



# ENGENHARIA NO SÉCULO XXI

Volume 2



Editora Poisson

Editora Poisson

# Engenharia no Século XXI Volume 2

1ª Edição

Belo Horizonte  
Poisson  
2019

**Editor Chefe:** Dr. Darly Fernando Andrade

**Conselho Editorial**

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Msc. Davilson Eduardo Andrade

Msc. Fabiane dos Santos Toledo

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Msc. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

**E57**

**Engenharia no Século XXI - Volume 2/  
Organização Editora Poisson - Belo  
Horizonte - MG: Poisson, 2019  
243p**

**Formato: PDF**

**ISBN:** 978-85-7042-083-1

**DOI:** 10.5935/978-85-7042-083-1

**Modo de acesso: World Wide Web**

**Inclui bibliografia**

**1. Engenharia 2. Educação.I. Título**

**CDD-620**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

[www.poisson.com.br](http://www.poisson.com.br)

[contato@poisson.com.br](mailto:contato@poisson.com.br)

# SUMÁRIO

**Capítulo 1:** Uma experiência de integração entre faculdade de tecnologia e empresa gerando projetos de melhoria na formação do tecnólogo ..... 08

*Anna Cristina Barbosa Dias de Carvalho, Elaine Cristine de Souza Luiz*

**Capítulo 2:** A construção de competências e habilidades nos cursos de engenharia no Brasil: Uma análise frente aos desafios do século XXI ..... 15

*Tatiana Gesteira de Almeida Ferraz, Tarso Barretto Rodrigues Nogueira, Sayonara Nobre de Brito Lordelo*

**Capítulo 3:** Desenvolvimento de competências na disciplina "Projeto integrado de Engenharia de Produção III" (PIEP III) da Escola de Engenharia de Lorena - USP..... 23

*Washington de Macedo Lemos, Marco Antônio Carvalho Pereira, Cláudia Santos Salim, Marcela Cristina de Oliveira Rey*

**Capítulo 4:** Experiência de extensão em robótica educacional nos cursos de engenharia elétrica e engenharia da computação da UFC Campus de Sobral ..... 30

*Ana Lyvia Pereira Lima de Araújo, Anderson Alexandre Carvalho de Araújo, Adrielle Batista do Nascimento, Jermana Lopes de Moraes, Vandilberto Pereira Pinto, Rômulo Nunes de Carvalho Almeida*

**Capítulo 5:** Movimento Maker: Um estudo exploratório por meio da teoria do enfoque meta analítico consolidado ..... 37

*Ana Carolina Zimmermann, Andrea Cristina dos Santos*

**Capítulo 6:** O uso da biomimética como ferramenta de aprendizagem..... 46

*Ana Beatriz Sales Teixeira, Oyrton Azevedo de Castro Monteiro Junior, Márcia Thelma Rios Donato Marino, Daniel Dias Silvestre, Leonardo Holanda de Lima*

**Capítulo 7:** Utilização de realidade aumentada buscando maior engajamento dos alunos no ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador ..... 54

*Yussef Parcianello, Dalton Luiz Lemos II*

**Capítulo 8:** Processo de ensino aprendizagem do conceito de tensor utilizando abordagens experimentais ..... 63

*Andrea Cristina Michelucci Malanga, Euclides Martins Oliveira Neto, Luiz Carlos de Campos, Manuel Antonio Pires Castanho, Oscar João Abdounur, Paulo Urbano Avila*

# SUMÁRIO

**Capítulo 9:** Aplicação do método de ensino peer instruction no curso de engenharia civil em disciplinas de cálculo estrutural ..... 73

Dayana Trevisan, Hugo Ricardo Aquino Sousa da Silva

**Capítulo 10:** As metodologias ativas de ensino mais utilizadas no ensino a distância de logística e transportes: Uma revisão sistemática da literatura..... 81

Julio Cesar Ferreira dos Passos, Jose Carlos Redaelli, Juliana Ferreira de Vales, Orlando Fontes Lima Júnior

**Capítulo 11:** Metodologias ativas de ensino-aprendizagem em uma turma de introdução à engenharia mecânica ..... 89

Evandro Minuce Mazo, Guilherme Oliveira de Souza, Renelson Ribeiro Sampaio

**Capítulo 12:** Associação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem para engenharia civil: Uma abordagem em resistência dos materiais..... 97

Emanuel Santos Junior, Jane Rangel Alves Barbosa, Weslen Neri de Lima, José Marcos Rodrigues Filho

**Capítulo 13:** ABP aplicado ao ensino de engenharia da computação: Uma proposta prática nas disciplinas de gerenciamento de servidores e segurança computacional 105

Gustavo dos Santos De Lucca, Daniel Basílio Marcelo, Jovani Castelan

**Capítulo 14:** Metodologia de aprendizagem ativa PBL aplicada em projeto de engenharia de controle e automação ..... 114

Marina Rodrigues Brochado, Paulo Lúcio Silva de Aquino, Aldecir Alves de Araújo, Nathalia Santos do Nascimento, Caroline Serrão da Cunha, Mariana Brettas Martuscelli, Rodrigo Alves Aguiar Lopes de Melo, Isaac Amorim Santana

**Capítulo 15:** Aprendizagem baseada em problemas (PBL): Análise de um componente curricular ministrado no curso de engenharia mecânica de um instituto federal..... 124

Esly César Marinho da Silva, Claudia Cunha Torres da Silva, Solange Dias de Santana Alves, José Jorge Mendes de Freitas

**Capítulo 16:** Pbl como estratégia de ensino de SIG em engenharia. .... 133

Josiane do Socorro Aguiar de Souza de Oliveira Camppos, Maria Vitoria Duarte Ferrari, Fernando Paiva Scardua

# SUMÁRIO

**Capítulo 17:** Derivó e otimizando: Jogos para aprendizagem das derivadas em cálculo diferencial ..... 139

André Felipe de Almeida Xavier, Paloma de Oliveira Campos Xavier

**Capítulo 18:** Utilização de plataforma de prototipagem open source como ferramenta de uso didático para controle de temperatura em processos industriais ..... 147

José Ramon Nunes Ferreira, Raphael Maciel de Sousa, Alberto Grangeiro de Albuquerque Neto

**Capítulo 19:** Uso do simulador PRO/II como ferramenta didática auxiliar no curso de engenharia química do IFBA ..... 155

Maria Santos Coelho, Édler Lins de Albuquerque, Ana Claudia Gondim de Medeiros

**Capítulo 20:** A ferramenta Kahoot aplicada à disciplina de projeto e construção da superestrutura viária ..... 164

Bruno Cavalcante Mota, Francisco Heber Lacerda de Oliveira, Suelly Helena de Araújo Barroso

**Capítulo 21:** Proposta de uma ferramenta inteligente para apoio às atividades de monitoria acadêmica baseada em aprendizado de máquina ..... 173

Abner Sousa Nascimento, Maria Raquel Lopes de Couto, Fábio Lúcio de Almeida Sousa Junior, Francisco Mauro Falcão Matias Filho, Francisco Thales Rocha Sousa, Jermana Lopes de Moraes

**Capítulo 22:** Desenvolvimento de software educacional para aprimoramento do ensino da resistência dos materiais ..... 181

Pedro Braga da Silva, José Matheus Lacerda Xavier, João Batista Lima de Sousa Segundo, Samuel Assis dos Santos, Rafael Wandson Rocha Sena

**Capítulo 23:** Ferramenta computacional de apoio ao ensino em engenharia de telecomunicações ..... 189

Leonardo Henrique Gonsioroski, Rogério Moreira Lima Silva, Amanda Beatriz Cunha dos Santos, Jairon Viana Batista, Sandra Eloi Ferreira Nogueira, Igor Amorim Silva, Marcos Jose Dos Passos Sa, Ana Paula Ferreira Costa

**Capítulo 24:** Utilização de simulação numérica para auxílio do ensino de engenharia e apoio a projetos de TCC ..... 197

Cesareo de La Rosa Siqueira, Carlos Eduardo Fontes

# SUMÁRIO

**Capítulo 25:** A difusão da inovação de ideias para o uso do BIM e do CIM nas escolas de engenharia ..... 206

Ana Cláudia Rocha Cavalcanti, Flávio Antonio Miranda de Souza

**Capítulo 26:** Aplicação de ABP e interdisciplinaridade no desenvolvimento e controle de um manipulador robótico ..... 214

Afonso Henriques Fontes Neto Segundo, Joel Sotero da Cunha Neto, Reginaldo Florencio da Silva, Halisson Alves de Oliveira, Átila Girão de Oliveira, Victor Freitas Vince Alves

**Autores** ..... 223

# Capítulo 1

## *Uma experiência de integração entre faculdade de tecnologia e empresa gerando projetos de melhoria na formação do tecnólogo*

*Anna Cristina Barbosa Dias de Carvalho*

*Elaine Cristine de Souza Luiz*

**Resumo:** As metodologias ativas estão à disposição das universidades e das faculdades de tecnologia para auxiliar na melhoria da qualidade do ensino. São ferramentas simples e eficazes de se trabalhar com o aluno de uma forma integral. Uma dessas metodologias utilizadas são as atividades multidisciplinares ou projetos integradores, que nada mais são do que trabalhos desenvolvidos com a finalidade de integrar disciplinas gerar habilidades e competências que facilitam o viés empreendedor, porém, não são metodologias fáceis de serem implementadas no dia-a-dia dos cursos e principalmente na rotina de professores e alunos, pois existe em muitas vezes uma resistência inicial ao que é novo e não completamente compreendido. Quando essas metodologias conseguem romper essa resistência inicial e são aplicados da maneira adequada e conduzidos com técnicas e conhecimento os resultados obtidos são satisfatórios e facilmente observados, já que foi possível notar melhoras no desenvolvimento de habilidades como: a capacidade de trabalhar em grupo, de se perceber, de entender suas limitações, de buscar seus sonhos e sua maturidade profissional. O objetivo dessa pesquisa é apresentar um trabalho desenvolvido em conjunto com a fundação Telefônica que teve por finalidade aplicar as metodologias ativas em projetos de fundos sociais inseridos no já existente projeto multidisciplinar dos primeiros semestres dos cursos de Tecnologia em Soldagem e Tecnologia em Refrigeração, ventilação e ar condicionado.

**Palavras-chave:** Atividades multidisciplinares, Empreendedorismo, Integração.



## 1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho tem por finalidade apresentar a experiência entre duas metodologias que estão sendo aplicadas em uma faculdade de tecnologia. Elas têm a finalidade de melhorar as habilidades dos alunos em lidar com projetos, trabalhar em equipe, lidar com o tempo, perceber suas fraquezas e riquezas, perceber oportunidades e saber empreender.

Além disso, elas foram iniciadas com o objetivo de reduzir a evasão dos alunos e motiva-los a desenvolver suas carreiras com uma visão empreendedora e inovadora. Ao longo do trabalho será apresentado as duas metodologias e como elas se complementam.

## 2 EMPREENDEDORISMO SOCIAL

Para que se tenha um empreendedor de sucesso é preciso um aprendizado adequado que se inicia logo nos primeiros anos do ensino básico e culminam na universidade, quando se espera adquirir a maturidade necessária para seguir a diante.

Esse tema já foi muito debatido e em geral as opiniões se dividiam em duas posições uma de que os empreendedores já nasciam prontos e a outra de que eles poderiam ser moldados. Pensar em qual a melhor forma de desenvolver o empreendedorismo é uma das políticas de estado que muitos governantes estão tentando adotar para melhorar as questões relacionadas ao desemprego e a geração de renda. Mas para descobrir se o indivíduo nasce empreendedor ou se isso é desenvolvido, enquanto política de estado é melhor desenvolver um trabalho que venha a treinar habilidades empreendedoras. (LOPES, 2010, p.19).

Especialistas da *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM) de 2015, no relatório executivo apontam algumas características importantes para empreender, sendo que a criatividade e a resiliência são citadas como características dos brasileiros que favorecem o empreendedorismo, mesmo que quase sempre em uma conjuntura marcada por incertezas política e econômicas. Afirma ainda que no Brasil há um amplo acesso à informação sobre negócios e empreendedorismo com bons conteúdos disponíveis gratuitamente na internet, além de variados eventos e organizações de fomento e apoio ao empreendedorismo, o que tem contribuído para a disseminação do conhecimento, proporcionando uma diminuição de riscos de fracassos do negócio (GEM, 2015, p. 18).

Regras práticas, no entanto, não dispensam o talento de saber planejar, ter iniciativa, estar pronto para encarar novos desafios, solucionar problemas, inovar, entre outros. Portanto, o desafio reside em como estimular, desenvolver e fomentar o pensamento criativo e inovador e encaixar essas habilidades no contexto do ensino e do treinamento. Trata-se então de estimular novas formas de pensar e experimentar o caminho para a criação de inovação, já que esse aspecto é desafiado e fortalecido na própria experiência prática, no contexto e no ambiente de negócios ao interagir diretamente com os problemas, as situações e até mesmo com as outras pessoas (LOPES, 2010, p.24).

A essas características somam-se outros, apontadas em pesquisas levantadas por universidades americanas em conjunto com empresas, conforme trata Lopes (2010): Segue-se que a Educação Empreendedora (E.E.) tem a ver com as competências apontadas pela parceria entre os negócios e instituições de ensino americanas que foram denominadas Habilidade para o século XXI (21st Century Skills). Esta defende que, através de disciplinas centrais e temas do século XXI, se desenvolveriam novas habilidades de aprendizagem, de inovação, de informações, de meios de comunicação e tecnologia enfim habilidades para a vida e a carreira. Dessa forma, incluíram os outros 3 Rs que Robert Sternberg (da Tufts University) adicionou; Raciocínio, Resiliência [...] e Responsabilidade (LOPES, 2010, p. 28).

Outro fator relevante na aprendizagem dos alunos é aproximar a disciplina ministrada teoricamente da execução prática, mediante projetos, por exemplo, nos quais se exercitam habilidades como espírito de equipe, autoconfiança, pro atividade, negociação, comprometimento, determinação, energia, entusiasmo, liderança, estabelecendo-se assim redes de contatos e experiências para assumirem riscos calculados.

Na abordagem da sociedade empreendedora, o grande desafio a encarar é a aprendizagem contínua. Antigamente, o processo de aprendizagem era traçado enquanto a criança estava na pré-escola ou na adolescência pré-universitária e o que não se havia aprendido até ao redor dos vinte e uns anos de idade, jamais seria aprendido.

Nessas suposições é que se baseava o aprendizado tradicional, as profissões tradicionais, bem como os sistemas de educação e as escolas, entretanto sempre existiram as exceções, onde alguns grupos praticavam o aprendizado e o reaprendizado continuados, como os grandes artistas, os grandes eruditos,

monges zen, místicos, os Jesuítas. Porém, essas exceções eram tão poucas que poderiam seguramente ser ignoradas.

Em uma sociedade empreendedora, contudo essas exceções tornam-se casos típicos. A suposição correta é que aquilo que os indivíduos aprenderam por volta dos vinte e uns anos de idade começaram a ficar obsoleto de cinco a dez anos mais tarde e terá que ser substituído – ou, pelo menos, renovado por um novo aprendizado, novas habilidades, novos conhecimentos (DRUCKER, 2008, p. 362).

Os indivíduos precisam continuamente aprender e reaprender assumir responsabilidades e a cuidar de seu autodesenvolvimento e de sua carreira. “E quanto mais os indivíduos avançarem em seus estudos, mais empreendedoras serão suas carreiras e mais exigentes os seus desafios de aprendizagem” (DRUCKER, 2008, p. 362).

Nesse sentido, as habilidades exigidas de profissionais como professores, engenheiros, advogados, médicos, contadores, administradores, entre outras, em função das transformações incessantes da sociedade, demandam aprimoramento ininterrupto de conhecimento, de habilidades e de competências. “Isto também significa que uma sociedade empreendedora desafia hábitos e premissas de instrução e aprendizagem” (DRUCKER, 2008, p. 363).

A criatividade, como importante característica empreendedora, está intimamente ligada à mentalidade empreendedora, “o que depende, antes de tudo, de uma educação que liberte” (GUERRA; GRAZZIOTIN (2010, p. 74).

A criatividade é uma condição necessária para a formação da mentalidade empreendedora. Não há atitude empreendedora que não tenha nascido do ato criativo. Criar e ordenar os novos arranjos com base em um repertório cultural é um exercício intelectual essencial à atividade empreendedora. É decisivo que as universidades e colégios forneçam um repertório cultural rico e suficiente para sustentar as novas possibilidades que surgem no ato criativo. A cultura empreendedora possibilita a formação que contempla a criatividade e abre caminho para novas e corajosas soluções (GUERRA; GRAZZIOTIN, 2010, p. 85).

Uma pesquisa realizada em 1983 por Howard H. Stevenson e Jeffrey Timmons reuniu 60 empreendedores a fim de analisar a mente empreendedora e descobriu que os empreendedores achavam que deviam se concentrar em alguns pontos básicos: rapidez de respostas, flexibilidade e capacidade de adaptação para aproveitar novas oportunidades. Esses empreendedores falaram de outras atitudes, incluindo a capacidade “de ativar a visão” e uma disposição para aprender a investir em novas técnicas, ser adaptável, ter uma atitude profissional e paciência. Eles falaram da importância de gostar de se interessar pela empresa como um modo de vida (DORNELAS; TIMMONS; SPINELLI, 2010, p.45).

Cabe ao empreendedor desenvolver a habilidade de tratar as pessoas como gostaria de ser tratado, porque esse é um modo de conquistar pessoas muito mais eficiente do que submetê-los ao próprio comando.

Dessa forma, uma mentalidade empreendedora deve ser construída com base na dimensão subjetiva do indivíduo. A formação do estudante deve levá-lo a assumir um papel de sujeito pleno, conciliando as complexas relações entre o racional e o sensível, presentes na constituição de uma subjetividade também cidadã. O sujeito deixa, assim, de ser sujeito do eu e passa ser sujeito do nós, da convivência harmoniosa na pólis. É preciso que o exercício da aprendizagem comporte essa compreensão das interações sociais como a confluência de vários olhares, nem sempre contratuais, mas muitas vezes antagônicos. Tudo isso implica uma dinâmica pedagógica que não se limite à solidão das disciplinas isoladas (GUERRA; GRAZZIOTIN, 2010, p. 84).

