN SCIENCE RESEARCH, 4., 2009, Malvern. **Proceedings...** Malvern: ACM, 2009.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica.** Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.

BEHRENS, Maria Aparecida. Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente. In: MORAN, J. M.; MASSETO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica.** Campinas, SP: Papyrus, 2000.

BOELENS, Ruth. What are the most important tasks of tutors during the tutorials in hybrid problem-based learning curricular? **Journal BMC Medical Education.** 15, p. 1-8, 2015.

BONWELL, C. C.; EISON, J. A. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom.** ASHE-ERIC Higher Education Reports, 1991. Disponível em: <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED336049.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

BOUND, David; FELETTI, Grahame. **The challenge of Problem-Based Learning.** Kogan, 1998.

BRAGA, José Luiz. Interação como contexto da comunicação. In: Encontro da Compós, 21, 2012, Universidade Federal de Juiz de Fora. **Anais.** Juiz de Fora, 2012.

BRAGA, R. A. S.; GUEDES, F. C.; SILVA, F. R.; VICENTE, E. M. Application of Problem-Based Learning in Teaching Analog Electronics. In: 12th Active Learning in Engineering Education Workshop, 12, 2014, Caxias do Sul – Brasil. **Anais.** Attracting young people to Engineering, Brasília/DF: Editora ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharia), 2014. p. 260-270.

BRASIL, Lei nº 9394, de 20.12.96. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário da União,** ano CXXXIV, n. 248, 23 dez.1996.

BRASIL, Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia.** Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 20 mai.2013.

CANCILLA, Devon A. Integration of Environmental Analytical Chemistry with Environmental Law: The Development of a Problem-Based Laboratory. **Journal of Chemical Education.** 78, p. 1652-1659, 2001.

CECY, C.; OLIVEIRA, G. A.; COSTA, E. M. M. B. **Metodologias ativas: aplicações e vivências em educação farmacêutica.** Brasília: ABENFARBIO, 2010.

CENTER FOR TEACHING AND LEARNING. **Classroom assessment tools.** Oregon State University. Disponível em: <<http://www.flaguide.org/cat/cat.php>> Acesso

em: 01 mai. 2015.

CHANG, Chi Cheng. Construction and evaluation of a web-based learning portfolio system: an electronic assessment tool. **Innovations in Education and Teaching International**. 38, p.144-155, 2001.

COULON, Alain. **A condição de estudante**: a entrada na vida universitária. Salvador: EDUFBA, 2008.

CROUCH, C. H.; MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.

CUNHA, A.M.O.; BRITO, T.T.R.; CICILLINI, G. A. **Dormi aluno (a)... acordei professor (a)**: interfaces da formação para o exercício do ensino superior. 29ª Reunião da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação. GT: Políticas de Educação Superior / n. 11. 2006.

CUTRI, R.; BARACAT, D.E.; MARIM, L.R.; WITKOWSKI, F.M. Avaliação do uso da metodologia PBL para a disciplina de Física (eletromagnetismo e ondas) num curso de Engenharia. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 42. **Anais**. Juiz de Fora, 2014.

DECI, Edward. L. Motivation and Education: The Self-Determination Perspective. **Educational Psychologist**. 26, 3&4, p. 325-346. 1991.

DELIALIOGLU, Omer. Student Engagement in Blended Learning Environments with Lecture-Based and Problem-Based Instructional Approaches. **Journal Education Technology & Society**. 15, n. 3, p. 310-322, 2011.

DESLILE, Robert. **Use Problem-Based Learning in the classroom**. Virginia: ASCD, 1997.

DIAS SOBRINHO, J. Professor universitário: contextos, problemas e oportunidades. In.: SOARES, I. F.; SOARES, S.R.; RIBEIRO, M.L. (Orgs.). **Docência universitária**: profissionalização e práticas educativas. Feira de Santana: UEFS Editora, 2009.

DODS, Richard. F. (1997). An action research study of the effectiveness of problem-based learning in promoting the acquisition and retention of knowledge. **Journal for the Education of the Gifted**. 20(4), p. 423-37, 1997.

DRESCH, A.; LACERDA, D. P.; ANTUNES JUNIOR, J. A. V. **Design Science Research**: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Porto Alegre: Bookmann, 2015.

DU.X.; DE GRAAFF, E.; KOLMOS, A. **Research on PBL Practice in Engineering Education**. Sense Publishers. 2008.

DUCH, B. J.; GROH, S. E.; ALLEN, D. E. **The power of Problem-Based Learning**. Virginia: Stylus Publishing, 2001.

DUNLAP, J. C. **The Relationship of Problem Based Learning to Life-Long Learning**. Dissertation Abstract International. 58(1), 71p.1997. EL-ADAWAY, I.; PIERRA-KOS, O.; TRUAX, D. Sustainable Construction Education Using Problem-Based Learning and Service Learning Pedagogies. **J. Prof. Issues Eng. Educ. Pract.**, 141(1), 2015.

ENEMARK, S.; KJAERSDAM, F. A ABP na teoria e na prática: a experiência de Aalborg na inovação do projeto no ensino universitário. In: ARAÚJO, U.; SASTRE, G. (orgs.). **Aprendizagem baseada em problemas: no ensino superior**. 2. ed. São Paulo: Summus Editorial, 2009. p. 17-42.

FELIPE, Maria Sueli Soares. Desenvolvimento tecnológico e inovação no Brasil: desafios na área de biotecnologia. **Novos estudos: CEBRAP**, São Paulo, 78(1), 11-14, 2007.

FIGUEIREDO, Alice Cristina. **Processos de integração e afiliação a vida acadêmica de estudantes de camadas populares no contexto de expansão universitária**. Belo Horizonte: UFMG, Faculdade de Educação, Dissertação de Mestrado, 2015.

FISCHER, C.; GREGOR, S. Forms of reasoning in the design Science research process. In: JAIN, H.; SINHA, A. P.; VITHARANA, P. **Service-oriented perspectives in design science research – 6th International Conference: DESRITST 2011**, Milwaukee: Springer, 2011. pp. 17-31.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

_____. _____. 36ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

FREITAS, Maria Teresa de Assunção. **Vygotsky e Bakhtin: Psicologia e Educação; um intertexto**. São Paulo: Editora Ática, 2000.

GOODHEW, P. **Teaching Engineering: All you need to know about engineering education but were afraid to ask**. London: The Higher Education Academy UK Centre for Materials Education, 2002.

GREENING, T. Scaffolding for Success in Problem Based Learning. **Medical Education Online**. 3, n. 4, p. 13-22, 1998.

GREGOR, S.; JONES, D. The anatomy of a design theory. **Journal of the association for Information Systems**, v. 8, n. 5, 2007. p. 312-335.

GUAY, F.; VALLERAND, R. J.; BLANCHARD, C. On the Assessment of Situational Intrinsic and Extrinsic Motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). **Motivation and Emotion**. 24, n. 3, p. 175-213, 2000.

GUEDES, F. C.; CAMPOS, L. B. P.; BRAGA, R. A. S. Actions on First Term Disciplines Aiming to Decrease Dropout Rate of the Computer Engineering Course. In: 12th Active Learning in Engineering Education Workshop, 2014. **Anais**. Caxias do Sul. ALE - 2014 - Attracting young people to Engineering, p. 158-169, 2014.

GUNER, G. A. Special-Study Modules in a Problem-Based Learning Medical Curriculum. **Journal Biochemistry and Molecular Biology Education**. 39 (11), p. 47-55, 2011.

HAKE, R. Interactive - engagement vs. traditional methods: A six thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**. AAPT, v. 66, n. 1, 1998. p. 64-74.

HESTENES, D.; WELLS, M.; SWACKHAMER, G. Force Concept Inventory. **The Physics Teacher**, v. 30, p. 141-158, 1992.

JACKSON, N.; QUINN, D.; LONIE, A.; RATHORE, P.; JAMES, P. Video in engineering courses to promote active online learning environments. In: AAEE Conference. **Anais**. Gold Coast, Queensland, Australia, 2013.

JOSSO, Marie-Christine. **Experiências de Vida e formação**. São Paulo: Cortez, 2004.

KANG, K. Comparison of knowledge, confidence in skill performance (CSP) and satisfaction in problem-based learning (PBL) and simulation with PBL educational modalities in caring for children with bronchiolitis. **Journal Nurse Education Today**. 35, p. 315-321, 2015.

KAO, Imin. Using Video Podcast to Enhance Students' Learning Experience in Engineering. **Journal for the Education of the Gifted**, 20(4), 423-437, 2008.

KHOINY, F. E. **The Effectiveness of Problem Based Learning Nurse Practitioner Education**. (Doctoral dissertation, University of Southern California, 1995.). Dissertation Abstracts International. 57(1), 88p., 1995.

KUENZER, Acácia Zeneida. O que muda no cotidiano da sala de aula universitária com as mudanças no mundo do trabalho. In: CASTANHO, S. e CASTANHO, E. (Org.) **Temas e textos em metodologia do ensino superior**. 6ed. Campinas:

Papirus, v. 1, p. 15-28, 2009.

LEITE, L.; DOURADO, L.; MORGADO, S. "Sustainability on Earth" webquests: Do they Qualify as Problem-Based Learning Activities? **Journal Research in Science Education**. 45, p. 149-170, 2015.

MACHADO, Nilson José. **Avaliação externa / Avaliação interna**: o equilíbrio necessário, 2009. Disponível em: < <http://www.nilsonjosemachado.net/etico2009.pdf>>. Acesso em: 23 Mar. 2016.

MAMED, Silvia; PENAFORTE, Júlio. (Coord.). **Aprendizagem baseada em problemas**: anatomia de uma nova abordagem educacional. Fortaleza: Hucitec, 2001.

MARCONI, Maria de Andrade.; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MARIM, Luiz Roberto. Projeto PRIMEIRA SEMANA aplicado aos alunos ingressantes na Escola de Engenharia MAUÁ. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 41. **Anais**. Gramado, 2013.

MARIM, L.R.; PINO, A.; CUTRI, R. Projeto ponte de macarrão aplicado aos alunos ingressantes na Escola de Engenharia Mauá. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 41. **Anais**. Gramado, 2013.

MASETTO, Marcos Tarcísio. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2012.

_____. **Ensino de engenharia**: técnicas para otimização das aulas. São Paulo: Avercamp, 2007.

MASSI, Luciana. **Relação aluno-instituição**: o caso da Licenciatura do Instituto de Química da Unesp/Araraquara. São Paulo: USP/Faculdade de Educação, 2013. Tese de Doutorado. 2013.

MATTASOGLIO, O. (Org.). Fundamentos Teóricos de Estratégias de *Problem Based Learning* e *Project Based Learning* nas Experiências de Educação em Engenharia. In: OLIVEIRA, et al. (Org). **Desafios da Educação em Engenharia**: Formação em Engenharia, Experiências Metodológicas e Proposições. ABENGE: Brasília, 2014.

MAZUR, Eric. **Peer Instruction**: A User's Manual. Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall, 1997.

MAZUR, Eric.; WATKINS, Jessica. Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. **Just**

in Time Teaching: Across the Disciplines, and Across the Academy, 2009.

MAZUR, Eric.; WATKINS, Jessica. Just-in-time Teaching and Peer Instruction. In: SIMKINS, S. MAIER, M. (EDS.): **Just-in-time teaching: Across the disciplines, across the academy** Just-in-Time Teaching. 1. Ed. Sterling. Stylus Publishing, LLC., p. 39-62, 2010.

MOREIRA, Marco Antônio. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf>. Acessado em: jun/2015.

_____. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

_____. **Coletânea de breves monografias sobre teorias de aprendizagem como subsídio para o professor pesquisador, particularmente da área de ciências**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

MORIN, Edgar. **A Cabeça Bem-Feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

MÜLLER, Maykon Gonçalves. **Metodologias interativas de ensino na formação de professores de Física: um estudo de caso com o Peer Instruction**. 2013. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física). Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013.

MÜLLER, Maykon Gonçalves. Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de Física do Ensino Médio: um relato de experiência. In: Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2013) Workshops (WCBIE 2013), 2. **Anais**. p. 667–676. 2013.

NOVAK, Gregor M. **Just-in-time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 188p, 1999.

OLIVEIRA, Carolina Dias de; SILVEIRA, Ricardo Azambuja. Avaliação do uso das ferramentas tecnológicas em ambientes virtuais de Ensino e aprendizagem em educação à distância: um estudo de caso do E-Tec/CEFET-MG. In: ESUD 2014 – XI Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância, 11. **Anais**. Florianópolis/SC, 2014.

OLIVEIRA, G.A. Uso de metodologias ativas em educação superior. In: CECY, C.; OLIVEIRA, G.A.; COSTA, E. **Metodologias ativas: aplicações e vivências em educação farmacêutica**. Brasília: Associação Brasileira de Ensino Farmacêutico e Bioquímico, p.11-33, 2010.

PARISOTO, M. F.; MOREIRA, M. A.; NETO, D. B. Integrating Didactical Strategies to Facilitate Meaningful Learning in Introductory College Physics. **Latin-American Journal of Physics Education**, 8(4), p. 582-588, 2014.

PARISOTO, M. F., MORO, J. T.; KILIAN, A. S. The use of data triangulation as a resource to find a better strategy to teach concepts of physics. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 14(3), p.19-37, 2015.

PARISOTO, Mara Fernanda. **Ensino de Física a partir de Situações da Engenharia**. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 2015.

PEREIRA, Francisco de Assis. **Avaliação do processo ensino-aprendizagem**. Programa de Pós-Graduação em Educação - Metodologia do Ensino Superior. Disponível em: < <http://www.sistemas.ufrn.br/shared/verArquivo?idArquivo=699360&key=3d5a6c9b58c1581f0f71302ad062ea9b>.> Acesso em: 01 mai. 2015.

PEREIRA, Tânia R. D. S.; CHAVES, Débora A. R. Moodle: Um Experimento On-Line para Potencializar um Ambiente de Apoio à Aprendizagem. In: XVIII SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMETRIA DESCRITIVA E DESENHO TÉCNICO, 2007, Paraná. **Anais**. Curitiba, 2007.

PINTO, Camila. P. Análise do método de avaliação de uma disciplina de Engenharia fundamentada na aprendizagem baseada em problemas. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 42. **Anais**. Juiz de Fora, 2014.

PINTO, D. P.; OLIVEIRA, V. F. Educação em engenharia como área do conhecimento. In: **Educação em engenharia: evolução, bases, formação**, Juiz de Fora: Ed. Fórum Mineiro de Engenharia da Produção, 2010. p. 91-129.

PINTO, Gabriela Ribeiro Peixoto Rezende; MATTASOGLIO NETO, Octavio. **Theoretical Framework of Problem and Project based Learning in Engineering Education**. In: Active Learning In Engineering Workshop, 12. **Anais**. Caxias do Sul, 2014. RAM, Preetha. Problem-Based Learning in Undergraduate Education. **Journal of Chemical Education**. 76, p. 1122-1126, 1999.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. **A aprendizagem baseada em problemas: uma implantação na educação em engenharia na voz dos atores**. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade de São Carlos. São Carlos. 2005.

ROBINSON, L.; HARRIS, A.; BURTON, R. Saving face: managing rapport in a Pro-

blem-Based Learning group. **Journal Active Learning in higher education**. 16 (1), p. 11-24, 2015.

ROCHA, Luciano Baracho. Método para planejar e avaliar disciplinas de engenharia baseado em competências. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 33. **Anais**. Campina Grande, 2005.

ROGERS, Carl R. **Liberdade para aprender**. Belo Horizonte: Interlivros, 1977.

ROMME, A. G. L. Making a difference: organization as design. **Organization Science**, v. 14, n. 5, 2003, p. 558-573.

RUMORE, Matthew R. **An Exploratory Study to Develop Additional Evaluation Tools for Introductory Physics Courses at WPI**. Disponível em: < http://www.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-011411-102553/unrestricted/Rumore_IQP.pdf > Acesso em: 10 out. 2014.

RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. **American Psychologist**, 55, 1, p. 68-78. 2000.

SANTOMÉ, Jurjo Torres. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SAUL, J.M. Evaluating introductory physics classes in light of the ABET criteria: An example from the SCALE-UP Project. Proceedings of the 2000 meeting of the American Society of Engineering Education, 2000.

SAVIN-BADEN, Maggi. **Problem-based learning in higher education: untold stories**. Tradução. Buckingham: Society for Research into Higher Education & Open University Press, 2000.

SCHON, Donald. A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SELCO, J. I., ROBERTS, J. L. and WACKS, D. B. The Analysis of Seawater: A Laboratory-Centered Learning Project in General Chemistry. **Journal of Chemical Education**. 80, p. 54-57, 2003.

SILVA, Jorge Antonio Peixoto da. O uso de Dinâmicas de Grupo em Sala de Aula. Um Instrumento de Aprendizagem Experiencial Esquecido ou ainda Incompreendido? **Saber Científico** 1.2, Porto Velho, p. 82-99. 2008.

SIMÕES, Alexandre da Silva. Utilizando a plataforma LEGO Mindstorm® em disciplinas do ciclo básico do curso de Engenharia Mecatrônica. In: Congresso do

SBC. 26. **Anais**. Campo Grande, p. 292 – 301, 2006.

SIMON, Hebert A. **As Ciências do Artificial**. Coimbra: Almedina, 1981.

SOBRAL, F. R.; CAMPOS, C. J. G. Utilização de metodologia ativa no ensino e assistência de enfermagem na produção nacional: revisão integrativa. **Revista Escola de Enfermagem da USP**. 46 (1), p. 208-218, 2012.

STAFANOU, C. Self-regulation and autonomy in problem and project-based learning environments. **Journal Active Learning in Higher Education**. 14 (2), p. 109-122, 2013.

STEM, Nair; MATTASOGLIO NETO, Octavio. O uso da ferramenta questionário no Ensino de Física com alunos ingressantes num curso de Engenharia. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 42. **Anais**. Juiz de Fora, 2014.

STOLK, Jonathan; MARTELLO, Robert. Pedagogical Fusion: Integration, Student Direction, and Project-Based Learning in a Materials Science±History of Technology Course Block. **International Journal of Engineering Education**. v. 22, n. 5, p. 937-950, 2006. Disponível em: <http://www.ijee.ie/articles/Vol22-5/04_ijee1836.pdf>. Acesso em: mai. 2015.

TAMBOURIS, Efthimius. Enabling Problem based Learning through Web 2.0 Technologies: PBL 2.0. **Journal Education Technology & Society**. 15 (4), p. 238-251, 2012.

TAMBOURIS, E.; ZOTOU, M.; TARABANIS, K. Towards designing cognitively-enriched project-oriented courses within a blended problem-based learning context. **Education and Information Technologies**. 19 (1), p. 61-82, 2014.

TAVARES, S.R.; CAMPOS, L.C.; CAMPOS, B.C.O. Análise das Abordagens PBL e PLE na Educação em Engenharia com Base na Taxonomia de Bloom e no Ciclo de Aprendizagem de Kolb. **Revista Eletrônica Engenharia Viva**. v.1, p. 37-46, 2014.

TINTO, Vicent. A theory of individual departure from institutions of higher education. In: **Leaving college: rethinking the causes and cures of student attrition**. Chigago: The university Chicago Press, 2012.

_____. **Promoting Student Retention Through Classroom Practice**. In: International Conference Enhancing Student Retention: Using International Research to Improve Policy and Practice, 5-7 November, Amsterdam, 2003. Disponível em: <[www.staffs.ac.uk/access-studies/docs/Amster-paperVT\(2\)L.doc](http://www.staffs.ac.uk/access-studies/docs/Amster-paperVT(2)L.doc)>. Acesso em: 26 jun. 2012.

TORRES, Patrícia Lupion; IRALA, Esrom Adriano F. Aprendizagem colaborativa: teoria e prática. **Complexidade: redes e conexões na produção do conhecimento**. Curitiba: Senar: p. 61-93, 2014.

TREMBLAY, M. C.; HEVNER, A. R.; BERNDT, D. J. Focus groups for artifact refinement and evaluation in design research. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 26, 2010, pp. 599-618.

VENTURA, Paulo Cezar Santos. Por uma pedagogia de projetos: uma síntese introdutória. **Educação e tecnologia**. Belo Horizonte, v. 7, n.1, p. 36-41, jan/jun 2002.

VILLAS-BOAS, Valquíria et al. A survey of active learning in brazilian engineering schools. 11th Active Learning in Engineering Education – ALE 2012. **Anais**. Copenhagen, Denmark. 2012.

YVGOTSKY, Lev Semenovitch. **A formação social da mente**. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.

WIJNIA, L.; LOYENS, S. M. M.; DEROUX, E. Investigating effects of problem-based versus lecture-based learning environments on student motivation. **Journal Contemporary Education Psychology**, 36, p. 101-113, 2011.

YANG, Yanping; MA, Guangzhi. Ensemble-based active learning form class imbalance problem. **Journal Biomedical Science and Engineering**. 3, p. 1021-1028, 2010.

YING, Yu. Using Problem-Based Teaching and Problem-Based Learning to Improve the Teaching of Electrochemistry. **The China Papers**. July, p. 42-47, 2003.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

ZATTI, Vicente. **A educação para a autonomia em Immanuel Kant e Paulo Freire**. Mestrado, Dissertação em Filosofia da Educação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

CAPÍTULO IV

DISCUSSÃO SOBRE OS DIFERENTES PROCESSOS DE INGRESSO NOS CURSOS DE ENGENHARIA

José Aquiles Baesso Grimoni

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP

Liane Ludwig Loder

Escola de Engenharia da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul – EEUFRGS

*Ivete Peixoto Pinheiro Silva, Vinícius Lúcio Ferreira,
Abelardo Bento Araujo e Nilza Helena de Oliveira*

Centro Federal de Educação Tecnológica
de Minas Gerais – CEFET-MG

*Ricardo Schwab Casimiro Carvalho, Edinéia Zarpelon,
Fábio Edenei Mainginski e Luis Mauricio Martins de Resende*
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-PG

Elaine Gomes Assis e Éverton Nassau Oliveira
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

*Kelly Cristina Guimaraes Alcantara Borba, Otavio Augusto Bolzani do
Nascimento, William Alessandro Camolesi da Costa e Adalberto Matoski*
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

*David Antoine Delaine, Leandro Key Higuchi Yanaze, Cassia Fernandez,
Luciana Guidon Coelho, Maria Alice Gonzales e Roseli de Deus Lopes*
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP

*Daniel Monteiro Rosa, Dianne Magalhães Viana
e Ana Carolina Kalume Maranhão*
Universidade de Brasília – UNB

Bruna Cavagnoli Boff, Laurete Zanol Sauer e Valquíria Villas-Boas
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Maria Helena Campos Soares de Mello e Helder Gomes Costa
Universidade Federal Fluminense – UFF

Nival Nunes de Almeida e Evandro Mendes da Silva
Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1. Introdução..... | 134 |
| 2. Acesso aos cursos de Engenharia do CEFET (MG) – análise do perfil e do desempenho acadêmico dos ingressantes via vestibular e SISU | 134 |
| 3. Análise do sistema de entrada baseada em notas ponderadas para alunos da UTFPR..... | 138 |
| 4. Análise do desempenho acadêmico de estudantes de um curso de Engenharia Mecânica relacionado com a forma de ingresso | 141 |
| 5. Discussão sobre os diferentes processos de ingresso dos cursos de Engenharia | 146 |
| 6. Processo de ingresso da Escola Politécnica da USP e perfil dos ingressantes de 2015..... | 149 |
| 7. Reflexões acerca do perfil do aluno de Engenharia Mecânica da UNB a partir das formas de ingresso..... | 152 |
| 8. Retenção e evasão em cursos de Engenharia: possibilidades de enfrentar esta realidade..... | 157 |
| 9. O problema do ingresso nas instituições de ensino superior – histórico e discussão sobre o ingresso com ações afirmativas no curso de Engenharia de Produção da UFF – Niterói | 160 |
| 10. O ingresso dos cursos de Engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Campus Maracanã | 163 |
| 11. Discussão no Cobenge | 167 |
| 12. Conclusões | 170 |
| 13. Bibliografia | 170 |

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo teve como objetivo relatar, discutir e analisar pesquisas e experiências relacionadas aos diferentes processos de ingresso utilizados por universidades, faculdades e centros universitários brasileiros para a seleção dos alunos para seus cursos, em especial, para os cursos de Engenharia. A temática dos trabalhos deve abranger pesquisas sobre a efetividade dos processos de ingresso existentes, propostas de novos processos de ingresso, experiências bem sucedidas, pesquisas sobre processos de ingresso em outros países, bem como discussões sobre qual o perfil de aluno desejado pelas instituições, como selecionar esses alunos e como lidar com as cotas nesses processos de ingresso.

