

# DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Formação acadêmica e atuação profissional,  
Práticas Pedagógicas e Laboratórios Remotos



**Organizadora:**  
Adriana Maria Tonini

**Autores Coordenadores:**  
Gabriel Loureiro de Lima  
Niltom Vieira Junior  
José Geraldo Ribeiro Júnior

Elzo Alves Aranha  
Jorge Cândido  
Américo Tristão Bernardes  
José Silvério Edmundo Germano

# DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA:

Formação acadêmica e atuação profissional, Práticas Pedagógicas e Laboratórios Remotos

## Organizadora:

Adriana Maria Tonini

## Autores Coordenadores:

*Gabriel Loureiro de Lima*

*Niltom Vieira Junior*

*José Geraldo Ribeiro Júnior*

*Elzo Alves Aranha*

*Jorge Cândido*

*Américo Tristão Bernardes*

*José Silvério Edmundo Germano*



Este livro foi organizado a partir das Sessões Dirigidas realizadas no  
XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE 2017 –  
Joinville, 26 a 29 de setembro de 2017

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**

Vanderli Fava de Oliveira	Presidente
Luiz Paulo Mendonça Brandão	Vice-presidente
Vagner Cavenaghi	Diretor Administrativo
Octávio Mattasoglio Neto	Diretor de Comunicação
Luiz Edmundo Prado de Campos	Diretor Acadêmico

#### **Comissão Organizadora do COBENGE 2017**

*Carlos Emilio Borsa  
Jose Fernando Fragalli  
Mariana Santos Matos Cavalca  
Celso Garcia  
Palova Santos Balzer  
Marcelo Teixeira dos Santos  
Flavio Alves Janones  
Dilarimar Costa  
Gabriel Elias Hernandez*

## **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 Gazzi 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

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: Adriana Maria Tonini

Capa e Diagramação: Estúdio Há2

Ficha Catalográfica preparada pela ABENGE

**DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA: Formação Acadêmica e atuação Profissional, Práticas Pedagógicas e Laboratórios Remotos.** /, Adriana Maria Tonini – Organizadores – Brasília: ABENGE, 2017

189 p

C749 XLIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2017) – JOINVILLE/SC, 26 a 29 de setembro de 2017 – ABENGE

ISBN: 978-85-64541-11-5

1 – Ensino e Aprendizagem; 2 – Currículo Baseado em Projetos; 3 – Educação 4.0; 4 – Educação Empreendedora; 5 – Ensino de Metrologia; 6 – Inovação na Educação em Engenharia

I. Título

CDU: 658.5

## SUMÁRIO

Apresentação ..... 8

Capítulo 01 ..... 9

### **CONTEXTUALIZANDO O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS BÁSICAS E MATEMÁTICA NA ENGENHARIA**

Gabriel Loureiro de Lima, Eloiza Gomes, Adriana Pimenta de Figueiredo, Alex Sandre Kilian, Andréa Soares Bonifácio, Bruna Cavagnoli Boff, Bruno Francisco Teixeira Simões, Cassio Alves, Elenilton Vieira Godoy, Fábio Gerab, Heloisa Helena Albuquerque Borges Quaresma Gonçalves, Isolda Gianni de Lima, Ivete Ana Schmitz Booth, João Bosco Laudares, Laurete Teresinha Zanol Sauer, Luiz Felipe Bortolato Machado, Mara Fernanda Parisoto, Mauricio Romani, Saulo Furletti, Valquíria Villas-Boas.

Capítulo 02 ..... 36

### **CURRÍCULO BASEADO EM PROJETOS**

Niltom Vieira Junior, Otávio de Avelar Esteves, Lucio Garcia Veraldo Junior, Aline Pimentel Gomes, Deise Boito, Eduardo Brum, Luizmar da Silva Lopes Júnior, Simone Fiori, Vera Maria C. Fernandes, Zacarias M. Chamberlain Pravia, Priscila Ferreira Barbosa de Sousa, Elaine Gomes Assis, Edson Pedro Ferlin.

Capítulo 03 ..... 60

### **EDUCAÇÃO 4.0: TENDÊNCIAS E DESAFIOS DA APLICAÇÃO DE IOT NO ENSINO DE ENGENHARIA**

José Geraldo Ribeiro Júnior, Anderson Marcos Henriques, Fabiano Pereira Bhering, Lindolpho O. de Araújo Junior, Maicon Stihler, Sabrina Pereira Ishida, Maria Vitória S.Nicolini, Elís Regina Duarte, Regiane Relva Romano, Anderson Marcos Henriques, Tatiane Augusta Godinho de Carvalho, Adriana Maria Tonini.

Capítulo 04 ..... 78

### **EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA EM ENGENHARIA: SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS NO CONTEXTO BRASILEIRO**

Elzo Alves Aranha, Jorge Candido, Gilmar Barreto, José Tarcísio Franco de Camargo, Estéfano Vizconde Veraszto, Alberto Bastos do Canto Filho, Liane Ludwig Loder, Sérgio Luiz Schubert Severo, Andréa Cristina dos Santos, Fabio Pires, Dianne Magalhães Viana, Paulo Victor de Oliveira Miguel, Samira Muhammad Ismail, Rodrigo dos Santos Cardoso, Claudia Renate Ferreira, Marcia Cristina Sarda Espindola, Ida Luciana Martins Noriler, Christopher Freire Souza, Ewerton Amorim de Oliveira

Capítulo 05 .....126

## **ENSINO DE METROLOGIA NOS CURSOS DE ENGENHARIA**

Américo Tristão Bernardes, Alexandre Mendes, Ana Lúcia Carneiro Fernandes Souto, José Mauro Granjeiro, Luciana e Sá Alves, Marta Ferreira Abdala Mendes, Rodrigo P.B. Costa-Felix.

Capítulo 06 .....159

## **INovação na Educação em Engenharia: uma abordagem sistêmica voltada à criação de um plano estratégico institucional**

José Silvério Edmundo Germano, José André Peres Angotti, Cassiano Zeferino de Carvalho Neto, Martinez Cargnini-Stieler, Simone Leal Schwertl, Maria Helena Campos Soares de Mello, Iago Felicio Dornelas, Elizabeth Ribeiro Sanches da Silva, André Gustavo Schaeffer, Priscila Freitas-Lemes, Douglas Carlos Vilela.

<<http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i1p49-79>>.

BOOTH, I. A. S.; VILLAS-BOAS, V. Aprendizagem significativa sobre reações químicas em Engenharia usando uma sequência didática baseada em uma UEPS. **Anais...** 5º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (ENAS) (p. 321-332). Belém, 2014. Disponível em: <[http://media.wix.com/ugd/75b99d\\_37a230c8a-3b5413aa62a146694374771.pdf](http://media.wix.com/ugd/75b99d_37a230c8a-3b5413aa62a146694374771.pdf)>.

CAMARENA, P. Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería. **Revista Innovación Educativa**, vol. 2, n. 10 e n. 11, p. 22-28 e 4-12, 2002.

\_\_\_\_\_. **Aportaciones de Investigación al Aprendizaje y Enseñanza de la Matemática en Ingeniería**, 2010. Disponível em: <[http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/camarenagallardo/dra.\\_patricia\\_camarena\\_gallardo.pdf](http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/camarenagallardo/dra._patricia_camarena_gallardo.pdf)>. Acesso em: 20 de janeiro de 2016.

\_\_\_\_\_. Concepción de competencias de las ciencias básicas em el nivel universitario. In: DIPP, A.J.; MACÍAS, A. B. (Orgs.). **Competencias y Educación – miradas múltiples de una relación**. México: Instituto Universitario Anglo Español A.C e Red Durango de Investigadores Educativos A.C. p. 88-118, 2011.

\_\_\_\_\_. A treinta años de la teoría educativa “Matemática en el Contexto de las Ciencias”. **Innovación Educativa**, vol. 13, n. 62, 2013.

CAÑAS, A. J. et al. Confiability de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. **Proceedings...** 2nd International Conference on Concept Mapping. San José, Costa Rica. 2006. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/papers/cmc2004-223.pdf>>.

CARDELLA, M. Which mathematics should we teach engineering students? An empirically grounded case for a broad notion of mathematical thinking. **Teaching Mathematics and its Applications**, Oxford University, v.27, n.3, p. 150-159, 2008.