Formar a mentalidade empreendedora demanda, portanto, ações pedagógicas maiores que apenas os conteúdos de um currículo. A interdisciplinaridade deve ser incentivada pelas instituições para promover o empreendedorismo, contemplando não só as disciplinas, mas também projetos integrados por todos os professores, coordenadores e gestão (CARVALHO, 2015).

O dado da realidade, porém, é que vivemos numa cultura de aprendizagem tradicional, que ainda não se deu conta de que a relação entre as disciplinas amplia e aprofunda a aprendizagem. A mentalidade empreendedora se forma por meio das diversas disciplinas, o que vale dizer que o empreendedorismo é um amálgama de diversas disciplinas e áreas do conhecimento.

A educação, por isso passa a estar comprometida com as inovações, com os novos arranjos que a dinâmica do mundo pós-moderno impõe. Mintzberg ainda alerta que uma mentalidade criativa se alcança por meio do equilíbrio entre arte, a prática e a ciência, de forma que se faça coexistir a organização e a estruturação científicas com os processos de imaginação artística. É por intermédio desse diálogo entre a ordem

científica e a liberdade criativa da arte que se buscarão novas perspectivas adequadas a uma educação empreendedora (GUERRA; GRAZZIOTIN, 2010, p. 75).

Uma das formas criativas que equilibram conteúdo e prática são as competições de projetos. Em cursos de Administração, por exemplo, são as que recorrem a um plano de negócios ou modelo de negócios em que os alunos simulam toda a criação de um novo negócio, a ser julgado por uma comissão de especialistas ou consultores. Até pouco tempo atrás, a grade curricular tinha por base os teóricos da área e o estudo de casos do mundo corporativo.

Com a redução do número de empregos oferecidos pelas grandes empresas, o aumento das jornadas de trabalho e o exemplo dos jovens empreendedores que enriqueceram com ideias inovadoras, as escolas começaram a enxergar o empreendedorismo com uma forma de reter e atrair novos alunos. (ANDREASSI; FERNANDES, 2010, p. 191).

É nesse contexto que surgem as escolas inovadoras, centros de empreendedorismo, incubadoras, aceleradoras, empresas parceiras e metodologias apoiadas em ferramentas de gestão introduzidas nos modelos de negócios ou plano de negócios. Um plano de negócios nada mais é que um documento que descreve toda a organização de uma empresa: planejamento financeiro, planejamento de marketing, planejamento estratégico, organograma, missão, valores, visão, etc. Outra ferramenta de planejamento é o modelo de negócios CANVAS, dividido em nove quadrantes: parceiras chave, atividades chave, recursos chave, relacionamento com os clientes, segmento de clientes, proposta de valor, canais de distribuição, estrutura de custos e estrutura de receita. Sendo assim, tanto o plano de negócios com o modelo de negócios CANVAS utilizadas com vantagem como instrumentos pedagógicos na educação empreendedora.

### 3 METODOLOGIA DE TRABALHO

A fundação telefônica possui um projeto conhecido como Pense Grande. Ele desenvolve atividades voltada para empreendedorismos social e fomenta a conscientização, nos jovens, em pensar no seu papel como empreendedores. Eles acreditam que a inovação é capaz de mudar a realidade de diversas pessoas e comunidades (NAGÃO, 2017)

O objetivo do projeto é divulgar a cultura empreendedora social com o uso da tecnologia através de três pilares: empreendedorismo, comunidade e tecnologia são fontes de transformação e os jovens são a fonte dessa transformação (PENSE GRANDE,2018). Com esses objetivos o projeto vem se desenvolvendo desde 2013 com escolas técnicas e esse ano foi iniciado um trabalho com a FATEC Itaquera.

A metodologia consiste em desenvolver reuniões que são divididas em três etapas: Pensar, Sentir e Agir. Essas etapas são importantes para sensibilizar os alunos, mostrar a importância do que está ao redor e com isso sensibiliza-lo que ele pode produzir.

Todos os encontros são desenvolvidos através de dinâmicas, facilitando a construção do conhecimento que são descritos no quadro 1.

Quadro1 - atividades do Pense Grande

Etapas	Oficinas	Processos	
<b>Etapa Pensar</b>	1	Mini Hackatona ( Maratona de soluções baseada em três pilares)	Dinâmicas de Grupo
	2	Projeto de Vida - Empatia	Dinâmicas de Grupo
	3	Criatividade e Tecnologia e solução de problemas - Google drive	Dinâmicas de Grupo
	4	Propósito - Círculo Dourado	Dinâmicas de Grupo
	5	Mapeamento de Comunidade	Dinâmicas de Grupo

(continuação)

Quadro 1 - atividades do Pense Grande

<b>Etapas</b>	<b>Oficinas</b>		<b>Processos</b>
<b>Etapa Sentir</b>	6	Jornada de usuário	Dinâmicas de Grupo
	7	Canvas - Cultura Maker - conhecendo Inovação	Dinâmicas de Grupo
	8		Cultura Maker - Conhecendo Inovação
	9	Teste de fumaça: pesquisa de campo	Dinâmicas de Grupo
	10	Estudo de Mercado e Marketing	Dinâmicas de Grupo, pesquisa
	11	Estruturação do Pitch e Planejamento MVP	Preparação de material
<b>Etapa Agir</b>	12	Conexão Empreendedor e Apresentação Pitch	Apresentação do trabalho
	13	Prototipação - Validação do valor	Apresentação do trabalho
	14	MVP - Produto Mínimo	Apresentação do trabalho
			PRÉ DemoDay

Fonte: autores

Essa metodologia será incorporada a outra já existente, as das atividades multidisciplinares, descritas no quadro 2.

Quadro 2 – Etapas das atividades multidisciplinares da Fatec Itaquera

<b>Etapas</b>	<b>Atividades</b>	<b>Resultados</b>
<b>Planejamento</b>	Definição das Equipes	Divisão em grupos pelos alunos
	Definição do projeto	Identificação do que será feito pelos alunos
	Descrição das etapas do projeto	Conversas com o orientador
	Desenvolvimento das etapas do projeto	Definição do que vai ser realizado pela equipe
<b>Execução</b>	Descrição de cada uma das disciplinas envolvidas no projeto	Discussões da participação das disciplinas no projeto
	Desenvolvimento do protótipo	Execução do projeto físico
	Criação do Artigo para entrega	
<b>Apresentação</b>	Apresentação dos Protótipos	Apresentação para avaliação na Amostra
	Entrega do Relatório Final	Relatório escrito

Fonte: autores

Com os dois quadros é possível perceber a relação de semelhança dos dois projetos e como eles podem ser trabalhos de forma complementar, sendo esse, portanto o projeto em desenvolvimento.

#### 4 DESCRIÇÃO DO PROJETO

As atividades Multidisciplinares são baseadas a partir do conceito de gestão de projetos. Ela foi pensada para que o aluno conseguisse ao longo do semestre integrar, a partir de um tema pré-estabelecido, as disciplinas que estavam curando e que ao final do semestre obtenham um protótipo que demonstrasse toda essa correlação e consequentemente o conhecimento adquirido. No primeiro semestre ficaram-se convencionados que seriam desenvolvidos módulos didáticos, que englobassem as disciplinas

básicas através do desenvolvimento de jogos ou outros modelos fáceis de entender os conceitos que estavam trabalhando. Do segundo semestre ao quarto semestre desenvolveriam protótipos livres de acordo com a imaginação a ao tema pré-estabelecido.

Porém, sempre surgiu na necessidade de mostrar aos alunos que cada projeto poderia ser um produto que poderia ser comercializado, que poderia ser uma ideia que viraria um novo negócio. Outra questão que sempre surgiu foi a de fazer os alunos irem à comunidade, as empresas buscar os problemas e resolve-lo durante o período em que eles estão pensando no produto.

Várias dificuldades surgiram com esses dois últimos tópicos. Uma delas a capacidade de administração do tempo que os alunos muitas vezes não possuem, a falta de habilidade dos professores em lidarem com vários problemas diferentes e complexos sem muitas vezes possuírem tempo e conhecimento suficiente para tal. Assim esses itens ficaram adormecidos aguardando o amadurecimento do projeto.

Com a vinda do projeto Pense Grande foi possível fazer com que essa interação ocorresse de uma forma muito mais tranquila, pois as atividades são feitas inicialmente em sala. Os alunos pensam o projeto em sala, discutem em sala, levantam os problemas em sala em um novo momento eles trazem as soluções para discutir e não somente para apresentar.

A metodologia de trabalhar com dinâmicas de grupo, onde os alunos constroem as dúvidas e levantam as dificuldades fazem com que as questões do projeto sejam feitas de uma forma muito mais tranquila e outras habilidades podem ser construídas de uma forma mais produtiva.

Quadro 3 – Comparativo entre os dois projetos

<b>Etapas do Pense Grande</b>	<b>Etapas da Atividades Multidisciplinares</b>
<b>Pensar</b>	<b>Planejar</b>
<b>Mini Hackatona ( Maratona de soluções baseada em três pilares)</b>	Definição das Equipes
<b>Projeto de Vida - Empatia</b>	Definição do projeto
<b>Criatividade e Tecnologia e solução de problemas - Google drive</b>	Descrição das etapas do projeto
<b>Propósito - Círculo Dourado</b>	Desenvolvimento das etapas do projeto
<b>Mapeamento de Comunidade</b>	
<b>Sentir</b>	<b>Executar</b>
<b>Jornada de usuário</b>	Descrição de cada uma das disciplinas envolvidas no projeto
<b>Canvas - Cultura Maker - conhecendo Inovação</b>	Desenvolvimento do protótipo
	Criação do Artigo para entrega
<b>Teste de fumaça: pesquisa de campo</b>	
<b>Estudo de Mercado e Marketing</b>	
<b>Estruturação do Pitch e Planejamento MVP</b>	
<b>Agir</b>	<b>Apresentação</b>
<b>Conexão Empreendedor e Apresentação Pitch</b>	Apresentação dos Protótipos
<b>Prototipação - Validação do valor</b>	Entrega do Relatório Final
<b>MVP - Produto Mínimo</b>	

Fonte: Autores

O fato de toda semana haver uma discussão sobre o assunto e haver um complemento dos problemas as serem trabalhados facilita a visualização do projeto e os resultados que esse projeto pode obter. Além de possibilitar a descoberta de novas habilidades que os alunos não estavam acostumados a ver e a entender.

Como lidar com o erro, com o medo e com isso enfrentar seus fracassos que certamente aconteceram na vida de um empreendedor.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Objetivo dessa pesquisa é apresentar o projeto que está sendo desenvolvido entre o Projeto Pense Grande da fundação Telefônica e as atividades Multidisciplinares da Fatec Itaquera. Ele está sendo desenvolvido desde o início de 2018. Porém as atividades multidisciplinares já ocorrem desde 2014.

A junção dos dois projetos foi interessante, pois pode trazer uma nova forma de perceber a metodologia já utilizada e enriquecer a possibilidade de desenvolvê-la. Pensando na Teoria do *Design Thinking* onde se pensa no indivíduo como um todo e nas necessidades em que ele está inserido, foi possível ver que existem questões individuais dos alunos que precisam ser trabalhadas para que o projeto possa ser ter um resultado mais eficiente. Para que sua aplicação possa gerar resultados mais aplicados como em um novo empreendimento ou para melhorar a situação de uma comunidade.

Com a nova metodologia do pense grande foi possível ver que é importante o contato semanal dos alunos com os orientadores para que o processo do projeto seja construído através da mediação de discussões e atividades que os auxiliem a perceber necessidades e dificuldades, deles e da comunidade.

Essas dificuldades, muitas vezes, não são observadas pelos alunos quando estão fazendo os trabalhos na forma como a metodologia das atividades multidisciplinares são aplicadas hoje.

Existe vários desafios diante desse trabalho que serão desenvolvidas como: colocar as atividades multidisciplinares nas grades dos cursos, criar dinâmicas complementares para trabalhar nessas disciplinas e treinar os professores para desenvolvê-las, bem como passar pela resistência dos professores e alunos a nova metodologia.

São novos trabalhos a serem desenvolvidos na nova etapa do projeto.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Telefônica pelo projeto que está sendo desenvolvido na FATEC Itaquera. Ao Centro Paula Souza que nos permitiu fazer a análise de grade e desenvolver o trabalho que hoje está sendo desenvolvido. Ao Prof. Gabriel Barbieri pela ajuda ao longo de todo o processo. Ao Thiago coordenador de Projeto da Telefônica que nos deu essa oportunidade. A FATEC Itaquera que vem desenvolvendo uma série de trabalhos para melhoria da qualidade do ensino.

## REFERÊNCIAS

- [1] Carvalho, A. C. B. D.; Terceiro, E.; Carreiro Jr.E. F.; Silva Neto, J. P., Dantas, L.J., Kanayama, P.H. Interdisciplinaridade em um Curso de Tecnologia: Uma Experiência na FATEC Itaquera. XLIII Cobenge, São Bernardo do Campo, SP,2015.
- [2] DRUCKER, Peter. F. Inovação e Espírito Empreendedor - Entrepreneurship. Práticas e Princípios. São Paulo: Cengage Learning, 2008.
- [3] Global Entrepreneurship Monitor (GEM). Atitudes positivas em relação ao empreendedorismo e uma cultura favorável – mais investimento em educação é necessário. Disponível em: <<http://www.gemconsortium.org/country-profile/46>>. Acesso em: 15 abril 2018.
- [4] GUERRA, José Maria; GRAZZIOTIN, Zilá Joselita. Educação Empreendedora nas universidades brasileiras. in: LOPES, Rose Mary et al. Educação empreendedora: conceitos, modelos e práticas. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010, p 68-91.
- [5] LOPES, Rose Mary A. (Org.). Educação empreendedora: conceitos, modelos e práticas. Rio de Janeiro: Elsevier: São Paulo: Sebrae, 2010. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=5W00yQ3qBtEC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gb\\_s\\_g\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=5W00yQ3qBtEC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gb_s_g_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 15 abr 2018.
- [6] Nagão, M.; Soares, T. Inova Escola, Fundação Telefonica, São Paulo, 2017
- [7] Pense Grande – Metodologia Pense Grande – Fundação Telefonica. 2017

# Capítulo 2

## *A construção de competências e habilidades nos cursos de engenharia no Brasil: uma análise frente aos desafios do século XXI*

*Tatiana Gesteira de Almeida Ferraz  
Tarso Barretto Rodrigues Nogueira  
Sayonara Nobre de Brito Lordelo*

**Resumo:** O mundo passa por transformações profundas causadas por um acelerado desenvolvimento científico e tecnológico, que, por sua vez, influenciam o modo como as pessoas se comportam e aprendem. Tais mudanças alcançam o campo da engenharia e trazem consigo importantes desafios na formação de um engenheiro inovador, crítico, reflexivo e preparado tecnicamente para o mundo do trabalho contemporâneo. O objetivo precípua deste trabalho é analisar como as habilidades e competências identificadas nos projetos pedagógicos dos cursos são desdobradas em atividades acadêmicas e despertar o leitor para a necessidade e os benefícios de se estabelecer essa ponte. Por fim, conclui-se que é fundamental enxergar o processo de formação de engenheiros a partir das demandas do mundo do trabalho, analisando-se criticamente os modelos atuais de formação e seus resultados, a fim de que se fomente a criação de novos. Tais modelos devem prever a identificação clara do perfil profissional do egresso e o seu desdobramento nas diversas atividades curriculares, coisa que efetivamente não vem ocorrendo na maioria dos cursos investigados.

**Palavras-chave:** Formação do engenheiro. Habilidades e Competências. Sociedade do Conhecimento. Projeto Pedagógico do Curso.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o mundo passa por transformações cada vez mais aceleradas, profundamente relacionadas com o desenvolvimento científico e tecnológico, que, por sua vez, influenciam o modo como as pessoas se comportam. No campo da engenharia, tais transformações são altamente impactantes, a exemplo da internet das coisas, robótica avançada, inteligência artificial, bio e nanomateriais. Elas trazem consigo não só desafios tecnológicos, mas também questões éticas e sociais a serem enfrentadas pelos engenheiros. Este contexto traz consigo a exigência de uma formação capaz de desenvolver novas competências profissionais para que o engenheiro atue em um contexto desafiador, marcado por tecnologias voláteis em constante mutação (DA SILVEIRA, 2005). O papel do engenheiro cresce em importância e abrangência, fazendo-se necessário repensar a sua formação para que ele possa responder aos desafios para a construção de um futuro sustentável.

No movimento vivenciado contemporaneamente, no qual a relação do indivíduo com o conhecimento e com o mundo está em constante e veloz processo de transformação, nota-se uma ruptura com a linearidade e o surgimento de uma rede onde o conhecimento pode ser ressignificado. Assim, tem-se uma nova proposta de aproximação entre o homem, o trabalho e os insumos tecnológicos. Nesse contexto, exige-se habilidade para conviver com a instabilidade e com a necessidade da rápida tomada de decisões, sabendo pensar, perceber e agir diante da enorme quantidade de informações acessíveis e articuladas. Esse é um desafio do cotidiano também presente nas propostas de formação em engenharia, que deverão resguardar as especificidades do processo de construção do conhecimento, sobretudo em relação à formação do engenheiro inovador, crítico, reflexivo e que deverá prepará-lo para o mundo do trabalho contemporâneo. (LORDELO, 2011).

O reconhecimento de que o indivíduo vive e trabalha em uma sociedade/economia do conhecimento vem ganhando destaque crescente nos contextos sociais e produtivos. Uma análise superficial nos leva a crer que o conhecimento constitui atualmente o fator de produção mais importante na economia das sociedades industriais avançadas. Alguns estudiosos têm estudado este campo, com destaque para Castells (2003), Guille (2008), Kumar (1996), que definem o termo economia do conhecimento tendo a produção do conhecimento como seu principal ativo e a tecnologia como seu mais relevante recurso. Fartes (2008) declara que a ênfase hoje dada ao conhecimento e às “culturas epistêmicas”, no sentido de que a produção do conhecimento nunca é fixa e finita, reconhece a dinâmica desse processo e do desenvolvimento profissional, cujos saberes transcendem espaços delimitados. Sendo assim, a sociedade do conhecimento não é simplesmente uma sociedade de experts, ou uma sociedade que produz conhecimentos incessantemente, mas um espaço em que as culturas do conhecimento se interpenetram e tecem redes de capilaridade, atuando sobre a vida cotidiana, as profissões e suas identidades.