Aspectos teórico-metodológicos

O processo de ingresso de alunos no ensino superior no Brasil é um tema pouco explorado nas discussões do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE). Muitas escolas de Engenharia têm exames vestibulares próprios com diferentes formatos, selecionando alunos com diversos perfis. Recentemente, as universidades federais adotaram o Sistema de Seleção Unificada (SiSU) que utiliza o Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM) como prova para selecionar seus candidatos. As diretrizes de Engenharia de 2002 apresentam propostas de formação de engenheiros baseadas no desenvolvimento de competências e habilidades e o ENEM também foi elaborado de forma a avaliar o desenvolvimento de competências e habilidades e, dessa forma, induzir no Ensino Médio uma formação que contemple esse modelo. Existem várias experiências no Brasil de processos de ingresso alternativos. Alguns deles foram apresentados neste capítulo, o que nos permitiu desenvolver uma discussão sobre os resultados obtidos e fazer proposições de novas alternativas de ingresso para as escolas brasileiras de Engenharia.

A seguir, serão apresentados diferentes processos de ingresso dos cursos de Engenharia discutidos e analisados no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) na Universidade Federal do ABC (UFABC), em setembro de 2015.

2. ACESSO AOS CURSOS DE ENGENHARIA DO CEFET (MG) – ANÁLISE DO PERFIL E DO DESEMPENHO ACADÊMICO DOS INGRESSANTES VIA VESTIBULAR E SISU

A oferta de vagas dos cursos de graduação pelo Sistema de Seleção Unificada (SiSU), no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), iniciou-se em 2011/1 com 20% (vinte por cento) das vagas, com a perspectiva de ampliação à medida que o ENEM e o SiSU se consolidassem. Para 2015, essa oferta foi ampliada para 50% e, a partir de 2016, atingiu 100%.

Quem é esse estudante que ingressa pelo SiSU? De onde vem? Qual é o seu perfil? Qual é o tipo de escola em que cursou o Ensino Médio? Qual tem sido o seu desempenho acadêmico nas engenharias do CEFET-MG? Em que medida a adesão ao SiSU modificou o perfil do corpo discente da instituição? Qual a evasão dos ingressantes via SiSU?

O objetivo deste texto é analisar o perfil, o desempenho acadêmico e a evasão dos ingressantes nos cursos de Engenharia via vestibular e via SiSU, no período de 2011 a 2015, a partir de dados extraídos do Sistema Acadêmico do CEFET-MG, do SiSU Gestão e dos relatórios da Comissão Permanente de Vestibular (COPEVE). Utilizam-se dados sobre o perfil do estudante (cidade natal, sexo e escola de origem), seu desempenho acadêmico e evasão.

Perfil dos ingressantes

A tabela 1 sintetiza os dados relacionados ao perfil dos ingressantes por forma de ingresso (vestibular ou SiSU) e mostra a predominância do sexo masculino semelhante nas duas formas de ingresso. Tal fato mostra a manutenção do estereótipo de que as profissões ligadas às Ciências Exatas são tipicamente masculinas.

A unificação do processo de seleção no país pelo SiSU favorece a mobilidade dos estudantes entre estados, entretanto, considerando os dados da tabela 1, para as “cidades fora de MG”, o percentual dos ingressantes pelo SiSU é apenas 2,4% maior em relação ao percentual dos ingressantes pelo vestibular. Tais dados permitem afirmar que a mobilidade possibilitada pelo SiSU não foi significativa no CEFET-MG.

Tabela 1 – Perfil dos ingressantes nos cursos de Engenharia de 2011/1 a 2015/1

| Sexo | Vestibular | SiSU | Total |
|---------------------------|-------------------|-------------|--------------|
| Feminino | 32,3% | 30,5% | 31,9% |
| Masculino | 67,7% | 69,5% | 68,1% |
| Naturalidade | Vestibular | SiSU | Total |
| Cidade de oferta do curso | 57,8% | 55,2% | 57,2% |
| Outra cidade de MG | 36,2% | 36,4% | 36,3% |
| Cidades fora de MG | 6,0% | 8,4% | 6,5% |
| Escola de Origem | Vestibular | SiSU | Total |
| Privada | 51,2% | 52,5% | 51,5% |
| Pública | 48,8% | 47,5% | 48,5% |

Fonte: Sistema Acadêmico Qualidata. Acesso: 24 mar. 2015.

Em torno de 36% dos ingressantes por ambos os processos seletivos são de “outra cidade de MG”. Historicamente, é comum a mobilidade de um jovem

para estudar na capital do estado ou na cidade vizinha onde existam instituições tradicionais de ensino superior.

Nos semestres de 2011/1 a 2015/1, o percentual de estudantes ingressantes, oriundos de escola pública, por meio do processo via vestibular, é 2,4% inferior ao de escola privada e para o processo SiSU é 5% inferior.

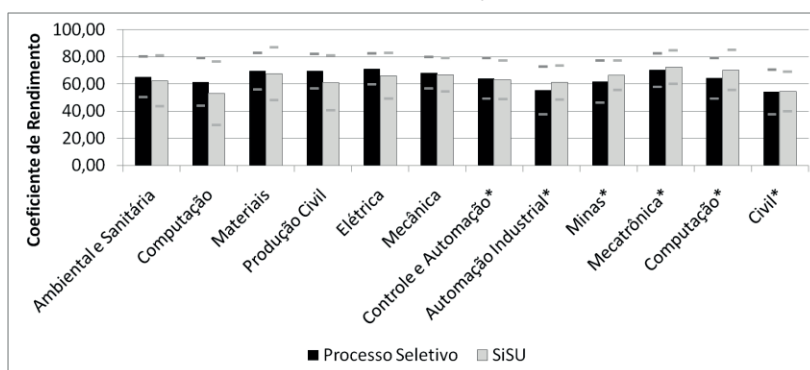
O CEFET-MG vem implantando, gradualmente, desde 2013, a reserva de vagas: 2013 (25,0%); 2014 (25,0%); 2015 (37,5%); 2016 (50,0%). Verifica-se que, mesmo antes da implantação das cotas, em 2013/1, o percentual de ingressantes de escola pública já era significativo e observa-se, na série histórica, que o percentual médio oscila de 40% a 50%.

Desempenho Acadêmico e Evasão

O coeficiente de Rendimento Global (RG) é representado pela média ponderada da pontuação alcançada em todas as disciplinas em que o aluno registrou matrícula no seu curso, independentemente de aprovação. A média é somatória da nota final obtida em cada disciplina, multiplicada pela respectiva carga horária da disciplina, sendo o total dividido pela carga horária total das disciplinas matriculadas. Não são consideradas no cálculo do RG as disciplinas trancadas e aquelas que não fazem parte do currículo pleno do curso.

Não existem diferenças significativas entre o desempenho dos estudantes das duas formas de ingresso (gráfico 1). Apenas nos cursos de Engenharia de Computação, Engenharia Elétrica e Engenharia de Produção Civil, em Belo Horizonte, a média do SiSU foi menor que a do vestibular. Em cinco dos seis cursos que funcionam no interior, os ingressantes pelo SiSU apresentam um RG maior que os ingressantes pelo vestibular da instituição.

Gráfico 1 – Rendimento Global (RG) dos ingressantes 2011/1 a 2015/1 que permaneceram na instituição – por curso

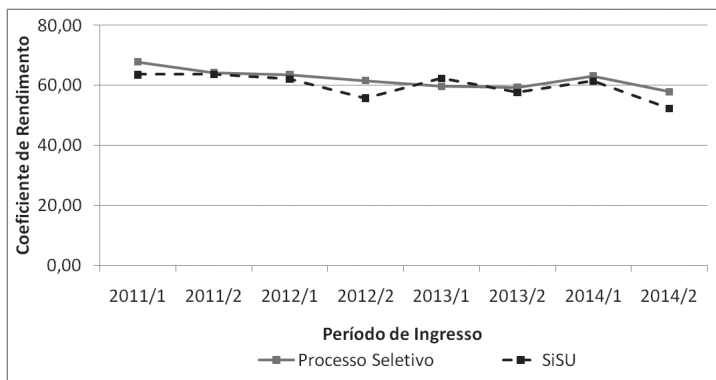


Fonte: Sistema Acadêmico. Acesso: 24 mar. 2015.

Nota: (*) cursos das unidades do interior do Estado.

O gráfico 2 apresenta a média do RG dos alunos do CEFET-MG por semestre de ingresso. O RG é muito próximo para as duas formas de ingresso. Isso permite questionar o preconceito no qual os ingressantes pelo SiSU seriam menos preparados em virtude do processo seletivo mais generalista e menos rigoroso que o vestibular da instituição. Além disso, verifica-se uma queda acentuada desse coeficiente de 2011/1 até 2015/1 em ambas as formas de ingresso, o que aponta a questão do enfraquecimento do Ensino Médio nas escolas brasileiras (no caso, a amostragem é do Estado de Minas Gerais), como vem sendo largamente discutido no âmbito nacional. Tal fato ainda pode ser justificado pelo baixo rendimento que os alunos têm apresentado nas disciplinas básicas de Cálculo e Física dos primeiros anos, com recuperação do RG nas disciplinas profissionalizantes e específicas do curso nos últimos anos.

Gráfico 2 – Rendimento Global (RG) atual dos ingressantes 2011/1 a 2015/1 que permaneceram na instituição – por semestre de ingresso



Fonte: Sistema Acadêmico. Extraído em: 24 de março de 2015.

De 2011/1 a 2015/1, a evasão dos estudantes ingressos pelo SiSU foi de 32,8% e pelo vestibular foi de 21,4%. Como os candidatos do SiSU têm maior liberdade de trocar a instituição, acredita-se que a evasão seja do curso/instituição e não do sistema educacional.

Conclui-se que não existem diferenças significativas no perfil dos ingressantes (cidade natal, sexo e escola de origem) e no Rendimento Global (RG) para as duas formas de ingresso, SiSU e vestibular. A evasão do ingresso por meio do SiSU é 12,4% maior que pelo vestibular.

3. ANÁLISE DO SISTEMA DE ENTRADA BASEADA EM NOTAS PONDERADAS PARA ALUNOS DA UTFPR.

Avaliando os sistemas de acesso ao ensino superior, uma recente conduta que pode ser discutida é a substituição do vestibular pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A partir da nota obtida neste exame, os candidatos participantes podem pleitear vagas em instituições públicas de ensino superior por meio do Sistema de Seleção Unificada (SiSU), um sistema informatizado do Ministério da Educação (MEC).

O ENEM passou a ser adotado como critério de seleção de candidatos por um número cada vez mais expressivo de instituições, sendo que novas possibilidades começaram a surgir em relação a sua utilização, como, por exemplo, a introdução de pesos diferenciados para as provas que compõem o exame. Em particular, esta prática foi adotada pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) a partir do 2º semestre de 2013, com a justificativa de aprimorar a seleção dos futuros alunos da instituição, ou seja, visando selecionar os mais aptos e com maior vocação para os diferentes cursos oferecidos.

Para os cursos de Engenharia da UTFPR, os pesos adotados para as provas das quatro áreas de conhecimento encontram-se especificados no quadro 01. A deliberação desses valores ocorreu após inúmeras discussões realizadas junto aos coordenadores dos respectivos cursos que, em sua maioria, optaram por atribuir pesos maiores para as provas de Matemática, Química, Física e Biologia. Ressalta-se, ainda, que foi atribuída à Redação peso 1,0 (um) para todos os cursos de Engenharia.

Quadro 01: Pesos a serem aplicados nas notas obtidas no ENEM

| Engenharias | Matemática e suas Tecnologias | Linguagens, Códigos e suas Tecnologias | Ciências Humanas e suas Tecnologias | Ciências da Natureza e suas Tecnologias |
|---|--------------------------------------|---|--|--|
| Ambiental/ Alimentos/ Civil/ Computação/ Controle Automação/ Eletrônica / Elétrica/ Materiais/ Mecânica/ Produção | 4 | 1 | 1 | 2 |
| Química / Têxtil | 4 | 1 | 1 | 3 |
| Bioprocessos e Biotecnologia/ Florestal | 1 | 1 | 1 | 1 |

Fonte: Adaptado - Edital 001/2015 - PROGRAD UTFPR

Uma vez que a decisão de atribuir pesos diferenciados estava amparada na hipótese de selecionar melhores alunos, partiu-se então para análise e comparação do rendimento dos alunos a fim de verificar se existia,

estatisticamente, alguma diferença significativa em relação aos desempenhos dos mesmos, quando comparados os períodos de ingresso na instituição: anteriores ou posteriores à utilização de pesos para o ENEM.

Metodologia adotada e análise dos resultados

Para compor a amostra, elegeram os cursos de Engenharia Eletrônica, Mecânica, Produção e Química ofertados na UTFPR – Ponta Grossa, bem como os cursos de Engenharia Mecânica de Curitiba, Cornélio Procópio, Guarapuava e Pato Branco, também da UTFPR.

Para a realização dos comparativos, utilizou-se o teste de inferência entre duas médias (TRIOLA, 2005), considerando um intervalo de confiança de 95%, sendo utilizados como parâmetros os coeficientes acumulados de rendimento acadêmico (razão entre a somatória percentual das notas e a somatória de cargas horárias) e o percentual de aprovação parcial (relativa a cada período) dos alunos regularmente matriculados nos cursos supracitados, desde o seu ingresso até a finalização do semestre acadêmico 2014/02. Utilizou-se o coeficiente de rendimento acadêmico acumulado como parâmetro de análise por esse representar o desempenho do aluno ao longo de sua trajetória no curso. A porcentagem de aprovação parcial também foi utilizada a fim de comparar o desempenho do aluno em cada período isolado, já que, no decorrer do curso, as turmas iniciais tendem a ter alunos em períodos letivos diferentes, matriculados em disciplinas distintas.

Os dados foram tratados contabilizando-se apenas o decorrer ininterrupto de cada aluno, portanto, se este trancou o curso por um ou mais semestres e retomou depois, seu desempenho posterior foi retirado dos testes.

Os testes foram aplicados para cada curso, separadamente, sendo os alunos divididos segundo uma das seguintes especificações: ingresso anterior à adoção de pesos no ENEM (aproximadamente sete turmas de cada curso foram avaliadas) ou ingresso após a adoção de pesos (três turmas para cada curso).

Em relação aos cursos de Engenharia oferecidos no Campus Ponta Grossa, as conclusões obtidas nos testes estatísticos, utilizando como parâmetro o coeficiente acadêmico para cada período corrido, estão sintetizadas no quadro 2.

Realizando testes semelhantes, utilizando o percentual de aprovação como parâmetro, os resultados obtidos foram similares, exceto para o terceiro período corrido de Engenharia Química. Para este curso, a conclusão foi que a média da porcentagem de aprovação foi maior quando se considera alunos ingressantes no período anterior à adoção de pesos.

De forma geral, existem fortes indicativos de que, para o Campus Ponta Grossa, a introdução de pesos diferenciados para as provas que compõem o ENEM não tem gerado uma melhoria no desempenho dos alunos no curso, haja vista que as médias relativas aos períodos analisados eram estatisticamente iguais ou as médias dos alunos ingressantes no período sem peso eram maiores.

Quadro 02: Conclusões utilizando como parâmetro o Coeficiente Acadêmico – Cursos UTFPR - Campus Ponta Grossa

| Engenharia | 1º Período Corrido | 2º Período Corrido | 3º Período Corrido |
|-------------------|---|-----------------------|-----------------------|
| Eletrônica | Ingressantes no período sem peso apresentam maior média dos coeficientes acadêmicos. | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística |
| Química | Ingressantes no período sem peso apresentam maior média dos coeficientes acadêmicos. | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística |
| Mecânica | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística |
| Produção | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística |

Fonte: Autoria própria (2015).

Como para o curso de Engenharia Mecânica o teste indicou igualdade estatística em todos os períodos, e por este curso ser oferecido em diversos outros campi da instituição, indagou-se a possibilidade da conclusão obtida poder ser ampliada para outras regiões do Paraná. Assim, se analisou dados de acadêmicos deste curso, matriculados em diferentes localidades do estado, cujas demandas e notas de corte para acesso ao curso superior diferenciavam entre si. As conclusões obtidas são apresentadas no quadro 03.

Novamente, em alguns casos, os resultados obtidos, quando se considera o percentual de aprovação, diferem dos apresentados no quadro 03. Em relação ao segundo período corrido, quando se considera o percentual de aprovação, o teste indica igualdade estatística para o de Guarapuava. Já para os dados de Cornélio Procópio, o teste indica diferença estatística, sendo que os ingressantes no período anterior à utilização de pesos apresentam média de aprovação maior.

Mesmo com estas divergências, ressalta-se que, do total de comparativos realizados, quer seja considerando os coeficientes de rendimento acadêmicos ou as porcentagens de aprovação, 71% destes apontaram igualdade estatística, 22% indicaram diferença estatística, sendo que os alunos ingressantes nos períodos sem peso tinham média maior e apenas 7% assinalaram diferença estatística, sendo que os alunos ingressantes no período com peso tinham média maior.

Quadro 03: Conclusões utilizando como parâmetro o Coeficiente Acadêmico – Cursos de Engenharia Mecânica/UTFPR

| Câmpus | 1º Período Corrido | 2º Período Corrido | 3º Período Corrido |
|-------------------------|---|--|--|
| Cornélio Procope | Ingressantes no período sem peso apresentam menor média dos coeficientes acadêmicos. | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística |
| Curitiba | Ingressantes no período sem peso apresentam maior média de coeficientes acadêmicos. | Igualdade Estatística | Ingressantes no período sem peso apresentam maior média de coeficientes acadêmicos. |
| Guarapuava | Igualdade Estatística | Ingressantes no período sem peso apresentam menor média de coeficientes acadêmicos. | Igualdade Estatística |
| Pato Branco | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística |
| Ponta Grossa | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística | Igualdade Estatística |

Fonte: Autoria própria (2015).

Com base nestes resultados, pode-se concluir, com 95% de confiança, que não há indícios que confirmem a hipótese de que introduzir pesos diferenciados no sistema de entrada está possibilitando o ingresso de alunos com rendimento melhor nos cursos de Engenharia analisados. Mesmo existindo casos em que a média foi superior para os alunos que ingressaram após a adoção de pesos, estes se configuram como casos isolados, e não maioria.

4. ANÁLISE DO DESEMPENHO ACADÊMICO DE ESTUDANTES DE UM CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA RELACIONADO COM A FORMA DE INGRESSO

A modificação nas formas de ingresso para acesso ao ensino superior no Brasil tem gerado muitas discussões com o objetivo de identificar quais são as que contribuirão para o bom desempenho acadêmico do estudante, consequentemente, que possa elevar o nível de qualidade das Instituições de Ensino Superior (IES) e, posteriormente, contribuir com o crescimento econômico e social do país.

Ao fim da década de 90, especificamente em 1998, foi criado o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, uma proposta de avaliação que objetivava uma análise qualitativa do nível de instrução do Ensino Médio no país. A avaliação distinguia-se dos vestibulares convencionais pela forma interdisciplinar com que os conteúdos eram abordados e, por uma década, foi utilizada para fins estatísticos e não como

forma de ingresso nas IES. Com o início de políticas sociais de inclusão, em 2009, e com padrão reformulado, o ENEM passou a ser opção de critério para ingresso em universidades nas seguintes ocasiões: como substituição a alguma fase do vestibular, acréscimo à nota final do processo seletivo ou forma direta de seleção juntamente ao Sistema de Seleção Unificada – SiSU que permite a utilização de notas de outras edições do ENEM. É importante salientar a existência de outras formas de ingresso como o Programa de Ação Afirmativa de Ingresso no Ensino Superior (PAAES) realizado em três etapas durante o Ensino Médio, Transferências Interna e Externa para estudantes que desejam a mudança de curso e/ou IES e obtenção de título para portadores de diploma que concluíram graduação de nível superior.

Com a aprovação do sistema de cotas nas universidades públicas federais para inclusão social abrangendo cor de pele, redes de ensino públicas e baixa renda familiar, a partir da Lei nº 12.711/2012, tem-se elevado a preocupação da manutenção da qualidade do ensino como citado pelo ex-ministro da Educação em matéria do jornal O Globo (KRAKOVICS, 2012).

Estudos apontam, a partir de levantamento de dados, uma tendência constante de dificuldade no nível de aprendizagem dos alunos dos cursos de Engenharia, principalmente, nos semestres iniciais voltados para as disciplinas de Matemática em geral (PEDROSO e KRUPPECHACK, 2009), suscetíveis a reprovações, evasões e troca de cursos, promovendo desafios aos educadores.

Aqui, considera-se que procurar entender alguns dos aspectos que influenciam no desempenho acadêmico dos estudantes do ensino superior tem papel fundamental para identificação de problemas e para apontamentos de propostas que contribuam com a melhoria da qualidade da educação do país, pois, “ensinar e aprender, em qualquer área e nível de conhecimento, depende fortemente da realização de pesquisas contínuas, isto é, a busca pela identificação, acesso, análise e uso de uma gama de fontes de informação. As pessoas têm diversas preferências por aprender, e essas características acabam refletindo diferentes comportamentos no meio acadêmico” (BELHOT, R. V., 2005, p. 11).

Conforme SOARES (2010), a simples ampliação das oportunidades de ingresso baseadas em reserva de vagas para contemplar uma só característica provavelmente terá pouco impacto. Desta forma, os autores consideram que a ampliação de oportunidades deveria ser baseada na melhoria da qualidade das formações educacionais a que são submetidos os estudantes tanto de ensino público quanto privado.