CARR, M. et al. Mathematics diagnostic testing in engineering: an international comparison between Ireland and Portugal. **European Journal of Engineering Education**, 2014, 40(5), 546-556. doi: 10.1080/03043797.2014.967182.

CARVALHO, J. G. D. **Aula de física**: do planejamento à avaliação. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

DEMO, P. Educação Científica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, 1(1), 02-22. 2014. Disponível em: <<http://itp.ifsp.edu.br/ojs/index.php/IC/article/view/10/421>>.

DUVAL, R. **Semiósis e pensamento humano** – registros semióticos e aprendizagens intelectuais. São Paulo: Livraria da Física, 2009.

FANG, N. Using Concept Maps to Illustrate the Evolution of Key Concepts: Student Learning Experience in a Foundational Undergraduate Engineering Course. **Proceedings...** Annual Conference and Exposition, New Orleans, Louisiana. 2016. doi: 10.18260/p.27140.

FIRME, R. N.; RIBEIRO, E. M.; BARBOSA, R. M. N. Análise de uma sequência didática sobre pilhas e baterias: uma abordagem CTS em sala de aula de química. **Anais...** XIV Encontro Nacional de Ensino de Química. Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0756-2.pdf>>.

GANTER, S. L.; BARKER, W. The CRAFTY CUPM Curriculum Foundation Project.

## **Capítulo II**

### **CURRÍCULO BASEADO EM PROJETOS**

*Niltom Vieira Junior*

Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Arcos (IFMG)

*Otávio de Avelar Esteves*

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Campus Coração Eu-carístico (PUC Minas)

*Lucio Garcia Veraldo Junior*

Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL)

*Aline Pimentel Gomes*

*Deise Boito*

*Eduardo Brum*

*Luizmar da Silva Lopes Júnior*

*Simone Fiori*

*Vera Maria C. Fernandes*

*Zacarias M. Chamberlain Pravia*

Universidade de Passo Fundo (UPF)

*Priscila Ferreira Barbosa de Sousa*

*Elaine Gomes Assis*

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

*Edson Pedro Ferlin*

Centro Universitário Internacional (UNINTER)



# SUMÁRIO

<b>1. Introdução.....</b>	<b>38</b>
<b>2. Trabalhos acadêmicos integradores .....</b>	<b>38</b>
2.1 Do suporte legal e organização didática .....	39
2.2 Da interação entre os atores e avaliação .....	40
2.3 Exemplo de tai.....	40
2.4 Sobre a aceitação do tai.....	42
<b>3. Projetos interdisciplinares e a iniciativa cdio.....</b>	<b>45</b>
3.1 Da pesquisa-ação.....	45
3.2 A iniciativa cdio na prática.....	46
3.3 Harmonização das matrizes .....	47
<b>4. Aprendizagem baseada em problemas .....</b>	<b>48</b>
4.1 Uma disciplina exclusiva de pbl.....	50
<b>5. Propostas curriculares blended .....</b>	<b>52</b>
5.1 A educação orientada a projeto .....	52
<b>6. A pbl de baixo impacto como modelo parcial.....</b>	<b>55</b>
6.1 A implantação de um modelo pbl parcial .....	56
<b>7. Considerações finais.....</b>	<b>57</b>
<b>8. Bibliografia.....</b>	<b>57</b>



## **Capítulo II**

# **CURRÍCULO BASEADO EM PROJETOS**

### **1. INTRODUÇÃO**

Um “currículo baseado em projetos” é uma iniciativa que contextualiza e integra, senão na totalidade, quase toda a matriz curricular de cursos e projetos pedagógicos, num viés prático-teórico do “fazer engenharia”, ao longo de todo um percurso formativo e não apenas em uma (ou algumas) disciplina(s). Seu principal objetivo não é restringir a conceituação científica, ao contrário, é expandi-la e oportunizar aos estudantes, desde o início da graduação, situações em que os saberes teóricos se tornem ainda mais evidentes, motivando a descoberta pela experimentação. Experiências bem-sucedidas, nesta amplitude e neste sentido, já são notadas no cenário nacional, como nos cursos de Engenharia Mecânica do IFMG – Arcos e Engenharia de Energia da PUC Minas, instituições de origem do coordenador e relator desta proposta. Esses cursos utilizam o conceito definido por “Trabalhos Acadêmicos Integradores” em que, ao longo de toda a matriz curricular, os estudantes devem apresentar soluções em Engenharia utilizando os conceitos estudados em todas as disciplinas de cada período letivo.

Mais do que simplesmente aplicar conteúdos, esta metodologia objetiva a **integração** entre as disciplinas, e numa abordagem altamente conceituada, teórica e científica, os estudantes devem mostrar, de modo justificado, num ambiente não mais “modularizado e compartimentado”, a verdadeira compreensão dos fenômenos por meio de projetos.

Todavia, essa mudança metodológica traz grandes impactos ao dia a dia universitário e, eventualmente, resistência daqueles já adaptados aos métodos convencionais. Destaca-se que, para seu efetivo sucesso, todos os atores do processo de ensino-aprendizagem precisam se unir em prol desse objetivo, e mudanças atitudinais são necessárias para todos os envolvidos.

Por esta razão, esta sessão dirigida, além de socializar os resultados obtidos em instituições em que tal metodologia já está definida desde seus projetos pedagógicos, objetivou, também, compartilhar outras experiências (da menor à maior escala) que propõem, igualmente, a ruptura de paradigmas, a melhoria dos processos de ensino e a efetiva inovação nos cursos de Engenharia.

### **2. TRABALHOS ACADÊMICOS INTEGRADORES**

De modo a colaborar com a modernização dos cursos e mudar os paradigmas comumente observados no ensino de Engenharia, a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas propôs um modelo transdisciplinar para o curso de Engenharia de Energia, que é apresentado em Esteves e Paula (2006). Tal curso obteve em 2014 o Conceito de Curso (CC) máximo (nota 5) na avaliação do MEC e foi reconhecido pela contribuição inovadora ao ensino de Engenharia

no país (Cf. BONATTO, 2012). Juntamente com a legislação existente, esse curso serviu de referência para o projeto pedagógico do curso de Engenharia Mecânica oferecido pelo IFMG – Arcos e hoje, ambos os cursos apresentam características similares, respeitando as especificidades de cada instituição.

## **2.1 Do suporte legal e organização didática**

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de Engenharia revelam, no seu Art. 5, a importância de que “ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes” (BRASIL, 2002, p. ). Essas diretrizes também afirmam que “deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos” a partir de atividades complementares como, por exemplo, “projetos multidisciplinares, trabalhos em equipe e desenvolvimento de protótipos” (BRASIL, 2002, p. 2).

No que diz respeito à integração do conhecimento, esses cursos trazem uma metodologia de ensino sistêmica “baseada em projetos”, fazendo com que, a cada semestre, os estudantes envolvam-se em uma atividade, definida como TAI (Trabalho Acadêmico Integrador), com caráter multidisciplinar, de modo a demonstrar na prática o domínio, a integração e a contextualização dos saberes acadêmicos.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB, especificamente no que tange ao Ensino Superior, ressalta a importância de “estimular o conhecimento de problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade” (BRASIL, 1996, p. ). Ainda na LDB, quanto aos princípios da educação nacional, consta a “valorização da experiência extraescolar” e a “vinculação entre a educação escolar, o trabalho e as práticas sociais” (BRASIL, 1996, p. 2).

Deste modo, é sugerido ao corpo docente que preconize no dia a dia da sala de aula exemplos, exercícios e desafios que incitem a aplicação da ciência em estudos de caso, contextualizações práticas ou aprendizagem baseada em problemas (RIBEIRO, 2005). Ressalta-se que esta é uma demanda induzida pelo próprio currículo baseado em projetos, uma vez que durante a execução dos TAIs os próprios alunos se tornam hábeis em trazer para o debate de cada disciplina situações práticas nas quais a teoria é necessária.