É senso comum na literatura que a formação do engenheiro sofreu profundas mudanças desde a criação dos cursos de engenharia no final do século XVIII. (DA SILVEIRA, 2005). Porém, ainda assim, em muitos aspectos, o ensino de engenharia encontra-se hoje afastado das expectativas do mercado. Historicamente, há muito foco na ampliação e aprofundamento de conteúdos abordados e pouco se tem feito de forma estruturada, principalmente no Brasil, para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias ao egresso. O modelo de ensino baseado em conteúdo, no entanto, não consegue esgotar todo o volume, cada vez mais crescente, de novas tecnologias e não prepara por si só os estudantes de engenharia a continuar sua formação de forma permanente.

Essa constante batalha entre disseminar conteúdos e desenvolver competências continua a afetar negativamente o resultado, isto é, o perfil do egresso que se deseja. De um lado há a agonia por se repassar conteúdos, a fim de dar ciência do crescente conhecimento tecnológico que o estudante de engenharia deve dominar. De outro, há o desejo de desenvolver habilidades e competências para dar forma a esse desafiador novo perfil profissional, muito influenciado por uma ampla gama de habilidades pessoais e interpessoais, além daquelas de natureza tecnológica, não menos exigíveis no atual contexto. (CRAWLEY et al, 2014). Portanto, no desenvolvimento desse novo perfil profissional, fica clara a necessidade de articulação e integração não somente entre os diversos ramos da engenharia, mas também entre estes e as ciências humanas, como a sociologia, a psicologia e a filosofia. Porém, isso não é o suficiente.

Nesse contexto, o desdobramento do perfil profissional, traduzido em habilidades e competências, em atividades acadêmicas parece, portanto, ser fundamental para se chegar de fato ao resultado desejado. O objetivo precípua deste trabalho é discutir essa questão e despertar o leitor para a necessidade de modelos que façam a ponte clara entre as habilidades e competências desejadas e as atividades acadêmicas praticadas no curso.



## 2 HABILIDADES E COMPETÊNCIAS ESPERADAS DE UM ENGENHEIRO

### 2.1 UMA BREVE REVISÃO CONCEITUAL

Os termos habilidade e competência recebem diferentes definições na literatura em função da corrente acadêmica e do contexto no qual estão inseridos. Neste trabalho, serão focalizadas definições associadas à área da pedagogia.

E qual a relação entre competências e habilidades? Depresbiteris e Deffune (2002) definem que a competência profissional é a capacidade de utilizar os conhecimentos e as habilidades adquiridas para o exercício de uma situação profissional. E vão mais além, com uma segunda definição, mais geral, segundo a qual, competência é a capacidade de usar habilidades, conhecimentos, atitudes e experiência adquirida para desempenhar bem os papéis sociais.

Para Depresbiteris e Deffune (2002), habilidades são atributos relacionados não apenas ao saber fazer, mas aos saberes (conhecimentos), ao saber ser (atitudes) e ao saber agir (práticas no trabalho). As habilidades possuem dimensões variadas: cognitivas, motoras e atitudinais. Depresbiteris e Deffune (2002) classificam as habilidades em três grupos distintos. As habilidades básicas alcançam um amplo espectro de atributos essenciais, como ler, interpretar, calcular, até chegar a funções cognitivas mais complexas, que propiciem o desenvolvimento de raciocínios mais elaborados. Já as habilidades específicas são aquelas relacionadas estritamente ao trabalho e dizem respeito aos saberes, saber fazer e saber ser exigidos por uma profissão. Por fim, as habilidades de gestão são atributos de autogestão, de empreendedorismo, de trabalho em equipe.

Paquette (2007), por sua vez, se preocupa em estabelecer uma definição clara e consistente para competência. Segundo o autor, sua definição está fundamentada na relação entre o conhecimento específico em um domínio de aplicação e as habilidades genéricas. Paquette (2007) consegue dar a sua definição não apenas um significado aplicável, mas, sobretudo, lhe concede uma forma. Eis a definição adotada por Paquette (2007): “competências são declarações de que alguém, ou mais genericamente algum recurso, é capaz de demonstrar a aplicação de uma habilidade genérica a algum conhecimento com um determinado grau de desempenho”.

A fim de apoiar a compreensão desta definição, Paquette (2007) apresentou um exemplo que a ilustra claramente. Suponha-se que um técnico possa realizar um diagnóstico de falhas em um sistema de injeção eletrônico de um motor de automóvel seja qual for a marca e o modelo do veículo. Pela definição de Paquette (2007), isso é uma competência onde o técnico aplica uma habilidade genérica (realizar diagnóstico) ao seu conhecimento sobre as falhas em um sistema de injeção eletrônica com um determinado grau de desempenho (seja qual for a marca ou modelo do veículo).

Apesar da distinção clara apresentada entre competência e habilidade, neste artigo, os dois termos aparecerão muitas vezes em conjunto, como hoje se apresentam nas diretrizes curriculares nacionais dos cursos de engenharia e em diversos projetos pedagógicos de cursos analisados.

### 2.2 HABILIDADES E COMPETÊNCIAS NAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS

A Resolução CNE/CES 11/02, que estabeleceu as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os cursos de engenharia, não apresenta definições para habilidades e competências. Apenas estabelece uma relação entre competências e habilidades e os conhecimentos necessários para exercê-las. No entanto, alguns anos antes fora publicada a Resolução n. 4, relativa às DCN para a educação profissional de nível técnico, que traz no seu corpo definições para os principais conceitos tratados no documento. Portanto, segundo Ramos (2002), a noção de competência é abordada pelas DCN sempre de forma relacionada à autonomia do trabalhador contemporâneo diante da instabilidade do mundo do trabalho e das mudanças nas relações de produção. O agir competente, portanto, realiza-se pela “capacidade de mobilizar, articular e colocar em ação valores, conhecimentos e habilidades necessários para o desempenho eficiente e eficaz de atividades requeridas pela natureza do trabalho” (RAMOS, 2002). As habilidades, por sua vez, são o resultado das aprendizagens consolidadas na forma de habitus, ou o saber-fazer, também mobilizado na construção das competências profissionais. (RAMOS, 2002).

Para Ramos (2002) a lista de competências resultante das DCN equivale ao perfil profissional. Nessa direção, Steiner (1998) cita a contribuição de diversos autores na construção de um perfil para o engenheiro. Segundo ele, uma “pessoa técnica” é um indivíduo com competências e habilidades técnicas em um determinado produto ou área de conhecimento, geralmente desenvolvidos em cursos formais ou estudos especializados (distintos da educação acadêmica em geral e da aprendizagem).

Em se tratando de cursos de engenharia, a experiência brasileira se baseou no modelo 3 + 2 característico da educação francesa, dando ênfase ao ciclo básico de forte natureza científica e complementação com maior foco na formação técnica durante a fase central e final do curso. Historicamente, os cursos de engenharia sempre foram por demais regulamentados no Brasil. Pinto et al (2003), relata que o Ministério da Educação organizou a partir de 1997 a discussão das diretrizes curriculares para os cursos de engenharia e esta envolveu a participação de uma grande quantidade de instituições de ensino, instituições profissionais e outras instituições interessadas no ensino de graduação. Segundo Pinto et al (2003), ganhou-se uma formação mais humanista e flexível. Por outro lado, a Resolução ainda mantém muitos elementos sob estreito controle e chega a definir um perfil de egresso genérico. A CNE/CES 11/2002 define, em seu Artigo 3º, como perfil dos egressos dos cursos de engenharia:

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.

Segundo Pinto et al (2003), este perfil é tão aberto e abrangente que permite, dentro de uma visão geral, definir o perfil dos egressos, atendendo as especificidades regionais, sem esquecer as características mínimas desejadas. Verifica-se, ainda, a preocupação com a formação do cidadão-engenheiro, incorporando aspectos humanísticos, sociais e ambientais na sua formação.

Por fim, segundo Ramos (2002), nas DCN os conteúdos disciplinares deixariam de ser fins em si mesmos para se constituírem em insumos para o desenvolvimento de competências. Esses conteúdos são construídos como bases tecnológicas, agregando conceitos, princípios e processos e decorrem de conceitos e princípios das ciências da natureza, da matemática e das ciências humanas, numa relação claramente linear e de precedência do conhecimento científico ao tecnológico.

### 2.3 NOVOS DESAFIOS NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO

Em 2007, o Presidente Emérito da conceituada University of Michigan, Dr. James J. Duderstadt, escreveu um artigo alertando sobre as rápidas mudanças impostas ao mundo e o reflexo de tal revolução no ensino da engenharia. Segundo Duderstadt (2007), durante os últimos anos tais considerações levaram vários grupos, incluindo as Academias Nacionais, agências federais, organizações empresariais e sociedades profissionais a concluir que novos paradigmas na prática da engenharia, pesquisa e educação, que melhor atendam às necessidades de uma nação do século 21, precisam ser compreendidos e enfrentados. Ainda para Duderstadt (2007), a questão não é tanto a reforma do ensino de engenharia dentro de velhos paradigmas, mas estabelecer novos paradigmas necessários para enfrentar os recentes desafios como a globalização, as mudanças demográficas e novas tecnologias. O autor conclui que o status quo em educação em engenharia nos Estados Unidos já não é suficiente para sustentar a liderança tecnológica da nação.

Em âmbito internacional, certamente o movimento mais amplo e consistente sobre a reformulação do ensino de engenharia é o CDIO. Reunindo uma rede de mais de 150 instituições de ensino em todo o mundo, a iniciativa se propõe a criar uma nova base para o ensino de Engenharia, por meio de uma abordagem baseada na função precípua do engenheiro, resumida no acrônimo CDIO, do inglês *conceive – design – implement – operate* (conceber – projetar – implementar – operar)<sup>1</sup>. A abordagem CDIO defende que a melhor forma de responder ao aparente paradoxo de transmitir o crescente conhecimento tecnológico aos estudantes de engenharia e a necessidade de que os engenheiros possuam uma ampla gama de habilidades pessoais e interpessoais, bem como conhecimentos e habilidades para o desenvolvimento de produtos, processos e sistemas é prover a formação por meio de uma série de atividades cuidadosamente planejadas que, ao mesmo tempo, reforcem os conhecimentos técnicos e desenvolvam as habilidades necessárias às funções inerentes à prática da engenharia. Para isto, a proposta, altamente respaldada na visão do mercado e numa série de estudos sobre ensino – aprendizagem em engenharia conduzidos por diversos pesquisadores, parte da declaração de uma crença de que “todo formando em engenharia deve ser capaz de conceber, projetar, implementar e operar, produtos, processos e sistemas de engenharia complexos e com valor agregado, num ambiente moderno e baseado no trabalho em equipe. Devem ainda desenvolverem-se como indivíduos maduros e reflexivos” (CRAWLEY et al, 2014).

<sup>1</sup> Disponível em [www.cdio.org](http://www.cdio.org), acessado em 29 de abril de 2018

A abordagem CDIO se baseia em dois pilares fundamentais: o CDIO Syllabus e os Standards (padrões). O Syllabus traz uma proposta de desdobramento do objetivo central descrito acima, no perfil de saída dos engenheiros detalhando as competências e habilidades requeridas. Está estruturado em 4 grandes grupos (CRAWLEY et al, 2014):

- Conhecimento técnico e raciocínio lógico;
- Habilidades e atributos pessoais e profissionais;
- Habilidades interpessoais: trabalho em equipe e comunicação;
- Conceber, projetar, implementar e operar sistemas no contexto empresarial, social e ambiental: o processo de inovação.

Os standards reúnem 12 princípios e práticas que orientam a implementação da abordagem proposta. Resumidamente, são eles: (1) Adoção do CDIO como contexto, (2) Detalhamento do perfil de saída pretendido, (3) currículo integrado, (4) introdução à engenharia, (5) experiências de projetar – implementar, (6) espaços de trabalho para o desenvolvimento e implementação de projetos de engenharia, (7) experiências integradas de aprendizagem, (8) aprendizagem ativa, (9) aprimoramento das competências dos professores em trabalhar na abordagem CDIO, (10) aprimoramento das competências de ensino dos professores, (11) avaliação das competências dos estudantes no desenvolvimento de produtos, processos e sistemas e (12) avaliação do programa. (CRAWLEY et al, 2014).

Destaca-se da abordagem CDIO, a partir da finalidade deste artigo, a importância de se ouvir o mercado no estabelecimento do perfil de saída, do desdobramento deste perfil em habilidades e competências detalhadas e no desenho de um currículo integrado que demonstre claramente como estas habilidades e competências serão construídas. (CRAWLEY et al, 2014).

No Brasil, começam a ganhar corpo movimentos, tanto no âmbito das instituições de ensino, como nos âmbitos governamental e empresarial. Tais movimentos buscam em essência propor a reformulação do ensino de engenharia no país, como as propostas oriundas da ABENGE (Associação Brasileira de Educação em Engenharia) e algumas iniciativas da Indústria. Estas últimas apontavam a necessidade de reformulação do ensino de engenharia no país, a exemplo das publicações “Inova Engenharia: proposta para modernização da educação em engenharia no Brasil” elaborado pelo IEL em 2006, “Engenharia para Desenvolvimento: Inovação, Sustentabilidade e Responsabilidade Social como Novos Paradigmas” publicado pelo SENAI em 2010 (FORMIGA, 2010) e, mais recentemente, o documento “Recomendações para o Fortalecimento e Modernização do Ensino de Engenharia no Brasil” (CNI, 2018) fruto do trabalho da MEI - Mobilização Empresarial pela Inovação. Nesta última, são analisadas a lista de competências e habilidades constante nas Diretrizes Curriculares Nacionais, as iniciativas europeias traduzidas no Processo de Bolonha e nas competências desdobradas pelos Descritores de Dublin (CNI, 2018). A partir destas análises, os autores propõem “dar prioridade às competências e habilidades nas DCN; a tratar o curso de engenharia como um processo e não como um conjunto de conteúdos” (CNI, 2018) dentre outros aspectos que não serão abordados aqui neste artigo.

### 3 DESDOBRAMENTO DAS HABILIDADES E COMPETÊNCIAS

#### 3.1 MODELOS ATUALMENTE EMPREGADOS NO BRASIL

O artigo 5º da Resolução CNE/CES 11/02, define que “cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas”. Observe-se que as diretrizes preveem que se estabeleça não só quais as competências e habilidades que se espera do egresso, mas também se detalhe o como estas competências e habilidades serão construídas ao longo das diversas atividades curriculares previstas no curso.

Visando identificar as práticas atuais das universidades brasileiras quanto ao planejamento da construção das competências e habilidades ao longo dos componentes curriculares, foram analisados 15 Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC) de Engenharia escolhidos aleatoriamente na internet, em consulta feita durante o período de 25 de março e 25 de abril de 2018. De forma a obter uma amostra inespecífica, apesar da pequena quantidade de PPCs analisados, foram selecionados projetos abrangendo 8 diferentes cursos de engenharia, de 15 instituições, entre universidades, centros universitários e institutos federais, públicos (13) e privados (2) de 12 estados, nas 5 regiões do país.

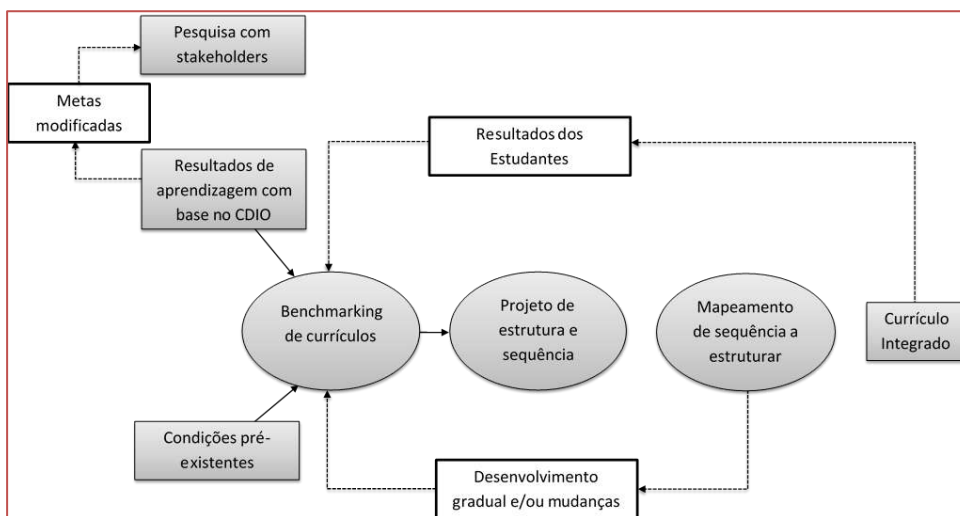
De todos os projetos analisados, apenas 1 desdobra de forma sistemática como as competências e habilidades serão trabalhadas nas atividades curriculares propostas ao longo do curso, utilizando-se para isso de uma matriz. Ela inclui, além das disciplinas, estágio supervisionado, atividades complementares e trabalho de conclusão de curso, e para cada grupo de atividades especifica habilidades e competências a serem desenvolvidas. Nesse modelo, fica mais fácil evidenciar e, conseqüentemente, comunicar ao corpo docente e discente o papel de cada atividade no processo de formação do engenheiro, os objetivos a que cada uma se propõe, não só em termos de conhecimentos técnico-científicos, como em termos de habilidades e articulação destes em competências. Permite, ainda, evidenciar, eventuais lacunas na estruturação do curso para a construção das competências desenhadas no perfil do egresso.

### 3.2 MODELO PROPOSTO PELA ABORDAGEM CDIO

Conforme já comentado anteriormente, o desenho de um currículo integrado é uma das práticas sugeridas pelo CDIO (CRAWLEY et al, 2014), sendo proposto um fluxo de atividades que suportam a sua estruturação. Uma adaptação de tal fluxograma pode ser observada na Figura 1.