Este estudo buscou verificar se o desempenho acadêmico dos estudantes de um curso de graduação em Engenharia Mecânica, na disciplina de maior índice de reprovação (Cálculo 1), é influenciado pela forma de ingresso dos estudantes.

Metodologia

Para o desenvolvimento do estudo foram utilizados dados relativos aos desempenhos acadêmicos dos estudantes que ingressaram num curso de Engenharia Mecânica no primeiro e segundo semestres letivos dos anos de 2013

e 2014, consecutivamente.

Os dados foram categorizados pelas seguintes formas de ingresso: SiSU (Sistema de Seleção Unificada), Vestibular, Transferências Interna e Externa e PAAES – Programa de Ação Afirmativa de Ingresso no Ensino Superior (extinto a partir do segundo semestre de 2013).

No curso, há ingressantes com notas do SiSU no primeiro semestre de 2013 e 2014. O vestibular é uma forma de ingresso adotada no segundo semestre de 2013 e 2014.

Por fim, as formas de ingresso por transferência interna (estudantes de cursos diferentes da mesma IES) ocorreram nos dois semestres consecutivos de 2013 e 2014, enquanto a transferência externa (estudantes de cursos de outras IES) somente não ocorreu no segundo semestre de 2014.

Desenvolvimento

No primeiro e segundo semestres dos anos de 2013 a 2014 analisados, o curso recebeu 154 estudantes ingressantes que foram matriculados na disciplina de Cálculo 1 e que serão categorizados nas tabelas de 1 a 4.

Os semestres citados foram escolhidos devido às decisões da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) acerca da aplicação da Lei nº 12.711, de 29/08/2012, e demais condições estabelecidas pelo Decreto nº 7.824 e pela Portaria Normativa do Ministério da Educação nº 18/2012, e normatizados na IES pela Resolução nº 25/2012 do Conselho Universitário.

A disciplina Cálculo I foi selecionada pelo fato de haver um maior índice de reprovação entre os ingressantes. As tabelas estão dispostas de forma a se observar os resultados acadêmicos dos estudantes em cada semestre e por origem de formação do Ensino Médio (ensinos público ou privado), conforme previsto na resolução nº 25/2012, do Conselho Universitário da UFU.

Observa-se, na tabela 2, que no 1º semestre de 2013, do total de 29 ingressantes oriundos da escola pública, 31% foram aprovados em Cálculo 1 e 69% foram reprovados. Já os ingressantes oriundos da escola privada, o resultado foi de 84% de aprovações e 16% de reprovações. Vale ressaltar que, no primeiro semestre de 2013, houve um aumento de vagas para a modalidade de ingresso PAAES devido ao início de adesão da UFU à aplicação da Lei nº 12.711/2012.

Tabela 2 – Aprovação em Cálculo 1 – Ingressantes 1º semestre 2013

| | Escola pública | Escola privada |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Quant. ingressantes | 29 | 19 |
| Aprovados | 9 | 16 |
| % Aprovação | 31% | 84% |
| Reprovados | 20 | 3 |
| % Reprovação | 69% | 16% |

Na tabela 3, observa-se que o índice geral de aprovação na disciplina nesse semestre aumentou. Aqui, o índice de aprovação entre os discentes oriundos de escola pública aumentou para 53% e o de reprovação diminuiu para 47%. Já os discentes oriundos de escola privada tiveram 90% de aprovação e 10% de reprovação.

Tabela 3 – Aprovação em Cálculo 1 – Ingressantes 2º semestre 2013

| | Escola pública | Escola privada |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Quant. ingressantes | 17 | 20 |
| Aprovados | 9 | 18 |
| % Aprovação | 53% | 90% |
| Reprovados | 8 | 2 |
| % Reprovação | 47% | 10% |

Pode-se verificar, nas tabelas 4 e 5, que a porcentagem de aprovação, novamente, é maior entre os ingressantes oriundos de escola privada. Vale lembrar, que no 2º semestre de 2014, a forma de ingresso foi o vestibular.

Tabela 4 – Aprovação em Cálculo 1 – Ingressantes 1º semestre 2014

| | Escola pública | Escola privada |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Quant. ingressantes | 26 | 10 |
| Aprovados | 9 | 7 |
| % Aprovação | 35% | 70% |
| Reprovados | 17 | 3 |
| % Reprovação | 65% | 30% |

Tabela 5 – Aprovação de Cálculo 1 – Ingressantes 2º semestre 2014

| | Escola pública | Escola privada |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Quant. ingressantes | 10 | 23 |
| Aprovados | 4 | 19 |
| % Aprovação | 40% | 83% |
| Reprovados | 6 | 24 |
| % Reprovação | 60% | 17% |

Observando os resultados obtidos pelos estudantes nos quatro semestres, verifica-se que somente 40% dos discentes vindos de escolas públicas são aprovados em Cálculo 1 na primeira vez que são matriculados, enquanto que para

estudantes que concluíram o Ensino Médio em escolas privadas a aprovação é de 82%.

Observou-se, também, que oito estudantes advindos de escolas públicas evadiram-se neste período, enquanto seis evadidos foram oriundos do ensino privado.

O índice de rendimento acadêmico utilizado pela UFU (Coeficiente de rendimento acadêmico – CRA) é uma média ponderada que considera as notas obtidas pelo discente em cada disciplina, e o peso de ponderação é a quantidade de horas de aula de cada disciplina.

Aqui, observou-se que o índice de rendimento acadêmico dos estudantes ingressantes nos quatro semestres indica que 47% dos estudantes que possuem CRA maior que 60 são oriundos da escola pública e 63% são estudantes oriundos de escolas privadas.

Diferentemente do que foi visto nos índices de reprovação em Cálculo 1, nos quais os estudantes oriundos de escola pública tiveram a porcentagem de aprovação bastante inferior aos dos estudantes vindos de escolas privadas, os autores consideram que, no decorrer do curso, os estudantes parecem conseguir uma melhora nos seus desempenhos acadêmicos e que se aproximam dos rendimentos acadêmicos dos estudantes oriundos do ensino privado.

Aqui, se houvessem iniciativas no sentido de melhorar o nível da educação pública, cujos conteúdos básicos como a Matemática, a leitura, os conhecimentos científicos em Biologia, Física e Química fossem intensificados, a exemplo do que ocorreu com o ensino da Coréia do Sul, ter-se-ia uma melhoria fundamental na igualdade de oportunidades.

Se assim fosse, as reservas de vagas como as previstas em lei já estariam contempladas, visto que todos teriam o mesmo nível de educação e as características pessoais de dedicação de cada um é que seriam os elementos fundamentais para os sucessos nas escolhas de cada um. Desta forma, haveria melhorias na igualdade de oportunidade, elemento fundamental para que a educação cumpra seu papel de agente colaborador do crescimento econômico e social do país.

Este trabalho buscou verificar se o desempenho acadêmico dos estudantes de um curso de graduação em Engenharia Mecânica, na disciplina de maior índice de reprovação (Cálculo 1), foi influenciado pela forma de ingresso dos discentes.

Observou-se nas tabelas de 1 a 4 que há maior índice de reprovação entre os estudantes provenientes do ensino público do que os advindos do ensino privado. Verificou-se, também, que há mais desistentes oriundos do ensino público do que do ensino privado.

Quanto ao índice de rendimento acadêmico acumulado e utilizado pela UFU, verificou-se que, aqui, os alunos vindos do ensino privado também apresentam um melhor desempenho. Contudo, observou-se melhoria no desempenho dos estudantes oriundos de escola pública, desde o ingresso até o final do segundo

semestre de 2014.

Assim, os autores consideram que melhorar o desempenho acadêmico dos estudantes passa por melhorar a qualidade da educação brasileira, em especial, os ensinos públicos do Fundamental e Médio.

5. DISCUSSÃO SOBRE OS DIFERENTES PROCESSOS DE INGRESSO DOS CURSOS DE ENGENHARIA

As ações afirmativas ou sistema de cotas pode ser considerado o quesito mais polêmico quando se trata do ingresso ao ensino superior no Brasil. A discussão da inclusão social nas universidades tem sido pensada, principalmente, em termos de ampliação do acesso e/ou diversificação da política de admissão de alunos (SCHWARTZMAN, 2008), maximizando o acesso de grupos em desvantagem ao ensino superior.

Assim, este trabalho tem por objetivo caracterizar a visão dos alunos sobre o sistema de cotas e comparar os coeficientes de rendimento dos alunos cotistas com os alunos oriundos da concorrência universal.

Revisão bibliográfica

De acordo com a Lei Brasileira nº 12.711, de 29 de agosto de 2012, as instituições federais de educação superior, vinculadas ao Ministério da Educação, deverão adotar o regime de cotas. As instituições têm um prazo de quatro anos, no caso, até 2016 para cumprimento total dessa lei. Enquanto isso, deverão implementar, no mínimo, 25% da reserva de vagas previstas nessa Lei.

Aplicadas as divisões previstas na lei, os cotistas podem ser distribuídos nas seguintes categorias:

Categoria 1 – cotista oriundo de família com renda bruta comprovada igual ou inferior a 1,5 salários-mínimos *per capita* e que não se declarou preto, pardo ou indígena.

Categoria 2 – cotista oriundo de família com renda bruta comprovada igual ou inferior a 1,5 salários-mínimos *per capita* e autodeclarado preto, autodeclarado pardo ou autodeclarado indígena.

Categoria 3 – cotista independente de renda e que não se declarou preto, pardo ou indígena.

Categoria 4 – cotista independente de renda e autodeclarado preto, autodeclarado pardo ou autodeclarado indígena.

Metodologia

O presente artigo foi elaborado com base em pesquisa realizada com alunos do curso de Engenharia Civil. A partir dessa pesquisa realizada com os alunos, obteve-se, também, o coeficiente de rendimento.

Para a realização da pesquisa com os alunos, foi elaborado um questionário a respeito de cotas para que estes expressassem suas opiniões sobre as mesmas. Assuntos como a posição dos alunos em relação às cotas raciais e sociais e a influência das cotas no desempenho da faculdade foram abordados na pesquisa.

A amostra considerada representa os alunos de diversos períodos que se encontram em situação regular. Utilizando a facilidade que a tecnologia permite, foram propostas, por meio de questionários *online*, perguntas de múltipla escolha e uma questão aberta para respostas em forma de texto. Após a elaboração do questionário, o mesmo foi encaminhado aos alunos através de redes sociais. Os dados obtidos foram tabulados utilizando planilhas eletrônicas.

Para a análise e comparação de dados, foram utilizados os coeficientes obtidos pelos alunos no ano de 2013. Foram levados em conta apenas os coeficientes dos alunos do 2º ao 7º período que ingressaram entre os anos de 2010 a 2012. A população considerada representa um total de 180 alunos, divididos entre cotistas e não cotistas.

Com os resultados das duas pesquisas, foram elaborados gráficos para melhor visualização dos dados e foi feita uma análise estatística para comparação de médias.

RESULTADOS

Observa-se, através da figura 1, que para a maioria dos alunos a adoção de cotas raciais tende a recrudescer o preconceito, taxando as classes favorecidas por essa ação afirmativa como menos capazes do que os outros. No entanto, quando se observa a posição dos alunos com referências às cotas sociais, a maioria é favorável, conforme resultado apresentado na figura 2. Ressalta-se, ainda, que os alunos estão conscientes de que o regime de cotas é uma forma paliativa adotada pelo governo para compensar a má qualidade do Ensino Fundamental e Médio das escolas públicas.

A última pergunta do questionário era uma questão aberta e, a partir disso, observou-se que os alunos que acreditam que as ações afirmativas influem no desempenho da universidade julgam essa influência como negativa. Tal resposta foi justificada pelo fato de cotistas, oriundos de escolas públicas, chegarem ao ensino superior em um nível de ensino abaixo dos demais.

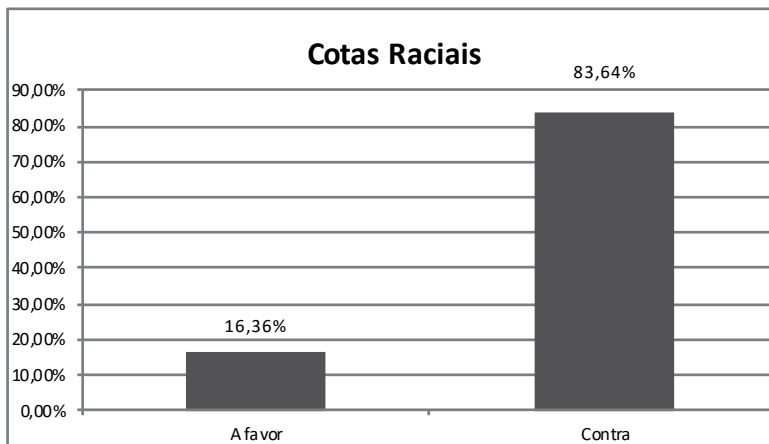


Figura 1 – Posição dos alunos em relação às cotas raciais.

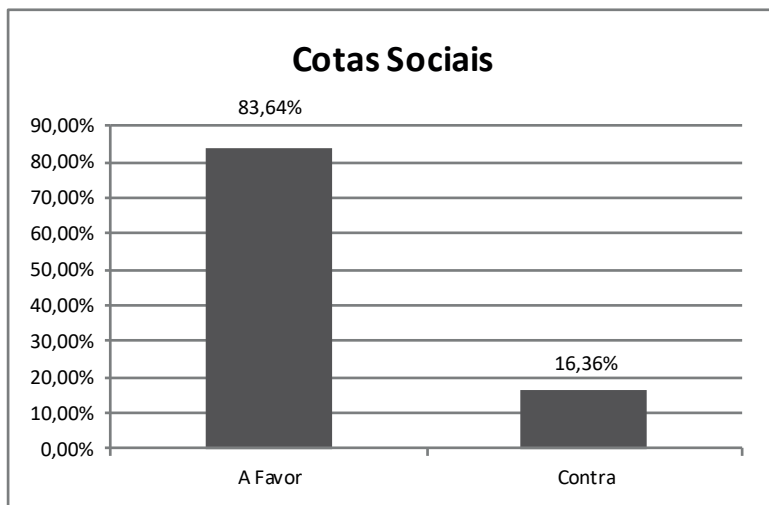


Figura 2 – Posição dos alunos em relação às cotas sociais.

Em relação ao coeficiente de rendimento, de acordo com o quadro 4, utilizando-se o teste *t de student* para comparação entre médias, observa-se que não há diferença significativa entre cotistas e não cotistas, considerando 95% como nível de significância. Esse aspecto pode ser justificado pelo fato de que nessa instituição os alunos cotistas são apenas aqueles provenientes do ensino público cuja seleção é bastante rigorosa, elevando, assim, o nível correspondente.

Na questão das cotas, observou-se que os alunos amostrados nesta pesquisa não concordam com as cotas raciais, mas aceitam as cotas sociais, ou seja, aquelas vagas destinadas aos alunos provenientes do ensino público.

Nota-se, também, que não há diferença significativa entre os coeficientes de rendimentos dos alunos provenientes das cotas sociais comparando com os alunos não cotistas. Cabe observar que na referida instituição o curso de Engenharia Civil tem uma relação candidato/vaga muito alta, tanto para alunos cotistas quanto para não cotistas. Dessa forma, a concorrência elevada permite que haja uma homogeneização das turmas, não havendo diferença entre os rendimentos de ambos os grupos.

Quadro 4 – Coeficiente de rendimento médio dos alunos cotistas e não cotistas.

| PERÍODO | COTISTAS | NÃO COTISTAS |
|---------|----------|--------------|
| 2º | 0,7211 | 0,6327 |
| 3º | 0,7225 | 0,7190 |
| 4º | 0,7081 | 0,7199 |
| 5º | 0,7350 | 0,7546 |
| 6º | 0,7281 | 0,7356 |
| 7º | 0,7650 | 0,7796 |

6. PROCESSO DE INGRESSO NA ESCOLA POLITÉCNICA DA USP E PERFIL DOS INGRESSANTES DE 2015

A crescente busca do mercado de trabalho por profissionais que tenham perfil associado à criatividade, liderança, empreendedorismo e outras características compatíveis com ambientes de inovação propiciam a reflexão sobre a influência da formação universitária para o desenvolvimento destas características e o quanto a repercussão da participação em atividades que antecedem a entrada na universidade como projetos sociais, olimpíadas e feiras pode alterar o processo de formação do futuro engenheiro (DELAINE, D. et alii, 2014) e (YANAZE, L. K. H. et alii, 2014). Este perfil desejado de aluno ingressante pode ser um pouco contraditório com o sistema de ingresso nas universidades. Este trabalho apresenta o modelo da prova da FUVEST utilizado para ingresso na Escola Politécnica da USP (EPUSP), bem como os resultados mais relevantes de uma pesquisa realizada com os alunos ingressantes de 2015 com o intuito de entender melhor o perfil dos mesmos.

Fuvest

A prova da FUVEST, em 2015, contava com apenas um dia de prova de múltipla escolha na primeira fase, com 90 questões de todas as disciplinas do Ensino Médio. Já na segunda fase, os alunos fazem três provas discursivas: uma de Português, que inclui uma redação; uma segunda prova com todas as matérias, exceto Português; e, em um terceiro dia, aqueles que escolheram a EPUSP, fazem uma prova específica de Física, Matemática e Química.

Atualmente, há um programa de bonificações denominado INCLUSP que oferece níveis progressivos de bônus, de acordo com a quantidade de anos dos ensinos Fundamental e Médio que os alunos cursaram em escolas públicas. O INCLUSP é o programa de inclusão social da USP criado para incentivar a participação de alunos de escolas públicas no vestibular da FUVEST, potencializar as chances de ingresso desses candidatos, por meio de bônus, e propiciar a permanência dos aprovados (que tenham desvantagem socioeconômica) no vestibular. Neste caso, o bônus é dado por meio do Sistema de Pontuação Acrescida, sendo que o bônus pode chegar a 15%. O PASUSP é o programa de avaliação seriada da USP, pelo qual o estudante de escola pública recebe bonificação de até 20% em sua nota no vestibular FUVEST.

Questionário sobre o perfil dos ingressantes

Entre os dias 23 de maio e 16 de junho de 2015, foram contabilizadas 262 respostas, de um total de 872, tendo, portanto, uma taxa de resposta de 30,0%. Foram, também, utilizados e analisados para este artigo dados complementares obtidos a partir das respostas dos ingressantes em 2015 ao Questionário de Avaliação Socioeconômica disponibilizado pela FUVEST, selecionando os candidatos matriculados após a última chamada na Carreira 775 – Engenharia na Escola Politécnica. As análises foram desenvolvidas a partir de relações e agrupamentos dos dados, por meio de microdados obtidos nos questionários e das considerações do Questionário de Avaliação Socioeconômica da FUVEST.

A figura 2 apresenta os resultados sobre os alunos que participaram de atividades “extras” durante o Ensino Médio, destacando se os respondentes são provenientes de escolas públicas ou particulares.

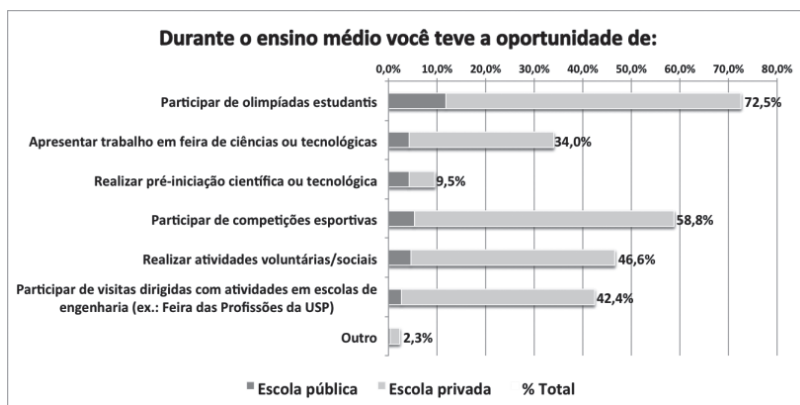


Figura 2 – Participação em eventos ou projetos coletivos no Ensino Médio. Fonte: autoria própria.

Houve uma pergunta sobre o grau de importância de cada um dos itens apresentados na figura 3, na escolha de se candidatar à EPUSP.

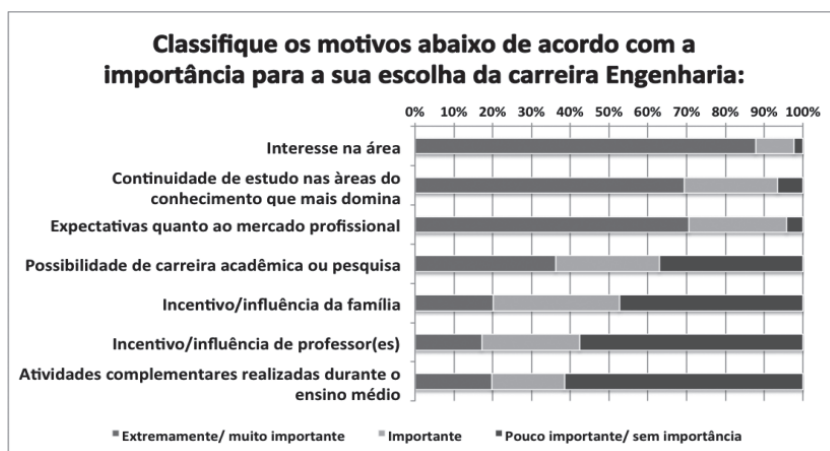


Figura 3 – Grau de importância de motivos para a escolha da carreira em Engenharia. Fonte: autoria própria.

Solicitou-se aos ingressantes que ordenassem os itens apresentados na figura 4 da maior para a menor preferência.

Como o enfoque principal da FUVEST é avaliar o domínio dos candidatos sobre os conteúdos do Ensino Médio e não necessariamente avaliar competências e habilidades mais focadas em questões comportamentais e atitudinais, fica o questionamento se não seria interessante ter uma Prova de Habilidades Específicas que possa medir competências e habilidades esperadas de um estudante de

Engenharia, além do domínio dos conteúdos do Ensino Médio. Algumas unidades da USP já possuem tais provas, como os cursos de Arquitetura, Artes Cênicas, Artes Visuais, Audiovisual, Design e Música.

Outro ponto a ser considerado na seleção de alunos poderia ser a participação e/ou premiação em Olimpíadas e Feiras de Ciência. Seria interessante a EPUSP definir qual o perfil de aluno que a escola deseja selecionar e, a partir desta definição, analisar qual seria a maneira mais adequada de se fazer o ingresso na mesma.

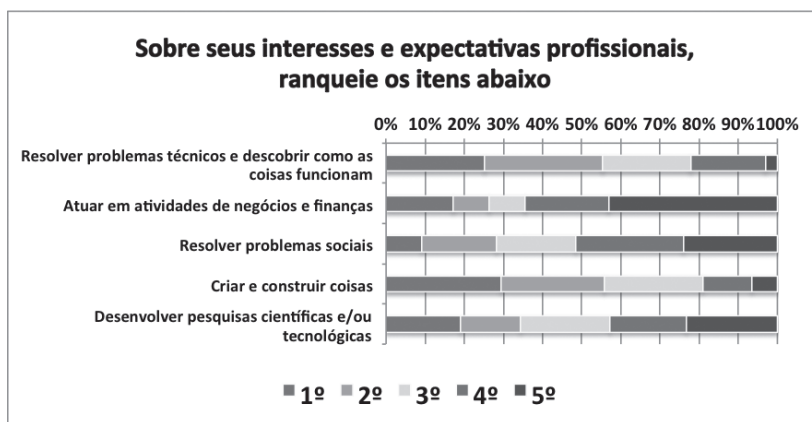


Figura 4 – Interesses e expectativas profissionais em ordem de importância. Fonte: autoria própria.