Cada TAI deve, obrigatoriamente, prever o envolvimento de todas as disciplinas do seu respectivo período letivo. Daí a visão sistêmica, holística, integradora e contextualizada dos saberes teóricos e práticos. A respeito da iniciativa dos estudantes, devem ser procurados todos os docentes do período em curso, para orientação quanto à aplicação dos seus conteúdos no projeto em execução. Aos professores do TAI, propriamente, compete o acompanhamento geral dos trabalhos e a organização das apresentações finais. Além disso, ao longo do ciclo formativo, tais projetos apresentam características diferenciadas: quanto aos cronogramas (projetos com duração total de um, dois e quatro períodos) e quan-

to ao formato (projetos em grupo, projetos individuais<sup>1</sup>, proposição de conceitos ou protótipos, projetos de campo etc.). Ou seja, tal metodologia permite ainda o exercício de habilidades diversas como: trabalho em equipe, liderança, gerenciamento do tempo, estabelecimento de prazos, metas, objetivos e cronogramas.

## 2.2 Da interação entre os atores e avaliação

Por conta da concepção multidisciplinar e holística desses cursos vê-se também maior interação entre todos os atores envolvidos:

- Aluno/aluno: o trabalho em equipe, divisão de tarefas, responsabilidade e socialização são elementos constantemente exercitados para a proposição e desenvolvimento de projetos;
- Professor/professor: o corpo docente, implícita e explicitamente, trabalha em conjunto, vez que para contribuição individual no projeto integrador é necessário, em alguma medida, conhecer o conteúdo e o andamento das demais disciplinas;
- Professor/aluno: face aos desafios envolvidos no desenvolvimento de cada projeto, os alunos têm contínuas oportunidades fora do espaço da sala de aula de se envolverem com os professores para discutir suas propostas e projetos, conforme os temas de interesse e especialidade dos docentes do curso.

Os Trabalhos Acadêmicos Integradores (TAIs) representam de 30% a 50% da nota semestral em cada uma das disciplinas previstas no mesmo período do respectivo TAI, sendo este percentual definido por cada professor (o próprio TAI é também uma disciplina regular do curso, sendo atribuída, portanto, carga horária docente para este acompanhamento)<sup>2</sup>. Uma das avaliações referentes às próprias disciplinas TAIs prevê apresentação de seminário, ao final do semestre, considerando resultados parciais ou finais dos projetos desenvolvidos, perante banca composta pelo professor do TAI e, a seu convite, outros professores do curso (às vezes todos os professores do período).

## 2.3 Exemplo de TAI

Considerando que a maturidade (tanto conceitual quanto da visão de projetos) é promovida com o avançar dos períodos letivos, nos primeiros períodos é natural que o processo de concepção de um projeto seja, às vezes, invertido: os estudantes calouros, comumente, tentam construir um protótipo e, a posteriori, identificar em que medida cada disciplina (e sua integração) pode ser usada para

<sup>1</sup> Apenas para o TAI do último ano, pois, configura-se como o próprio Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

<sup>2</sup> Este percentual variável é utilizado no IFMG, enquanto na PUC Minas ele é fixo em 40%.

explicar os fenômenos envolvidos no trabalho. Entretanto, com as orientações parciais ao longo de cada período, sem, contudo, oportunizar também a aprendizagem a partir do erro, esta lógica é coerente e rapidamente alterada, de modo que os estudantes projetem, dimensionem, modelem e justifiquem cada componente dos projetos para sua posterior construção.

A título de exemplo, apresenta-se, na Figura 1, um projeto proposto por um grupo de 1º período no IFMG.

Figura 1 – Desenvolvimento de um Véículo Aéreo Não Tripulado.



Fonte: acervo dos autores.

Neste caso, exemplificadamente, observam-se no Quadro 1 alguns usos das disciplinas relacionadas.

Quadro 1 – Exemplo de utilização de conceitos estudados.

<b>DISCIPLINA</b>	<b>EXEMPLOS DE APLICAÇÃO</b>
Geometria Analítica	Foram utilizadas relações geométricas para definições de distância e produtos escalares/vetoriais para a análise de planos e volumes da aeronave.
Cálculo I	Foram usados conceitos de limites para o cálculo de área de algumas superfícies.
Física I	Foram usados conceitos de movimento retilíneo para o cálculo de velocidade e aceleração, além de forças atuantes para sustentação do voo.
Ciência, Tecnologia e Sociedade	Considerando a região industrial onde se encontra o <i>campus</i> e os níveis de poluição do ar, construiu-se um plano de trabalho para o uso do veículo aéreo acoplado a um medidor de poluição, para verificar condições ambientais em áreas de difícil acesso.
Desenho Técnico Computacional	Foram usados conceitos de desenho para produção computacional de vistas em 1º e 3º diedro, visão frontal, lateral, superior, isométrica, angulações, superfícies, arestas ocultas, entre outras.
TAI I	Alguns temas complementares estudados em TAI I, como metodologia de pesquisa e redação científica, foram usados para definição metodológica do trabalho e para a produção do relatório técnico científico.

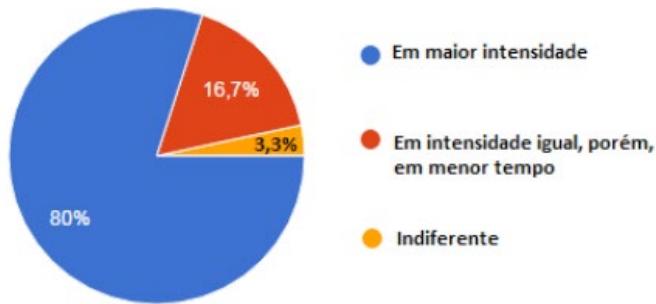
Fonte: produzido pelos autores.

## 2.4 Sobre a aceitação do TAI

De modo a verificar a aceitação da metodologia por parte dos estudantes, após o término do segundo período letivo de 2016, conduziu-se no IFMG uma pesquisa qualitativa de participação voluntária (obtendo aproximadamente 70% de adesão). Os graduandos foram convidados a responder um questionário *on-line*, com três questões de múltipla escolha e uma questão aberta, cujos resultados são apresentados a seguir (Figuras 2, 3 e 4).

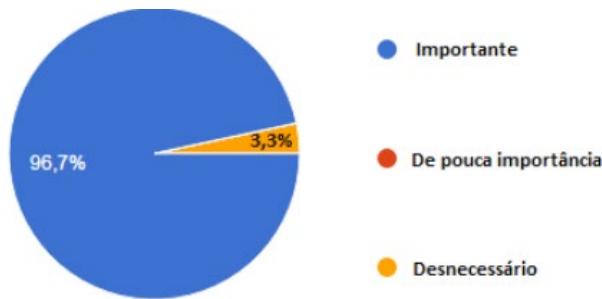


Figura 2 – O TAI faz com que minha compreensão nas disciplinas ocorra?



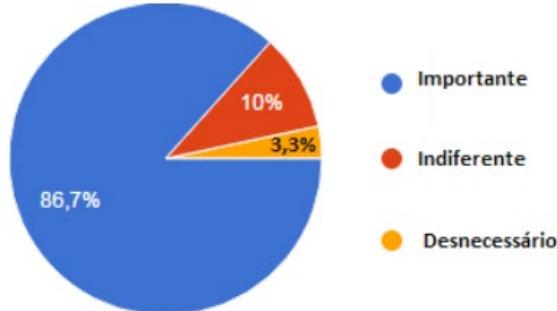
Fonte: produzido pelos autores.

Figura 3 – Em relação à maturidade para desenvolver projetos, lidar com dificuldades inesperadas, trabalhar em equipe e propor inovações, considero o TAI...



Fonte: produzido pelos autores.

Figura 4 – Num contexto geral, se você já estivesse graduado, julgaria que a manutenção dos TAIs para as próximas turmas seria...



Fonte: produzido pelos autores.

Alguns manifestos diante da questão aberta, em que os estudantes poderiam se manifestar livremente com críticas e sugestões, são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Comentários dos estudantes diante dos TAIs.