No desenho do currículo integrado é essencial considerar o desdobramento do perfil de saída planejado em atividades a serem desenvolvidas ao longo do curso, devendo incluir uma introdução à engenharia, disciplinas específicas da formação do engenheiro, experiências de desenvolvimento de produtos, processos e sistemas e experiências sintetizadoras como os trabalhos de conclusão de curso. (CRAWLEY et al, 2014). Os autores sugerem ainda que seja utilizada uma matriz cruzando cada competência e habilidade proposta no perfil de saída com as atividades curriculares nas quais elas são trabalhadas, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Figura 1 – Modelo para construção de um currículo integrado



Fonte: adaptado de CRAWLEY et al, 2014.

Quadro 1 – Modelo de matriz para mapeamento de competências e habilidades nos programas

Competência ou Habilidade	Atividade curricular						
	Disciplina 1	Disciplina 2	(...)	Disciplina n	Projeto 1	(...)	Estágio
Competência 1							
Competência 2							
(...)							
Habilidade n-1							
Habilidade n							

Fonte: adaptado de CRAWLEY et al, 2014.

### 3.3 UMA ANÁLISE COM O FOCO NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

Na construção do conhecimento, a informação é processada pelo sujeito, recontextualizada a partir da atribuição de significado que é dada por ele e, a partir daí, o sujeito se torna, por meio de um processo pessoal e cíclico, capaz de gerar novos conhecimentos e agir com base nos conhecimentos adquiridos. Esse entendimento é essencial para a compreensão de que a formação de um engenheiro, precisa englobar de forma estruturada experiências práticas e de análise. São elas que irão construir a base para que ele possa, com maior eficácia, recontextualizar e atribuir significado ao aprendizado. Tais vivências também contribuirão para o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais à formação do engenheiro. Defende-se aqui que as situações que permitam ao estudante vivenciar experiências de desenvolver produtos, processos e sistemas de engenharia e refletir isso, internalizando novas competências e habilidades, não surgirão num curso de engenharia ou não surtirão os efeitos desejados no aprendizado (se resumirão a boas práticas isoladas), se não forem planejadas e desenvolvidas de forma estruturada. Soma-se a isso o entendimento de que os métodos de ensino precisam se adequar ao perfil atual dos estudantes que estão permanentemente interconectados e confortáveis com as tecnologias de comunicação, apreciam desafios, expressam suas opiniões livremente, são imediatistas e autônomos em relação às suas necessidades de informação. Portanto, entende-se ser importante adotar uma prática de ensino dinamizadora com base no desenvolvimento de competências, capaz de desenvolver no aluno o espírito investigativo e de solidariedade. Será necessário valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes, explorar permanentemente oportunidades de recontextualização dos saberes acadêmicos, reforçar a aprendizagem colaborativa, incentivar conexão entre diferentes cursos e estender a formação para além da sala de aula, dentre outros aspectos. Dessa forma, entende-se que não se pode mais construir um currículo baseado exclusivamente na soma de conteúdos ou prever estratégias pedagógicas centradas em aulas expositivas.

Aprendizagem ativa é um caminho metodológico aderente ao cenário e aos desafios apresentados. O que se pretende é o desenvolvimento da capacidade de “engenharia” por meio da problematização, estudos de caso, seleção de conteúdos para solução dos desafios propostos, descoberta, validação ou negação de respostas possíveis às atividades acadêmicas, auto reconhecimento das competências próprias de cada um e a proposição de ações de engajamento e liderança em trabalhos em grupo.

## 4 CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES

Fica claro, portanto, que se vive um momento crucial para a reformulação do ensino de engenharia no Brasil, consoante às iniciativas mundiais, e que estas alterações devem ser estruturais e sistêmicas para que gerem os resultados planejados. Iniciativas isoladas nas estruturas gerais dos cursos, apesar de importantes, não trarão o resultado esperado para a formação do engenheiro que atenda às necessidades da sociedade num mundo cada vez mais globalizado e complexo. É fundamental enxergar-se o processo de formação de engenheiros a partir das demandas das organizações produtivas e da sociedade, analisando-se criticamente os modelos atuais de formação e seus resultados, para que se proponham novos modelos integrados de formação. Tais modelos devem prever a identificação clara do perfil almejado para o egresso e o seu desdobramento nas diversas atividades curriculares, fato este que efetivamente não vem ocorrendo nos cursos do Brasil, como já se pode discutir neste artigo. Essas atividades, por sua vez, deverão estar integradas entre si, num processo formativo que busque a significação por meio de experiências práticas. Por fim, todo esse processo precisa ser adequadamente avaliado para garantir que os objetivos propostos estão sendo atingidos e que se possam empreender as ações de melhoria necessárias. Este artigo traz apenas a consolidação inicial de estudos que estão sendo desenvolvidos pelos autores, visando a implementação de melhorias em cursos de engenharia e que focalizam mudanças de métodos e de seus modelos de operação.

## REFERÊNCIAS

- [1] BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução n. 11, de 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/>>. Acesso em 28/04/2018.
- [2] \_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Educação. Resolução n. 4, de 8 de dezembro de 1999. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional de Nível Técnico. Disponível em <<http://www.mec.gov.br/cne/resolucao.shtm>>. Acesso em 28/04/2018.
- [3] CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede. São Paulo: PAZ E Terra, 2003.

- [4] CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Destaque de inovação: recomendações para o fortalecimento e modernização do ensino de Engenharia no Brasil. Brasília: CNI, 2018.
- [5] CRAWLEY, Edward et al. Rethinking engineering education. The CDIO Approach. 2ª ed. Editora Springer. 2014.
- [6] DA SILVEIRA, M. A. A Formação do Engenheiro Inovador: uma visão internacional. Rio de Janeiro, PUC-RJ, Sistema Maxwell, 2005.
- [7] DEPRESBITERIS, L.; DEFFUNE, D. Habilidades e Currículo de Educação Profissional: Crônicas e Reflexões. São Paulo/SP: Ed. SENAC/SP, 2002.
- [8] DUDERSTADT, J. J. Engineering for a Changing World: A Roadmap to the Future of American Engineering Practice, Research, and Education. Engineering Education for the 21st Century: A Holistic Approach to Meet Complex Challenges, editado por Domenico Grasso, Universidade de Michigan, 2007.
- [9] FARTES, Vera Lúcia Bueno. Reforma da educação profissional e crise das identidades pedagógicas e institucionais. Cadernos de Pesquisa, v.38, n.135, p.657 - 684, set./dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/v38n135/v38n135a06.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2009.
- [10] FORMIGA, M. M. M (Org.). Engenharia para o desenvolvimento: inovação, sustentabilidade, responsabilidade social como novos paradigmas. Brasília: SENAI/DN, 2010, 212p.
- [11] GUILLE, David. O que distingue a economia do conhecimento? Implicações para a educação. Cadernos de pesquisa, v.38, n.135, p.611-636, set./dez. 2008.
- [12] INSTITUTO EUVALDO LODI. NÚCLEO NACIONAL. Inova engenharia: propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil. Brasília: IEL.NC/SENAI.DN, 2006.
- [13] KUMAR, Krisham. Da sociedade pós industrial à pós moderna. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.
- [14] LORDELO, Sayonara Nobre de Brito. Mundo do Trabalho e a Formação do Tecnólogo: Compreensões necessárias à construção da sua identidade profissional. 2011. 205f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
- [15] PAQUETTE, G. An Ontology and a Software Framework for Competency Modeling and Management. Educational Technology & Society, 10 (3), 1-21, 2007.
- [16] PINTO, D. P.; PORTELA, J. C. S.; OLIVEIRA, V. F. Diretrizes Curriculares e Mudança de Foco no Curso de Engenharia. Anais do COBENGE, 2003.
- [17] RAMOS, M. N. A educação profissional pela pedagogia das competências e a superfície dos documentos oficiais. Educ. Soc., Campinas, vol. 23, n. 80, setembro/2002, p. 401 – 422.
- [18] SANT'ANNA, A. S.; DE MORAES, L. F. R.; KILIMNIK, Z. M. Organizações – competências individuais, modernidade organizacional e satisfação no trabalho: um estudo de diagnóstico comparativo. RAE Eletrônica, v. 4, n. 1, art. 1, jan/jun 2005.
- [19] STEINER, C. Educating for Innovation and Management: The Engineering Educators' Dilemma. IEEE Transactions on Education, v. 41, n. 1, 1998.

# Capítulo 3

## *Desenvolvimento de competências na disciplina "Projeto Integrado de Engenharia de Produção III" (PIEP III) da Escola de Engenharia de Lorena - USP*

*Washington de Macedo Lemos*

*Marco Antônio Carvalho. Pereira*

*Cláudia Santos Salim*

*Marcela Cristina de Oliveira Rey*

**Resumo:** O Engenheiro de Produção deve desenvolver, ao longo de sua formação, algumas competências que envolvem não só ciências e tecnologias, como comunicação e gestão pessoal, as quais são descritas nas DCNs e no programa CDIO. O objetivo deste trabalho, foi estudar como os alunos do sétimo semestre de Engenharia de Produção na EEL-USP avaliam o desenvolvimento dessas competências na disciplina Projeto Integrado de Engenharia de Produção III. Por meio de ABP, os alunos trabalham em projetos reais e são continuamente estimulados a aplicar conhecimentos e buscarem soluções. Esses alunos responderam questionários propostos e, dentre as competências das DCNs, a III - Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos e a IV - Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia, destacaram-se sendo apontadas por mais de 50% dos alunos como desenvolvidas no PIEP III. Todavia, as competências X - Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais; XII - Avaliar a viabilidade econômica de projetos de Engenharia e XIII - Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional não foram apontadas pelos alunos. As competências 3.1- Trabalho em equipe; 3.2 - Comunicação e 4.2 - Contexto empresarial e organizacional foram apontadas por mais de 80% dos alunos como sendo desenvolvidas ao longo do projeto. Outrossim, foi possível enxergar os pontos fortes do curso, bem como as oportunidades de melhorias.

**Palavras-chave:** Ensino. Competências. ABP. DCN. CDIO.

## 1 INTRODUÇÃO

Os cursos de Engenharia surgiram no Brasil em 1792. Segundo Leme (1983), a Engenharia de Produção, por sua vez, teve seu início em 1958 e vem crescendo vertiginosamente devido à evolução dos processos, à busca pela vantagem competitiva, qualidade dos produtos e estratégia de gestão. O profissional da Engenharia de Produção deve possuir habilidades diferenciadas em relação ao mercado, finanças, pessoas e produção, integrando-as ao conhecimento tecnológico (DE OLIVEIRA, 2005; BITTENCOURT et al., 2010).

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), ao longo de sua formação, o Engenheiro de Produção deve desenvolver algumas competências, como: dimensionar e integrar recursos físicos, humanos e financeiros; utilizar ferramentas matemáticas e estatísticas na tomada de decisões; implementar e aperfeiçoar sistemas, dentre outras (ABEPRO, 2018). Entretanto, existem algumas competências que devem ser desenvolvidas por todos os engenheiros, independentemente de sua especialização.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para Engenharia descrevem as competências que devem ser desenvolvidas pelo aluno de engenharia ao longo da sua formação. Desta forma, os currículos devem ser projetados para que indiquem ao aluno quais são as expectativas em relação ao desenvolvimento destas competências (KRAUSE, 2011).

Desde os anos 90s, sabe-se que mesmo alunos com excelente formação ou com grande potencial acadêmico deixam os cursos de engenharia por falta de motivação ou porque estão insatisfeitos com as práticas de ensino (SEYMOUR e HEWITT, 1998). A similaridade entre os perfis de quem completa e quem evade dos cursos de Engenharia foi confirmada por Ohland et al.(2008).Desta forma, faz-se necessário não só desenvolver competências essenciais aos engenheiros, mas também diagnosticar se o aluno identifica se está desenvolvendo tais competências ao longo de sua graduação.

Este artigo tem o objetivo de apresentar a percepção dos alunos do curso de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo (EEL-USP) sobre o desenvolvimento de competências na disciplina de Projeto Integrado de Engenharia de Produção III (PIEP III).

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 COMPETÊNCIAS NA ENGENHARIA

Há evidências consistentes de que o mercado, especialmente envolvendo faixas salariais mais altas, vem exigindo níveis mais altos de competências cognitivas e competências sociais de seus funcionários (DEMING e KAHN, 2017). A correlação entre salário e competências fica particularmente maior para vagas de emprego que exigem ambos os tipos de competências.

Para Crawley (2001),há um crescente reconhecimento de que engenheiros jovens devem possuir uma ampla gama de recursos pessoais, interpessoais, além de habilidades que lhes permitam trabalhar em equipes para produzir produtos e sistemas reais. Segundo Vieira e Garcia (2004), a busca por trabalhadores polivalentes e flexíveis está crescendo, o que é confirmado por Santandreu et al. (2011).

As instituições de ensino possuem papel fundamental no desenvolvimento destas competências dos alunos, criando um ambiente de aprendizagem contínuo para a gestão das suas competências, sendo que para gerir competência é preciso gerir conhecimento, criando ambiente psicológico propício para tal (VIEIRA; GARCIA, 2004).

No Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) apresentam alinhamento da necessidade de desenvolver habilidades e competências(BRASIL, 2002).Para alcançar este perfil, as DCNs listam as competências que devem ser desenvolvidas ao longo da formação do engenheiro:

Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais: I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados; III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia; V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia; VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas; VII - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas; VIII - avaliar



criticamente a operação e a manutenção de sistemas; VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica; IX - atuar em equipes multidisciplinares; X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais; XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental; XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia; XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional. (BRASIL, 2002, p.1)

A Iniciativa CDIO (Conceive - Design - Implement - Operate) é um modelo que visa o aprimoramento da formação de Engenheiros ensino de engenharia. Ele consiste numa iniciativa de colaboração entre diversas universidades ao redor do mundo, implantado inicialmente no ano de 2000, no Massachusetts Institute of Technology (MIT) e em três universidades da Suécia (Royal Institute of Technology, Chalmers Institute of Technology e Linköping University), com um foco muito bem definido em resultados de aprendizagem relacionados com desenvolvimento técnico e pessoal do futuro engenheiro. (CRAWLEY, 2001). Os resultados de aprendizagem de primeiro nível são: 1 - Conhecimento científico e raciocínio lógico; 2 - Habilidades pessoais e profissionais; 3 - Habilidades interpessoais: comunicação e trabalho em equipe; e 4 - Conceber, projetar, implementar e operar sistemas em um contexto empresarial, social e ambiental (CDIO, 2018). Estes, por sua vez, se desdobram em resultados e aprendizagem de segundo nível:

1.1 Conhecimento fundamental de matemática e de ciências; 1.2 Conhecimento fundamental de engenharia; 1.3 Conhecimento avançado de métodos e ferramentas de engenharia; 2.1 Resolução de problemas através de raciocínio analítico; 2.2 Experimentação, investigação e descoberta do conhecimento; 2.3 Pensamento sistêmico; 2.4 Atitudes, pensamento e aprendizado; 2.5 Ética, igualdade e outras responsabilidades; 3.1 Trabalho em equipe; 3.2 Comunicação; 3.3 Fluência em línguas estrangeiras; 4.1 Contexto social e ambiental em esfera global; 4.2 Contexto empresarial e organizacional; 4.3 Concepção e gestão de sistemas; 4.4 Projetar; 4.5 Implementar; 4.6 Operar; 4.7 Liderar empreendimentos de engenharia; 4.8 Empreendedorismo (CDIO, 2018).

## 2.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (*PROJECT-BASED LEARNING*)

As metodologias ativas podem ser relacionadas à capacidade de organizar um processo de aprendizagem mais personalizado, “puxado” pelo aluno, conforme explicam Lemos et al. (2015) em uma referência ao conceito de “produção puxada”, no qual o sistema produtivo é organizado para acionar a cadeia de valor a partir do pedido do cliente, entregando os recursos apenas quando forem necessários, buscando eliminar as atividades que não contribuem para a geração de valor para o produto final do ponto de vista do cliente (WOMACK & JONES, 2004).

Uma relevante metodologia ativa é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) ou Project-Based Learning (PBL), uma metodologia de ensino-aprendizagem que utiliza projetos centrados no aluno para facilitar seu aprendizado (MERGENDOLLER, 2006). A ABP pode ser descrita como um processo de ensino-aprendizagem de longa duração, durante o qual os alunos selecionam, planejam, investigam e produzem um produto ou solucionam uma questão do mundo real ou respondem a um desafio autêntico. Os professores atuam como facilitadores, fornecendo embasamento teórico, referências práticas e teóricas, orientações e instruções estratégicas para o processo de construção do projeto (HOLM, 2011). Os projetos servem para que o estudante possa construir relações entre os fenômenos estudados e os problemas do mundo real, exigindo um engajamento do aluno por um período prolongado, além da sala de aula, relacionando conhecimentos de diferentes disciplinas e permitindo a adaptação de diferentes tipos de aprendizagem e saberes (BLUMENFELD et al., 1991; Lehmann et al, 2008; English & Kitsantas, 2013; TIWARI et al. 2017)

## 3 CONTEXTO

Conforme descrito em Pereira et al. (2017), o curso de Engenharia de Produção da EEL-USP foi implantado em 2012, e recebe, anualmente, 40 alunos. No ano de 2012 a Coordenação do Curso visitou o Massachusetts Institute of Technology (MIT) e a Universidade de Harvard nos Estados Unidos, a

Universidade de Minho em Portugal e a Universidade de Brasília no Brasil. Estas visitas tiveram como objetivo conhecer as experiências de formação de engenheiros de cada uma destas escolas.

A troca de experiências com essas universidades permitiu conhecer estruturas de ensino que passaram a ser incorporados ao curso de graduação de Engenharia de Produção da EEL-USP. Entre essas, estão: uso de metodologias de aprendizagem ativa, a Iniciativa CDIO e a presença de disciplinas específicas de projeto em diferentes semestres. No final do ano de 2012, a Coordenação do Curso tomou a decisão de iniciar a aplicação de ABP para os alunos ingressantes no ano de 2013 num formato similar ao aplicado na Universidade do Minho (LIMA et al, 2012), o que foi feito nos anos de 2013 e 2014. A partir da experiência bem-sucedida, o curso passou a ter, a partir de 2015, três disciplinas específicas de projeto: Projeto Integrado de Engenharia de Produção I (PIEP-I no primeiro semestre), Projeto Integrado de Engenharia de Produção II (PIEP-II no quarto semestre) e Projeto Integrado de Engenharia de Produção III (PIEP-III no sétimo semestre) (Pereira e Pazeti, 2018).