Sobre o perfil dos alunos ingressantes em 2015, o aspecto apontado como mais importante para a escolha da carreira, segundo o questionário aplicado, foi o interesse na área. A possibilidade de continuidade de estudo em áreas de conhecimento que já dominavam e as expectativas quanto ao mercado profissional foram aspectos também apontados como muito relevantes na escolha. As características apontadas como mais evidentes nos ingressantes, de acordo com suas auto-percepções, foram persistência, raciocínio lógico, colaboração e competitividade, enquanto as menos evidentes foram espírito empreendedor, comunicação e criatividade.

7. REFLEXÕES ACERCA DO PERFIL DO ALUNO DE ENGENHARIA MECÂNICA DA UNB A PARTIR DAS FORMAS DE INGRESSO

Dentre as formas vigentes para ingresso nos cursos de Engenharia da Universidade de Brasília, o vestibular é o sistema de seleção tradicional, realizado duas vezes por ano até 2013.

Em 1996, foi criado o Programa de Avaliação Seriada (PAS) como uma

alternativa de ingresso ao vestibular. Com a criação do PAS, metade das vagas da seleção, realizada no primeiro semestre, passou a ser preenchida a partir do resultado de três provas aplicadas ao fim de cada série do Ensino Médio.

No ano de 2004 foi adotado o sistema de cotas para negros que até 2013 previa a reserva de 20% das vagas para estudantes que optavam por ele. A UnB foi a primeira universidade federal a adotar o sistema.

A partir de 2014, foi adotado também o Sistema de Seleção Unificada (SiSU), do Ministério da Educação, que passou a dividir as vagas ofertadas no primeiro semestre do ano com o PAS. Tanto o PAS quanto o vestibular passaram a destinar 5% das vagas para o sistema de cotas para negros, além das vagas para o sistema de cotas às escolas públicas (Lei nº 12.711/2012).

Há outras formas de ingresso nos cursos de Engenharia como as que ocorrem por convênios, de diplomados, transferência facultativa, transferência obrigatória, mudança de curso.

Os cursos de Engenharia da UnB diferem na oferta de vagas. Dentre os cursos do campus Darcy Ribeiro, oito modalidades (Ambiental, Civil, Computação, Redes de Comunicação, Elétrica, Mecânica, Mecatrônica, Química) oferecem 40 vagas por semestre; os cursos de Engenharia de Produção e Florestal oferecem 50 vagas. Os cursos de Engenharia do campus Gama (Aeroespacial, Automotiva, de Energia, Eletrônica e de Software) oferecem, em conjunto, 280 vagas por semestre, uma vez que a opção pela modalidade neste campus ocorre no meio do curso.

A tabela 6 mostra as formas de ingresso com os quantitativos para o curso de Engenharia Mecânica no período de 2006 a 2009.

Tabela 6 – Dados de formas de ingresso para o curso de Engenharia Mecânica da Universidade de Brasília.

| Ano | A | B. | C | D | E | F | G | Total anual |
|------|---|----|---|----|---|---|----|-------------|
| 2009 | 2 | 1 | 1 | 24 | 4 | 6 | 61 | 99 |
| 2008 | 3 | 2 | 0 | 20 | 1 | 3 | 61 | 90 |
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 2 | 60 | 82 |
| 2006 | 1 | 0 | 1 | 20 | 2 | 4 | 60 | 88 |

Legenda: A: Convênio internacional, Andifes e PEC-G; B: Cortesia e diplomados; C: Mudança de curso; D: PAS; E: Transferência facultativa; F: Transferência obrigatória; G: Vestibular.

Perfil do aluno do curso de Engenharia Mecânica

A tabela 7 apresenta os dados de ingressos e egressos do curso de Engenharia Mecânica da UnB contabilizados por ano, de 2006 a 2009. Os dados de ingressos foram agrupados em três formas: vestibular, Programa de Avaliação Seriada (PAS) e outras, mostradas na tabela 6. Os formandos foram separados em duas categorias: no prazo e fora do prazo de conclusão do curso.

Os estudantes que concluíram o curso no prazo tiveram suas formaturas em até 11 semestres e, fora do prazo, são os alunos que formaram em um período superior a 11 semestres. A totalização dos desligamentos engloba as diversas formas de desligamento, voluntárias ou não. Para todos os anos pesquisados, ainda existem alunos matriculados regularmente no curso para o semestre corrente (2015/1), exceto, para as turmas ingressantes em 2006/1 e 2008/1. A tabela também está discriminada por gênero e indica a grande disparidade entre o número de ingressantes neste quesito. No período analisado, o percentual de mulheres que ingressaram no curso de Engenharia Mecânica é de 8,5%.

Adicionalmente, foram levantados também os dados de estudantes que ingressaram pelo sistema de cotas para negros. De um total de 277 estudantes no intervalo pesquisado, os ingressantes por este sistema são 18%, ou seja, 50 estudantes, dos quais 8% são mulheres.

Tabela 7 – Dados de ingressos e egressos, de 2006 a 2009, do curso de Engenharia Mecânica, da Universidade de Brasília.

| Ano | Ingresso | | | | | Formados | | | | | Desli- gados | | Em curso 2015/1 | |
|------|----------|----|-----|---|--------|----------|----------|---|----|------------------|-----------------|---|-----------------------|---|
| | Vest | | PAS | | Outros | | No prazo | | | Fora do prazo | | | | |
| | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M | H | M |
| 2006 | 56 | 4 | 16 | 4 | 5 | 2 | 38 | 3 | 11 | 2 | 25 | 5 | 0 | 0 |
| 2007 | 56 | 5 | 19 | 1 | 2 | 0 | 27 | 3 | 16 | 1 | 24 | 2 | 10 | 0 |
| 2008 | 69 | 2 | 20 | 2 | 7 | 2 | 35 | 2 | 13 | 2 | 38 | 2 | 10 | 0 |
| 2009 | 72 | 13 | 25 | 2 | 9 | 1 | 18 | 5 | 15 | 0 | 30 | 4 | 43 | 7 |

Fonte: SIGRA - UnB, 2015/1.

A tabela 8 apresenta os dados consolidados da tabela 7. São apresentados os percentuais de estudantes ainda matriculados no curso, no primeiro semestre de 2015.

Ao analisar as médias aritméticas dos percentuais de evasão, formados e estudantes matriculados de 2006 a 2009 (tabela 8), observa-se que os valores indicam que a evasão ocorre para cerca de um terço dos estudantes. Outro terço consegue formar-se no prazo de 11 semestres. Nesse sentido, o tempo médio de permanência supera 11 semestres e os dados mostram uma tendência de elevação a partir do semestre 2007/2. Ainda, cerca de 50% concluiu o curso até o semestre 2014/2. Cabe acrescentar que as médias aritméticas dos percentuais de evasão e de formados para estudantes que ingressaram pelo sistema de cotas para negros são, respectivamente, 26% e 44%.

No primeiro semestre de 2014, as formas de ingresso principais passam a ser o PAS e o SiSU, cada qual contribuindo com o preenchimento de 50% das vagas disponíveis. No segundo semestre, a forma principal de ingresso é o vestibular. A proporção entre a distribuição de vagas para cotas sociais, raciais e concorrência universal no ano em questão é de 25%, 5% e 70%, respectivamente. Até 2016, a

proporção chegou a 50%, 5% e 45%, respectivamente.

A tabela 9 apresenta as notas de corte para o ingresso em Engenharia Mecânica via SiSU (2014), referente ao semestre 2014/1, discriminadas segundo cotas sociais e raciais. As notas de corte para as cotas são menores do que as notas da demanda universal. Há também um menor número de vagas para as cotas (30%).

Tabela 8 – Dados consolidados de ingressos e egresso, de 2006 a 2009, do curso de Engenharia Mecânica, da Universidade de Brasília.

| Ano | Evasão total | Formados no prazo | Formado fora prazo | Em curso 2015/1 |
|--------|--------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| 2006/1 | 34% | 52% | 14% | 0% |
| 2006/2 | 35% | 42% | 16% | 7% |
| 2007/1 | 33% | 45% | 17% | 5% |
| 2007/2 | 29% | 27% | 24% | 20% |
| 2008/1 | 41% | 43% | 16% | 0% |
| 2008/2 | 37% | 29% | 14% | 20% |
| 2009/1 | 36% | 16% | 22% | 26% |
| 2009/2 | 20% | 22% | 3% | 55% |
| Média | 33% | 35% | 16% | 16% |

Mudanças nas formas de ingresso a partir de 2014

Por outro lado, a tabela 10 apresenta a demanda mais elevada para as cotas, em particular para aqueles que não se declaram PPI (preto, pardo ou índio), considerando o ingresso via PAS (subprograma 2011-2013), ou seja, relativo ao ingressante em 2014/1 para os mesmos cursos (CESPE, 2014a).

Já a tabela 11, apresenta os dados de demanda para o vestibular. Verifica-se, desta vez, elevadas demandas para as cotas de escolas públicas, não PPI e com renda superior a 1,5 salários mínimos para as cotas raciais (5% do total de vagas) e para a concorrência universal (CESPE, 2014b, 2015).

O número de cotas para pretos, pardos e indígenas (PPI) é estipulado conforme a proporção dessa população em cada estado, segundo último censo do IBGE. Assim, de acordo com o censo de 2013, no Centro-Oeste, a fatia das cotas raciais está em 24,3%.

Tabela 9 – Notas de corte para o ingresso via SISU em 2014/1.

| SISU - Nota de corte 2014/1 | | | | | | |
|------------------------------------|----------|--------|----------|--------|---------------|-----------|
| Engenharia/ Vagas | ≤ 1,5 SM | | > 1,5 SM | | UnB Racial | Universal |
| | PPI* | Ñ PPI | PPI | Ñ PPI | | |
| Civil/ 20 | 733,49 | 783,52 | 760,71 | ** | 756,14 | 784,17 |
| Mecânica/20 | 700,22 | 731,35 | 730,98 | ** | 755,83 | 772,92 |
| Gama/140 | 651,65 | 676,6 | 675,32 | 697,94 | 682,72 | 770,49 |

*PPI: Pretos, Pardos ou Índios; **sem vagas.

Tabela 10 – Demanda social para o ingresso via PAS referente ao subprograma 2011-2013.

| PAS - Demanda 2014/1 | | | | | | |
|-----------------------------|----------|-------|----------|-------|---------------|-----------|
| Engenharia/ Vagas | ≤ 1,5 SM | | > 1,5 SM | | UnB Racial | Universal |
| | PPI* | Ñ PPI | PPI | Ñ PPI | | |
| Civil/20 | 41,50 | ** | 20,00 | 60,00 | *** | 26,47 |
| Mecânica/20 | 13,00 | ** | 5,50 | 18,00 | *** | 12,13 |
| C. Gama/140 | 13,20 | 32,43 | 5,82 | 13,29 | *** | 6,09 |

*PPI: Pretos, Pardos ou Índios; **sem vagas; ***sem informação.

Tabela 11 – Demanda social para o ingresso via Vestibular em 2014/2.

| Vestibular - Demanda 2014/2 | | | | | | |
|------------------------------------|-----------|-------|----------|-------|---------------|-----------|
| Engenharia/ Vagas | ≤ 1,5 SM* | | > 1,5 SM | | UnB Racial | Universal |
| | PPI | Ñ PPI | PPI | Ñ PPI | | |
| Civil/40 | 0,67 | 4,50 | 6,33 | 24,50 | 30,00 | 28,79 |
| Mecânica/40 | 0,00 | 1,00 | 3,33 | 12,00 | 14,50 | 13,14 |
| C. Gama/280 | 0,20 | 0,53 | 1,45 | 4,53 | 5,40 | 4,63 |

*SM: Salário Mínimo

No período analisado, de 2006 a 2009, 20% das vagas eram reservadas para o sistema de cotas para negros da UnB. No curso de Engenharia Mecânica, 18% dos estudantes ingressaram pelo sistema, o que significa que nem todas as vagas foram preenchidas. Por outro lado, o número mostra que a política de inclusão tem surtido efeito no curso de Engenharia Mecânica e não tem representado um aumento nas taxas de evasão ou de permanência.

Outro número que chama atenção é o percentual de mulheres em relação

ao número total de ingressantes, de cerca de 8%. A baixa presença feminina nos cursos de Engenharia, em particular na Mecânica, requer políticas de incentivo no ensino básico.

A Universidade de Brasília tem demonstrado, desde a sua fundação, a preocupação com a qualidade da seleção dos estudantes e com a inclusão social evidenciada em suas formas de ingresso inovadoras e inclusivas.

8. RETENÇÃO E EVASÃO EM CURSOS DE ENGENHARIA: POSSIBILIDADES DE ENFRENTAR ESTA REALIDADE

Atualmente no Brasil, grande parte dos estudantes ingressantes na Engenharia tem dificuldades de acompanhar o curso superior em virtude da falta de conhecimentos básicos efetivos em ciências básicas (FORMIGA, 2011). Os inadequados processos de seleção e o deficiente sistema dos ensinamentos Fundamental e Médio contribuem para o grande número de reprovações e evasões dos cursos de Engenharia.

A Universidade de Caxias do Sul (UCS) recebe, semestralmente, cerca de 600 a 700 estudantes ingressantes para os 11 cursos de Engenharia do Centro de Ciências Exatas e da Tecnologia (CCET). Na UCS, o processo de seleção é um vestibular de caráter classificatório. Os vestibulandos são avaliados por uma redação e 50 questões objetivas, divididas entre Língua Portuguesa, Língua Estrangeira, Conhecimentos Gerais e duas ou três outras matérias específicas por curso. Não concorre à classificação o vestibulando que não obtém a nota mínima “um” na Redação ou zerar as provas objetivas.

Em alguns cursos de Engenharia da UCS, o número de candidatos é menor do que o número de vagas. Assim, todos os vestibulandos que obtêm nota superior a “um” na Redação e que não zerarem as provas objetivas são aprovados. Nos cursos de Engenharia da UCS, como em outras universidades, as disciplinas básicas (Físicas e os Cálculos) são consideradas as que mais reprovam, levando à retenção e, posteriormente, à evasão dos estudantes.

Com o intuito de melhorar o embasamento matemático dos ingressantes em Engenharia e tentar prevenir a retenção e a evasão, a grade curricular dos cursos de Engenharia da UCS oferece a disciplina de Pré-Cálculo. É uma disciplina de dois créditos (duas horas semanais) que faz uma revisão das principais funções matemáticas que integram o currículo da educação básica. São disponibilizados monitores para todas as disciplinas de Matemática do curso e, além disso, um Núcleo de Apoio ao Ensino de Matemática (NAEM), que atende estudantes individualmente, e em pequenos grupos, e oferece minicursos sobre tópicos da Matemática básica (BOFF et al., 2014).

Nesse contexto, com o objetivo de fazer um diagnóstico sobre conhecimentos prévios, realizou-se a pesquisa aqui relatada, que apontou algumas das principais

dificuldades a serem enfrentadas pelos estudantes ingressantes nos cursos de Engenharia. Esse estudo se justifica pela necessidade de se refletir sobre o processo de seleção dos estudantes que irão frequentar os cursos de Engenharia e sobre como enfrentar tais dificuldades.

Dificuldades encontradas na Matemática

A defasagem em Matemática básica por parte dos estudantes dos cursos de Engenharia vem sendo muito discutida por pesquisadores do país em congressos, *workshops* e outros eventos da área de educação, sendo evidenciada como um dos fatores responsáveis pela grande retenção e evasão que se tem nos cursos de Engenharia (CURY & CASSOL, 2001; PEDROSO, 2010; GASPARIN et al., 2014; VALENTE et al., 2014).

Uma explicação para os problemas de evasão e reprovação está relacionada ao fato da Matemática, no contexto escolar, ainda ser vista, erroneamente, como uma ciência, cujo ensino e aprendizagem se dão pela memorização ou repetição mecânica de exercícios de fixação, muitas das vezes privilegiando o uso de regras e “macetes”. (DOMINGUINI, GOMES e ALVES, 2011).

De acordo com a pesquisa realizada por Sauer (2004), a aprendizagem de Matemática requer a tomada de consciência das ações, como consequência da abstração. Esta pode ser promovida, com a ajuda do professor, por meio de processos: explorando, fracassando, tentando, corrigindo, obtendo dados, elaborando conjecturas, testando-as, construindo explicações que são resultados de inferências, comparando, fazendo analogias, refletindo. Uma nova experiência é comparada com outras e hipóteses são criadas, verificadas, confrontadas, explicadas, outras expectativas são criadas e assim por diante. Neste cenário, o professor é o responsável pelas intervenções, promovendo diálogos no sentido de provocar, instigar a mente do aluno, fazendo-o pensar, mostrar suas ideias, refletir, dar explicações, tomar decisões, sempre levando em consideração outros pontos de vista.

Com efeito, uma análise da observação de resultados obtidos em disciplinas de Matemática para a Engenharia, incluindo a de Pré-Cálculo, revela três níveis diferenciados de ações e conceituações. O estudante do ‘primeiro nível’ é aquele que realiza operações, aplica fórmulas, regras e procedimentos, sem saber traduzi-los: sabe fazer, mas não sabe explicar. No segundo nível, o sujeito sabe fazer, não sabe explicar, mas traduzir. Ou seja, ainda não há consciência do detalhe das ações efetuadas, nem de sua ordem de sucessão. Em ambientes de aprendizagem em que são enfatizadas atividades de “treinamento” de regras ou manipulações de fórmulas, o estudante, capacitado graças a suas ações, permanece muito tempo inconsciente de suas próprias estruturas cognitivas. Ao procurar explicar como sabia que deveria resolver daquele modo, este se limita a relatar suas sucessivas ações: primeiro multipliquei, depois elevei ao quadrado, etc.

A compreensão da ação ou, em outras palavras, sua interpretação conceitual

permanece atrasada. Finalmente, observa-se um terceiro nível em que o estudante sabe fazer e sabe explicar. Neste nível encontra-se a capacidade de antecipar resultados e escolher entre meios diferentes, sem limitar-se a cálculos automáticos. O estudante, neste nível, se lembra dos conceitos, mesmo quando foram construídos com hesitações e experiências ou por meio de ações baseadas em “tentativas e erros”.

Metodologia

Diante das considerações apresentadas, com o intuito de verificar o nível de conhecimento em Matemática básica dos ingressantes em Engenharia da UCS, um questionário foi aplicado em duas turmas da disciplina de Pré-Cálculo, uma com 36 e a outra com 37 estudantes. O questionário era composto de perguntas abordando o perfil e os conhecimentos matemáticos dos estudantes. A aplicação do mesmo ocorreu no início de 2015. As questões que abordavam o conhecimento matemático exigiam apenas conteúdos da Matemática básica como: potenciação (questão 1), radiciação (questão 2), frações e simplificação algébrica (questão 3), módulo e gráfico de função (questão 4).

Resultados e discussão

Quanto às questões relacionadas ao perfil dos estudantes, verificou-se que a maioria cursou o Ensino Médio em escola pública (57 de 73); em torno de 60% da amostra estudou no turno diurno e apenas 20% reprovaram em algum momento do período escolar. Ainda, dos 73 estudantes, 37 concluíram o Ensino Médio no ano de 2014 e o restante (36) concluiu entre os anos de 1998 e 2013. Dentre esses estudantes, um pouco mais de 16% havia reprovado na disciplina de Pré-Cálculo até três vezes. Quanto ao quesito trabalho, mais de 83% deles trabalham em torno de 40 a 48 horas semanais. Esse resultado era esperado, pois a maioria dos estudantes da UCS são trabalhadores que estão em busca de qualificação profissional.

Quanto às questões sobre os conhecimentos matemáticos, cada questão contabilizava um acerto, assim, o questionário totalizava quatro acertos. No gráfico da figura 5, apresenta-se a porcentagem de acertos para cada questão. Observa-se que o desempenho dos estudantes foi muito ruim, principalmente, quando se considera que as questões eram bem simples, abordando conteúdos dos ensinos Fundamental e Médio. Analisando a resolução das questões, as maiores dificuldades foram apresentadas nas questões 1 e 4. Nelas, foram abordados assuntos relacionados às propriedades da potenciação e à representação gráfica de uma função.

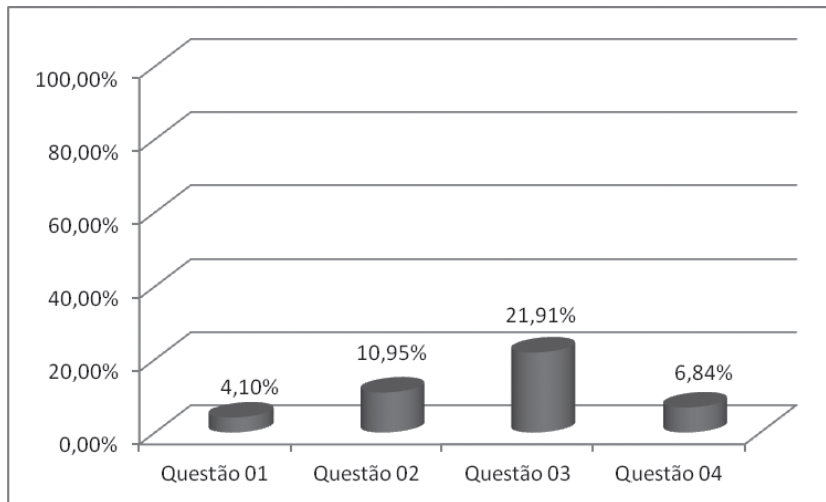


Figura 5 – Porcentagem de acertos para as questões de Matemática.

Os resultados dessa pesquisa mostram que a maioria dos estudantes que participaram da pesquisa não possui os conhecimentos básicos necessários em Matemática, o que resulta em um rendimento não satisfatório nas disciplinas iniciais dos cursos de Engenharia. Tais resultados também apontam para a pertinência de uma revisão no processo seletivo utilizado para ingresso dos estudantes, ou seja, o vestibular apenas classificatório. Acredita-se que os estudantes se comprometeriam mais com sua aprendizagem se o processo de seleção, além do vestibular, levasse em conta o desempenho dos mesmos durante o Ensino Médio, como ocorre em países como Portugal e Estados Unidos.

Outra possibilidade diante da dificuldade de revisão do processo seria organizar a disciplina de Pré-Cálculo de forma a levar em conta as condições dos ingressantes, promovendo estratégias de aprendizagem ativa que lhes permitissem avançar, alcançando níveis mais elevados de aprendizagem dos conhecimentos prévios e, conseqüentemente, melhores desempenhos durante a graduação, diminuindo a retenção e a evasão.