<b>COMENTÁRIOS DOS ESTUDANTES</b>	<b>POSIÇÃO DA INSTITUIÇÃO</b>
“Uma forma de ensino diferenciada, pois ajuda a unir pessoas, trabalhar em equipe e entender melhor aplicações de matérias”.	A interação entre os atores, como apontado anteriormente, é um ponto forte da metodologia.
“O TAI é um conteúdo importante para o aprendizado, com ele aprendemos diversas coisas as quais não conhecemos”.	Observaram-se oportunidades do desenvolvimento de habilidades não antes praticadas como, por exemplo, o manejo de ferramentas básicas.
“Minha experiência com o TAI foi bem gratificante, aprendi a tomar decisões em conjunto, ouvindo e respeitando as ideias dos outros integrantes do grupo, com isso acredito que futuramente será de grande ajuda para nós”.	Desenvolver o espírito de liderança (a cada período um líder para o grupo é indicado) e o trabalho em equipe são algumas das vantagens observadas no método.
“O TAI foi importante ao introduzir uma realidade acadêmica que nos faz buscar fundamentos que muitas vezes passam despercebidos em sala e introduz o trabalho em equipe que importa para a vida profissional, contudo vejo que se faz necessário um acompanhamento mais próximo por parte dos professores envolvidos”.	O NDE (Núcleo Docente Estruturante) encaminhou essa solicitação ao colegiado do curso. Entretanto, é compreensível que os próprios professores e a instituição, como um todo, passem por um período de amadurecimento, já que o IFMG está nas primeiras turmas com esta metodologia.

Fonte: os próprios autores.

Observou-se, com o uso desta metodologia, a garantia aos estudantes do contato com novas ferramentas de ensino, criatividade, senso crítico, desenvolvimento de sua maturidade enquanto pesquisador e tempo extra sala para se envolverem em projetos colaborativos e individuais, exercitando o “aprender a aprender”, a autonomia e uma maior interação, desde os períodos iniciais do curso, com a Engenharia propriamente.

Além disso, ficou evidente que a dinâmica da instituição muda. Mesmo para cursos integrais, nos quais as aulas são dispersas ao longo do dia, os estudantes “vivenciam” a universidade mais intensamente, pois, quando não estão em aula,

estão nos laboratórios, salas de estudo ou gabinetes dos professores, buscando informações ou trabalhando na construção dos seus projetos.

### **3. PROJETOS INTERDISCIPLINARES E A INICIATIVA CDIO**

Em 2011, a vivência profissional do núcleo docente criador dos cursos de Engenharia do UNISAL (Centro Universitário Salesiano de São Paulo) na unidade de Lorena estabeleceu como parte do processo de aprendizagem dos seus estudantes a realização de projetos interdisciplinares em todos os semestres, integrando o desenvolvimento das competências do engenheiro, incluindo os conhecimentos, habilidades e atitudes pertinentes a cada atividade executada. Esta prática foi o diferencial dos cursos de Engenharia da instituição, fomentando outras ações pertinentes ao projeto no desenvolvimento prático dos alunos.

Diante destas ações, a instituição apresentou em 2016 ao comitê regional da INICIATIVA CDIO (*Conceive – Conceber; Design – Projetar; Implement – Implementar; Operate – Operar*) as evidências educacionais e de infraestrutura, obtendo o reconhecimento como a primeira instituição brasileira a participar desta organização mundial, destacando informações sobre os 12 padrões (*Standards*) estabelecidos (Cf. VERALDO JR; DUARTE JR; BOTURA, 2016).

No corrente ano, a reitoria da instituição estabeleceu um processo de harmonização das matrizes curriculares em todas as especialidades oferecidas em suas três unidades (Americana, Campinas e Lorena). Diante desta oportunidade, a manutenção dos projetos em Engenharia foi aprovada e transformada em disciplinas obrigatórias as quais serão cursadas do 3º ao 8º semestre. Essas novas matrizes serão validadas para os egressos a partir de 2018.

A partir do contexto apresentado, esta seção tem como objetivo relatar o processo de participação da instituição na INICIATIVA bem como sua difusão no país, incluindo a harmonização das matrizes curriculares na qual os projetos foram definidos como disciplinas curriculares.

#### **3.1 Da pesquisa-ação**

Esta experiência tem como método de pesquisa a pesquisa-ação, afinal há influência direta do autor na responsabilidade do ingresso na INICIATIVA CDIO, participando não só no levantamento das evidências como também na apresentação aos responsáveis da América Latina. Além disso, cabe ao autor a responsabilidade da coordenação do processo de harmonização das matrizes curriculares dos cursos de Engenharia do UNISAL.

Segundo Novaes e Gil (2009), pesquisa-ação é entendida como uma “pesquisa com base empírica, realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo, no qual os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo” (NOVAES; GIL, 2009, p. 143).

Trata-se de uma metodologia de pesquisa na qual há interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada com o objetivo de resolver ou esclarecer o problema em questão e cujo processo favorece o aumento do conhecimento de todas as pessoas envolvidas no processo (MIRANDA; RESENDE, 2006)

### **3.2 A iniciativa CDIO na prática**

Crawley e Brodeur (2010) apresentam as competências as quais serão exigidas dos futuros engenheiros após o término da faculdade. Por um lado, há a necessidade de transmitir o crescente conhecimento técnico que estudantes de graduação devem dominar. Por outro lado, há um crescente reconhecimento de que os engenheiros devem possuir um vasto leque de competências pessoais e interpessoais; bem como a construção do conhecimento do sistema e as habilidades necessárias para atuar em equipes de engenharia para a produção de produtos e sistemas do mundo real.

Ainda segundo os autores, os 12 padrões (*Standards*) são como as características essenciais para que um curso de engenharia forme profissionais com as qualidades almejadas pelo mercado de trabalho atual. Como tal, eles constituem um quadro das melhores práticas para a reforma educacional, tendo em vista a expansão técnica, científica e interpessoal. Os doze padrões foram desenvolvidos em resposta às solicitações de parceiros industriais, líderes do programa e ex-alunos.

Segundo Lourenço Jr e Veraldo Jr (2015), o atual modelo de formação de engenheiros oferece ao aluno uma representação “bidimensional”, narrativa de uma realidade que é tridimensional e complexa. Desvinculada dessa realidade, a teoria acaba perdendo o papel de importante ferramenta para sua compreensão. A consequência é que os novos cursos, desde a concepção, foram definidos a partir de outros paradigmas.

O pioneirismo brasileiro do ingresso da instituição em 2016 fomentou diversas ações externas e internas quanto à prática de projetos nos cursos de Engenharia.

A participação na INICIATIVA CDIO remete à difusão dos conceitos e propósitos estabelecidos pela organização. Este evento realizado na cidade de Lorena contou com a participação de 22 instituições de diversas regiões do país, tendo como principal foco a disseminação dos conceitos da INICIATIVA, possibilitando aos participantes o entendimento dos padrões definidos e, principalmente, a forma de ingressar na organização por meio das documentações necessárias e, claro, das adequações dos cursos e infraestrutura da instituição pretendente.

A Figura 1 apresenta os participantes no encontro realizado em 2016 no UNISAL.



Figura 5 – Instituições Participantes.



Fonte: acervo dos autores.

### 3.3 Harmonização das Matrizes

Conforme o que foi definido pela reitoria do UNISAL, esse processo tem como principal propósito o alinhamento das matrizes dos cursos equivalentes que, no caso dos cursos das Engenharias nas suas unidades, interagem entre suas especialidades; além disso, o processo busca a unificação de disciplinas eementas, resultando na harmonização dos projetos pedagógicos.

Assim, diversas disciplinas e seus conteúdos foram estabelecidas como comuns em todos as especialidades oferecidas, principalmente no núcleo básico, atingindo mais de 40% da carga horária total. Entre elas estão os Projetos em Engenharia que irão compor a grade do 3º ao 8º semestres de todos os cursos.

Esta definição permeia dois pontos importantes. Não há projetos nos 1º e 2º semestres por entender-se que há uma falta de maturidade dos alunos ingressos na instituição. Além disso, não há projetos nos 9º e 10º semestres para que os alunos possam ter maior dedicação ao Estágio Supervisionado e ao Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

Os projetos são desenvolvidos de forma interdisciplinar entre as disciplinas do referido semestre e terão a carga horária de 40 horas, sendo conduzidos por um professor responsável atribuído à disciplina do projeto.

Esse tipo de aprendizagem, na Engenharia de Produção da UNISAL, consiste na realização de projetos a partir de uma metodologia que enfatiza o trabalho em equipe, a articulação entre conhecimentos teóricos e práticos. Dessa maneira, proporciona-se ao aluno que ele busque soluções/produtos reais para os problemas relacionados ao contexto profissional.