O objeto de estudo deste artigo é a disciplina de Projeto Integrado de Engenharia de Produção III (PIEP-III) que tem por objetivo colocar o aluno para trabalhar em projetos específicos relacionados a problemas reais propostos por empresas de pequeno e médio porte da região.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 PROJETO INTEGRADO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO III (PIEP III)

No início do semestre, a turma de alunos é dividida em equipes. Na primeira aula do semestre, os projetos são apresentados aos alunos. Cada aluno escolhe, por ordem de preferência, quatro opções de projeto no qual gostaria de trabalhar, classificado da primeira até a quarta opção. Os alunos são alocados buscando atender a ordem de preferência.

Os projetos são prospectados pelo professor da disciplina antes do semestre letivo começar. Ele visita as empresas e pede que elaborem um Termo de abertura do Projeto (Project Charter). Se necessário, na semana que antecede o início do período letivo, o professor interage com as empresas para alinhar o projeto ao nível dos alunos e ao tempo que eles terão para realizar o projeto (4 meses).

Cada uma das equipes tem dois tutores: um da Escola, outro da empresa. Uma obrigação da empresa é indicar um responsável pelo projeto, denominado tutor na empresa. E da parte da EEL-USP, cada uma das equipes tem também um tutor. Nos projetos que envolvem temas de gestão ou de melhorias de processos o próprio professor da disciplina tem sido o tutor. Mas, nos projetos que exigem especificidade de conhecimento de alguma área da engenharia da produção, o tutor tem sido um outro professor do curso com expertise na área do projeto.

Em resumo, a disciplina visa que alunos do quarto ano tenham contato com problemas reais e desafiadores em empresas, a fim de que vivenciem um cenário muito próximo da realidade do mercado de trabalho.

No ano de 2018, objeto de estudo deste trabalho, os alunos foram divididos em 9 equipes, variando de 4 a 6 membros. Cada uma destas equipes recebeu uma situação problema do cliente conforme mostra o quadro 1.

Quadro 1 - Relação de Projetos da Turma 2018

Projeto	Cliente	Área(s) da Engenharia de Produção
2018-1	Indústria de Papéis Industriais	Lean, Logística.
2018-2	Indústria de Componentes Estruturais Automobilísticos	Gestão de Processos Produtivos
2018-3	Indústria de Componentes Estruturais Automobilísticos	Gestão de Pessoas
2018-4	Indústria de Embalagens Alimentícias	Desenvolvimento de Produto
2018-5	Indústria de Embalagens Alimentícias	Gestão de Pessoas
2018-6	Indústria de Acessórios Automobilísticos	Gestão de Processos Produtivos
2018-7	Indústria de Bobinas de Aço	Gestão de Processos Produtivos
2018-8	Hospital de Cooperativa Médica	Gestão Financeira
2018-9	Hospital de Cooperativa Médica	Gestão Financeira

Fonte: Autores

## 4.2 COLETA DE DADOS

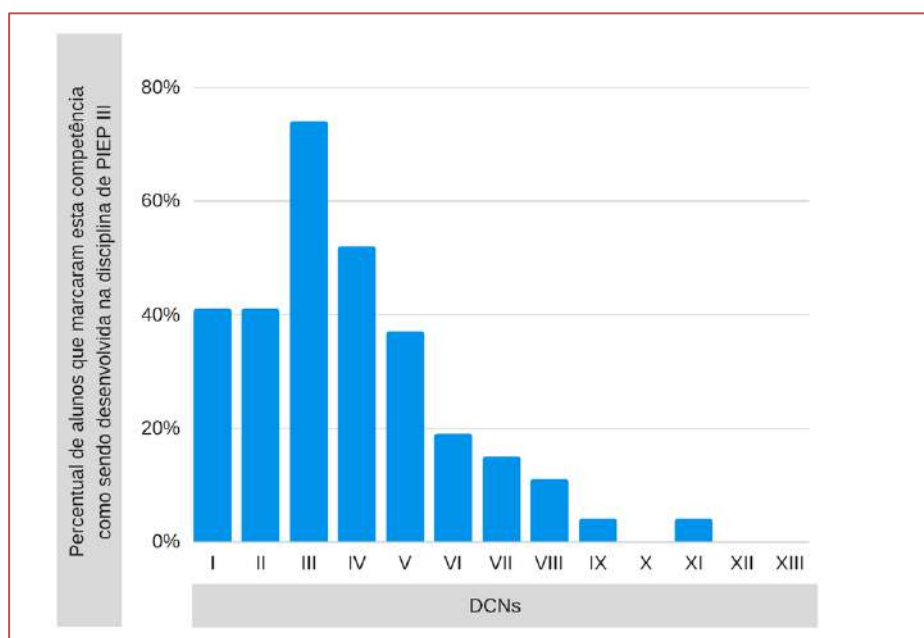
No momento da escrita do presente artigo (final de abril), cada uma das equipes já fez várias visitas às empresas para nas quais estão realizando seus projetos, e já se reuniram, pelo menos duas vezes com os tutores e com o professor da disciplina, bem como já fizeram uma primeira apresentação para uma banca da abordagem inicial do problema. É neste contexto que foi enviado aos alunos um formulário eletrônico através do qual os alunos deveriam, sem se identificar, indicar quais eram as competências que ele entendia que estaria sendo desenvolvida na disciplina, a partir das competências das DCNs da engenharia e dos resultados de aprendizagem do segundo nível do CDIO. Não havia qualquer restrição para os alunos quanto à quantidade de competências que poderiam escolher. As competências foram apresentadas em dois grandes blocos independentes: DCNs e CDIO. A turma tem 47 alunos, sendo que 27 deles responderam o questionário, o que representa 57% de taxa de resposta.

## 5 RESULTADOS

No que se refere às competências descritas pelas DCNs, duas destacaram-se por terem sido apontadas por mais de 50% dos alunos como sendo desenvolvidas no PIEP III. A Figura 1 apresenta as competências III (Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos) e IV (Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia) como as mais trabalhadas. Estas competências estão ligadas no imaginário dos alunos à engenharia e ao desenvolvimento de projetos. Entretanto vale destacar a ausência de votos das competências X, XII e XIII.

A equipe de coordenação acompanhou todo o processo de desenvolvimento dos projetos e se reuniram periodicamente com os alunos para receber o status do projeto. Sempre ficou clara a preocupação dos alunos no tratamento ético e responsável das informações que recebiam. Além disso, com frequências os grupos apontavam sobre a necessidade de proporem soluções economicamente viáveis e dentro da realidade financeira das empresas. Outro aspecto levantado com frequência pelos alunos foi a necessidade que os projetos impunham de que eles sempre aprendessem assuntos novos e que não tinham visto ainda no curso de graduação. Sendo assim, surpreende que as competências ligadas a estas atividades (X - Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais; XII - Avaliar a viabilidade econômica de projetos de Engenharia; XIII - Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.) tenham sido apontadas pelos alunos como não desenvolvidas. Isso pode indicar que muitas vezes os alunos desenvolvem competências fundamentais sem que se deem conta deste processo.

Figura 1 – Percepção dos alunos em relação às competências das DCNs desenvolvidas em PIEP III

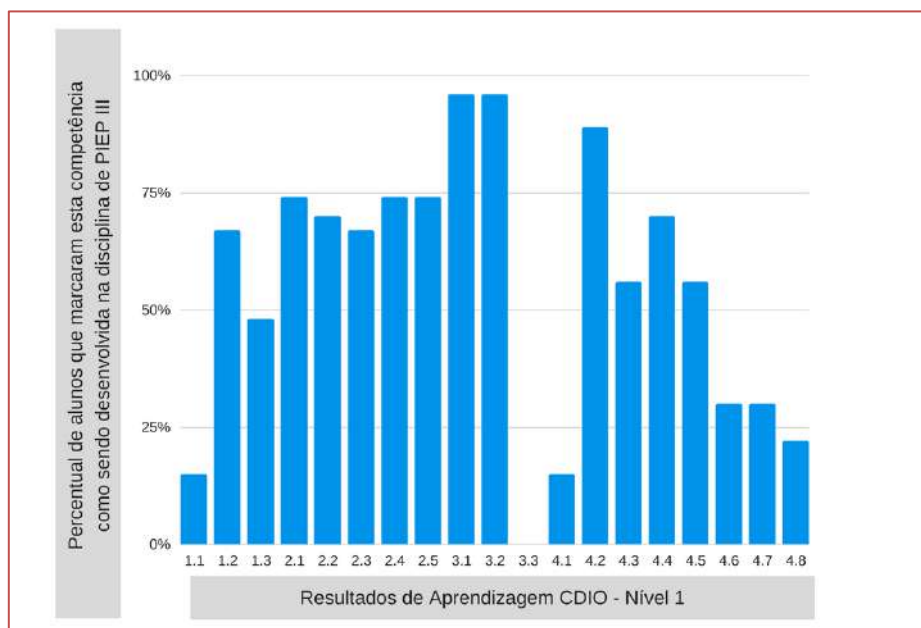


Fonte: Autores

As respostas dos alunos para as competências relacionadas ao CDIO são apresentadas na Figura 2. As competências 3.1 (Trabalho em equipe), 3.2 (Comunicação) e 4.2 (Contexto empresarial e organizacional) foram apontadas por mais de 80% dos alunos como sendo desenvolvidas ao longo do projeto.

Um aspecto que se destaca da análise das respostas dos alunos, comparando as respostas para DCNs e para o CDIO é aparente incoerência no que se refere a dois aspectos: Trabalho em equipe e Comunicação. Estes dois itens foram apontados como sendo muito desenvolvidos na disciplina de PIEP III quando apresentado o quadro do CDIO (3.1 e 3.2, respectivamente). Porém os alunos não marcaram estas opções com a mesma taxa de importância quando apresentadas as DCNs (VIII - Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica; IX - Atuar em equipes multidisciplinares). Para a atuação em equipes uma hipótese é que os alunos ao lerem "Atuar em equipes multidisciplinares" não identificaram suas equipes como multidisciplinares, pois eram todos engenheiros de produção. Entretanto vale ressaltar que eles trabalham em equipe com funcionários das empresas, que possuem formações e cargos muitas vezes diferentes de engenheiro de produção.

Figura 2 – Percepção dos alunos em relação às competências do CDIO desenvolvidas em PIEP III



Fonte: Autores

## 6 CONCLUSÃO

Utilizando ABP, os alunos do quarto ano do curso de Engenharia de Produção da EEL-USP, trabalham em projetos reais, em contato direto com empresas, lidando com a rotina das mesmas e buscando soluções tangíveis. O desenvolvimento das competências nos alunos da EEL-USP foi avaliado por meio de questionários levando em conta as competências das DCNs e os resultados de aprendizagem da Iniciativa CDIO. Dentre as competências das DCNs, a III - Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos e a IV - Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia, destacaram-se sendo apontadas por mais de 50% dos alunos como desenvolvidas no PIEP III. Todavia, as competências X - Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais; XII - Avaliar a viabilidade econômica de projetos de Engenharia e XIII - Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional não foram apontadas pelos alunos. As competências 3.1- Trabalho em equipe; 3.2 - Comunicação e 4.2 - Contexto empresarial e organizacional foram apontadas por mais de 80% dos alunos como sendo desenvolvidas ao longo do projeto. Outrossim, foi possível enxergar os pontos fortes do curso, bem como as oportunidades de melhorias.

## REFERÊNCIAS

- [1] ABEPRO, Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/a-profissao/>. Acesso em 20 abr. 2018.
- [2] BITTENCOURT, Hélio Radke; VIALI, Lorí; BELTRAME, Ediliane. A engenharia de produção no Brasil: um panorama dos cursos de graduação e pós-graduação. *Revista de ensino de engenharia*, v. 29, n. 1, 2010.
- [3] BLUMENFELD, P. C., SOLOWAY, E., MARX, R. W., KRAJCIK, J. S., GUZDIAL, M.; PALINCSAR, A. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educationalpsychologist*, 26(3-4), 369-398, 1991.
- [4] BRASIL. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Engenharia. Resolução CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 2002. Seção 1, p. 32. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf> Acesso em: 18 jun 2017.
- [5] CDIO (2017). The CDIO Initiative. Disponível em: <http://www.cdio.org> Acesso 29 abr. 2018.
- [6] CRAWLEY, Edward F. The CDIO Syllabus: A statement of goals for undergraduate engineering education. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, 2001.
- [7] DEMING, D.; KAHN, L. B. Skill Requirements across Firms and Labor Markets: Evidence from Job Postings for Professionals. National Bureau of Economic Research, Working Paper #23328, 2017.
- [8] DE OLIVEIRA, Vanderlí Fava. A avaliação dos cursos de Engenharia de Produção. *Revista Gestão Industrial*, v. 1, n. 3, 2005.
- [9] English, M. C.; Kitsantas, A. Supporting student self-regulated learning in problem and project-based learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, v.7, n. 2. 2013
- [10] HOLM, M. Project-Based Instruction: A Review of the Literature on Effectiveness in Prekindergarten. *River Academic Journal* 7.2, 1-13, 2011.
- [11] KRAUSE, K. L. D. Chapter 6 Transforming the Learning Experience to Engage Students. Institutional Transformation to Engage a Diverse Student Body. Emerald Group
- [12] Lehmann, M.; Christensen, P.; Du, M. & Thrane, M. (2008) Problem-oriented and project-based learning (POPBL) as an innovative learning strategy for sustainable development in engineering education. *EuropeanJournalofEngineeringEducation*, p. 283-295, 2008.
- [13] LEME, R. A. S. A história da engenharia de produção no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 3, São Paulo. Anais... São Paulo, 1983.
- [14] LEMOS, W. M.; ROCHA, H. M.; MENEZES, C. A. G. . Impacto do JITT, PeerInstruction e TBL no desempenho acadêmico de alunos de Engenharia de Produção. In: XLIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, São Bernardo do Campo, 2015. XLIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE. Brasília: ABENGE, 2015.
- [15] LIMA, R. M.; SILVA, J. M.; JANSSEN, N.; MONTEIRO, S. B. S.; SOUZA, J. C. F. Project-based learning course design: a service design approach. *Int. Journal of Services and Operations Management*, 11(3), 293-313, 2012
- [16] MERGENDOLLER, J.R. Project Based Learning Handbook, 2.ed. Novato, CA: Buck Institute for Education, 2006.
- [17] Ohland, M. W., Sheppard, S. D., Lichtenstein, G., Eris, O., Chachra, D., & Layton, R. A. Persistence, engagement, and migration in engineering programs. *JournalofEngineeringEducation*, 97(3), 259-78, 2008.
- [18] PEREIRA, M. A. C.; SILVA, M. B.; PAZETI, M.; CLARO, CUNHA, STEPHANI RIBEIRO CUNHA. Aprendizagem Baseada em Projetos: O case da Escola de Engenharia de Lorena - USP. In: XXXVII ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), 2017, Joinville. Anais eletrônicos do XXXVII ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), 2017.
- [19] PEREIRA, M.A.C., PAZETI, M. Aprendizagem Baseada em Projetos: Case da escola de Engenharia de Lorena. Anais: Symposium on Project Approaches in Engineering Education - PAEE2018. Brasília. Brasil, 2018 Anais in press
- [20] Santandreu-Mascarell, C., Canós-Darós, L., & Pons-Morera, C. Competencies and skills for future Industrial Engineers defined in Spanish degrees. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 4(1), 13-30. 2011.
- [21] SEYMOUR, E.; HEWITT, N. M.. Talking about Leaving: Why Undergraduates Leave the Sciences. *HigherEducation*, v. 36, n. 1, p. 115-116, 1998.
- [22] VIEIRA, A.; GARCIA, F. C. Gestão do conhecimento e das competências gerenciais: um estudo de caso na indústria automobilística. *RAE-eletrônica*, v. 3, n. 1, 2004.
- [23] WOMACK, J. P.; JONES, D. T. A máquina que mudou o mundo. Campus, 2004.

# Capítulo 4

## *Experiência de extensão em robótica educacional nos cursos de engenharia elétrica e engenharia da computação da UFC campus de Sobral*

*Ana Lyvia Pereira Lima de Araújo*

*Anderson Alexandre Carvalho de Araújo*

*Adrielle Batista do Nascimento*

*Jermana Lopes de Moraes*

*Vandilberto Pereira Pinto*

*Rômulo Nunes de Carvalho Almeida*

**Resumo:** A robótica tem um papel importante na educação, desde a etapa infantil, podendo ser uma ponte para o ensino de outras disciplinas escolares ou mesmo ser ensinada puramente. Construir e programar robôs exige conhecimentos de inúmeros conteúdos que são ministrados nas instituições educacionais, possibilitando à robótica possuir uma característica multidisciplinar. Desse modo, tornou-se possível a formação do curso de Robótica Educacional, com o objetivo de estimular os métodos de ensino-aprendizagem utilizando tecnologias, com o uso da robótica como associações entre as várias disciplinas escolares, dinamizando de maneira positiva o ensino e despertar o interesse aos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação. Tal curso foi realizado com a utilização do kit de robótica educacional Lego Mindstorms EV3 e com o desenvolvimento das aulas, foi plausível observar o resultado e a eficácia do curso ministrado. Dessa forma o presente artigo tem como objetivo abordar a experiência vivenciada com as ações desenvolvidas pelo grupo do Projeto de Extensão de Robótica Educacional.

**Palavras chave:** Ensino-aprendizagem. Robótica Educacional. Experiência.

## 1. INTRODUÇÃO

A Robótica apresenta um crescente destaque na sociedade, um avanço significativo, presente nas indústrias, facilitando os procedimentos de criação na produção, assim como na educação, possibilitando uma aprendizagem aos alunos em conteúdo que engloba física, cálculo e programação computacional.

Como consequência aos avanços tecnológicos, os robôs foram aprimorados, tornando cada vez mais repletos de detalhes, capazes de influenciar no cotidiano da humanidade. Os robôs apresentam sensores externos e internos, existindo a possibilidade de implementar programações de acordo com que desejamos que o robô opere, capazes de detectar cores, obstáculos e entre outros. Ao decorrer dos avanços surgiu o Kit Lego Mindstorms EV3, um kit robótico de fácil compreensão, possuindo uma programação em bloco, gerando uma aprendizagem mais dinâmica, possibilitando diversas aplicações, desse modo, apresentando uma elevada importância em aplicações na educação.