9. O PROBLEMA DO INGRESSO NAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR – HISTÓRICO E DISCUSSÃO SOBRE O INGRESSO COM AÇÕES AFIRMATIVAS NO CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UFF-NITERÓI

O procedimento formal de seleção por concurso Vestibular – exame de seleção para o ingresso no ensino superior brasileiro – foi instituído em 1911 pela

chamada “Reforma Rivadávia”, elaborada por Rivadávia Corrêa que era ministro do Marechal Hermes da Fonseca, presidente do Brasil de 1910 a 1914 (Cury, 2009). Esse exame cumpriu a função de assegurar a indispensável compatibilidade entre a crescente demanda pela formação de nível superior e a relativa inelasticidade da oferta de vagas para esse nível de ensino.

A explosão dos efetivos escolares no âmbito do Ensino Médio, sob os efeitos de uma descontrolada expansão populacional, daria lugar, no decorrer de meio século, à formação de fortes pressões sobre o sistema de educação superior, pondo em relevo o dilema qualidade *versus* quantidade que afetava profundamente o processo educacional brasileiro, gerando os desequilíbrios e desinteresses que comprometem o desempenho da função educativa entre nós.

Nos anos que antecederam a Revolução de 1964, a pressão pelo ingresso no ensino superior era crescente e o grande problema daquela época era a quantidade de aprovados no concurso vestibular que não conseguiam classificação por insuficiência de vagas, chamado “o problema dos excedentes” (Martins, 2009). Essa questão começou a ser tratada na reforma universitária de 1968, em que o Estado abriu a possibilidade da Educação Superior Privada no Brasil. Essa abertura, segundo Martins (2009), produziu efeitos paradoxais. Enquanto produziu efeitos positivos na maioria das instituições públicas e em algumas confessionais, pela articulação entre o ensino e a pesquisa, criando uma política nacional de pós-graduação, por outro lado, produziu um ensino superior privado puramente mercantilista e utilitarista, em que a qualidade, muitas vezes, foi considerada duvidosa (Martins, 2009), priorizando a “transmissão do conhecimento” e com cunho preferencialmente de formação profissional. Ainda segundo Martins (2009), esse novo padrão “subverteu a concepção de ensino superior, ancorada na busca da articulação entre ensino e pesquisa”.

Essa lei de diretrizes e bases teve vida curta, pois não atendia às necessidades e não dava respostas aos problemas que ela buscou resolver, especialmente, a pressão da sociedade por mais acesso ao ensino superior. Segundo Palma Filho (2005), em 1971, foi promulgada a lei 5692/71 que alterou a organização do ensino básico, instituindo o “primeiro” e o “segundo” graus e, a fim de diminuir a pressão por vagas no ensino superior, obrigava que o segundo grau tivesse caráter de “terminalidade”, ou seja, todo ensino de segundo grau deveria ser “profissionalizante”. Além disso, foi fixado por portaria do Conselho Federal de Educação (Resolução número 8, anexa ao parecer 853 daquele Conselho) que o ensino de segundo grau deveria, além da profissionalização obrigatória, contemplar três conteúdos do “núcleo comum”: Ciências, Comunicação e Expressão e Estudos Sociais.

Por outro lado, o movimento realizado no ensino superior não foi suficiente. No período de 1964 a 1968 foram criadas 14 novas universidades federais e a UFF foi uma delas – criada em 1965 (Cunha, 1991), sendo o aumento no número de vagas superior a 56% (Cunha, 1991). Ao mesmo tempo, o número de candidatos ao ensino superior nesse período cresceu cerca de 120% (Cunha, 1991), sendo que

o número de excedentes cresceu 212%, atingindo cerca de 125 mil estudantes que eram aprovados, mas não classificados. Toda essa pressão culminou no chamado Grupo de Trabalho da Reforma Universitária (GTRU), transformando o vestibular em regional (criação da CESGRANRIO, entre outras), classificatório e a criação de vagas em cursos com menor procura, de forma que alunos menos preparados pudessem ter acesso ao ensino superior. Também se criou a “departamentalização” das universidades para racionalização de recursos, bem como o sistema de créditos, com o mesmo fim, entre outras medidas (Cunha, 1991).

O movimento de criação de vagas no ensino superior começou a pressionar o “mercado de trabalho”, considerando a fala do então Ministro Jarbas Passarinho (citando Reis Veloso) em discurso na Escola Superior de Guerra (Veloso, 1970 apud Cunha, 1991): “A pura e simples criação de vagas talvez não tivesse outro efeito senão o de substituir o problema dos excedentes de vestibulares pelo dos excedentes profissionais”.

As dificuldades foram crescendo e, de acordo com Palma Filho (2005), “na prática, os grandes prejudicados foram os estudantes das escolas públicas de segundo grau, que passaram a frequentar cursos desprovidos de conteúdos de educação geral que, aliás, continuavam a ser cobrados nos vestibulares. De fato, eram arremedos de cursos técnicos, ou seja, não estavam preparados nem para o acesso ao ensino superior e nem para o mercado de trabalho”.

O reconhecimento da falência desse processo começou a se dar em 1982 quando, no governo do Gen. João Batista Figueiredo, revogou-se a lei 5.692, substituída pela lei 7.044, que extinguiu a obrigatoriedade do ensino técnico compulsório no segundo grau. A partir desse reconhecimento, houve uma degeneração dos ensinos Médio e Fundamental públicos e as universidades públicas passaram a ser frequentadas eminentemente por estudantes oriundos da chamada “classe média” ou “classe média alta”, especialmente, nos cursos com maior procura, como Medicina, Engenharia e Direito (Góes, 2003).

Com essa constatação, algumas universidades públicas iniciaram uma política de ação afirmativa, concedendo bônus ou reserva de vagas a alunos provenientes de escolas públicas e/ou negros, pardos, indígenas e outras chamadas “minorias”.

A Universidade Federal Fluminense, objeto desse estudo, iniciou essa política em 2012, por meio de bônus e reserva de vagas para o SiSU (Coseac, 2011) e, efetivamente, a partir de 2013, com o fim do seu vestibular próprio, com ingresso somente pelo SiSU e reserva de vagas para diferentes ações afirmativas, conforme relacionadas na tabela 12. Portanto, os alunos ingressantes nos cursos da UFF são agrupados em Ampla Concorrência (AC) e ações afirmativas (L1, L2, L3 e L4). (Coseac, 2014).

O curso de Engenharia de Produção da UFF foi criado em 1992 e tem tido muita procura ao longo do tempo. Até o ano 2014 foram formados cerca de dois mil engenheiros. Nos anos mais recentes, o curso vinha mantendo um nível de retenção baixo. No entanto, essa tendência começou a mudar a partir de 2012,

coincidindo com o fim do vestibular próprio da universidade (UFF, 2015).

Este trabalho tem por objetivo principal compreender e verificar o histórico e a evolução do ingresso, ao longo do tempo, no curso de Engenharia de Produção da UFF – Niterói. Inicialmente, este trabalho restringiu-se aos estudantes que ingressaram no curso de Engenharia de Produção – Niterói da UFF nos anos 2013 e 2014. No entanto, pretende-se desenvolver uma metodologia de análise que seja replicável a outros cursos e períodos.

Tabela 12 – Grupos relativos às ações afirmativas na UFF

| Código | Descrição |
|---------------|--|
| L1 | Candidatos com renda familiar bruta per capita igual ou inferior a 1,5 salário mínimo que tenham cursado integralmente o Ensino Médio em escolas públicas (Lei nº 12.711/12). |
| L2 | Candidatos autodeclarados pretos, pardos ou indígenas, com renda familiar bruta <i>per capita</i> igual ou inferior a 1,5 salário mínimo e que tenham cursado integralmente o Ensino Médio em escolas públicas (Lei nº 12.711/2012). |
| L3 | Candidatos que, independentemente da renda (art. 14, II, Portaria Normativa nº 18/2012), tenham cursado integralmente o Ensino Médio em escolas públicas (Lei nº 12.711/2012). |
| L4 | Candidatos autodeclarados pretos, pardos ou indígenas que, independentemente da renda (art. 14, II, Portaria Normativa nº 18/2012), tenham cursado integralmente o Ensino Médio em escolas públicas (Lei nº 12.711/2012). |

Fonte: www.coseac.uff.br

Foi feito um trabalho de coleta de dados no Sistema Acadêmico da UFF (IDUFF), com autorização da Coordenação de Graduação do Curso, a fim de separar os estudantes e classificá-los por cada grupo de ingresso (AC, L1, L2, L3 e L4). A partir de então, foram analisados dados de evasão e retenção desses alunos, dentro de cada grupo, além da análise do Coeficiente de Rendimento.

10. O INGRESSO DOS CURSOS DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – CAMPUS MARACANÃ

A Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) ministra cursos de Engenharia nos municípios do Rio de Janeiro, Resende (RDE) e Nova Friburgo (FRB). Com o objetivo de descrever o processo de acesso a esses cursos, os editais do vestibular de 2014, 2015 e 2016 foram consultados. Além disto, o DATAUERJ, anuário estatístico da UERJ, foi usado para levantar o desempenho dos estudantes de Engenharia.

Acesso aos cursos de Engenharia da UERJ

O acesso aos cursos de Engenharia da UERJ tem como principal entrada o Vestibular Estadual que é formado pelos exames de Qualificação e Discursivo.

O Exame de Qualificação é realizado em duas datas: 1º Exame, no primeiro semestre, e 2º Exame, no segundo semestre do ano. O candidato pode participar dos dois Exames ou apenas de um deles. Os que optam fazer os dois Exames têm somente a maior pontuação considerada para o resultado final do vestibular.

Este exame é realizado por meio de uma prova composta de 60 questões objetivas de múltipla escolha que avaliam as áreas do conhecimento em Linguagens, Matemática, Ciência da Natureza e Ciências Humanas. Há cinco questões de língua estrangeira que o candidato pode optar entre Espanhol, Francês e Inglês e o tempo de prova é de quatro horas. Dependendo do número de acertos na prova, o candidato receberá um conceito e uma pontuação associada ao mesmo (tabela 13). Esta pontuação será acrescida ao resultado do Exame Discursivo que é promovido, normalmente, no fim do ano.

Agora, o Exame Discursivo poderá ser realizado pelo candidato aprovado em, pelo menos, um dos Exames de Qualificação. O candidato escolhe o curso que deseja cursar apenas quando se inscreve neste exame.

Tabela 13 – Exame de Qualificação – pontuação por conceito

| Situação | Conceito | Acertos (Ac) | Pontuação |
|-----------|----------|-------------------------------|-----------|
| Aprovado | A | $N^{\circ} \text{ Ac} > 70\%$ | 20 |
| | B | $60\% < \text{Ac} \leq 70\%$ | 15 |
| | C | $50\% < \text{Ac} \leq 60\%$ | 10 |
| | D | $40\% < \text{Ac} \leq 50\%$ | 5 |
| Reprovado | E | $\text{Ac} \leq 40\%$ | 0 |

Este exame é composto por três provas discursivas: Língua Portuguesa Instrumental, com cinco questões, e Redação (peso 1) para todos os cursos, de Matemática (peso 2) e Física (peso 1) com dez questões cada uma para o curso de Engenharia. A prova tem duração de cinco horas. Cada prova vale 20 pontos sendo 80 a pontuação máxima do exame.

Após os dois exames, o Resultado Final (cem pontos, no máximo) é composto do somatório da pontuação do Exame Discursivo e do Exame de Qualificação. É eliminado o candidato que zerar qualquer uma das provas do Exame Discursivo ou tiver pontuação total menor que 20 pontos.

Quanto à classificação, a UERJ reserva (para os que atendem a condição de renda *per capita* mensal bruta \leq R\$ 1.086,00) 20% das vagas para estudantes negros e indígenas; 20% para estudantes oriundos da rede pública de ensino; e 5%

para pessoas com deficiência e filhos de policiais civis e militares, de bombeiros militares e de inspetores de segurança e administração penitenciária, mortos ou incapacitados em razão do serviço. Neste último grupo, há poucos inscritos e não será detalhado.

Comparativo: com e sem reserva de vagas

O sistema de reserva de cotas no vestibular de 2014 implicou uma relação candidato/vaga diferente para cada um dos grupos (gráfico 3). Pôde ser observado que o curso mais concorrido, o de Engenharia Química, teve uma relação candidato/vaga igual a 33,4 para os candidatos do grupo sem reserva de vagas, 2,6 para os da rede pública e 3,2 para os negros/índios. Há cursos (Engenharia Ambiental e Sanitária, de Computação, de Produção e Mecânica) com menos de um candidato por vaga para o grupo com reserva de vagas.

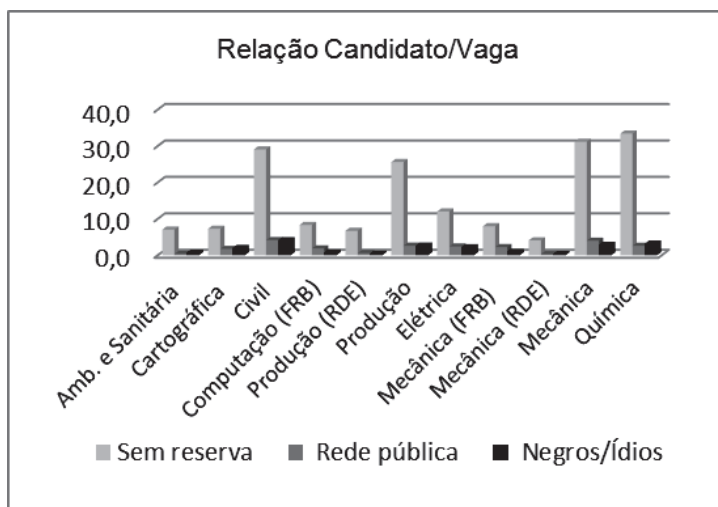


Gráfico 3 – Relação candidato/vaga (Vestibular Estadual - 2014).

Uma diferença na pontuação máxima e mínima também se nota entre os candidatos classificados na primeira classificação dos grupos com e sem reserva de vagas.

Sendo a pontuação máxima igual a cem no curso mais concorrido (Engenharia Química), a pontuação máxima (85,00) alcançada pelos classificados do grupo com reserva de vaga está abaixo da pontuação mínima (85,75) do grupo sem reserva de vagas. Quase em todos os cursos de Engenharia, a pontuação máxima alcançada pelos classificados do grupo com reserva de vaga está abaixo da pontuação mínima do grupo sem reserva de vagas. Na situação contrária, a pontuação máxima dos cotistas tem valor acima, porém, muito próximo ao mínimo do grupo sem reserva.

Outra diferença interessante de desempenho entre esses grupos ocorre quando se investiga todos os alunos que já estão cursando Engenharia (Rio) e se compara aos de Pedagogia (Rio) (gráfico 4).

Constatou-se que 61,8% desses alunos de Engenharia, ingressantes sem reserva de vagas, apresentavam Coeficiente de Rendimento (CR) acima de 6,00, em dez/2013. No mesmo período, 46,8% dos estudantes ingressantes com reserva de vagas apresentavam a mesma faixa de CR. Já para o curso de Pedagogia, a diferença entre os alunos com e sem reserva de vagas é pouco expressiva. Em dezembro de 2013 existiam 2.770 alunos matriculados em Engenharia e 1.517 em Pedagogia.

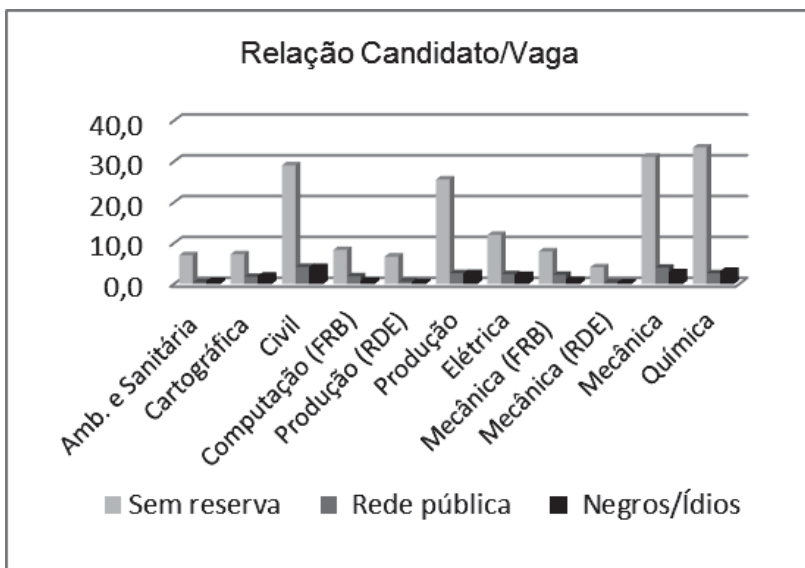


Gráfico 4 – Percentagem de alunos de Engenharia e Pedagogia por faixa de CR (dez/2013).

O estudo buscou mostrar como é realizado o processo de ingresso de estudantes por meio de vestibular na UERJ, que não usa o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) como é feito para o Sistema de Seleção Unificada (SiSU) e em outras IES. Além disso, pode ser constatado que há uma diferença no desempenho dos estudantes que ingressam pelo sistema de reservas de vagas em relação àqueles que não o utilizam. Em particular, nota-se que nas engenharias esta questão é diferente da encontrada em outros cursos, como, por exemplo, o de Pedagogia, de acordo com análises feitas nos cursos do Rio de Janeiro.

Futuramente, espera-se realizar um novo estudo bem mais detalhado nas disciplinas cursadas pelos alunos do primeiro período, em diferentes habilitações e seus respectivos desempenhos naquelas que têm alto índice de reprovação.

11. DISCUSSÃO

Os estudos foram apresentados e, depois, foi aberto um tempo para as pessoas presentes preencherem *post-its* e fixarem num painel que tinha quatro áreas definidas por macrotemas ligados aos temas desta Sessão Dirigida:

- Os obstáculos e pontos negativos nos processos de ingresso atuais;
- Os pontos positivos nos processos de ingresso atuais;
- Relatos (casos reais) de novas formas de processos de ingresso;
- Ideias e proposições de novas formas de ingresso.

Na terceira etapa, a partir da análise dos *post-its*, foram elaboradas quatro questões para abrir uma discussão coletiva:

- Que tipo de perfil de aluno que você gostaria de receber?
- Você encontra os alunos com o perfil desejado nas suas aulas? Você pode descrever quais as características mais comuns nos alunos que recebe?
- Será que o processo de admissão atual impacta na busca de alunos de seu perfil desejado? Se sim, como?
- Você conhece processos de admissão que poderiam ser eficazes para obter os alunos no perfil desejado? Você tem sugestões de como tornar melhor os processos de ingresso?

Discussão

A seguir, um relato das ideias da discussão coletiva a respeito das quatro perguntas colocadas no texto.

A maioria dos alunos de hoje só vai para a escola de Ensino Médio para socializar. Não há comprometimento com o aprendizado e com o conhecimento, pois o objetivo, principalmente a partir do último ano, é a prova de ingresso na universidade. O aluno acha que basta tirar a nota mínima para passar. As escolas também estão focadas na nota, ou seja, no resultado e não no processo de ensino e aprendizagem. As escolas deveriam ter o foco no desenvolvimento de competências e habilidades, além da aprendizagem de novos conteúdos.

As universidades e os cursinhos definem o que o aluno deve estudar para passar no vestibular. A universidade pública não consegue atender à demanda por vagas do ensino superior. O número grande de candidatos dificulta a implementação de uma análise mais holística de cada candidato.

A primeira LDB, criada em 1961 e com última versão de 1996, aborda outras formas de avaliação para escolher os alunos que ingressam no ensino superior. Para propor e implementar estas novas formas de avaliação, deveria ser feita uma reestruturação dos ensinos Básico, Fundamental e Médio.

A universidade no Brasil é muito jovem. A primeira criada foi a Universidade do Brasil, em 1911, com a união de algumas escolas que já existiam no Rio de Janeiro, sendo que o primeiro estatuto foi criado em 1932. Só em 1934 surge o

projeto da criação da USP, que era uma concepção da elite paulista após a derrota na Revolução de 1932. Na década de 40, surgem o Sesc e o Senai para atender a uma demanda de qualificação de mão de obra da indústria e do comércio.

Os processos holísticos de avaliação podem privilegiar os mesmos das faixas mais privilegiadas da população, que tem hoje acesso à universidade pelos processos que são centrados em avaliação de domínios de conteúdos específicos. Não existe um método justo de avaliação e, em alguns lugares, utiliza-se o sorteio como nas escolas de aplicação da USP e da UERJ.

Quanto à questão da definição de cotas sociais e raciais no processo de ingresso, muitos acham que elas devem ser utilizadas para balancear a representação da sociedade na universidade, mas não devem ser permanentes. As cotas não resolvem o problema de melhorar a qualidade da formação básica para todos, ou seja, são ações paliativas para resolver um problema social de origem histórica. O que resolveria o problema seria garantir um ensino básico, Fundamental e Médio de qualidade e universal para todos os alunos.

As evasões em muitas escolas de Engenharia são altas e falhas na formação da educação básica, Fundamental e Média dos alunos ingressantes. Houve um desmonte de anos do ensino Básico, Fundamental e Médio da escola pública e muitas escolas da rede privada também tem baixa qualidade. As carreiras de docentes do ensino Básico, Fundamental e Médio foram destruídas e não há atratividade devido aos baixos salários. Faltam professores de Ciências, Física, Química e Matemática, o que acaba afetando a formação dos alunos e a possível motivação e interesse pelas áreas de Ciências Exatas e Engenharia.

O processo de seleção deve atender à legislação (LDB e outras) e preencher o número de vagas de cada um dos cursos das instituições. O processo de seleção existe para a IES selecionar o perfil dos ingressantes adequados para seus cursos. Ele permite escolher os melhores alunos para a instituição e preencher o número de vagas.

Quem define o processo de ingresso, as provas, os pesos e conteúdos são as pró-reitorias de graduação, congregações, comissões de graduação das unidades e as coordenações de cursos. Devem ser levadas em consideração as demandas da sociedade, sendo representada por conselhos, além de haver uma pressão de sindicatos, associações, movimento estudantil, ONGs, etc. Devem ser criados outros canais de comunicação da sociedade com a universidade para aumentar o diálogo e para permitir um maior controle na prestação de contas para a sociedade.

No caso das cotas, devem ser implantados programas de apoio, suporte e acompanhamento dos cotistas para suprir necessidades e gargalos. Bolsas de apoio financeiro para alunos carentes, programas de reforço e outras formas de apoio são comuns.

As avaliações revelam que, em média, as escolas de ensino Básico, Fundamental e Médio, públicas e privadas, no Brasil, não são boas, o que mostram, por exemplo, as provas internacionais como o PISA. A avaliação dos alunos deve

levar em consideração a evolução psicopedagógica dos alunos em função da sua idade, conforme estudos de Piaget.

A universidade espera que os alunos venham motivados e com conhecimentos bons em Ciências e Matemática, domínio de leitura escrita, que tenham curiosidade, que sejam proativos, persistentes e com uma certa diversidade de representação da sociedade. Devemos diferenciar o aluno ideal do aluno que existe.