De modo a exemplificar os projetos interdisciplinares já realizados no curso de Engenharia de Produção, seguem os temas:

- 1º Sem – Máquina de Rude Goldberg;
- 2º Sem – Construção de Pilha Caseira;
- 3º Sem – Construção de Gerador Eólico;
- 4º Sem – Bobina de Tesla;
- 5º Sem – Construção da Catapulta;
- 6º Sem – Sistema de Controle de nível de água;
- 7º Sem – FMEA aplicado em Gestão da Manutenção;
- 8º Sem – Proposta comercial e operacional de serviços Co-Packer.

A cada início de semestre, a disciplina integradora do projeto (quando estes não eram obrigatórios, porém compunham a nota final de todas as disciplinas do referido semestre em 15%) apresentava o edital, contendo as informações necessárias para a realização, os conteúdos abordados de cada disciplina e o processo de avaliação continuo.

É, ainda, importante salientar que apenas a realização dos projetos não contempla a formação completa das competências esperadas do engenheiro proposto pelo CONFEA e organizações de classe. Os conceitos de gerenciamento são necessários para fortalecer o entendimento dos conteúdos estabelecidos.

Conforme preconizado pela INICIATIVA CDIO diante dos 12 padrões estabelecidos, outros pontos são importantes que compõem esta formação por completo, como a formação docente, a infraestrutura do ambiente de ensino, o processo de avaliação, entre outros.

Assim, a continuidade dos estudos diante do tema é muito pertinente atendendo ao anseio do mercado de trabalho cada vez mais exigente e, principalmente, da satisfação do aluno mediante o aprendizado por completo.

#### **4. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS**

O PBL (*Problem-Based Learning*) ou Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) é uma metodologia de ensino e aprendizagem que utiliza problemas – coerentes para com a futura atuação dos estudantes como profissionais e cidadãos – para iniciar, enfocar e motivar a aprendizagem dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Essa é uma característica importante tendo em conta que pesquisas sobre perfis profissionais indicam claramente a necessidade de os cursos de Engenharia promover habilidades (trabalho em grupo, comunicação oral e escrita e resolução de problemas) e atitudes (ética, responsabilidade profissional e social, adaptabilidade e disposição para a aprendizagem contínua e autônoma), além de garantirem uma base conceitual sólida aos estudantes.

O PBL foi implantado inicialmente na faculdade de Medicina da Universidade canadense McMaster, na década de 1960. Uma característica marcante de processos que envolvem PBL é que neles os estudantes tornam-se responsáveis por definir os objetivos educacionais, os meios que vão utilizar, o que vão aprender e com o que vão trabalhar (Cf. BARRET, 2010).

Os conceitos fundamentais para PBL, difundidos por *Center for Teaching and Learning da Stanford University* (STANFORD, 2001) são: a) apresentação inicial de problemas do tipo “precaradamente estruturados” ao invés de totalmente pré-especificados; b) ensino centrado no estudante ao invés de centrado no professor; c) trabalhos em grupos ao invés de individualizados; d) professores como facilitadores ao invés de disseminadores de conhecimentos.

Alguns fundamentos práticos do PBL, destacados em Melo (2013) são: a) os problemas expostos aos estudantes devem ser, de preferência, “precaramente estruturados” (*ill-structured problems*), que são os que permitem que se desenvolva várias soluções potenciais, autênticos (reais), ou seja, devem ser os problemas enfrentados pelos profissionais; b) os estudantes devem ser envolvidos em práticas e problemas autênticos, sendo obrigados a desenvolverem ações autênticas para solucioná-los; c) os estudantes devem trabalhar em pequenos grupos (em torno de cinco membros; nunca além de oito); d) os grupos devem ser liderados/orientados por um tutor/facilitador dos trabalhos, que deve fornecer ao grupo estratégias de aprendizagem e nunca ser um fornecedor de soluções prontas; e) os grupos devem ser interdisciplinares, contando, se possível, com colaboradores de outras áreas de conhecimentos inter-relacionadas.

O PBL vem de encontro aos objetivos fundamentais do processo ensino-aprendizagem, pois coloca o estudante como ator principal de sua aprendizagem. Ainda deve-se destacar que uma característica básica desse elemento é a questão da multidisciplinaridade, além de explorar os vários níveis do processo cognitivo, principalmente os do nível metacognitivo, descrito na Taxonomia dos Objetivos Educacionais de Bloom (BLOOM, 1956) e revisada por Anderson (ANDERSON; KRATHWOHL, 2001).

A multidisciplinaridade está fundada em um saber-fazer, em que se pressupõe uma abordagem prática consolidada por uma forte conceituação teórica, que é um dos quatro pilares da educação (FERLIN et al., 2005). O assunto multidisciplinaridade é explorado em diversas referências, entre as quais pode-se citar Ferlin et al. (2004), e Pilla e Ferlin (2010).

Na literatura existem três modelos de implantação do método de aprendizagem por problemas na Engenharia: modelo híbrido em que os problemas formam o núcleo do currículo e existem disciplinas estruturadas para dar suporte a este; modelo parcial no qual o PBL é implantado em disciplinas isoladas em meio a matriz curricular; e ainda podemos citar método *post-holing*, no qual problemas são utilizados no contexto da disciplina, visando a aprofundar e a fixar conceitos dentro do exposto (ARAÚJO et al., 2016).

Na experiência a seguir apresenta-se a utilização do PBL no curso de Engenharia da Computação da Uninter, que ocorre por meio da solução de um problema por meio do desenvolvimento de um estudo e/ou projeto multidisciplinar, envolvendo as diversas disciplinas do período.

#### **4.1 Uma disciplina exclusiva de PBL**

O Curso de Engenharia da Computação da Uninter, em Curitiba - PR, está organizado em cinco anos no regime semestral, totalizando 10 períodos. Cada período contém um conjunto de disciplinas, em que cada disciplina tem uma carga horária diferenciada, e que totaliza 4720 horas, com o Estágio Supervisionado e as Atividades Complementares.

Nesse aspecto a disciplina de PBL tem um papel central no processo enquanto as demais disciplinas do período dão suporte para o desenvolvimento do projeto multidisciplinar.

A disciplina de PBL é uma unidade curricular integradora, desenvolvida ao longo do semestre, congregando as demais disciplinas do período, com o objetivo de proporcionar ao estudante a construção de conhecimento científico sobre determinada área, por meio do planejamento, organização e execução de proposta acerca de uma situação-problema previamente formulada/escolhida no contexto profissional.

O plano de ensino, cronograma e calendário são propostos pelo professor da disciplina de PBL em conjunto com os professores do período em reunião pedagógica no início de cada semestre e aprovado pela coordenação do curso.

Sob orientação, porém não presencial, mas sob coordenação dos próprios grupos de estudos, o professor da disciplina deve orientar a execução e o desenvolvimento da solução para o problema apresentado. Os estudantes deverão se apropriar dos estudos e construção do projeto nos espaços físicos da instituição. A disciplina de PBL é a responsável por fomentar a multidisciplinaridade entre as demais disciplinas do período. O professor dessa disciplina tem como missão, sob orientação da coordenação do curso, interagir com os professores das demais disciplinas para que haja efetivamente a multidisciplinaridade.

O professor da disciplina, em um primeiro momento, com os estudantes, deve explanar sobre a proposta da disciplina, como será seu desenvolvimento, seu calendário, metodologia, calendário acadêmico, plano de ensino e pactuar com os estudantes as regras de vivência, orientação e trabalho.

Em um segundo momento, o professor da disciplina deve, por meio de uma dinâmica e ou atividade específica, montar grupos de estudos que trabalharão com mínimo de dois e máximo de quatro componentes, entregar ficha de inscrição (formulário próprio) e os grupos formalmente serão integrados, bem como as regras de orientação.

Em um terceiro momento, o professor da disciplina deve orientar os grupos para a elaboração de questões técnicas para o estudo sobre o tema. Também, o

professor revisita seu plano de aula e cronograma de orientação, inserindo datas de orientação aos grupos para que os mesmos insiram em seus cronogramas.

No quarto momento, o professor da disciplina de PBL interage com os professores das demais disciplinas de maneira que os colegas saibam sobre os projetos e orientem as competências essenciais e complementares da sua disciplina que contribuam para o desenvolvimento do estudo e/ou projeto.

Em um quinto momento, são feitas as orientações específicas, intercaladas com acompanhamento das disciplinas do período.