Paulo C. Nascimento (2002), descreve em um artigo jornalístico a sua experiência com o kit lego mindstorms.

Pequenos veículos construídos com peças do jogo Lego, de dimensões próximas à de uma caixa de sapatos, movem-se sozinhos em diferentes direções no chão de uma sala de aula (...) dotados de rodas, garras e guindastes, desviam-se de paredes e de outros obstáculos, e executam tarefas como pegar objetos e transportá-los de um local para outro. O que parece brincadeira de criança é, de fato, o exercício acadêmico da aplicação de sofisticados conceitos de inteligência artificial para a operação de robôs autônomos.

A educação é uma área bastante ampla que possibilita englobar a tecnologia, de maneira que torna a aprendizagem mais encantadora e mais motivadora. Assim, as tecnologias surgem como um dos fatores positivos para o melhor desenvolvimento educacional, em que um dos meios tecnológicos que proporciona tais benefícios, está a Robótica Educacional.

A partir de inúmeras vantagens com a utilização da robótica educacional no ensino, Zilli(2002) afirma que a robótica educacional proporciona o desenvolvimento de competências como: raciocínio lógico, relações interpessoais e intrapessoais, habilidades manuais e estéticas, utilização de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos, investigação e compreensão, representação e comunicação, trabalho de pesquisa, resolução de problemas por meio de erros e acertos, aplicação das teorias formuladas a atividades concretas, utilização da criatividade em diferentes situações e a capacidade crítica.

Segundo, Fosnot (apud Sandholtz, Ringstaff e Dwyer, 1989, p.166), afirma que,

A tecnologia é mais poderosa quando utilizada com abordagens construtivistas de ensino que enfatizam mais a solução de problemas, o desenvolvimento de conceitos e o raciocínio crítico do que a simples aquisição do conhecimento factual. Neste contexto, a aprendizagem é vista como algo que o aprendiz faz, não algo que é feito para um aprendiz.

Por conseguinte, com o desenvolvimento do curso semipresencial de Robótica Educacional apresentando como objetivo dinamizar o ensino e despertar o interesse aos cursos de Engenharia presente na instituição, utilizando o kit Lego Mindstorms EV3, os participantes dessa ação conseguem construir seu próprio aprendizado, capaz de adquirir conhecimentos que englobam várias disciplinas e de despertar qualidades, como saber trabalhar em equipe e persistir em solucionar problemas. Além de proporcionar uma relevante experiência para os alunos e professores envolvidos no projeto.

## 2. CURSO SEMIPRESENCIAL DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

A partir dos fatores abordados, foi realizado um Projeto de Extensão, desenvolvido por professores e alunos do curso de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação da Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral, constituído de um curso semipresencial de Robótica Educacional ministrado aos alunos do ensino fundamental e médio das escolas públicas do município de Sobral no interior do Ceará. Uma parte do curso aconteceu à distância, através da plataforma virtual da Universidade Federal do Ceará (SOLAR), em que seria uma maneira de continuar existindo o contato dos tutores do curso com os alunos, a outra

parte do curso foi a realização através de aulas presenciais, essas aulas foram ministradas por tutores do Projeto de Extensão.

Alzira Silva (2009), em sua tese de doutorado, comenta sobre a robótica educacional,

Desde o seu surgimento, a robótica educacional caracteriza-se por um ambiente de trabalho, que os alunos terão a oportunidade de montar e programar seu próprio sistema robótico, controlando-o através de um computador com softwares especializados. Através da robótica o aprendiz será o construtor de seus conhecimentos, por meio de observações e da própria prática.

Com o progresso do curso, não apenas os alunos alcançaram benefícios significativos. No entanto, os tutores do projeto, de maneira satisfatória conseguiram concluir o curso com êxito, lhes proporcionando uma enorme aprendizagem e experiência.

## 2.1 AULAS PRESENCIAIS

As aulas presenciais ocorreram no laboratório de informática do Palácio de Ciências e Línguas Estrangeiras do Município de Sobral-CE. Tais aulas com a duração de 4 horas, para cada turma matriculada, presentes três no total com uma média de 30 alunos por turma.

Foi disponível 6 robôs do kit educacional Lego Mindstorms EV3, adaptados de acordo com as atividades desenvolvidas e para ter uma melhor aplicabilidade durante as aulas, assim montados em forma de carros. Os alunos, durante essas aulas presenciais foram submetidos a realizar atividades, operando o robô para efetuar movimentos como: ir sempre em frente, ir e voltar, parar na faixa, seguir referência (seguidor de linha), parar quando tiver um obstáculo e desviar obstáculo. Tais atividades exploravam o funcionamento do software da Lego Mindstorms, de maneira bastante produtiva, em que utiliza a programação em blocos, com fácil compreensão para alunos iniciantes em programação computacional.

Além da programação, o funcionamento de sensores (sensores de presença, seguidor de referência) e motores (mecânica) foram também bastante explorados nas atividades e com o robô em forma de carro, foi subdividido em partes (motores, sensores, módulo EV3) possuindo o intuito de explicar cada parte. Desse modo, os alunos sabiam a finalidade de cada função programável, obtendo uma aprendizagem teórica e prática.

Essa experiência com as aulas presenciais foi de extrema importância para os alunos e para os tutores, em que estes estiveram total acompanhamento para sanar as dúvidas e foram avaliados pelo desenvolvimento e o funcionamento dos programas desenvolvidos. Nas Figuras abaixo, podemos observar alguns registros de momentos do curso de Robótica Educacional.

Figura 1: Dia da abertura do curso- Robótica Educacional.



Fonte: Os próprios autores.



Figura 2: Práticas nas aulas presenciais.



Fonte: Os próprios autores.

## 2.2 AULAS VIRTUAIS

As aulas virtuais ocorreram pela plataforma SOLAR (ambiente virtual de aprendizagem da Universidade Federal do Ceará), ministradas por meio de envio de atividades nas quais foram: criar um algoritmo da vida cotidiana de cada aluno, instalar o software da Lego Mindstorms, desenvolver um algoritmo para o robô andar por 10 segundos e girar 90° formando um quadrado, fazer o robô seguir uma linha preta e desviar de um obstáculo. Os alunos possuíam um prazo de uma semana para entregar cada atividade feita, enviando para a plataforma e avaliada pelos tutores. Na plataforma possuía suporte com os materiais das aulas, a fim de ajudá-los na realização das atividades, possibilitando acesso ao fórum, em que podiam sanar dúvidas sobre o curso e sobre as atividades com os tutores.

O suporte virtual presente no SOLAR também tinha como objetivo possibilitar aos alunos matriculados no curso o acesso aos materiais das aulas presenciais e virtuais, para assim revisar os assuntos ministrados no curso e facilitar a comunicação entre os alunos e tutores, realizando discussões semanalmente.

## 2.3 OLIMPÍADA DE ROBÓTICA

Ao final do curso foi organizado a 1ª Olimpíada Municipal de Robótica, realizada em Sobral-CE envolvendo os alunos matriculados no curso. Tais alunos foram divididos em equipes, em que estes deveriam realizar atividades cronometradas, submetidas para cada fase na olimpíada. A realização dessas atividades, propiciavam com que os alunos aplicassem os conceitos de programação, matemática e mecânica, trabalhados nas aulas durante o curso. Os competidores tinham a orientação dos monitores, que podiam auxiliar de modo a sanar dúvidas sobre as atividades pedidas.

No final da realização de todas as atividades, com avaliação de um corpo de jurados presentes, foi obtido a classificação das equipes, condecorando com um troféu, medalhas e certificados emitidos pela Universidade Federal do Ceará junto com a prefeitura de Sobral, com o total de 120 horas para os alunos que realizaram as atividades online e que compareceram pelo menos a 75% das aulas presenciais. A Olimpíada tinha exatamente a intenção de provar aos tutores e aos professores orientadores responsáveis pelo curso, que os alunos realmente aprenderam o que foi ensinado nas aulas durante o curso. Finalizado com bastante sucesso, o curso de Robótica Educacional proporcionou aos tutores uma experiência única vivenciada de maneira ativa.

Por conseguinte, os alunos e professores que fazem parte do grupo do Projeto de Extensão concluem o curso com bastante conhecimento e satisfação, com o objetivo de prosseguir com o projeto e buscar por melhoras. Na Figura 3, podemos observar o registro do encerramento do curso semipresencial de Robótica Educacional.

Figura 3: Término do curso- Robótica Educacional.

Fonte: Os próprios autores.



### 3. PARTICIPAÇÕES DO GRUPO EM EVENTOS

O curso de robótica educacional, com o intuito de apresentar sua maneira de atuação, na forma de proceder na aprendizagem dos alunos no assunto da robótica, esteve presença em alguns eventos, como a MNR (Mostra Nacional de Robótica) que aconteceu no dia 23/09/2017 no IFCE, Campus Fortaleza. Nesse evento que propiciava um conjunto de estudos voltados à robótica, atuando junto com a OBR (Olimpíada Brasileira de Robótica) tinha por objetivo mostrar esses estudos, projetos de extensão, a fim de expor para os convidados, participantes e o público em geral, uma área visionária para o futuro e que a cada dia se aproxima mais da vida de cada um.

Com a participação neste evento, foi possível realizar trocas de experiências com outros cursos de Robótica Educacional, recebendo comentários construtivos a fim de torná-lo mais incentivador para os participantes.

Figura 4: Participação em eventos-Mostra Nacional de Robótica.



Fonte: Os próprios autores.

#### 4. TRAJETÓRIA DO GRUPO ROBÓTICA EDUCACIONAL

O grupo de Robótica Educacional surgiu na Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral, em 2013, com o objetivo de desenvolver ações através de um programa de extensão por alunos e professores da própria instituição para fomentar aos alunos do Ensino fundamental e Médio o interesse nos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação. E desde então, a equipe conquista novas experiências, ministrando aulas para o público externo. Abaixo consta a descrição e destaques das atuações durante os anos anteriores.

Em 2013, o curso foi realizado utilizando o Kit Lego Mindstorms juntamente com o software com a finalidade de dinamizar as técnicas de ensino-aprendizagem e motivar os alunos do Ensino Médio da Região Norte do Ceará a despertarem o interesse pelos cursos de engenharia, além de motivar os alunos do primeiro semestre ao curso, diminuindo assim o índice de evasão. Durante o curso foi abordado sobre a montagem de robôs, suas programações e funcionamentos, realizando atividades de acordo com o parâmetro de avaliação, na complexidade da tarefa e tempo necessário para a execução, podendo ser muito fácil, fácil, médio, difícil e muito difícil.

Nos anos de 2014 e 2015, a partir da parceria com o Governo do Estado do Ceará, foi desenvolvido o curso semipresencial com duração de 120 horas, constituído 96 horas à distância através do ambiente virtual solar ([solarpresencial.virtual.ufc.br](http://solarpresencial.virtual.ufc.br)), plataforma desenvolvida pelo Instituto UFC Virtual da Universidade Federal do Ceará, orientado para professores e alunos, melhorando a interação dos mesmos. O curso também apresentava carga horária de 24 horas com aulas presenciais no Centro de Educação a distância (CED). Como também um conjunto de ciclo de visitas e palestras em escolas públicas e privadas no Município de Sobral. Ao finalizar a carga horária do curso foi desenvolvida a Olimpíada de Robótica das Escolas públicas do Ceará.

Em 2016 foi ministrado um curso semipresencial de robótica educacional utilizando a plataforma arduino. A parte presencial foi ministrada no CED (Centro de Educação a Distância do estado do Ceará) órgão vinculado a Secretaria de Educação (SEDUC) em parceria com a Universidade Federal do Ceará (UFC) representado pelo departamento de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação, através do Instituto Universidade Virtual (Instituto UFC Virtual), situado em Sobral-Ce.

Em 2017 e 2018 os cursos de Robótica Educacional voltado aos alunos do Ensino Fundamental e Ensino Médio ocorreram através de uma parceria junto com a prefeitura municipal. As aulas presenciais ocorreram no laboratório de informática do Palácio de Ciências e Línguas Estrangeiras do Município tendo como ponto culminante a Olimpíada Municipal de Robótica, realizada em Sobral-CE.

Atualmente o projeto busca novas parcerias, mas continuar plenamente com a realizadas de palestras e cursos voltados para escolas de ensino fundamental e médio localizadas no município. Como novidade estão sendo implementado a formação de equipes de competição para participar da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) que é uma das olimpíadas científicas brasileiras apoiadas pelo CNPq que utiliza-se da temática da robótica, tendo grande aceitação junto aos jovens, pois estimula às carreiras científico-tecnológicas, identificar jovens talentosos, e promover debates e atualizações no processo de ensino-aprendizagem brasileiro.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do curso de robótica educacional, direcionado às escolas públicas do Município de Sobral-CE, um projeto de extensão oferecido pela Universidade Federal do Ceará, possuindo como finalidade também, aproximar mais esses alunos para o ambiente Universitário. Assim estimulado o interesse pela a área das exatas, propiciando aos mesmos, sendo sua maioria do ensino fundamental, uma base de programação computacional e dos conceitos físicos vigentes no funcionamento de sensores e motores do robô.

Inicialmente, a robótica pode ser de difícil entendimento e alguns assuntos complexos, como a programação computacional ou até mesmo a montagens de artificios robóticos. Entretanto, como detalhado no curso de Robótica Educacional da Universidade Federal do Ceará-Campus Sobral, a robótica está acessível a todos, tendo como exemplo os alunos matriculados no curso, que não continham conhecimentos de robótica, e a partir da boa orientação dos monitores e de diversas atividades, esses alunos podem ser considerados entendedores básicos da robótica.

Com as aulas presenciais e virtuais, os alunos estavam a cada atividade mais inteirados com os assuntos relacionados a robótica. A curiosidade de como funciona um robô, propiciava um interesse no estudo das

áreas tecnológicas, como a engenharia. O curso foi bastante incentivador e proporcionou pontos positivos para os alunos e para os tutores.

### REFERÊNCIAS

- [1] NASCIMENTO, Paulo C. Inteligência Artificial. Disponível em: [http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/fev2002/unihoje\\_ju170pag04.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/fev2002/unihoje_ju170pag04.html). Acesso em: 09 jul. 2018
- [2] SANDHOLTZ, Judith Haymore, RINGSTAFF, Cathy e DWYER, David. Ensinando com Tecnologia. Criando Salas de Aula Centradas nos Alunos. Artes Médicas: Porto Alegre, 1997.
- [3] ZILLI, Silvana do Rocio. A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas, 2004. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.
- [4] SILVA, Alzira Ferreira. RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional, 2009. Dissertação (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2009.

# Capítulo 5

## *Movimento Maker: um estudo exploratório por meio da teoria do enfoque meta analítico consolidado*

*Ana Carolina Zimmermann*

*Andrea Cristina dos Santos*

**Resumo:** O objetivo desse estudo é apresentar uma revisão sistemática das principais contribuições da literatura de alto impacto na temática Movimento Maker, e identificar sua influência na educação superior, em especial no ensino de engenharia. Foi realizada uma pesquisa exploratória, de abordagem quantitativa, através da TEMAC – Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado, aplicadas em duas bases de dados: Web of Science e Scopus. Foram levantados os principais trabalhos científicos, seus respectivos autores e contribuições. Por meio das análises de co-citação e acoplamento bibliográfico, foram identificadas as principais abordagens utilizadas, bem como as frentes emergentes de estudo nesse tema.

**Palavras-chave:** Movimento Maker. Makerspace. Educação em Engenharia. TEMAC.

## 1 INTRODUÇÃO

O advento de novas tecnologias de fabricação somado à redução de custo de outras, possibilitou a aproximação de pessoas comuns a equipamentos que antigamente eram considerados sofisticados e inacessíveis. Anderson (2012) apresenta o Movimento Maker como “a nova revolução industrial”, caracterizando-o pelo uso de ferramentas digitais, normas sociais de compartilhamento de designs e padrões de design comuns para facilitar o compartilhamento e rápida iteração.

Wilczynski et al. (2017) descreve makerspaces (também chamados de FabLabs, espaços-maker, laboratórios de fabricação digital, laboratórios abertos, entre outros) como espaços físicos onde makers (ou “fazedores”) podem utilizar ferramentas de fabricação digital e equipamentos eletrônicos para criar, projetar e produzir novos objetos e sistemas. Os autores reforçam que esse termo não está limitado apenas ao espaço, mas inclui toda a comunidade de membros que participa de suas atividades.

Trazendo esses conceitos para uma abordagem mais centrada na educação superior, Gershenfeld (2008) define os FabLabs como ambientes pedagógicos que permitem indivíduos comuns resolverem seus próprios problemas através da fabricação. Essa iniciativa é uma das grandes responsáveis pela crescente tendência de implementação de makerspaces em instituições de ensino superior, em especial àquelas ligadas ao ensino de engenharia.

Apesar da expansão do movimento nas universidades, a literatura científica ainda se mostra muito incipiente, tendo mostrado um aumento mais expressivo a partir de 2014, apresentando poucos artigos de revisão. Assim, esse estudo considera o papel emergente do Movimento Maker na educação em engenharia e se propõe a realizar uma revisão bibliográfica sistemática, de maneira a entender quais são suas principais influências, abordagens de estudo e tendências que estão sendo formadas.

## 2 MÉTODO

Este estudo é do tipo exploratório com abordagem quantitativa por meio da Teoria do Enfoque Meta Analítico Consolidado – TEMAC (MARIANO e ROCHA, 2017). Visando a identificação da literatura de impacto, esta técnica é fundamentada em três etapas: (i) preparação da pesquisa; (ii) apresentação e inter-relação dos dados e (iii) detalhamento, modelo integrador e validação por evidências.

Para o exame dos dados, foi utilizado o software gratuito VOSViewer 1.6.5. O programa possibilita a criação de mapas de calor que integram as principais contribuições e abordagens já existentes por meio da co-citação e quais são as frentes de pesquisa futuras, por meio do acoplamento bibliométrico. As análises foram realizadas em maio de 2018.