As IES são conservadoras e é difícil mudar os processos de ingresso, incluindo outros tipos mais holísticos de seleção, que levem em conta, por exemplo, as atividades desenvolvidas na trajetória do aluno e as avaliações já feitas durante sua vida escolar.

A evasão é um dos principais problemas e chega a 50% em algumas instituições e cursos de Engenharia. Alguns problemas levam a esta alta evasão como a qualidade do Ensino Médio que é ruim, a demanda por vagas no ensino superior público que é muito grande, o que leva a uma dificuldade de avaliação de competências e habilidades com públicos muito grandes. Devemos avaliar os custos do processo e a possível perda de talentos em função das características deste processo. O que é valorizado nas instituições de referência pode impactar nos processos de escolha das outras.

Usar a participação dos alunos em feiras de Ciências, olimpíadas de Matemática, Física, etc. no processo de escolha dos alunos pode ser uma alternativa de complementar a avaliação do ingressante. O financiamento de atividades como estas, incluindo o Ensino Básico, Fundamental e Médio é importante para valorizar as Ciências e a Matemática.

Devem ser consideradas as avaliações e desempenhos anteriores na carreira acadêmica do aluno, a sua trajetória construída na vida escolar e as atividades complementares incluindo não só Ciências e Matemática, mas também atividades ligadas às artes e à criatividade.

A criação de uma prova especial de avaliação (aptidão) para Engenharia poderia ser pensada como as que já existem nos cursos de Música, Esporte e Arquitetura, que levem em conta, também, o histórico de atividades anteriores do aluno ligadas à Matemática, Ciências e Engenharia.

As atividades da Engenharia envolvem questões de busca de soluções de problemas através da análise de custos e benefícios técnicos, econômicos, sociais e ambientais, o que torna a Engenharia não mais uma ciência “exata”, no estrito senso, e esta visão deve ser mostrada aos alunos dos ensinos Médio e Fundamental para desmistificar a imagem que a Engenharia é só Matemática, Física e Química aplicadas.

As escolas de Engenharia podem formar perfis de engenheiros distintos como aqueles que trabalham no chão de fábrica, ou administram projetos, trabalham com modelagem e simulação ou com pesquisa de desenvolvimento e inovação, ou aqueles que seguirão perfil acadêmico voltado para a formação de novos engenheiros. Esta diversidade de perfis torna difícil avaliar o egresso, o

que tem mostrado o desafio de elaborar exames de avaliação de final de cursos como o ENADE.

Os processos de escolha dos ingressantes dependem dos objetivos das IES como a missão e a visão definidas no planejamento estratégico. Será que queremos os melhores alunos que possam contribuir para melhorar a qualidade de vida no país e que permitam o desenvolvimento tecnológico do Brasil ou queremos engenheiros repetidores de conhecimentos já sacramentados?

Os processos de formação de engenheiros devem ser vivos e acompanhados por mudanças das demandas da sociedade e das instituições.

12. CONCLUSÕES

Foi gerada uma discussão e reflexão sobre se os processos de ingresso (processos de seleção de alunos) dos cursos de graduação em Engenharia estão realmente cumprindo seus objetivos e se os alunos com o perfil desejado pelas instituições estão sendo selecionados (e se não, como selecioná-los). Espera-se que as contribuições de processos de ingressos efetivos compartilhadas nesta SD possam servir de inspiração para os processos que ainda precisam ser melhorados. Espera-se que a SD também tenha contribuído para um melhor entendimento de políticas públicas que norteiam esses processos, incluindo a questão das cotas.

Certamente, neste capítulo, foram apresentadas algumas boas práticas a serem sugeridas sobre processos de ingresso não efetivos e os participantes foram levados a uma reflexão acerca de qual o perfil de aluno que as instituições almejam, o porquê desse perfil, qual o perfil dos alunos selecionados e qual o impacto que esse perfil vem causando no andamento dos cursos de Engenharia.

13. BIBLIOGRAFIA

AMADEI, Stella. Sistema de cotas na UERJ: uma análise quantitativa dos dados de ingresso. Rev. Eletrônica Vest. [periódico na internet] (2008).

ARAUJO, E. A. O perfil de alunos da área de Ciências Exatas e Engenharias e a qualidade de ensino. Revista de Educação PUC –Campinas, Campinas, n. 12, p. 61-75, junho 2002.

BASTOS, C. L.; KELLER, V. Aprendendo a aprender: Introdução à metodologia científica. 12. ed. Petrópolis: Vozes, 1999. 15-18 p.

BELHOT, Renato V. A didática no ensino de Engenharia. In: XXXIII – COBENGE, Campina Grande – PB, 2005.

BOFF, B.C.; BOOTH, I.A.S.; MARTINS, J.A.; VILLAS-BOAS, V. Núcleos de Apoio ao Ensino de Engenharia: Superando dificuldades para prevenir Evasão. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014, Juiz de Fora. Anais do XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Brasília: ABENGE, 2014.

Borges, J. L. das G., Carnielli, B. L. Educação e estratificação social no acesso à Universidade Pública. Cadernos de Pesquisa, v. 35, n. 124, p. 113-139, jan./abr. 2005.

BRASIL. Lei Nº 12.711, de 29 de agosto de 2012. Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências.

CAZES, L.; AVELLAR, S. Obrigatoriedade de cotas nas universidades divide opiniões. Reportagem divulgada em 08/08/2012. Disponível em <<http://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/obrigatoriedade-de-cotas-nas-universidades-divide-opinies-5732108>>. Acesso em 14 jun. 2015.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. Relatórios da Comissão Permanente de Vestibular - COPEVE. Belo Horizonte, mar. 2015.

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS. Sistema Acadêmico Qualidata. Belo Horizonte, mar. 2015

CESPE, 2014a. Guia do PAS 2014. Subprogramas 2012-2014, 2013-2015, 2014-2016. 24p. Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2014.

CESPE, 2014b. Demanda 2014/2. Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2015.

CESPE, 2015. Guia do Vestibular 2015. Editor: José Otávio Nogueira Guimarães. 52p. Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2015.

COSEAC, Coordenadoria de Seleção Acadêmica da UFF – www.coseac.uff.br 2011.

COSEAC, Coordenadoria de Seleção Acadêmica da UFF – www.coseac.uff.br 2014.

CUNHA, Luiz Antonio. Educação e desenvolvimento social no Brasil. 12. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991.

CURY, Carlos Roberto Jamil Educ. Soc., Campinas, vol. 30, n. 108, p. 717-738, out. 2009.

CURY, H. N.; CASSOL, M. Análise de erro em Cálculo: uma pesquisa para embasar mudanças. Acta Scientiae, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 27-36, jan, jun. 2004.

DATAUERJ. Anuário Estatístico da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www2.datauerj.uerj.br/>. Acesso em: 17 de jun. 2015.

DELAINE, D.; DALMON, D.; COELHO, L.; YANAZE, L. K. H.; GRIMONI, J. A. B.; LOPES, R.; DEPIERI, A.; CARDOSO, J. R. Comunidade de Especialistas como Referência para Superar os Desafios Acadêmicos na Criação de um Grupo de Pesquisas em Educação em Engenharia. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014, Juiz de Fora. Anais do XLII Cobenge. Brasília: Abenge, 2014.

DOMINGUINI, L.; GOMES, S. F. & ALVES, E. S. B. Limite de uma função: conteúdo viável para o ensino médio? Rio Grande do Sul, 2011.

EDITAL DE CONVOCAÇÃO PARA O EXAME DE QUALIFICAÇÃO DO VESTIBULAR ESTADUAL 2016. Disponível em: <<http://www.vestibular.uerj.br>>. Acesso em: 17 de jun. 2015.

EDITAL DE CONVOCAÇÃO PARA O EXAME DISCURSIVO DO VESTIBULAR ESTADUAL 2014. Disponível em: <<http://www.vestibular.uerj.br>>. Acesso em: 17 de jun. 2015.

EDITAL DE CONVOCAÇÃO PARA O EXAME DISCURSIVO DO VESTIBULAR ESTADUAL 2015. Disponível em: <<http://www.vestibular.uerj.br>>. Acesso em: 17 de jun. 2015.

FORMIGA, Marcos - Assessor do Conselho Nacional da Indústria-CNI. Fórum de Debates: Escassez de Engenheiros: mito ou realidade. Sindicato de Engenheiros de Minas Gerais – SENGE-MG. Opinião exposta no Fórum do SENGE-2011. Disponível no link: <http://fauufpa.wordpress.com/2011/03/20/opinioes-%E2%80%93-escassez-de-engenheiros-mito-ou-realidade/> Acesso em maio de 2015.

FUVEST. Questionário de avaliação socioeconômica. Disponível em <<http://www.fuvest.br/estat/qase.html?anofuv=2015>> Acesso em 19 de junho 2015.

GASPARIN, P. P.; WEBER, P. E.; HELMANN, L.; SANDMANN, A.; DONEL, M. & ALMEIDA, S. V. O Impacto do Cálculo Diferencial e Integral nos Alunos Ingressantes dos Cursos de Engenharia. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014, Juiz de Fora. Anais do XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Brasília: ABENGE, 2014.

GOES, Antônio. O Elitismo no Ensino Superior. Disponível em http://www2.uol.com.br/aprendiz/n_colunas/a_gois/id240603.htm, 2003.

IDUFF – Sistema Acadêmico da UFF - www.sistemas.uff.br, 2015.

KESSLER, M. C.; FISCHER, M. C. B. Desenvolvendo habilidades cognitivas através da matemática, Scientia, São Leopoldo/RS, v. 11, n. 1, p. 73-94, 2000. Disponível em: <http://www.ufrj.br/emanped/paginas/conteudo_producoes/docs_22/mariacristina_mariacecilia.pdf > Acesso em 20 de junho de 2015.

MARTINS, Carlos Benedito, Educ. Soc., Campinas, vol. 30, n. 106, p. 15-35, jan./abr. 2009.

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, p. 31-39, 2012.

PALMA FILHO, João Cardoso (organizador). Pedagogia Cidadã-Cadernos de Formação – História da Educação. 3 ed. São Paulo: PROGRAD/UNESP e Santa Clara Editora, 2005 p. 75-100.

PEIXOTO, M. C. L. e ARANHA, A. V.(orgs.) In: Universidade Pública e inclusão social: experiência e imaginação. Belo Horizonte: UFMG. 2008.

PEDROSO, C. M. Estratégias para Retenção e Recuperação de Estudantes com Deficiência em Fundamentos de Matemática In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2010, Fortaleza. Anais do XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Brasília: ABENGE, 2010.

PEDROSO, C. M.; KRUPCHACK, J. E. Análise de alternativas para recuperação de fundamentos de matemática no ensino de Cálculo em cursos de Engenharia.

Recife – PE, COBENGE, 2009.

SAUER, L. Z. O Diálogo Matemático e o Processo de Tomada de Consciência da Aprendizagem em Ambientes Telemáticos. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SCHWARTZMAN, S. “A questão da inclusão social na universidade brasileira.”.

SISU Gestão. Disponível em: < <http://sisugestao.mec.gov.br/>>. Acesso em: mar. 2015.

SISU, 2014. Boletim informativo.

SOARES, Clarice M. B. “Reflexões Críticas sobre processos de Aprendizagem de Universitários”, Revista Ensino Superior, Unicamp, SP, 2010. Acesso em http://www.gr.unicamp.br/ceav/revistaensinosuperior/ed02_novembro2010/ed_02_novembro2010_igualdade-acesso.php dia 21/06/2015.

TRIOLA, Mario F. Introdução à estatística. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 696 p.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Edital PROGRAD n°. 001, de 07 de janeiro de 2015. Processo Seletivo SISU/MEC – 2015-1. [2015]. <Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/futuros-alunos/sisu/sisu-2015-1/edital-001-2015-prograd-sisu-2015-1>>. Acesso em 15 de Junho de 2015.

VALENTE, P. S.; MORAES, R. L.; PAIVA, R. R.; GARCIA, B. C. A.; BAIA, F. P.; SILVA, R. C. C. & SOARES, R. P. O. Fundamentos de Matemática: Uma Análise das Dificuldades Apresentadas pelos Ingressantes nos Cursos de Engenharia da UFPA em 2014. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014, Juiz de Fora. Anais do XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Brasília: ABENGE, 2014.

YANAZE, L. K. H.; LOPES, R. Transversal Competencies of Electrical and Computing Engineers considering market demand. IEEE 44th Annual Frontiers in Education Conference, 2014, Madri. Proceedings IEEE FIE 2014, 2014.

CAPÍTULO V

INOVAÇÃO COMO UMA COMPETÊNCIA TRANSVERSAL NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA E TECNOLOGIA

Paulo Ribeiro Lins Júnior

Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB

Ana Cecília Feitosa de Vasconcelos

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Adriana Maria Tonini

Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP/CEFET – MG

Jarbas da Cunha e Silva

Centro Federal de Educação Tecnológica
de Minas Gerais – CEFET – MG

Leandro Key Higuchi Yanaze

Universidade Metodista de São Paulo

Roseli de Deus Lopes

Universidade de São Paulo – USP

Istefani Carísio de Paula

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Alberto do Canto

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Carla ten Caten

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Fernanda Gobbi de Boer

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Sandra Elisa Kunrath
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Rafael Faermann Korman
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Raquel Andrade Barros Ouriques
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

João Felipe Silva Ouriques
Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Arnaldo Pinheiro Costa Gaio
Instituto Nacional de Tecnologia – INT

Maria Gabriela Pinto de Almeida Simões
Instituto Nacional de Tecnologia – INT

Haroldo de Jesus Clarim
Instituto Nacional de Tecnologia – INT

SUMÁRIO

| | |
|--|------------|
| 1. INTRODUÇÃO | 178 |
| 2. FUNDAMENTOS DE INOVAÇÃO | 180 |
| 3. OS CONCEITOS DE HABILIDADE E COMPETÊNCIA | 184 |
| 4. RELATO DE EXPERIÊNCIA NA INSERÇÃO DA TEMÁTICA INOVAÇÃO EM DISCIPLINAS DO CURRÍCULO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – O CASO DA UFCG | 186 |
| 5. FATORES DE NÍVEL INSTITUCIONAL QUE IMPACTAM NA CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO EM UM CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – O CASO DA UFRGS | 189 |
| 5.1 Fatores que influenciam a criatividade no nível organizacional..... | 190 |
| 5.2 Ações realizadas que impactam na criatividade e inovação | 191 |
| 5.2.1 Discussão sobre modelos de ensino e estrutura curricular com os alunos | 191 |
| 5.2.2 Estruturação do Laboratório para Inovação em Projetos de Produtos e Serviços..... | 191 |
| 5.2.3 Utilização de práticas de ensino baseadas na Aprendizagem Ativa | 192 |
| 6. UM MÉTODO PARA IDENTIFICAR E RELACIONAR COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS COM A PRÁTICA DA INOVAÇÃO EM ENGENHARIA – A PROPOSTA DA UNIVERSIDADE METODISTA/USP | 193 |
| 6.1 Competências para a inovação a partir da demanda do mercado | 193 |
| 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 195 |
| 8. REFERÊNCIAS | 197 |

Inovação como uma Competência Transversal na Formação em Engenharia e Tecnologia

1. INTRODUÇÃO

O tema inovação tem sido palco de discussões ao longo dos últimos anos e, atualmente, é uma questão obrigatória quando se fala em desenvolvimento em qualquer cenário. A preocupação em criar algo se torna cada vez maior, uma vez que está cada vez mais difícil idealizar novos assuntos, objetos, processos, métodos, conhecimentos e tecnologias.

Inovação é toda a novidade implantada pelo setor produtivo, por meio de pesquisas ou investimentos, que aumenta a eficiência do processo produtivo ou que implica em um novo ou aprimorado produto. Pesquisas sobre inovação e discussões de políticas enfatizam a importância de se considerar a inovação de uma perspectiva ampla. Uma visão “baseada em conhecimento” concentra-se nos processos interativos através dos quais o conhecimento é criado e trocado no nível intra e interorganizacional.

Muitas indústrias intensivas em conhecimento, como a indústria de transformação de alta tecnologia e os serviços comerciais, cresceram fortemente em várias economias desenvolvidas. Ademais, um vasto conjunto de indústrias de transformação e de serviços ampliou o uso de tecnologias intensivas em conhecimento para processos de produção e provisões de serviços. Apesar da pesquisa e desenvolvimento (P&D) atuar de forma vital no processo de inovação, muitas atividades inovadoras não são baseadas em P&D, ainda que elas dependam de trabalhadores altamente capacitados, interações com outras empresas e instituições públicas de pesquisa e uma estrutura organizacional que conduz ao aprendizado e à exploração do conhecimento.

É fato que a discussão sobre inovação é bem presente no âmbito organizacional, em decorrência do cenário de competitividade acirrada e do ritmo intenso de mudanças em que é permeado. No entanto, para que as organizações recorram à inovação para desenvolver a capacidade de suprir e de criar novas demandas, de forma rápida e eficiente, torna-se pertinente que a mão de obra especializada que atuará nessas indústrias/organizações tenha a inovação como parte desse conjunto de habilidades e competências desenvolvidas ao longo de sua formação. E, para isso, é preciso que a formação em Engenharia e Tecnologia seja rediscutida nesse contexto.

Essa discussão, por sua vez, e tendo internalizado a grande importância do desenvolvimento inovativo para o crescimento econômico e social do país, é vital para a expansão e evolução das diretrizes curriculares dos cursos de Engenharia e Tecnologia, cujas bases principais ainda são similares às de décadas passadas, mesmo com a mudança nos contextos econômico e profissional. Tal afirmativa

pode ser ilustrada por três fatos relativamente recentes:

- Com duração total de cinco anos, o Instituto Superior de Inovação e Tecnologia (ISITEC), filiado ao Sindicato dos Engenheiros do Estado de São Paulo (SEESP), oferece um curso de graduação em Engenharia de Inovação, presencial, com 120 vagas autorizadas, sendo o único do gênero no país. O projeto pedagógico do curso destaca que “a graduação em Engenharia de Inovação tem por objetivo formar profissionais capacitados para integrar e conduzir processos de inovação, com formação eclética e que estejam aptos a entender as demandas da inovação em suas diferentes vertentes – embora possam ser especializados em uma área determinada” e que seu egresso tem o perfil de um profissional que “domina os princípios básicos dos grandes troncos da engenharia contemporânea, uma vez que a inovação exige o conhecimento integrado e transversal entre especialidades, por trabalhar com a combinação das tecnologias existentes para a solução de novos problemas e a satisfação de novas necessidades” (ISITEC, 2015).

- No documento que apresenta as Referências Nacionais dos Cursos de Engenharia, disponível para acesso no site do MEC (MEC, 2015), não existem os termos inovar, inovação ou inovativo. É interessante destacar que esse referencial apresenta as descrições básicas para perfil de egresso, temas abordados na formação, área de atuação e infraestrutura recomendada para 21 modalidades diferentes de Engenharia.

- O número crescente de artigos em eventos, como o COBENGE, e periódicos, como os fomentados pela IEEE – *Education Society* (IEEE, 2015), ou pela própria ABENGE, por meio da Revista de Ensino de Engenharia (ABENGE, 2015), por exemplo, que possibilitam a inferência da importância de abordar o tema inovação de uma maneira mais profunda dentro da formação de engenheiros e tecnologistas.

Tais considerações levantam uma questão-problema vital no âmbito da formação de mão de obra qualificada para esse mercado: *que abordagens usar para que a formação do engenheiro/tecnologista promova o desenvolvimento de habilidades e competências em inovação?*

Esse questionamento norteou a Sessão Dirigida que originou esse texto, cujo objetivo principal foi fomentar a discussão entre os participantes sobre a transversalidade, principalmente das habilidades e competências necessárias para a implementação de inovação nos currículos dos diversos cursos de graduação em Engenharia e Tecnologia.

Como resultado da referida sessão, apresentam-se, neste capítulo, experiências e aspectos relevantes acerca da discussão realizada, pontuando aspectos da transversalidade da inovação dentro dos atuais currículos de Engenharia/Tecnologia e focando na discussão de formação em inovação e não apenas em formação com inovação.

Para consolidação deste capítulo e com o intuito de responder a questão norteadora anteriormente citada, utilizou-se como metodologia a técnica de *focus*

groups, na qual cada professor/pesquisador apresentava seu relato/experiência na Sessão Dirigida e, na medida em que as discussões aconteciam, a relatora tomava nota de todos os pontos apresentados. Em seguida, foi utilizado o cruzamento de dados dessa discussão com os relatos escritos e encaminhados por ocasião da submissão do COBENGE 2015, resultando no capítulo aqui apresentado.

Com base em todos os esclarecimentos aqui realizados, este capítulo está constituído da seguinte forma: além desta parte introdutória, na seção seguinte são apresentados os fundamentos da inovação, seguidos da seção de conceitos de habilidade e competência do ponto de vista educacional, com destaque para competências transversais; a seção 4 apresenta um relato de experiência vivenciada na UFCG sobre a inserção da temática inovação em disciplinas de Engenharia de Produção; a seção 5 apresenta outro relato sobre fatores de nível institucional que impactam na criatividade e na inovação do curso de Engenharia de Produção da UFRGS; na seção 6, é proposto um método para identificar e relacionar competências transversais com a prática de inovação em cursos de Engenharia; e, por fim, a seção 7 traz as considerações finais do capítulo.

2. FUNDAMENTOS DE INOVAÇÃO

A partir do século XX os estudos sobre inovação passaram a ganhar maior destaque devido à publicação da obra do economista Joseph Alois Schumpeter, intitulada Teoria do Desenvolvimento Econômico (*Theorie der Wirtschaftlichen Entwicklung* – título original), em 1911. Para o referido autor, o elemento crucial para que ocorra o desenvolvimento econômico é que surja alguma mudança, de forma espontânea e descontínua, quebrando o equilíbrio do sistema econômico. Ou seja, o desenvolvimento econômico acontece na medida em que são realizadas inovações.

Na visão de Schumpeter (1997), o desenvolvimento econômico pode compreender: 1) Introdução de um novo bem ou de uma nova qualidade de um bem; 2) Introdução de um novo método de produção; 3) Abertura de um novo mercado; 4) Conquista de uma nova fonte de oferta de matérias-primas ou de bens semimanufaturados; e 5) Estabelecimento de uma nova organização de qualquer indústria. Dessa forma, o desenvolvimento, que antes era visto apenas como crescimento proveniente do aumento da riqueza e da população, passa a ser visto como resultado da realização de inovações que produz resultados descontínuos ao já existente (TIGRE, 2014).

No cenário atual em que a competitividade é cada vez mais acirrada e o ritmo de mudanças é intenso, as empresas recorrem à inovação para desenvolver a capacidade de suprir e de criar novas demandas, de forma rápida e eficiente.

O processo de inovação tornou-se cada vez mais essencial à sobrevivência das empresas, visto que “a menos que as organizações estejam preparadas para renovar seus produtos e processos de maneira contínua, suas chances de

sobrevivência estarão seriamente ameaçadas”, principalmente em setores da economia que apresentam um comportamento mais turbulento e propenso a mudanças mais bruscas (TIDD et al., 2008, p. 59).

Conforme o Manual de Oslo (2005), as empresas inovam no intuito de melhorar o seu desempenho, como também veem a inovação como uma chave para obter lucros e fatias de mercados crescentes (MATTOS; GUIMARÃES, 2005).