A etapa final é o momento das apresentações públicas para a banca de professores (com critérios de avaliação previamente divulgados aos estudantes) e das correções dos relatórios/trabalho escrito.

A avaliação dessa disciplina é composta por: apresentação oral; relatórios; trabalho escrito (monografia e artigo técnico); autoavaliação dos estudantes; avaliação pelos estudantes.

A nota da disciplina de PBL corresponde a 20% na nota das demais disciplinas do período, justamente por seu caráter de integrar em um único projeto as várias disciplinas.

O objetivo geral da disciplina de PBL é agregar os saberes de várias disciplinas/áreas em um estudo multidisciplinar desenvolvido ao longo do semestre letivo.

Os estudantes, em equipe, escolhem um tema para pesquisa em tecnologia atual, com a intenção de desenvolver a capacidade crítica de avaliar as mudanças tecnológicas, o desenvolvimento do estudo, a implementação de um protótipo de *hardware* e/ou de *software* e a realização de testes/simulações, além dos documentos técnicos (relatório e artigo). Também deve-se gerar conhecimento em termos de atualização de tecnologia e adaptação a elas mediante trabalho de pesquisa, discussão em grupo e aprimoramento intelectual. Salienta-se que o tema tem que ser aprovado pelo professor orientador da disciplina de PBL.

Um exemplo de problema estudado na disciplina de PBL I (1º período) é o “Consumo de Bateria de Smartphones em Jogos e Redes Sociais” (FABRI *et al.*, 2017), que consiste em testes de consumo de bateria de *smartphones* nas condições de uso em jogos e uso de internet acessando redes sociais.

Outro exemplo de problema estudado no PBL é o “Benchmark de Computadores Desktop Gamer/Designer” (HECHT *et al.*, 2017), que traz uma abordagem de comparação de diferentes perfis de teste de *hardwares*, a fim de determinar o melhor em desempenho para as tarefas pré-determinadas, em dispositivos voltados para jogos e dispositivos voltados para edição de imagem.

Uma das características fundamentais do PBL do curso de Engenharia da Computação é a multidisciplinaridade que engloba os vários saberes e conhecimentos trabalhados nas disciplinas do período e até mesmo de outras que ainda estão por vir.

Destaca-se também o engajamento e motivação dos estudantes para com

o desenvolvimento do PBL, pois é uma oportunidade única para a aplicação dos conceitos e teorias estudadas nas disciplinas do período em um estudo de cunho prático, em que têm que buscar novos conhecimentos para a solução do problema prático. O PBL é um elemento ativo no processo de busca e descoberta do saber, agregando conhecimentos tanto teóricos quanto empíricos, despertando, ainda, a habilidade para trabalhar em equipe, no gerenciamento das atividades e conflitos que surgem no decorrer do desenvolvimento do estudo.

## **5. PROPOSTAS CURRICULARES BLENDED**

A metodologia orientada a projeto ou baseada em projeto pode ser considerada totalmente validada de acordo com Dym *et al.* (2005). O uso de PBL foi relatado por Gavin (2011) de maneira híbrida, não como um currículo totalmente baseado nessa metodologia de aprendizagem. Os componentes de um projeto de aprendizagem, neste sentido, devem ser organizados de maneira que incluam: (i) os objetivos e o conhecimento a ser adquirido; (ii) o tipo de problema; (iii) o tamanho e a duração do projeto; (iv) a aprendizagem por parte dos discentes; (v) o assessoramento por parte dos educadores envolvidos; (vi) o espaço usado para essa atividade; e finalmente (vii) a avaliação de toda a atividade de projeto. Holmes e Beagon (2015) apresentam uma aplicação de PBL na área de estruturas de Engenharia Civil. Devi (2017) apresenta um caso de estudo no terceiro semestre de um curso de Engenharia Civil, focando no uso de PBL, e o autor afirma que promove uma aprendizagem com pensamento crítico por meio de atividades de grupo. Nessa direção, esta experiência pretende mostrar a aplicação da PBL no curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo – RS (UPF), que integra a aprendizagem do curso como um todo. Considerar um curso planejado com metas apenas usando esta metodologia (PBL) pode ter limitações em algumas instituições, seja pelas autoridades destas ou pela não aceitação de seus docentes. A disciplina denominada Projeto de Síntese, do penúltimo semestre do curso de Engenharia Civil, já em funcionamento por vários semestres, e que pode ser a base da reforma curricular, está acontecendo neste momento, usando uma mistura de disciplinas clássicas cara-a-cara expositivas e passivas, com técnicas de aprendizagem ativa do tipo educação orientada a projeto.

### **5.1 A educação orientada a projeto**

A disciplina de Projeto de Síntese ocorre desde o ano de 2014 no curso de Engenharia Civil da UPF. Trata-se de uma experiência de aprendizagem orientada a projeto (PBL) que permite aos estudantes integralizar os conhecimentos obtidos ao longo do curso de Engenharia Civil.

Esta disciplina tem como objetivo desenvolver nos estudantes as habilidades necessárias para a elaboração de projetos para uma edificação multifamiliar de seis a dez pavimentos, incluindo a definição de materiais e processos construtivos, projetos de fundações e estruturas, sistemas elétricos, sistemas hidrossanitários,

tários e de gás e orçamento, cronograma e planejamento do canteiro de obras.

Ao contrário de aulas expositivas de aprendizagem passiva, centradas no professor, os alunos são assessorados pelos professores para elaborarem os projetos, colocando em prática os conhecimentos previamente obtidos nas diferentes disciplinas do curso. O professor atua apenas como assessor, respondendo as dúvidas pertinentes, questionando entendimentos equivocados e incentivando os alunos a se aprofundarem na resolução. Os alunos são desafiados a solucionar problemas, pesquisando as melhores opções para cada situação, tendo autonomia para conduzir seu aprendizado.

A disciplina de oito créditos presenciais é cursada em um semestre, durante o qual grupos de no máximo cinco alunos devem desenvolver todos os projetos para uma edificação residencial nos horários da disciplina, contando com assessoramentos dos professores das seguintes áreas do curso: Fundações, Estruturas, Hidráulica e Saneamento (Sistemas Prediais I - Projetos Hidrossanitários, Gás e Mangotinho), Construção Civil e Gerenciamento, além da disciplina de Sistemas Prediais II (sistemas elétricos), simulando as atividades de um escritório de Projeto de Engenharia.

Essa experiência permite aos estudantes a oportunidade de trabalharem em equipe, possibilitando a criação de um esforço coletivo para resolver os problemas. O trabalho em equipe possibilita a troca de conhecimento e agilidade no cumprimento de metas e objetivos compartilhados, uma vez que otimiza o tempo de cada pessoa e ainda contribui para conhecer outros indivíduos e aprender novas tarefas. Além disso, aumenta a interação entre alunos e professor e entre os alunos.

Os alunos assumem os papéis de gerente de projetos e projetistas de acordo com suas habilidades, tendo que gerenciar projetos, preparar relatórios escritos e fazer apresentações orais, simulando situações reais da vida profissional.

Os prazos, os formatos dos relatórios, as formas de apresentação dos resultados e os critérios de avaliação são de responsabilidade dos professores. Mesmo assim, a disciplina proporciona um alto grau de liberdade e de criatividade, diferenciando-a das aulas do ensino tradicional.

Seguindo a orientação pedagógica de que a avaliação não deve ser centralizada em um único instrumento e concentrada em uma única data, a disciplina de Projeto de Síntese utiliza diversos instrumentos de avaliação, como presença e participação em aula, elaboração de projetos (parcial e final), apresentações e bancas de debate.

No decorrer do semestre são realizadas duas entregas parciais para cada professor, nas quais cada grupo deve apresentar todo material de desenvolvimento dos projetos, de acordo com as diretrizes fornecidas por cada área do curso.

No final do semestre são realizadas a entrega final de todos os projetos finalizados e compatibilizados e a defesa final para a banca composta por todos os professores da disciplina.



Em todas as entregas, parciais e final, e na apresentação final são avaliados:

- A qualidade dos projetos e dos relatórios entregues;
- A capacidade dos alunos para detectar as interferências entre os projetos, resolver os problemas e defender as soluções adotadas;
- A qualidade da apresentação oral;
- A presença em aula durante os assessoramentos e nos dias de entregas e apresentação final.