## 3 RESULTADOS E ANÁLISES

### 3.1 PREPARAÇÃO DA PESQUISA

Objetivando integrar os melhores resultados, foram utilizadas as plataformas Web of Science e a Scopus. Essas são consideradas por Cobo et al. (2012) como duas das bases de dados mais importantes e abrangentes, sendo bem-conceituadas nas comunidades acadêmicas. Outro motivo que contribuiu para a escolha desses bancos foi a compatibilidade com o software VOSViewer, necessário para análises deste trabalho.

Na etapa 1 foram definidos como descritores de pesquisa as expressões “makerspace”, “fablab” e “maker movement” bem como suas variações na forma plural e acrescidos de espaço. As próprias plataformas aceitam o recurso de truncagem “OR” de maneira a garantir maior cobertura dos resultados. Também foi levantado a possibilidade de se buscar termos como “techshop” e “digital fabrication lab”, expressões comumente usadas como sinônimos de makerspaces, mas em pesquisa prévia esses descritores não obtiveram resultados expressivos.

A pesquisa na base Web of Science resultou em 375 trabalhos iniciais, os quais foram filtrados pelas seguintes categorias: “education educational research”, “education scientific disciplines”, “engineering electrical electronic”, “engineering industrial”, “engineering manufacturing”, “engineering mechanical” e “engineering multidisciplinary”. Após a seleção das categorias, foram encontrados 140 resultados, o mais antigo datando 1997, com um intervalo de 13 anos até a publicação de outro artigo em 2010.

A pesquisa na base Scopus, utilizando os mesmos descritores, retornou 561 resultados, que caíram para 184 quando aplicado o filtro “engineering”. O artigo mais antigo é de 1999, enquanto o segundo mais antigo é de 2004.

Os dois artigos cuja origem é anterior a virada do século XXI são referentes a laboratórios de fabricação dentro do escopo de engenharia, mas não estão relacionados ao contexto do Movimento Maker. Um maior grau de conexão com o objeto deste estudo é obtido em artigos redigidos a partir de 2004.

Da integração dos artigos dos dois bancos de dados, foram encontradas 32 duplicatas, restando 292 trabalhos únicos de 1997 a 2018, compondo a amostra desta pesquisa. A escassez de publicações neste espaço-tempo ratifica a novidade do tema na academia.

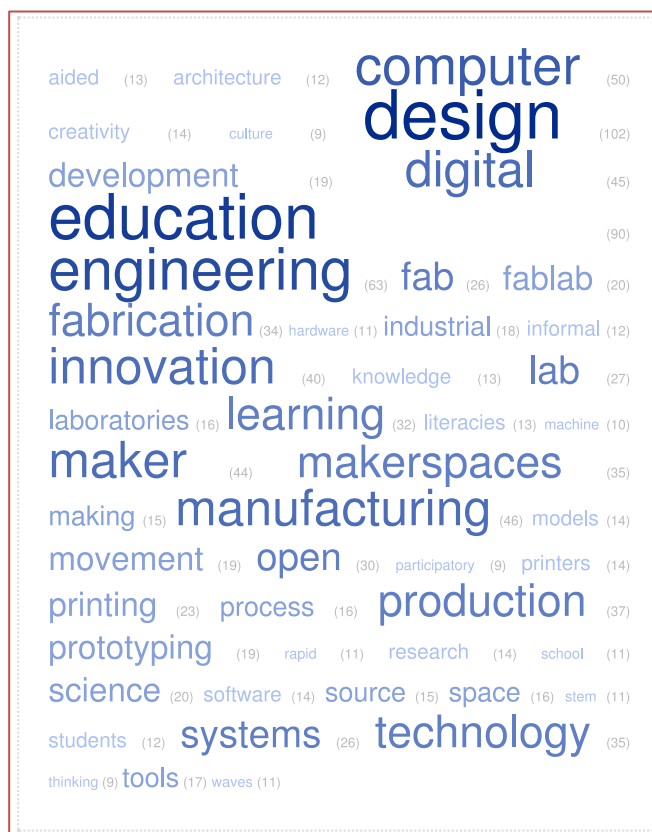
### 3.2 APRESENTAÇÃO E INTER-RELAÇÃO DOS DADOS

Quanto à evolução do tema, é percebido um crescente número de artigos publicados ano a ano. Destaca-se em especial uma intensificação das publicações nos dois últimos anos, representando o interesse da comunidade científica no assunto em questão.

Nos resultados de ambas as bases, os Estados Unidos representam quase metade das contribuições, com 46,4% dos trabalhos publicados na Web of Science e 45,6% na Scopus. Na primeira base, o Brasil encontra-se na 6ª posição, ao lado da França e da China, cada um tendo contribuído 4,3%. E na segunda base, apresenta-se na 5ª posição, juntamente com a Sérvia, representando 2,7% dos trabalhos.

Para oferecer um panorama geral da pesquisa realizada, foram exportadas as palavras-chave dos trabalhos encontrados e inseridas na ferramenta online TagCrowd. O resultado é uma nuvem de palavras, apresentado na “Figura 1”, contendo as cinquenta palavras-chave mais frequentes nos resultados obtidos. O tamanho de cada palavra é proporcional à sua frequência.

Figura 1 – Nuvem de palavras-chave



Fonte: própria – Extraído do TagCrowd

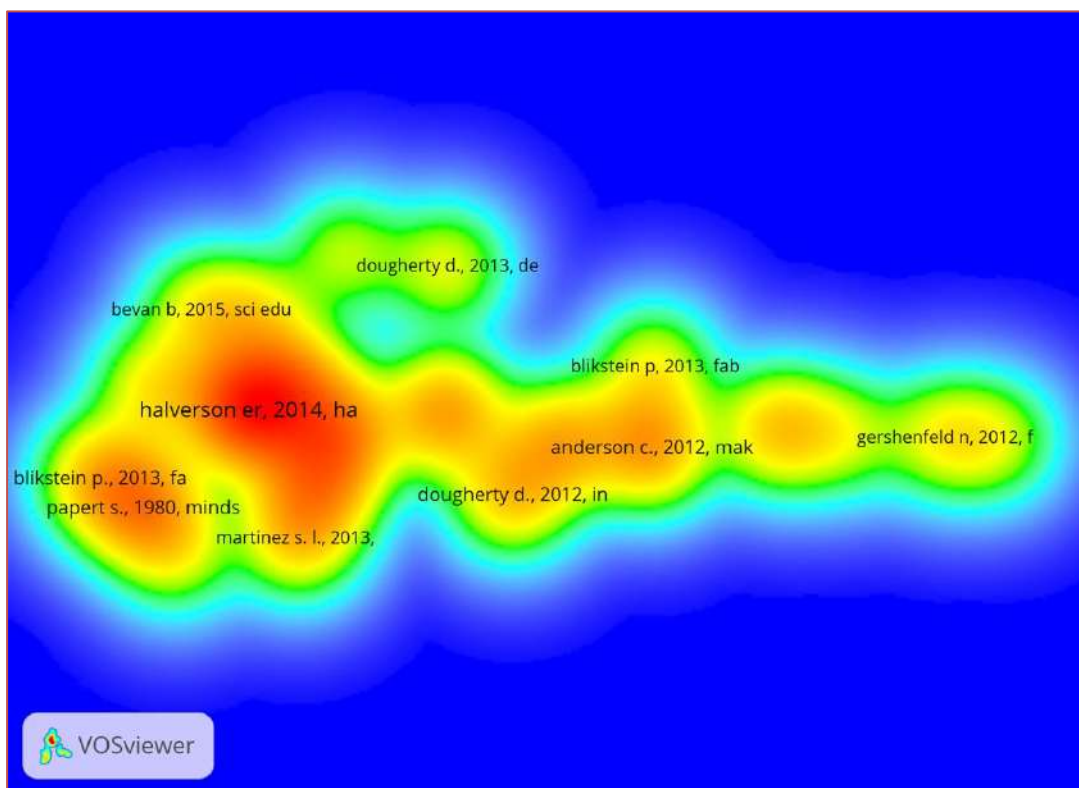
Além dos descritores da pesquisa, as palavras-chave que mais se destacam são: design, educação em engenharia, computador, manufatura, digital, inovação, produção, tecnologia e aprendizado. Esses resultados dão pistas sobre as linhas de pesquisa que têm sido adotadas e pode ser utilizado como insumo na análise posterior das tendências do tema.

### 3.3 DETALHAMENTO, MODELO INTEGRADOR E VALIDAÇÃO POR EVIDÊNCIAS

Buscando-se maior detalhamento e visualização da estrutura conceitual da área, elegeu-se o uso de gráficos de mapa de calor. Foram extraídas as informações da pesquisa das bases de dados, e em seguida, importadas para o software VOSViewer, e então, geradas as imagens. As cores mais quentes indicam conceitos utilizados com mais frequência, enquanto as cores frias os conceitos usados mais esporadicamente (ZUPIC e ČATER, 2015)

Na primeira análise realizada, foi aplicado o método de co-citação, para identificar quais são as principais abordagens utilizadas até então. O mapa de calor obtido da base de dados Web of Science é representado na “Figura 2”.

Figura 2 – Mapa de Calor de Co-citação – *Web of Science*



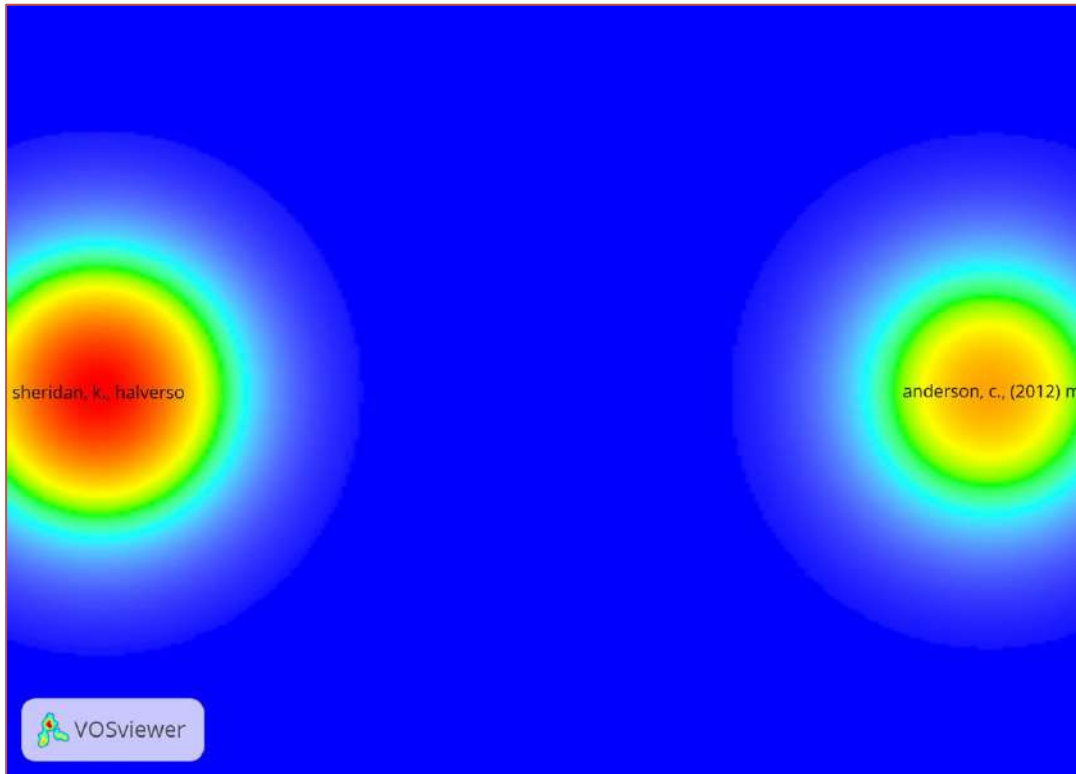
Fonte: própria – Extraído do software VOSViewer 1.6.5

Analisando a “Figura 2”, percebe-se a presença de uma mancha mais avermelhada protagonizada por Halverson e Sheridan (2014), que representa a influência do Movimento Maker na educação. Igualmente, foi identificado outro cluster mais disforme, composto por Anderson (2012), Dougherty (2012), Blikstein (2013) e Gershenfeld (2012) representando os fundamentos do movimento. Por último, há um agrupamento mais suave, no topo do gráfico, centralizado em Dougherty (2013) indicando os estudos da mentalidade maker.

Também foi elaborado um mapa de calor com os dados da Scopus, cujo resultado se encontra na “Figura 3”.



Figura 3 – Mapa de Calor de *Co-citation – Scopus*



Fonte: própria – Extraído do software VOSViewer 1.6.5

Os resultados da “Figura 3” são concentrados em dois grandes núcleos, apresentando uma configuração mais simplista, apenas centrados em Sheridan et al. (2014) e Anderson (2012), mas ainda congruente com os resultados anteriores.

O “Quadro 1” exhibe as principais contribuições dos artigos produzidos pelos autores identificados na análise de co-citação.

Quadro 1 – Artigos mais citados e suas contribuições

Artigo	Autores	Principais contribuições
<i>Maker Movement in Education</i>	HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly.	Propõe um modelo para perguntas de pesquisa, decisões de design e elaboração de políticas estruturado por três componentes: i) "o fazer" como conjunto de atividades; ii) makerspaces como comunidades de práticas; iii) makers como identidade de participação. Apresentam o Movimento Maker como tendo suas raízes no Construtivismo.
<i>Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces</i>	SHERIDAN, Kimberly et al.	Descreve como os makerspaces ajudam os indivíduos a identificar problemas, construir modelos, aprender e aplicar habilidades, revisar ideias e partilhar o novo conhecimento com os outros.
<i>Design, make, play: growing the next generation of STEM innovators</i>	HONEY, Margaret; KANTER, David E.	Apresenta a metodologia design-make-play como propulsora de engajamento de crianças para com a ciência.

Quadro 1 – Artigos mais citados e suas contribuições  
(continuação...)

Artigo	Autores	Principais contribuições
<i>Makers: the new industrial revolution</i>	CHRIS, Anderson	O autor defende que movimento maker é a nova revolução industrial, principalmente pela democratização da manufatura. Ele referencia três características do Movimento Maker: uso de ferramentas digitais, a norma cultural de compartilhar projetos e o uso de padrões de projetos para seu compartilhamento
<i>Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas</i>	PAPERT, Seymour	O autor acredita que é possível “aprender sem ser ensinado” e que os computadores podem mudar a maneira como o aprendizado ocorre.
<i>Maker movement manifesto</i>	HATCH, Mark	O manifesto aponta que a cultura maker está organizada em torno de nove ideias centrais: fazer, dar, dividir, aprender, se equipar, brincar, participar, apoiar e mudar.
<i>Effective principals skillfully balance leadership styles to facilitate student success: A focus for the reauthorization of ESEA</i>	PEPPER, Kaye	O artigo sustenta a premissa que diretores que consigam balancear os estilos de liderança transacional e transformacional conseguem posicionar melhor suas escolas.
<i>Electronic textiles as disruptive designs: Supporting and challenging maker activities in schools</i>	KAFAI, Yasmin; FIELDS, Deborah; SEARLE, Kristin.	Descrevem o a aplicação de tecnologias como e-têxteis como uma atividade maker disruptiva, que desenvolve tanto habilidades técnicas, quanto socioemocionais.
<i>The maker movement</i>	DOUGHERTY, Dale	Argumenta que todos os seres humanos são “fazedores” por natureza e descreve o surgimento de marcos importantes para o Movimento Maker como a revista Make e o evento Maker Faire. Aponta que a essência do movimento está no compartilhamento.
<i>Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention</i>	BLIKSTEIN, Paulo	Discute que muito do que os laboratórios de fabricação digital podem proporcionar já era previsto por Freire, Dewey e Seymour. Apresenta diretrizes para o design de ambientes de aprendizagem com foco na incorporação de tecnologias.
<i>Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication</i>	GERSHENFELD, Neil.	O autor prevê uma época em que os computadores serão tidos como “fabricadores pessoais”, possibilitando aos usuários projetar e criar seus próprios objetos, em vez de comprar produtos existentes.
<i>Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom</i>	MARTINEZ, Sylvia Libow	É um guia prático para a educação fundamental sobre o porque e como aplicar os princípios do movimento maker na sala de aula.
<i>The promise of the maker movement for education</i>	MARTIN, Lee.	Descreve três elementos do movimento maker necessários na educação: i) ferramentas digitais tanto de prototipagem rápida, como plataformas de microcontroladores; ii) infraestrutura de comunidade, espaços e eventos e iii) a mentalidade maker, hábitos da comunidade. Ressalta o cuidado para não se tornar uma abordagem centrada nas ferramentas.
<i>Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change.</i>	BANDURA, Albert.	Apresenta um modelo para explicar e prever mudanças psicológicas alcançadas por diferentes tipos de tratamento. No modelo, as expectativas de eficácia são derivadas das realizações de desempenho, experiências construídas, persuasão verbal e estados fisiológicos.

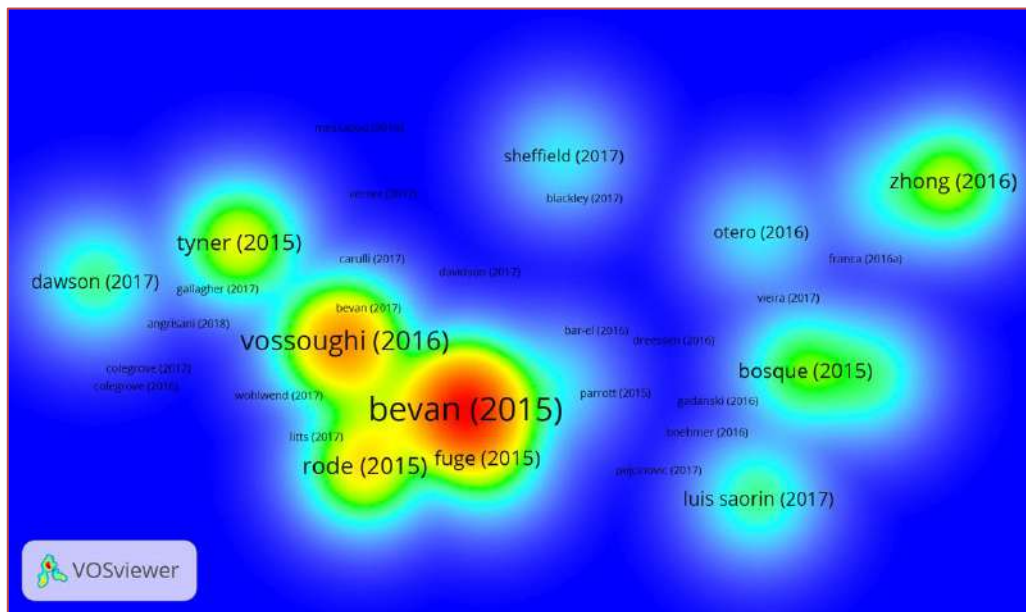
Quadro 1 – Artigos mais citados e suas contribuições  
(continuação...)