No entanto, a inovação é comumente confundida com a invenção. Tidd et al. (2008) destacam que a invenção é apenas o primeiro passo para se chegar a uma inovação, ou seja, a invenção é parte de um processo. Para os autores, não basta apenas ter uma boa ideia; é necessário que ela seja desenvolvida e difundida, para que tenha o potencial de ser disponibilizada comercialmente. Para Mattos e Guimarães (2005, p.94), “a inovação pode ser o resultado de uma invenção”. Logo, subtende-se que uma inovação surge de uma invenção, ideia ou oportunidade vislumbrada na empresa, no mercado ou no mundo.

Assim, para um melhor entendimento, torna-se necessário conceituar o termo inovação. Porém, não existe um consenso quanto a sua definição, como pode ser observado no quadro 1, a seguir.

Tabela 1: Definições de inovação

| Autor | Definição |
|---|---|
| Chris Freeman (<i>The Economics of Industrial Innovation</i> , 1982) | A inovação industrial inclui técnica, <i>design</i> , fabricação, gerenciamento e atividades comerciais pertinentes ao <i>marketing</i> de um produto novo (ou incrementado) ou do primeiro uso comercial de um processo ou equipamento novo (ou incrementado). |
| Joseph Schumpeter (1997) | A inovação pode ser entendida como a produção de novas coisas ou das mesmas coisas com métodos diferentes, por meio da combinação de materiais e forças. |
| Manual de Oslo (2005) | Inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios na organização do local de trabalho ou nas relações externas. |
| Mattos e Guimarães (2005) | Normalmente, pensa-se na inovação como na criação de um produto ou processo melhor. No entanto, ela poderia ser tão simplesmente a substituição de um material por outro mais barato em um produto existente, ou uma maneira melhor de comercializar, distribuir ou apoiar um produto ou serviço. |
| Michel Porter (<i>The Competitive Advantage of Nation</i> , 1990) | As empresas alcançam vantagem competitiva através de ações de inovação. Abordam a inovação em seu sentido mais amplo, incluindo tanto novas tecnologias quanto novas formas de fazer as coisas. |

| | |
|---|--|
| Peter Ducker (<i>Innovation and Entrepreneurship</i> , 1985) | A inovação é a ferramenta específica de empreendedores que exploram a mudança como uma oportunidade para diferentes negócios ou serviços. É passível de ser apresentada como uma disciplina, passível de ser aprendida, passível de ser praticada. |
| Richard Branson (<i>DTI Innovation Lecture</i> , 1998) | Um negócio inovador é aquele que vive e respira fora dos padrões. Não se trata apenas de boas ideias, mas de uma combinação das mesmas com uma equipe motivada e uma compreensão instintiva sobre o que seu cliente necessita. |
| Roy Rothwell e Paul Gardiner (<i>Invention, innovation, re-innovation and the role of the user</i> , 1985) | A inovação não implica, necessariamente, apenas a comercialização de grandes avanços tecnológicos (inovação radical), mas também inclui a utilização de mudanças de <i>know-how</i> tecnológico em pequena escala (melhoria ou inovação por incremento). |
| Unidade de inovação, Departamento (<i>Trade and Industry</i> , Reino Unido, 2004) | A inovação é a exploração de novas ideias. |
| Tidd et al (2008) | A inovação é um processo de fazer de uma oportunidade uma nova ideia e de colocá-la em uso da maneira mais ampla possível. |

Fonte: Elaborado a partir de Manual de Oslo (2005); Mattos e Guimarães (2005); Schumpeter (1997); Tidd et al. (2008).

Para desenvolver ou adquirir as inovações, as empresas, de um modo geral, utilizam de algumas atividades específicas: as chamadas atividades de inovação, que são “etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que conduzem, ou visa conduzir, à implementação de inovação” (MANUAL DE OSLO, 2005, p. 56).

As atividades de inovação específicas que as empresas utilizam para promover a inovação, segundo o Manual de Oslo (2005), são as atividades de P&D (Pesquisa e Desenvolvimento) ou outras atividades de inovação (do tipo “não-P&D”), sendo divididas em:

- Pesquisa e desenvolvimento experimental: P&D intramuros (interna) e aquisição de P&D extramuros;
- Atividades para as inovações de produto e de processo: aquisição de outros conhecimentos externos; aquisição de máquinas, equipamentos e outros bens de capital; outras preparações para inovações de produto e de processo; preparações de mercado para inovações de produto; treinamento;
- Atividades para as inovações de *marketing* e organizacionais: preparações para inovações de *marketing*; e preparações para inovações organizacionais.

Contudo, as atividades de inovação serão definidas de acordo com o tipo de inovação que se está trabalhando. Assim como a definição, não existe um padrão quanto à classificação da inovação. No Manual de Oslo (2005), as inovações são

diferenciadas em quatro tipos, sendo:

- Inovação de produto: é definida pela introdução de um bem ou serviço novo ou significativamente melhorado no que diz respeito a suas características funcionais e de usos previstos. Os melhoramentos significativos ocorrem, por exemplo, em mudanças dos materiais e componentes utilizados.
- Inovação em processo: inclui a implementação de um novo método de produção ou de distribuição, ou o melhoramento significativo nos métodos de produção e distribuição já existentes na empresa. As mudanças ocorrem nas técnicas, nos equipamentos e/ou nos *softwares*.
- Inovação em *marketing*: é a implementação de um novo método de *marketing* na empresa que represente mudanças significativas na concepção, embalagem, posicionamento, promoção ou na fixação dos preços dos produtos comercializados. Para se caracterizar como uma inovação de *marketing*, o método deve nunca ter sido implementado antes na empresa.
- Inovação organizacional: refere-se à implementação de um novo método organizacional nas práticas de negócio, na organização do local de trabalho ou nas relações externas, que a empresa ainda não tenha utilizado anteriormente.

O Manual de Oslo (2005) também discute quanto à novidade da inovação, se esta pode ser nova para a empresa, nova para o mercado ou nova para o mundo. A inovação é considerada nova para a empresa quando as mudanças implementadas já existem em outras empresas. Nova para o mercado quando a inovação é pela primeira vez introduzida nas empresas do mesmo mercado. É nova para o mundo quando a inovação é pioneira em todas as indústrias e mercados, tanto nacional quanto internacional (MANUAL DE OSLO, 2005, p. 69-70).

Tidd et al (2008) propõem quatro categorias que uma inovação pode assumir, o que eles chamam de “4 Ps da inovação”:

- Inovação de produto: são mudanças realizadas nos produtos e serviços oferecidos por uma empresa ou quando há a criação de novos produtos ou serviços;
- Inovação de processo: são mudanças realizadas nos métodos de fabricação e na forma como os produtos ou serviços são entregues;
- Inovação de posição: a mudança acontece no contexto em que o produto ou serviço é introduzido;
- Inovação de paradigma: são mudanças na forma de como pensamos em algo, ou seja, mudança na forma em como a empresa está acostumada a fazer.

As inovações ainda podem ser classificadas como incrementais ou radicais, dependendo do impacto (intensidade) que essa inovação pode causar.

As inovações de ordem incremental são aquelas que se originam a partir de ajustes contínuos em tecnologias já existentes no mercado (SCHUMPETER, 1997; TIDD et al., 2008). Tidd et al. (2008) ainda destacam que, na maioria das vezes, as inovações realizadas nas empresas são de ordem incremental. “Isso se justifica porque normalmente a inovação incremental exige menos investimento de tempo

e recursos para ser implementada e riscos menores que as inovações estruturais e radicais, sendo consideradas inovações não drásticas” (ZILBER; PEREZ; LEX, 2009, p. 710, apud, KÜHL, 2012, p. 34).

Já a inovação radical ou disruptiva é “aquela que causa um impacto significativo em um mercado e na atividade econômica das empresas nesse mercado” (MANUAL DE OSLO, 2005, p. 70). Segundo Tidd et al. (2008), a inovação radical é aquela que surge por meio de mudanças descontínuas gerando algo completamente novo ou uma resposta a condições profundamente alteradas.

Desta forma, pode-se concluir que uma inovação provoca desde mudanças mais simples até mudanças tidas como transformadoras não só para uma empresa, como também na educação, em atividades diversas e, por conseguinte, para a sociedade (TIDD et al., 2008).

Em síntese, o essencial da inovação é o sentido que se constrói a nova maneira de ver aquilo que já existe e o que já é realizado. Direcionando para as questões relativas à educação, é importante atentar para os valores, significados e representações que embasam o núcleo básico do conceito de inovação em educação.

3. OS CONCEITOS DE HABILIDADE E COMPETÊNCIA

Gary Hamel e C.K. Prahalad afirmam que habilidades e competências de pessoas e organizações são efetivamente recursos disponíveis e representam competências disponíveis às organizações a fim de se desenvolver inovações (HAMEL; PRAHALAD, 1998, p. 293).

O termo competência vem sendo usado em várias acepções, tais como competência essencial, organizacional, técnica, emocional, transversal entre outras. No âmbito das empresas, ora refere-se a uma especialidade técnica de um trabalhador específico, ora a um conjunto de capacidades. No campo da gestão de pessoas, Fisher, Dutra e Nokata (apud BIANCO; ZANDONADE, 2014, p. 448), apontam que há a visão americana na qual a competência restringe-se a um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes em si desvinculado de um contexto social, econômico, histórico e que serviria apenas para aumentar o desempenho e melhorar resultados das organizações, agregando valor a estas.

Por outro lado, há a abordagem francesa. Conforme Yves Lichtenberger (apud ZARIFIAN, 2001, p. 68), a competência é o “... tomar iniciativa e o assumir responsabilidade do indivíduo diante de situações profissionais com as quais se depara...”, ao que Zarifian complementou em seu modelo: competência “... é um entendimento prático de situações que se apoiam em conhecimentos adquiridos e os transformam na medida em que aumenta a diversidade das situações” (ZARIFIAN, 2001, p. 72). Ou seja, a competência se constrói na experiência, na dinâmica da aprendizagem e na habilidade de mobilizar conhecimentos para resolver situações-problema.

Segundo Perrenoud (1999), competência em educação é a capacidade de mobilizar eficazmente um conjunto de conhecimentos para solucionar com pertinência e eficácia uma série de situações-problema com uma postura reflexiva, capacidade de observar, de regular, de inovar, de aprender com os outros.

O fato é que a noção de competência, em termos gerais, é multidimensional, ou seja, contempla várias características e é proveniente de várias fontes e campos de saberes objetivos e subjetivos, conhecimentos técnicos específicos, habilidade comunicativa, inteligência emocional, história de vida, entre outras.

Para Bernard Rey (2002), a competência transversal seria um construto intencional capaz de conduzir o homem moderno a gerar e adaptar seus atos e palavras a fim de compreender o mundo e a si mesmo; competência como “poder do conhecimento”. As competências transversais seriam configuradas a partir do desenvolvimento de ações mobilizadas intencional e contingencialmente que obviamente são capazes de gerar inovações diante de situações e necessidades que se apresentam na base das atividades humanas, sejam elas quais forem. Ou seja, trata-se de um “[...] *savoir-faire* ou de aptidões que se poderia detectar ou tentar construir [...] (e) [...] que seriam comuns a várias disciplinas escolares ou, pelo menos, que não seriam específicas a esta ou aquela matéria” (2002, p. 14). Sua potencialidade, “[...] deve poder ser colocada em prática em outras situações diferentes daquela em que foi assimilada” (2002, p. 16), colocando a questão da aplicação e transferibilidade do conhecimento de uma área de domínio técnico para outra, de forma coerente e adequada às especificidades das mais variadas situações-problema.

Rey (2002, p. 52) argumenta que, nos dias de hoje, exige-se que o trabalhador:

“[...] possua um domínio da lógica de diversas transformações sucessivas do objeto, ou seja, de vários ofícios [...] (e) [...] deve dominar a linguagem de programação da máquina, ou seja, os diferentes códigos e procedimentos de informação e de comando. A competência especializada é substituída por uma competência múltipla, o que constitui uma primeira forma de transversalidade”.

Rey (2002, p. 48) reforça a ideia de que competência “[...] é uma disposição para com a oportunidade”, ao passo que também é uma “potencialidade do sujeito”, tendo em vista que sua efetivação implica em estar atento a aspectos e perspectivas que configuram a transversalidade.

A despeito de que competências se formam em todos os âmbitos e fases da vida, escolas e professores representam histórica e respectivamente o espaço e os agentes formadores de competências. Assim, a questão crucial que se coloca é a de como abordar ou incorporar as competências transversais, bem como a competência em inovação no currículo dos cursos de Engenharia e Tecnologia.

De acordo com TONINI e LIMA (2009), as dimensões técnica, generalista, humanística e crítica esperadas na formação do engenheiro devem permitir, conforme a Resolução das DCN 11/2002, a construção de um novo perfil do

profissional de Engenharia que considere não somente a capacidade de propor soluções tecnicamente corretas, mas também a ambição de considerar os problemas em sua totalidade, a base filosófica com enfoque na competência, a preocupação com a valorização do ser humano e a preservação do meio ambiente, a integração social e política desse profissional (TONINI; LIMA; 2009, p. 37).

Segundo Perrenoud (1999), programas ou currículos escolares baseados na abordagem por competência devem, a partir da transposição didática, ou seja, práticas pedagógicas que contemplem a integração e mobilização de conhecimentos, contemplar a adoção de pedagogias ativas como projetos e situações-problema significativos.

O autor ressalta que se faz necessário uma transformação tanto do docente quanto do aluno, numa nova forma de contrato didático em que o aluno deve,

“... implicar-se, participar de um esforço coletivo para elaborar um projeto e construir, na mesma ocasião, novas competências. Ele tem direito a ensaios e erros e é convidado a expor suas dúvidas, a explicitar seus raciocínios, a tomar consciência de suas maneiras de aprender, de memorizar e de comunicar-se.” (PERRENOUD, p. 65).

Por outro lado, requer-se do docente uma capacidade de incentivar e orientar a experimentação, aceitar erros como fontes de regulação e progresso, bem como valorização da cooperação (PERRENOUD, p. 65). Para docentes e discentes faz-se necessário uma nova relação com o saber, fazendo o exercício constante de metacomunicação.

4. RELATO DE EXPERIÊNCIA NA INSERÇÃO DA TEMÁTICA INOVAÇÃO EM DISCIPLINAS DO CURRÍCULO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – O CASO DA UFCG

A inovação, conforme Utterback (1994), promove um redesenho das regras de concorrência e limites industriais. No entanto, nem todas as empresas ou países acompanham ou possuem ferramentas para cooperar com essas transformações.

A velocidade com que as mudanças tecnológicas ocorrem aponta quais são os países que estão à frente dos demais em termos concorrenciais. Para Sachs (2000), a tecnologia é o que define os países e não mais a ideologia, sendo sua capacidade determinante no futuro de cada país.

O mesmo autor apresenta dados relacionados à inovação tecnológica, os quais indicam que no hemisfério norte é onde se encontram os países mais inovadores, e estes representam 10% da população mundial, além de contribuírem com 41% da produção mundial. Já no hemisfério sul, com exceção da Austrália, a maior parte dos países é classificada como “tecnologicamente excluída” ou “capaz de adotar tecnologias”. Nesta classificação, o Brasil encontra-se, em sua maioria territorial, como tecnologicamente excluída. Apenas uma pequena parte

das regiões sul/sudeste é tratada como capaz de adotar tecnologias.

O cenário brasileiro não é favorável no que tange à inovação e ao crescimento econômico. Além disso, há uma discussão pertinente que acontece um pouco antes dos investimentos diretos das empresas em P&D: a qualificação dos egressos dos vários cursos oferecidos pelas universidades, especialmente os cursos de Engenharia.

As mudanças provocadas pela evolução das tecnologias de comunicação interferem diretamente na forma com que adquirimos conhecimentos e realizamos atividades. Há uma necessidade de conhecimentos diversificados, uma vez que as inovações assumem, cada vez mais, um caráter multidisciplinar.

Os egressos dos cursos de Engenharia encontram uma realidade diferente em espaços de tempo cada vez menores. Neste ponto, a qualificação desses egressos não pode ser resumida à resolução de problemas rotineiros ou desempenho de atividades-padrão que requerem apenas os conhecimentos tradicionais. É indispensável uma formação, ainda que com habilitações específicas, com conteúdo multidisciplinar que permita o desenvolvimento do pensamento sistêmico.

Nesse sentido, alguns questionamentos se direcionam para uma discussão aprofundada sobre a importância de tratar a temática da inovação nos cursos de Engenharia: a maior parte dos currículos das universidades oferece a qualificação necessária para que o egresso desenvolva projetos inovadores? Os egressos conseguem conduzir processos de gestão de conhecimento para inovação dentro das organizações? Eles sabem captar, produzir e disseminar conhecimento de forma sistemática que contribua para o desenvolvimento tecnológico das organizações, bem como de novos produtos e serviços?

À medida que entendemos a inovação tecnológica como primordial para o desenvolvimento e crescimento econômico dos países, evidencia-se a necessidade de uma mudança nos currículos dos cursos de Engenharia. Mudanças que possibilitem ao egresso uma maior amplitude de conhecimentos, através do caráter multidisciplinar e da habilidade de condução de projetos inovadores. Além de conhecer processos de criação de conhecimento, saber como conduzi-los e disseminá-los nas organizações.

Nessa perspectiva, esta seção relata a experiência prática da inserção da temática inovação em duas disciplinas ministradas no curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Trata-se de um estudo qualitativo e descritivo que relata a experiência da introdução da temática inovação em duas disciplinas obrigatórias do currículo do curso: Gestão da Informação e Fundamentos de Administração. O período que contempla essa prática compreende meados de 2013 até meados de 2015. Cada disciplina conteve uma média de 33 alunos por semestre.

A ementa da disciplina de Fundamentos da Administração (30 horas/aula) compreende os seguintes conteúdos: As funções da Administração; As áreas de atuação executiva; A organização: estrutura, componentes e processos; Administração do fator humano; e Empreendedorismo: conceito e fundamentos.

A disciplina é ministrada no 2º período do curso e a ela foram adicionados conteúdos referentes a conceitos iniciais de inovação, principais mudanças ocorridas ao longo do tempo que tiveram a tecnologia como motivação principal e como essas mudanças transformaram a forma de gestão.

Como a disciplina traz conceitos relacionados à gestão de empresas, o conteúdo de inovação também apresenta como as tecnologias de informações estão, na atualidade, integradas às atividades das empresas. Além disso, a gestão da inovação está bem relacionada à identificação e capacitação de desenvolvimento de padrões de comportamento que tornem a aprendizagem possível (TIDD; BESSANT; PAVITT, 2008).

A ementa da disciplina Gestão da Informação (60 horas/aula) aborda os conteúdos: Introdução aos sistemas de informação nas organizações; Fundamentos dos sistemas de informação; Os sistemas de informação para operações empresariais; Os sistemas de informação colaborativos; Os sistemas de informação para apoio à decisão gerencial; Sistemas de informação executiva (EIS); Sistemas de informação para vantagem estratégica; Desenvolvimento de soluções para as empresas com a tecnologia de informação.

Além de abordar os conteúdos já presentes na ementa, que compreende a adoção de sistemas de informação para monitoramento de informações internas e externas da empresa, adotou-se a temática da gestão do conhecimento para inovação. Nesse aspecto, essa junção tem como objetivo mostrar a importância do raciocínio dialético para construção de novos conhecimentos.

Dado que o monitoramento da informação, em sua essência, promove uma melhor tomada de decisão, as empresas, imersas em um ambiente de evolução tecnológica, precisam fazer uso dessas informações para o próprio desenvolvimento tecnológico. Sendo assim, a compreensão do raciocínio dialético, cujo conceito está no cultivo do conflito e oposição de ideias para mudança, deve ser entendida.

O produto gerado pela gestão da informação requer um método para ser mais aproveitado. Gerir informações apenas para se adaptar às novas circunstâncias do mercado limita o poder cognitivo e as possibilidades da empresa de gerar inovações, pois o conteúdo original da ementa da disciplina não trata das ferramentas para tal processo.

Entender o conhecimento nas suas dimensões epistemológicas e ontológicas é uma das chaves para que as empresas consigam processar as informações coletadas através da gestão da informação, juntamente com os conhecimentos tácito e explícito da empresa. Por esta razão, atrelar os conteúdos tradicionais das grades curriculares à temática da inovação pode oferecer ferramentas para o desenvolvimento de processos de inovação dentro das empresas.

O desenvolvimento das tecnologias de informação promoveu mudanças profundas na forma como vivemos em sociedade e nas empresas, especialmente os modelos de negócios. As inovações introduziram novos formatos organizacionais que trazem, em sua maioria, achatamento de suas estruturas, flexibilidade e trabalho colaborativo.

Mais importante que entender essas transformações é saber conduzi-las.

A introdução da temática da inovação nessas duas disciplinas tem se mostrado favorável e justificada. Alinhar o pensamento inovador ao conteúdo tradicional pode modificar a forma com que o egresso desenvolva suas atividades rotineiras nas empresas.

O mesmo estará habilitado a conduzir processos de inovação, sabendo como captar, gerir e compartilhar conhecimento a partir dos conteúdos vistos em sala. Pôde ser constatado que alunos que adquiriram esse conhecimento já começaram a utilizá-lo antes de sair da universidade. Tal fato foi observado, especificamente, em um relatório de estágio de um aluno em uma indústria. O estudante desenvolveu atividades relativas à inovação na melhoria de processos de produção.

5. FATORES DE NÍVEL INSTITUCIONAL QUE IMPACTAM NA CRIATIVIDADE E INOVAÇÃO EM UM CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – O CASO DA UFRGS

O principal determinante de sucesso de uma empresa – e, conseqüentemente, de uma indústria ou de uma região – é a capacidade de continuamente inovar, reinventando áreas de atuação, competências, processos, produtos, serviços ou modelos de negócio (IRELAND; WEBB, 2007; RUBERA; KIRCA, 2012). As pessoas, como fonte de ideias, estão na própria origem do processo de inovação e os aspectos individuais como criatividade, experiência, capacidade de aprendizado, persistência e dedicação são essenciais em uma força de trabalho capaz de empreender inovações (BOER et al., 2014).

Reconhece-se que o desempenho criativo é função de variadas condições individuais das pessoas e do ambiente em que se está inserido. Por tratar-se de um fator de grande relevância para a produção da inovação, o estudo da criatividade nas organizações busca entender o fenômeno especificamente no contexto organizacional, ambiente repleto de características oriundas do segmento de atuação, da estrutura organizacional existente e sujeito a forças sociopolíticas (WEISBERG, 2006).

Segundo Kunrath (2014), os fatores que influenciam a criatividade no ambiente da organização podem ser divididos em três níveis: individual, de grupo e organizacional, sendo este último o contexto em que a criatividade irá florescer e desenvolver-se. O ambiente organizacional engloba a cultura, o clima e a estrutura organizacional, além da estratégia e da alta liderança.