Os alunos recebem as diretrizes gerais e regras da disciplina, com as datas e pesos das avaliações. Também são apresentados aos alunos cada item a ser cumprido nas entregas dos projetos, definido pelos professores das áreas. A avaliação da disciplina consiste na entrega parcial dos projetos em etapas pré-definidas pelas áreas com defesa individual dos alunos, entrega final dos projetos com a apresentação e defesa da compatibilização e integração dos projetos da edificação, apresentada por cada grupo de alunos.

A compatibilização de projetos na construção civil serve para verificar o que foi planejado pelos diversos projetistas a fim de evitar interferências entre os projetos elétrico, hidrossanitário, estrutural e fundações, por exemplo. Mais do que isso, a compatibilização integra as soluções, desde as arquitetônicas até instalações, e identifica as incompatibilidades entre os projetos.

São realizadas reuniões dos alunos para análise das interferências. E durante as análises dos problemas encontrados são realizados vários ajustes necessários que vão sendo discutidos entre os próprios alunos do grupo, com auxílio dos professores, a fim de se encontrar as melhores soluções para cada caso.

Assim, ao final de cada semestre, os professores conseguem visualizar o amadurecimento dos alunos perante os desafios da integração dos projetos nas suas edificações, a superação das dificuldades encontradas por eles, a oportunidade de eles poderem integrar e aplicar os vários conhecimentos já vistos nas disciplinas anteriores a essa no curso e o reconhecimento da importância dessa disciplina no currículo da Engenharia Civil.

A disciplina desenvolvida nestes moldes está sendo muito bem recebida por parte dos alunos, uma vez que as avaliações têm sido muito positivas, em muitos casos os alunos perguntam o “porquê” de não existir no currículo mais disciplinas com este mesmo formato, visto que eles identificam um melhor aprendizado a partir desta modalidade. Justifica-se que com a aplicação desta metodologia eles conseguem identificar de forma mais clara a necessidade e a importância de cada um dos conteúdos básicos e profissionalizantes que tiveram no decorrer do curso.

A implementação dessa configuração de disciplina, iniciada em 2014, está em constante reforma e aprimoramento, pois é também uma nova modalidade para os docentes do curso. Essa experiência vem servindo de base para que sejam repensados, além da disciplina de Projeto de Síntese, as outras disciplinas que

Ihe antecedem, uma vez que os docentes passam a avaliar qual a melhor forma de transmitir os conteúdos aos alunos a fim de que estes possam ser melhor aproveitados, posteriormente, na disciplina de Projeto de Síntese – disciplina a qual se caracteriza, basicamente, por uma simulação da sua vida profissional ligada à área de projeto de edificações residenciais.

## **6. A PBL DE BAIXO IMPACTO COMO MODELO PARCIAL**

O acesso à tecnologia ampliou o alcance ao conhecimento, pessoas com perfil investigativo e autodidatas têm se desportado no mercado de trabalho e no ambiente acadêmico, nesse sentido o modelo de ensino de estudantes passivos que apenas recebem o conhecimento em aulas desgastantes cheias de teoria está claramente defasado. O perfil de discente neste sentido mudou, claramente ainda existe uma heterogeneia e observa-se, nesta última experiência realizada no curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), que boa parcela dos discentes se sente desmotivada e se comportam passivamente, entretanto, outra parcela ativa, que pesquisa por conta própria, busca conhecimento, discute, questiona e vai além do que está no Projeto Pedagógico vem se desportando. Por esta razão o curso tem caminhado no sentido de uma experiência que tende a implantação de propostas de ensino construtivista e PBL (*Problem Based Learning*), como as apresentadas em Araújo et al. (2016).

Na literatura, o PBL se desporta por dinamizar e tornar atraente o processo de aprendizagem, colocando o aluno como um dos pilares do desenvolvimento do ensino, propiciando uma aproximação e oportunidade de interação entre discentes e entre discente e docente que serão parceiros no desenvolvimento do projeto. A ideia principal é dissociar o papel de difundir e compartilhar o conhecimento, todos têm papel ativo neste sentido, o que incentiva o apreço pelo estudo e a busca autônoma do conhecimento.

Uma desvantagem de utilizar o PBL indiscriminadamente é a dificuldade de explorar todo o conteúdo programático e também de definir o tempo necessário para a execução de um projeto, entendendo que o discente tem uma carga programática que deve ser cumprida para receber as atribuições de engenheiro.

Ribeiro e Escrivão Filho (2011) relatam problemas com a implantação de um PBL, os discentes envolvidos no PBL apresentaram reclamações de carga excessiva de trabalho, demonstraram que o PBL influenciou negativamente no conteúdo da disciplina que souu superficial, alegaram ainda desbalanceamento da equipe de trabalho por conta de motivação, o grupo não estava coeso e trabalhando de maneira uniforme, o que gerou sobrecarga de alguns. Esse fato se dá a uma implantação não planejada de PBL, visto que o papel do ensino baseado em problemas é justamente ampliar o conhecimento por meio de abordagem mais prática de problemas de Engenharia; para isso os discentes devem ser preparados e direcionados ao entendimento da importância do trabalho em equipe para a resolução do problema.

Na Engenharia um projeto vem da solução de um problema que pode ter várias respostas, além disso, geralmente será necessária a confecção de protótipos, realização de testes, modelos etc., desta forma o processo pode ser longo e requer amplo conhecimento interdisciplinar.

O objetivo geral desta experiência foi apresentar como tem sido desenvolvida uma disciplina de projetos em curso de Engenharia Mecânica da UFU, verificar se há utilização da metodologia do PBL (Aprendizagem Baseada em Projetos) e apontar propostas de melhorias para esta.

## 6.1 A implantação de um modelo PBL parcial

Esta experiência apresenta como tem sido desenvolvida uma disciplina de um curso de Engenharia Mecânica na qual são desenvolvidos projetos.

A metodologia utilizada se encaixa no conceito de um modelo PBL parcial e visa a introduzir o PBL para uma aplicação em Engenharia de modo a abordar o conteúdo programático de forma mais ampla, inter-relacionando os conhecimentos obtidos durante o curso, de forma prática por meio da solução de problemas de Engenharia, sendo um processo interessante e prazeroso para garantir que a maioria dos discentes se envolva com o projeto.

O componente curricular foi criado com o objetivo de resolver problemas de Engenharia. Estes são separados em três grandes áreas: Projetos Mecânicos, Sistemas Térmicos e Robótica.

O discente desenvolve um projeto em grupo e é orientado por um professor da área específica, o projeto tem duração de seis meses, assim como todo componente curricular. Esta implantação foi imediata e causou menos impactos na estrutura curricular vigente. Essa disciplina é cursada no penúltimo período do curso de graduação e o discente deve ter contemplado uma carga total de 2000h de curso para se matricular. Esta iniciativa objetiva que o discente ingresse na disciplina com maturidade e capacidade para desenvolver o estudo de forma autônoma e conseguir resolver um problema prático de Engenharia.

Nesta disciplina os projetos são propostos a partir de discussões entre discentes e docentes, os docentes devem fomentar a discussão com situações reais que representem problemas de Engenharia e, com base nessas discussões, possíveis soluções para o problema são discutidas.

Importante salientar que os grupos e a área de desenvolvimento do projeto não são de escolha do discente, a escolha é feita por sorteio, para evitar que o discente escolha a área do projeto de acordo com sua região de conforto. A proposta é justamente o contrário, é colocar o discente frente a um problema que demande dedicação, interesse e trabalho.

Neste cenário, o docente de cada área tem papel de tutor. E ele acompanha e orienta os discentes durante a elaboração das possíveis soluções, que são desenvolvidas pelos discentes.

Ao final do semestre os grupos de discentes apresentam os projetos a todos os outros estudantes e docentes da disciplina. Nesse momento, eles apontam como elaboraram as propostas, o que inclui a modelagem matemática, simulação, elaboração gráfica do projeto. Dessa forma, os docentes buscam que todos os conhecimentos necessários ao desenvolvimento de todos os projetos sejam compartilhados entre todos, o que contribui com atendimento ao item “e”.

Embora atenda aos elementos essenciais para aplicação da metodologia PBL, apontam-se aspectos de melhorias, quais sejam:

- Trazer, também, casos reais, vindos das indústrias para discussão e seleção das propostas de projetos;
- Incluir a etapa de implantação do projeto, na qual os estudantes possam construir protótipos;
- Instrumentar o protótipo e analisar os resultados;
- Acrescentar uma etapa para se otimizar a solução proposta para o projeto.

Espera-se que, com a inclusão dessas etapas, seja possível contemplar o desenvolvimento de características importantes para a atuação plena de um engenheiro.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as contribuições aqui apresentadas faz-se, por fim, importante esclarecer quanto ao uso das nomenclaturas “Aprendizagem Baseada em Problemas” (do inglês PBL) e “Aprendizagem Baseada em Projetos”. Embora a segunda derive da primeira, metodológica e temporalmente, vários são os pontos em comum entre as duas. Por mais que uma tenha maior foco no problema e a outra no projeto (ou produto), ambas partem da construção colaborativa e participativa, conjugando-se não apenas teoria e prática, mas também os saberes na Engenharia em uma perspectiva holística e integradora. Além disso, o ensino de projetos é, geralmente, centrado na solução de problemas (Cf. BRAIDA, 2014).

Conclui-se, portanto, que, independente da definição adotada, o importante nessa proposta é que o ensino não se torne compartmentado, fazendo-se “engenharia pela engenharia”, mas sim consciente e integrado, de onde se promovem as articulações necessárias para que a aprendizagem se torne ativa e a universidade mais próxima da realidade dos estudantes e do país que, decisivamente, depende da Engenharia para o seu desenvolvimento.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. **A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing**. New York: Longman, 2001.

ARAÚJO W. J. et al. Aprendizagem por problemas no ensino de engenharia. **Re-**

vista Docência Ensino Superior, v. 6, n. 1, p. 57-90, abr. 2016.

BARRET, T. The Problem-Based Learning Process as Finding and being in Flow. **Innovations in Education and Teaching International**, v. 47, n. 2, p. 165-174, 2010.

BLOOM, B. S. **Taxonomy of Educational Objectives**: The classification of Educational Goals: Handbook I, Cognitive Domain. New York: Longman, 1956.

BONATTO, A. PUC Minas inova para ensinar engenharia de energia. **Jornal Extra**, v. online, 2012. Disponível em: <<https://extra.globo.com/noticias/educacao/vida-de-calouro/puc-minas-inova-para-ensinar-engenharia-de-energia-5370204.html>>. Acesso em: 24 out. 2017.

BRAIDA, F. Da Aprendizagem Baseada em Problemas à Aprendizagem Baseada em Projetos: estratégias metodológicas para o ensino de projeto nos cursos de Design. **Actas de Diseño**, v. 17, p. 142-146, 2014. Disponível em: <[http://fido.palermo.edu/servicios\\_dyc/publicacionesdc/vista/detalle\\_articulo.php?id\\_articulo=10252&id\\_libro=485](http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_articulo=10252&id_libro=485)>. Acesso em: 24 out. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. Resolução n. 11 de 11 de Março de 2007. Institui diretrizes curriculares nacionais para os cursos de graduação em engenharia. **Ministério da Educação**, Brasília, DF, p.1-4, jun. 2002.

BRASIL. Lei n. 9.394/1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Presidência da república**, Brasília, DF, dez. 1996.

CRAWLEY, E. F.; BRODEUR, D. R. The Education of Future Aeronautical Engineers: Conceiving, Designing, Implementing and Operating. In: AEROSPACE SCIENCES MEETING INCLUDING THE NEW HORIZONS FORUM AND AEROSPACE EXPOSITION, 48., 2010, Orlando. **Anais...** Orlando: AIAA, 2010.

DEVI, R. T. Implementing Project-based Learning in Civil Engineering - A Case Study. **Journal Of Engineering Educations Transformation**, Bangalore, v. 30, n. 3, p.272-277, 2017.

DYM, C. L. et al. Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. **Journal of Engineering Education**, Virginia, v. 2015, n. 1, p.103-120, jan. 2005.

ESTEVES, O. A.; PAULA, M. I. L. Trabalhos acadêmicos integradores: uma proposta de transdisciplinaridade para o curso de Engenharia de Energia da PUC Minas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34., 2006, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 2006, p. 5108-5118.

FABRI, C. P. et al. Metodologia PBL na introdução à Engenharia da Computação: consumo de bateria de smartphones em jogos e redes sociais. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 1., Belém. **Anais...** Belém: CONFEA, 2017.

FERLIN, E. P.; PILLA JR, V.; CUNHA, J. C. A multidisciplinariedade aplicada no ensino no curso de Engenharia da Computação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 32., Brasília. **Anais...** Brasília: ABENGE, 2004.

FERLIN, E.P.; PILLA JR, V.; SAAVEDRA, N. The Theory-Practice Partnership. In: AN-



NUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, Juan Dolio. **Anais...** Juan Dolio: ITHET, 2005.

GAVIN, K. Case study of a project-based learning course in civil engineering design. **European Journal of Engineering Education**, [s.l.], v. 36, n. 6, p.547-558, dez. 2011.

HECHT, R. S. et al. Metodologia PBL em Fundamentos da Engenharia da Computação: Benchmark de Computadores Desktop Gamer/Designer. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 1., Belém. **Anais...** Belém: CONFEA, 2017.

HOLMES, N.; BEAGON, U. **Introducing PBL into civil and structural engineering**. DIT Teaching Fellowship Reports, 2014-2015.

LOURENÇO JR, J.; VERALDO JR, L. G. CDIO approach: description of the experience in a Brazilian HEI. In: INTERNATIONAL CDIO CONFERENCE, 11., 2015, Chengdu. **Anais...** Sichuan: University of Information Technology, 2015.

MELO, R. C. Estratégias de ensino e aprendizagem baseadas em problemas (PBL) no ensino tecnológico. In: WORKSHOP DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA DO CENTRO PAULO SOUZA, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CPS, 2013.

MIRANDA M. G.; RESENDE, A. C. A. Sobre a pesquisa-ação na educação e as armadilhas do praticismo. **Revista Brasileira de Educação**, v. 1, n. 33, Set/Dez, 2006.

NOVAES, M. B. C.; GIL, A. C. A. A pesquisa-ação participante como estratégia metodológica para o estudo do empreendedorismo social em administração de empresas. **Revista de Administração Mackenzie Ram**, v. 10, n. 1, p. 134-160, Jan./Fev, 2009.

PILLA JR, V.; FERLIN, E.P. Os níveis de aprendizagem da taxonomia de Bloom aplicados em uma disciplina de um curso de Engenharia da Computação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 38., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ABENGE, 2010.

RIBEIRO, L. R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em Engenharia na voz dos atores**. 2005. 235f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

RIBEIRO, L. R. C.; ESCRIVÃO FILHO, E. Avaliação formativa no ensino superior: um estudo de caso. **Acta Scientiarum Language and Culture**, v. 33, p. 45-54, 2011.

STANFORD UNIVERSITY. Speaking of teaching. **Stanford University Newsletter on Teaching**, v.11, n. 1, 2001.

VERALDO JR, L. G.; DUARTE JR, J. A.; BOTURA, C. A. O ensino de Engenharia por projetos: participação pioneira de uma instituição de ensino superior brasileira na INICIATIVA CDIO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 44., 2016, Natal. **Anais...** Natal: ABENGE, 2016.

Capítulo I  
**CONTEXTUALIZANDO O ENSINO  
E A APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS  
BÁSICAS E MATEMÁTICA NA  
ENGENHARIA**

Capítulo II  
**CURRÍCULO BASEADO EM PROJETOS**

Capítulo III  
**EDUCAÇÃO 4.0: TENDÊNCIAS E  
DESAFIOS DA APLICAÇÃO DE IoT NO  
ENSINO DE ENGENHARIA**

Capítulo IV  
**EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA EM  
ENGENHARIA: SITUAÇÃO ATUAL  
E PERSPECTIVAS NO CONTEXTO  
BRASILEIRO**

Capítulo V  
**ENSINO DE METROLOGIA NOS  
CURSOS DE ENGENHARIA**

Capítulo VI  
**INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO EM  
ENGENHARIA: UMA ABORDAGEM  
SISTêmICA VOLTADA À CRIAÇÃO  
DE UM PLANO ESTRATÉGICO  
INSTITUCIONAL**

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-64541-11-5



9 788564 541115