No grupo de profissionais com perfil inovador, os engenheiros têm participação fundamental (LEMOS et al., 2008). Segundo Batalha et al. (2008), o engenheiro deve estar apto a tratar do projeto, do aperfeiçoamento e da implementação de sistemas que integram pessoas, materiais, informações, equipamentos e energia. Essas são competências que precisam ser desenvolvidas ao longo dos cursos de graduação e pós-graduação. Nesse contexto, o caso apresentado nesta seção refere-se a um estudo realizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul e

tem como objetivo apresentar as ações realizadas em um curso de Engenharia de Produção que impactam na criatividade e na inovação, tendo como referência os fatores de nível institucional que influenciam a criatividade.

5.1 Fatores que influenciam a criatividade no nível organizacional

O ambiente de trabalho pode exercer forte impacto na criatividade por meio de sua capacidade de influenciar a motivação (AMABILE, 1996). Essa afirmativa é exemplificada em organizações como a 3M, IDEO, Pixar e Google, entre as quais se observam que os fatores culturais e os demais fatores existentes no ambiente são antecedentes críticos para o desenvolvimento de projetos criativos de sucesso (KLOTZ et al., 2012; MAUZI; HARRIMAN, 2003; KELLEY; LITTMAN, 2007).

Segundo Kunrath (2014), os fatores que influenciam a criatividade, e, conseqüentemente, a inovação no nível organizacional podem ser detalhados, conforme é apresentado no quadro 2.

Tabela 2: Detalhamento dos fatores de nível organizacional

| Nível | Fator | Detalhamento do Fator (nível 1) |
|----------------|---|--|
| Organização | Cultura Organizacional | Valor que legitime o conflito como caminho para a exposição e a exploração de ideias diversas entre si |
| | | Valor que legitime o erro como um método de aprendizado da organização |
| | | Valor que incentive o livre fluxo de informações e conhecimentos |
| | | Valor que reconheça a tomada de riscos e a autonomia como comportamentos desejados na organização |
| | | Valorização da colaboração entre pessoas e grupos de trabalho. |
| | | Valorização e reconhecimento da expertise e do envolvimento das pessoas |
| | Clima Organizacional | Ênfase nos Resultados |
| | | Funcionalidade dos Meios |
| | | Orientação do Modelo de Recompensas |
| | | Suporte para a Atividade |
| | | Suporte socioemocional |
| | Estrutura Organizacional | Suporte |
| | | Práticas de Gestão de Pessoas |
| | | Modelo de Estrutura da Organização |
| | Estratégia da Organização | Arranjo Físico do Espaço de Trabalho |
| | | Estratégia de Inovação |
| Alta Liderança | Envolvimento e Valorização da Inovação pela Alta Gestão | |

Fonte: Adaptado de Kunrath (2014).

5.2 Ações realizadas que impactam na criatividade e inovação

Percebendo a necessidade de mudança no ensino e a demanda pelos estudantes e professores por um ambiente inovador e colaborativo, o curso de Engenharia de Produção, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, está passando atualmente por um período de reestruturação. Entre as ações realizadas, destacam-se nesse estudo aquelas relacionadas aos fatores organizacionais que impactam na criatividade e inovação, as quais são descritas a seguir.

5.2.1 Discussão sobre modelos de ensino e estrutura curricular com os alunos

Korman (2015) descreve em seu estudo o processo de reforma curricular do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Nesse processo, foram promovidos diversos momentos para discussão das mudanças com os professores e o Núcleo Docente Estruturante (NDE), mas também houve a preocupação de aproximar e envolver os alunos com o objetivo de compreender suas necessidades e torná-los ativos na mudança. Esse esforço fica evidente no trabalho realizado durante a semana acadêmica de 2014, em que foi promovida uma palestra de *benchmarking* e uma dinâmica sobre o modelo de ensino vigente.

A primeira atividade proposta para a semana acadêmica consistiu em uma palestra de *benchmarking* das universidades de Harvard, MIT e Olin College, relatando como cada uma delas está trabalhando na perspectiva da reforma do modelo de ensino. O objetivo era dar um panorama global sobre o assunto, mostrando como o tema está no cerne das discussões das maiores universidades de Engenharia do mundo. A segunda atividade consistiu em uma dinâmica integrando alunos e professores para discutir o atual modelo de ensino do curso, com o propósito de tentar reformulá-lo de acordo com o que se considerava ideal. Em seguida, todos os participantes reuniram-se no auditório para realizar uma análise conjunta das discussões e eleger, por votação, os aspectos do modelo de ensino que deveriam ser abordados primeiramente na reforma curricular do curso.

5.2.2 Estruturação do Laboratório para Inovação em Projetos de Produtos e Serviços

Paula e Echeveste (2014) relatam a experiência de estruturação do Laboratório para a Inovação em Projetos de Produtos e Serviços – IP2S, em colaboração entre os programas de pós-graduação PPGEP (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) e PGDesign. O laboratório destina-se a promover a inovação e preparar tecnicamente os profissionais; desenvolver novos conhecimentos e aprimorar os existentes; consolidar e disseminar práticas, métodos e ferramentas que promovam bons resultados relacionados à criatividade e inovação.

5.2.3 Utilização de práticas de ensino baseadas na Aprendizagem Ativa

Boer, ten Caten e Paula (2014); Boer e ten Caten (2014) relatam a implementação de práticas de ensino estruturadas a partir da metodologia *Problem Based Learning* fundamentada na Aprendizagem Ativa. As aplicações têm como objetivo apoiar o ensino de projeto de experimentos e tornar o aluno proativo e motivado na busca pelo conhecimento. Uma das práticas consiste na estruturação de uma linha de produção de aviões de papel. Os alunos precisam estudar os fatores de operação e sistemas de produção para otimizar o tempo de produção. Já a segunda prática consiste em uma adaptação dos experimentos com helicópteros de papel propostos por Box e Liu (1999), em que os alunos estudam fatores relacionados à estrutura de um helicóptero para otimizar seu tempo de voo.

As práticas desenvolvidas possibilitaram aos alunos exercitar suas capacidades de trabalhar em grupo, analisar e solucionar problemas e de planejar experimentos, simulando as situações encontradas no dia a dia pelos engenheiros. Foi proporcionado, também, no final da experiência, um momento de reflexão e discussão sobre os eventuais erros cometidos e problemas encontrados enquanto realizavam a atividade.

É possível observar o impacto das ações descritas no item 5.2 em alguns dos fatores institucionais críticos para a criatividade e inovação, identificados anteriormente. A discussão com os alunos e professores sobre o modelo de ensino vigente e a reforma curricular do curso de Engenharia de Produção abordou os valores desdobrados da cultura e do clima organizacional e da alta liderança, que valorizou, através da dinâmica proposta, as ideias inovadoras. Buscou-se a exploração das ideias diversas, integrando docentes e discentes, que podem apresentar necessidades e expectativas diferentes; promoveu-se o fluxo de informação livre entre professores e alunos, o reconhecimento da expertise e do envolvimento dos participantes, além da valorização do trabalho em grupo e eliminação de barreiras hierárquicas.

Já a estruturação do Laboratório IP2S tem impacto na estrutura organizacional e na estratégia da organização. Ao disponibilizar um ambiente propício e motivador para a criatividade, a universidade busca dar o suporte necessário à inovação através do espaço físico, das práticas e ferramentas utilizadas e do modelo de inovação proposto.

Por fim, as práticas de ensino de Aprendizagem Ativa contemplam fatores relacionados à cultura e ao clima organizacional, uma vez que motivam os alunos a solucionar problemas e a lidar com riscos, a serem proativos no processo de ensino-aprendizagem e legitima o erro como um método de aprendizado.

A universidade reconhece que a criatividade irá gerar inovação, e, portanto, deve ser desenvolvida pelos seus alunos, sendo, no caso apresentado, os alunos do curso de Engenharia de Produção. Através das ações, observou-se que os alunos sentiram-se mais próximos dos docentes e, conseqüentemente, mais à vontade para propor ideias. Também se sentem motivados e desenvolvem sua

criatividade em sala de aula, nas disciplinas conduzidas no laboratório IP2S e nas que envolvem práticas de Aprendizagem Ativa.

6. UM MÉTODO PARA IDENTIFICAR E RELACIONAR COMPETÊNCIAS TRANSVERSAIS COM A PRÁTICA DA INOVAÇÃO EM ENGENHARIA – A PROPOSTA DA UNIVERSIDADE METODISTA/USP

O professor Nakao sintetiza o conceito de competência em palestras e apresentações com a seguinte fórmula (NAKAO; BORGES; SOUZA & GRIMONI, 2012, p. 32):

Competência = (conhecimento + habilidades) atitudes.

As competências transversais podem ser definidas como a conjunção de competências pessoais e interpessoais de um agente que contribui para a execução de tarefas e processos em um nível mais elevado de eficiência (PINKOWSKA; LENT & KERETHO, 2011).

Segundo DE KEREKI (2011), as competências transversais podem ser consideradas genéricas ou gerais e abrangem as aptidões instrumentais (cognitivas, metodológicas, tecnológicas e linguísticas), interpessoais (para o relacionamento em grupo, comportamento e motivação) e sistemáticas (relacionadas ao funcionamento de um sistema – contexto, legislação, resolução de problemas).

6.1 Competências para a inovação a partir da demanda do mercado

A partir das definições apresentadas, buscaram-se métodos de identificar e relacionar as competências transversais que estariam aderentes à prática inovadora do engenheiro para, então, passar a refletir em como incentivar e promover tais competências durante o processo de formação do engenheiro.

A partir do estudo apresentado na IEEE *44th Annual Frontiers in Education Conference – IEEE FIE 2014* (YANAZE & LOPES, 2014), esta seção traz a proposta de um método de investigação, exploração e reflexão sobre as competências transversais desejadas em um engenheiro a partir da demanda de empresas que anunciam vagas de trabalho com foco em inovação.

A pesquisa foi inspirada pelo trabalho de Lima, Mesquita e Rocha (2013), no qual anúncios de emprego para engenheiros de produção de jornais portugueses foram analisados.

No caso desta pesquisa, foram analisados anúncios de emprego encontrados no portal online IEEE Job Site - <http://carrers.ieee.org>, com foco em Engenharia Elétrica e de Computação.

A análise foi realizada em abril de 2014, sendo considerado um total de 1.775

anúncios, dos quais 390 (que continham a palavra *innovation* no título ou escopo do texto, voltados para Engenharia) foram analisados em profundidade. Com esta análise em profundidade, foi possível compilar os seguintes resultados, contendo a identificação e quantificação percentual de repetição das competências transversais mais citadas nos 390 anúncios analisados:

- Habilidades de comunicação: 74,1%
- Colaboração/trabalho em grupo: 49,25%
- Liderança/delegar trabalho: 35,74%
- Disposição para viajar: 27,03%
- Interdisciplinaridade: 23,72%
- Resolução de problemas: 21,92%
- Pensamento analítico e conceitual: 21,92%

Com esses números, fez-se uma equivalência com as competências citadas no ENADE (Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes) para os alunos em Engenharia Elétrica (BRASIL, 2014).

Normalizando a porcentagem das competências dos anúncios, foi possível somar e chegar a um total conceitual de ênfase e a lista do ENADE. É necessário considerar esta relação como conceitual, pois usa dados da demanda de mercado global e faz a relação com as diretrizes nacionais como uma forma preliminar para refletir quais competências transversais devem ser incentivadas durante a formação do engenheiro, para que consigam atuar de forma inovadora. Com isso, desenvolveu-se a tabela 3.

A partir da tabela de relacionamento conceitual entre as competências citadas pelo ENADE para os currículos de formação em Engenharia Elétrica (contexto nacional) e as competências transversais ressaltadas em anúncios de emprego para engenheiros elétricos e da computação com foco na inovação (em contexto global), é possível ter uma base para o planejamento de um curso de Engenharia com foco em inovação.

É possível observar, por exemplo, que a formação do engenheiro deve prever a atuação em equipes multidisciplinares (equivale a 27% no total normalizado da tabela). Para tanto, deve aprimorar as suas competências transversais de colaboração, trabalho em grupo, liderança, contato com conhecimentos interdisciplinares e habilidades pessoais.

A partir desta constatação, abrem-se precedentes para a reflexão sobre as estratégias pedagógicas que possam suportar o aprimoramento de tais competências transversais que, pela demanda do mercado, são necessárias na ação com foco em inovação do engenheiro.

Tabela 3: Relação das competências do ENADE para Engenharia Elétrica e Estudo de competências a partir da demanda do mercado

| Competências – ENADE | Competências – Anúncios | Valor Normalizado | TOTAL |
|---|---|-------------------|-------|
| I. formação generalista, humanista, crítica e reflexiva | Entusiasmo/ paixão/ motivação | 0,038 | 0,140 |
| | Habilidade em gestão / negócios / marketing | 0,031 | |
| | Trabalho sob pressão / gestão do tempo | 0,029 | |
| | Iniciativa | 0,022 | |
| | Atitude positiva | 0,009 | |
| | Atenção aos detalhes | 0,007 | |
| | Habilidades de persuasão / negociação | 0,004 | |
| II. aptidão em utilizar e desenvolver novas tecnologias | Características para inovação | 0,027 | 0,067 |
| | Atitude "mão na massa" | 0,021 | |
| | Criatividade | 0,019 | |
| III. atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas | Resolução de problemas | 0,051 | 0,109 |
| | Pensamento analítico e conceitual | 0,051 | |
| | Habilidade de gestão de conflitos | 0,007 | |
| IV. aptidão para comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica | Habilidades de comunicação | 0,172 | 0,172 |
| V. atuação em equipes multidisciplinares | Colaboração / trabalho em grupo | 0,114 | 0,273 |
| | Liderança / delegar trabalho | 0,083 | |
| | Interdisciplinaridade | 0,055 | |
| | Habilidades interpessoais | 0,021 | |
| VI. atuação profissional ética e responsável, consciente de aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais | Disposição para viajar | 0,063 | 0,155 |
| | Responsabilidade | 0,033 | |
| | Trabalho independente / mínima supervisão | 0,027 | |
| | Multicultural e global | 0,021 | |
| | Integridade / ética | 0,011 | |
| VII. atitude de constante atualização profissional | Flexibilidade | 0,025 | 0,086 |
| | Multi tarefas | 0,024 | |
| | Altos padrões de qualidade | 0,02 | |
| | Receber direcionamentos | 0,014 | |
| | Curiosidade | 0,003 | |

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inovação é vantagem competitiva indispensável para as organizações, sendo uma das principais fontes de competitividade que as empresas podem apresentar em relação aos seus concorrentes. É com base nesse entendimento que se torna necessário que a inovação tenha sua raiz na capacitação de quem

atuará e direcionará as organizações nas suas ações de competitividade a um médio e longo prazo.

Pautado nesse contexto que este capítulo foi consolidado, buscando congrega exemplos, experiências, relatos e vivências de professores e pesquisadores de diversas instituições, na tentativa de responder ao questionamento norteador da Sessão Dirigida, qual seja: *que abordagens usar para que a formação do engenheiro/tecnologista promova o desenvolvimento de habilidades e competências em inovação?*

Os relatos apresentados demonstraram a necessidade de se pensar em uma maior interligação entre a estrutura dos componentes curriculares e a vivência que os engenheiros/tecnologistas encontrarão ao se depararem com vivências que sequer foram pensadas ou ilustradas como possíveis enquanto estudantes. Foi nesse sentido que a interdisciplinaridade apareceu como ponto convergente entre todas as experiências citadas e como necessidade de fomento e consolidação, pois se entendeu que a transmissão de conhecimentos pontuais, sem uma visão mais sistêmica, por si só, não é garantia para que se tenha aptidão e avalize uma postura mais inovadora frente aos desafios que estes profissionais irão enfrentar no mercado.

Pensar no desenvolvimento de habilidades e competências em inovação exige o pensar em inovação sobre o ponto de vista educacional. É pensar numa nova forma de estruturar os currículos educacionais que busque desestimular uma postura cartesiana e mecanicista tão presentes e tão enraizadas nas práticas de ensino formal, sobretudo, no âmbito da tecnologia. É a busca de uma quebra de paradigmas, porém, possível na medida em que a interdisciplinaridade seja o ponto norteador de como estruturar a educação.

A interdisciplinaridade tem como foco a busca por um processo de ensino-aprendizagem que seja mais integrador e dialético e que possibilite, através de uma organização curricular e de práticas pedagógicas, não só a integralização de conteúdos, mas a mudança possível da construção de uma nova forma de pensar e agir dos engenheiros/tecnologistas, principalmente, quando se tornarem profissionais.

Ademais, a interdisciplinaridade, quando instituída de forma efetiva e com ações, permite um maior aprofundamento da compreensão da relação entre teoria e prática e corrobora para uma formação mais crítica e criativa, condições *sine qua non* para que a inovação aconteça de fato.

Foi com base em todas as discussões e relatos aqui apresentados que se compreende que a interdisciplinaridade constitui a chave de interligação entre o ensinar e o aprender, apresentando-se como um grande desafio a ser encarado e desvendado, para que não pare apenas no discurso a sua importância, mas que constitua, sobretudo, na resignificação das práticas pedagógicas e em novas formas de se pensar as estruturas educacionais.

8. REFERÊNCIAS

ABENGE. <http://abenge.org.br/revista/index.php/abenge>. Acessado em 10 de dezembro de 2015.

AMABILE, T. M. Creativity and innovation in organizations. *Harvard Business School*, v. 9, p. 396-239, 1996. Disponível em: <http://www.evcimen.com/photography/ENTREPRENEURSHIP_files/Creativity%20and%20Innovation%20in%20Organizations.pdf>. Acesso em: 12 out. 2015.

BARBIERI, José Carlos. A contribuição da área produtiva no processo de inovações tecnológicas. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, 1997.

BATALHA, M. O. (org.) *Introdução à Engenharia de Produção*. Campus: Rio de Janeiro, 2008, 312 p.

BIANCO, M.F.; ZANDONADE, V. O trabalho abstrato e a noção de competências: discutindo essa inter-relação no contexto do trabalho industrial. *Revista O&S*, Salvador, v. 21, n. 70, p. 443-466, jul/set 2014. Disponível em <www.revistaoes.ufba.br>

BOER, F. G.; CATEN, Carla Schwengber ten. Aplicação da Metodologia Problem Based Learning para o Ensino de Estatística na Disciplina Tópicos Especiais de Qualidade. In: XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014, Juiz de Fora - MG. Anais XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2014.

BOER, F. G.; CATEN, Carla Schwengber ten; PAULA, I. C. Application of the Problem Based Learning Method in the Discipline 'Statistics for Engineering'. In: ASEE 2014 Zone I Conference, 2014, Bridgeport, Connecticut. Anais ASEE, 2014.

BOER, F. G.; CATEN, Carla Schwengber ten; PAULA, I. C.; KORMANN, R.; CORTIMIGLIA, M.; SILVA FILHO, L. C. P. Reestruturação do modelo de ensino de um curso de Engenharia de Produção buscando fomentar a inovação e o empreendedorismo. In: XIV Colóquio Internacional de Gestão Universitária, 2014, Florianópolis. XIV Colóquio Internacional de Gestão Universitária, Florianópolis, Brasil, 2014.

BOX, G. E. P.; and LIU, P.Y.T. (1999), "Statistics as a Catalyst to Learning by Scientific Method Part I – An Example," *Journal of Quality Technology*, 31(1), 1-15.

DE KEREKI, I.F. Work in progress — Transversal competencies contributions to Computer Science 1 course. Frontiers in Education Conference (FIE), 2011, pp.S3G-1, S3G-3. Outubro de 2011.

FUCK, M. P; VILHA, A.P.M. Inovação Tecnológica: da definição à ação. Revista contemporâneos nº 9. Disponível em: <<http://www.revistacontemporaneos.com.br/n9/dossie/inovacao-tecnologica.pdf>> * Acessado em: 10/12/2015

HAMEL, G.; PRAHALAD, C.K. A competência essencial da corporação. In: MONTGOMERY, C.A.; n PORTER, M.E. Estratégia; a busca da vantagem competitiva. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998, 14 ed.

IEEE. <http://iee-edusociety.org/>. Acessado em 10 de dezembro de 2015.

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.

ISITEC. <http://www.isitec.org.br/>. Acessado em 10 de dezembro de 2015.

KELLEY, T.; LITTMAN, J. *As 10 faces da inovação: estratégias para turbinar a criatividade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

KLOTZ, A. C. et al. Can rewards systems influence the creative individual? In: *Handbook of organizational creativity*. MUMFORD, M. D. (Org.). *Handbook of organizational creativity*. USA: Elsevier, 2012. p. 607-631.

KORMAN, R. F. Os Efeitos da Reforma Curricular na Sala de Aula em um Curso de Engenharia. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2014.

KÜHL, M. R. Interdependência entre a colaboração para inovação e o desempenho sustentável na indústria brasileira de eletroeletrônicos. 2012. 264 p. Tese de doutorado Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2012.

KUNRATH, S. E. Estrutura dos Fatores que Influenciam a Criatividade nas Organizações e o Papel da Gestão de Pessoas como Elemento de Intermediação: um Estudo Exploratório em Empresas Brasileiras. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre: UFRGS: 2014.

LEMOS, 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.

MANUAL de Oslo: Proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica, 2004.

MATTOS, J. R. L.; GUIMARÃES, L. S. Gestão da tecnologia e inovação: uma abordagem prática. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAUZY, J.; HARRIMAN, R. *Creativity, Inc., building an inventive organization*. Boston, MA: Harvard Business School, 2003.

MEC. <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/referenciais.pdf>. Acessado em 10 de dezembro de 2015.

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, p. 31-39, 2012.

PAULA, I. C.; ECHEVESTE, M. E. S. Laboratórios e espaços físicos inovadores para o ensino multidisciplinar de engenharia. In: COBENGE (Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia) 2014, 2014, Juiz de Fora – MG. COBENGE 2014, 2014.

PERRENOUD, P. Construir as competências desde a escola. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PINKOWSKA, M.; LENT, B.; KERETHO, S. Process based identification of software project manager soft skills. Computer Science and Software Engineering (JCSSE), 2011 Eighth International Joint Conference on, pp.343, 348, maio de 2011.

REY, B. As competências transversais em questão. Porto Alegre: Artmed, 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, p. 130-147, 2012.

SACHS, J. A new map of the World. The Economist. London, June, 2000.

TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. Gestão da Inovação. Porto Alegre - RS: Bookman, 2008.

TIGRE, P.B. Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil - Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

TONINI, Adriana Maria; LIMA, M. L. R. Atividades Complementares: Uma Abordagem Pedagógica para Mudar o Ensino de Engenharia. Revista de Ensino de Engenharia, v. 28, p. 36-44, 2009.

UTTERBACK, J. Mastering the Dynamics of Innovation. Cambridge, MA: Harvard Business Press, 1994.

WEISBERG, R. W. *Creativity: understanding innovation in problem solving, science, invention, and the arts*. Hoboken, New Jersey: John Wiley e Sons, 2006.

YANAZE, L. K. H.; LOPES, R. Transversal Competencies of Electrical and Computing Engineers considering market demand. IEEE 44th Annual Frontiers in Education Conference, 2014, Madri. Proceedings IEEE FIE 2014, 2014.

ZARIFIAN, P. Objetivo competência, por uma nova lógica. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012.