Artigo	Autores	Principais contribuições
<i>The maker mindset</i>	DOUGHERTY, Dale	O autor acredita que a origem do Movimento Maker é a “brincadeira experimental” e a grande oportunidade e desafio para o movimento é a transformação da educação. Também é enfatizado a importância do desenvolvimento da mentalidade maker para se obter a verdadeira inovação.
<i>Engineering design thinking, teaching, and learning</i>	DYM, Clive L. et al.	São explorados diferentes modelos pedagógicos para o ensino de design, e examinadas as avaliações de seu sucesso, incluindo a abordagem de aprendizagem baseada em projetos (PBL).

Fonte: Própria

Também foram realizadas as análises de acoplamento bibliográfico, entre os anos de 2015 e 2018, de maneira a identificar as principais frentes de pesquisa e seus desdobramentos. A “Figura 4” apresenta os resultados da base de dados Web of Science.

Figura 4 – Mapa de Calor de Acoplamento – Web of Science

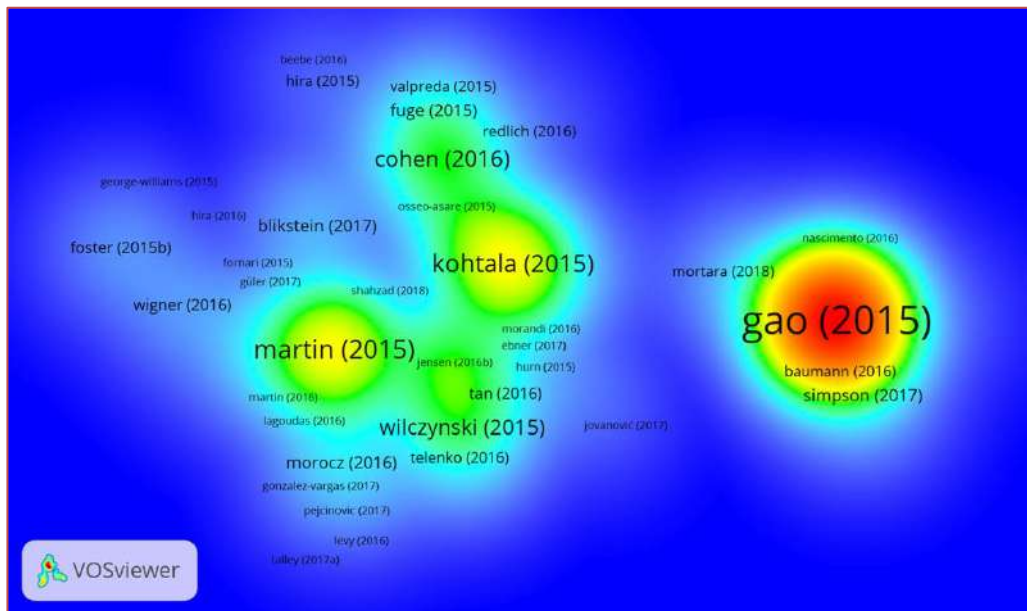


Fonte: própria – Extraído do software VOSViewer 1.6.5

Percebe-se a emergência de vários polos diferentes que não necessariamente se encontram conectados. O mais evidente, Bevan et al. (2015), representa o “fazer” como uma prática educacional baseada na investigação, enquanto Tyner et al. (2015) retrata o as influências da cultura maker na educação continuada. Vossoughi et al. (2016) apresenta estudos relacionados à equidade educacional. Esse padrão também é percebido pelo cluster emergente de Dawson (2017), que também evidencia a justiça social na educação em ciência. Há focos periféricos e isolados da aplicação dos princípios maker na educação e desenvolvimentos de competência na engenharia em Saorin et al. (2017), Wilczynski (2017) e Zohng et al. (2016).

A mesma análise foi realizada com as informações extraídas do banco de dados Scopus, conforme pode ser visto na “Figura 5”.

Figura 5 – Mapa de Calor de Acoplamento – Scopus



Fonte: própria – Extraído do software VOSviewer 1.6.5

Observando o mapa, se destaca o núcleo representado por Gao et al. (2015), com a perspectiva do futuro da manufatura aditiva na engenharia. Esta abordagem, que está mais centrada na manufatura em si, praticamente não se comunica com os outros clusters à esquerda, caracterizados por maior ligação com a temática da educação.

Ao analisar esse conglomerado, nota-se Martin (2015), que estuda as influências do Movimento Maker na educação de maneira mais abrangente, enquanto Wilczynski (2015), Morocz et al. (2016), Tan et al. (2016) e tantos outros aparentam examinar os desdobramentos dos fundamentos maker na educação superior, em especial na educação de design e engenharia. Outra abordagem que merece destaque é a de Kohtala (2015) e Cohen e Muñoz (2016), que estão mais orientados para uma perspectiva de sustentabilidade na produção e no consumo.

#### 4 CONCLUSÃO

O objetivo desse estudo foi apresentar uma revisão sistemática das principais contribuições da literatura de alto impacto do Movimento Maker e identificar seu papel emergente na educação em engenharia. Foram identificados os artigos que mais influenciaram a atual configuração do tema, bem como apresentadas as abordagens atuais e as tendências futuras.

É importante ressaltar que a produção acadêmica sobre o assunto ainda é incipiente e que mesmo bases de dados reconhecidas por sua abrangência como Web of Science e Scopus apresentaram um recorte limitado do assunto. Tal limitação teve efeito nas análises posteriores, derivando mapas de calor consideravelmente diferentes a depender da origem dos dados utilizados.

Nas análises de acoplamento bibliográfico, observou-se uma numerosa quantidade de estudos relacionados à educação em engenharia, mas eles se configuram de maneira difusa e não há destaque para um autor em específico ou abordagem dentro desse contorno.

Sugere-se que sejam feitos estudos empíricos a respeito do impacto do movimento maker e a utilização de makerspaces na educação em engenharia. Com maior quantidade de dados científicos, é possível avaliar quais práticas de fato favorecem o desenvolvimento de competências em engenharia e preparam os estudantes para o trabalho do futuro.

**REFERÊNCIAS**

- [1] ANDERSON, Chris. A nova revolução industrial: Makers. Elsevier Brasil, 2012.
- [2] BEVAN, Bronwyn et al. Learning through STEM-rich tinkering: Findings from a jointly negotiated research project taken up in practice. *Science Education*, v. 99, n. 1, p. 98-120, 2015.
- [3] BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of machines, makers and inventors*, v. 4, p. 1-21, 2013.
- [4] COBO, Manolo J. et al. SciMAT: A new science mapping analysis software tool. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, v. 63, n. 8, p. 1609-1630, 2012.
- [5] COHEN, Boyd; MUNOZ, Pablo. Sharing cities and sustainable consumption and production: towards an integrated framework. *Journal of Cleaner Production*, v. 134, p. 87-97, 2016.
- [6] DAWSON, Emily. Social justice and out-of-school science learning: Exploring equity in science television, science clubs and maker spaces. *Science education*, v. 101, n. 4, p. 539-547, 2017.
- [7] DOUGHERTY, Dale. The maker movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, v. 7, n. 3, p. 11-14, 2012.
- [8] GAO, Wei et al. The status, challenges, and future of additive manufacturing in engineering. *Computer-Aided Design*, v. 69, p. 65-89, 2015.
- [9] GERSHENFELD, Neil. *Fab: the coming revolution on your desktop--from personal computers to personal fabrication*. Basic Books, 2008.
- [10] GERSHENFELD, Neil. How to make almost anything: The digital fabrication revolution. *Foreign affairs*, p. 43-57, 2012.
- [11] HALVERSON, Erica Rosenfeld; SHERIDAN, Kimberly. The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, v. 84, n. 4, p. 495-504, 2014.
- [12] KOHTALA, Cindy. Addressing sustainability in research on distributed production: an integrated literature review. *Journal of Cleaner Production*, v. 106, p. 654-668, 2015.
- [13] MARIANO, Ari Melo; ROCHA, Maíra Santos. Revisão da Literatura: Apresentação de uma Abordagem Integradora. In: *AEDM International Conference–Economy, Business and Uncertainty: Ideas for a European and Mediterranean industrial policy*. Reggio Calabria (Italia). 2017.
- [14] MARTIN, Lee. The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, v. 5, n. 1, p. 4, 2015.
- [15] MOROCZ, R. J. et al. Relating Student Participation in University Maker Spaces to their Engineering Design Self-Efficacy. In: *American Society for Engineering Education Annual Conference Proceedings*. 2016.
- [16] SAORÍN, José Luís et al. Makerspace teaching-learning environment to enhance creative competence in engineering students. *Thinking Skills and Creativity*, v. 23, p. 188-198, 2017.
- [17] SHERIDAN, Kimberly et al. Learning in the making: A comparative case study of three makerspaces. *Harvard Educational Review*, v. 84, n. 4, p. 505-531, 2014.
- [18] TAN, Mingjie; YANG, Yongqi; YU, Ping. The influence of the maker movement on engineering and technology education. *World Trans. Eng. Technol. Educ*, v. 14, n. 1, p. 89-94, 2016.
- [19] TYNER, Kathleen; MARTÍN, Alfonso Gutiérrez; GONZÁLEZ, Alba Torrego. "Multiliteracy" without walls in the age of convergence. Digital competency and the "culture of making" as incentives for continuing education. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, v. 19, n. 2, p. 41-56, 2015.
- [20] VOSSOUGH, Shirin; HOOPER, Paula K.; ESCUDÉ, Meg. Making through the lens of culture and power: Toward transformative visions for educational equity. *Harvard Educational Review*, v. 86, n. 2, p. 206-232, 2016.
- [21] WILCZYNSKI, Vincent. Academic maker spaces and engineering design. In: *American Society for Engineering Education*. 2015.
- [22] ZUPIC, I.; ČATER, T. Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, v. 18, n. 3, p. 429-472, 2015.

# Capítulo 6

## *O uso da Biomimética como ferramenta de aprendizagem*

*Ana Beatriz Sales Teixeira*

*Oyrton Azevedo de Castro Monteiro Junior*

*Márcia Thelma Rios Donato Marino*

*Daniel Dias Silvestre*

*Leonardo Holanda Lima.*

**Resumo:** Nos dias de hoje a tendência é seguir a tecnologia, ademais é preciso que se conheça e compreenda o meio em que vivemos para inovar em produtos, serviços, processos e sistemas. Atrelado a este pensamento, a Biomimética é uma técnica que ensina a utilizar a natureza como mentora, apresentando como objetivo principal a compreensão das estruturas e funções biológicas para criar soluções e estratégias em diferentes áreas. Esta técnica permite o uso da metodologia Design Thinking (DT), que aplica ferramentas do design para sanar problemas complexos. O presente artigo tem como objetivo relatar a aplicação das ferramentas DT e a Biomimética na participação dos alunos dos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária, e Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Fortaleza – UNIFOR, na elaboração de um protótipo com a finalidade de captação de água da chuva por intermédio de um coletor inspirado em espécies de plantas. Para isso, os alunos precisaram desenvolver soluções criativas na busca de elucidações de problemas ambientais, de modo que encontrassem uma ideia inovadora e sustentável para o problema de captação de águas da chuva. Ao passar das etapas, os alunos afirmaram que a adoção destes conhecimentos eram promissores na educação, ainda indicaram que a elucidação desses assuntos deveria ser discutida por meio de palestras e fóruns. Com isso, pesquisas que mostram o uso do DT e a Biomimética na educação básica de forma efetiva e por longo período devem ser projetadas, empregadas e mensuradas para que, dessa forma, tornam-se compreensíveis, e nessa conformidade os alunos desenvolvam capacidades na resolução de situações problemáticas.

**Palavras-chave:** Biomimética. Design Thinking. Prototipagem.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a descoberta do fogo, nas tribos nômades, os seres humanos vêm passando por constantes mudanças em suas ações, suas formas de agir, pensar e criar. E com isso, o mundo precisa acompanhar essa mudança por intermédio do uso de recursos naturais.

Diante disso, é sabido que, por muitas décadas, o meio ambiente foi visto e utilizado como fonte inesgotável de muitos recursos os quais necessitamos diariamente. Essa visão, ainda que equivocada, esteve presente no dia a dia da sociedade, retratando o consumo desenfreado de matérias primas, tanto por parte da população, como também da iniciativa pública e da iniciativa privada.

A nova filosofia de ensino e aprendizagem deve se dedicar a preparar o aluno para pensar, refletir, desenvolver raciocínio crítico, gerar conexões com base no conhecimento. E buscar um equilíbrio entre o desenvolvimento dos conhecimentos explícito e tácito, conceitos recentemente usado na criação de conhecimentos nas empresas (NONAKA e TAKEUCHI, 1997).

O conhecimento explícito se refere ao conhecimento transmissível em linguagem formal, sistemática, formal, enquanto o conhecimento tácito possui uma qualidade pessoal, que o torna mais difícil de ser formalizado e comunicado. Com esta nova visão de gestão do conhecimento nas empresas, alguns pensadores afirmam que é pura perda de tempo ensinar aquilo que os alunos já têm a sua disposição e podem dominar autonomamente, portanto, todos os programas educacionais devem se dedicar a ensinar aquilo a que o aluno não tem acesso por si só.

Desta forma, as principais discussões são as formas inovadoras de resolver problemas tradicionais. Assim um dos importantes vetores de aprendizagem tem como foco o método de resolução de problemas prático e verdadeiros, e o corpo teórico são utilizados como suporte para o processo, e não como um fim em si mesmo. Como resultado está surgindo um novo tratado da educação que se desvencilhar das velhas crenças, do que está posto, acessível e explícito, e instigar a experimentação e curiosidade, na busca por novos caminhos.

Portanto, o conhecimento é inerentemente paradoxal, pois é formado do que aparenta ser dois opostos, não é explícito e nem tácito. Takeuchi e Nonaka (2018, p. 19) descreve isso da seguinte forma:

A passagem para a sociedade do conhecimento elevou o paradoxo, de algo a ser eliminado e evitado, para algo a ser aceito e cultivado. As contradições, as inconsistências, os dilemas, as dualidades, as polaridades, as dicotomias e as oposições não são alheios ao conhecimento, pois o conhecimento em si é formado por dois componentes dicotômicos e aparentemente opostos – isto é, o conhecimento explícito e o conhecimento tácito.

Com isso, para caminhar nesta nova trilha, algumas metodologias e técnicas tem sido ferramentas experimentadas como metodologias ativas de ensino e aprendizagem. Neste trabalho são destacados a Biomimética e o Design Thinking como estratégia de aprendizagem em soluções de problemas reais.

Atualmente a tendência é seguir a tecnologia e, por meio disso, é preciso que se conheça e compreenda o meio em que vivemos para inovar em produtos, serviços, processos e sistemas. Atrelado a este pensamento, a Biomimética é uma técnica que ensina a utilizar a natureza como mentora, medida e modelo, em que seu objetivo principal é compreender as estruturas e funções biológicas para criar soluções e estratégias em diferentes áreas.

A técnica biomimética permite também o uso da metodologia Design Thinking, que aplica ferramentas do design para sanar problemas complexos. Este sugere o equilíbrio entre o raciocínio associativo que alavanca a inovação e o pensamento analítico, que reduz riscos.

A Biomimética possui uma abordagem transdisciplinar que conecta natureza e tecnologia, biologia e inovação, vida e design. Assim, permite obter materiais com propriedades diferenciadas e inovadoras – como revestimentos autolimpantes que reproduzem o funcionamento das folhas da flor-de-lótus. Ou plásticos que se regeneram como a pele

humana. Fibras mais resistentes do que o nylon, inspiradas nas teias de aranha. (BROCCO, 2017, online).

Brocco (2017, online) afirma que só conseguimos aprender com aquilo que nos relacionamos e admiramos. Para isso, é preciso falar de ecologia para falar de economia, pois os seres humanos estão inseridos em uma rede que conecta todos os ecossistemas do planeta. Além disso, compreender a interdependência das relações é também permitir ser mais conscientes da função que se é exercida no planeta e permitir, portanto, criar culturas de empresas prósperas. Ainda finaliza com a frase de Leonardo Da Vinci que diz assim: “Aqueles que são inspirados por outro modelo que não a natureza, a mestre acima de todos os mestres, estão trabalhando em vão”.

De acordo com Rodrigues (2007), na metodologia científica o método indutivo diz que o processo mental surge de dados particulares, os quais se infere uma verdade geral. Este se aproxima da metodologia Design Thinking devido ao fato que há observação dos fenômenos para a descoberta da relação entre eles.

No design também há o uso destes fenômenos, como por exemplo, na ferramenta de empatia, no qual se utiliza a palavra personas para se referir ao usuário como um meio de entendimento por intermédio da criação de seres fictícios. Na prática é um método eficiente, o qual segue um roteiro de coleta e análise de dados, cenário para análise do problema e consequentemente desenvolvimento de ideias. O persona imersa em um cenário que possibilita empatia não só pelo fictício, mas pela situação que ele vive no roteiro. (MELO, 2015).

“Tendo como inspiração o besouro do deserto da Namíbia, em África, a empresa americana 'NBD Nano' está a desenvolver uma garrafa capaz de se encher sozinha, recolhendo água do ar” (RODRIGUES, 2012, online). Inspirados nesta afirmação, esta pesquisa apresenta como objetivo geral incentivar a participação dos alunos dos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária, e Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Fortaleza – UNIFOR, na elaboração de um protótipo com a finalidade de captação de água da chuva por intermédio de um coletor inspirado em espécies de plantas.

## 2 METODOLOGIA

Para a elaboração do trabalho, inicialmente foram utilizadas pesquisas bibliográficas. Com isso, realizou-se uma pesquisa exploratória, a qual tinha como norte compreender conceitos sobre os assuntos chave: a técnica Biomimética e a metodologia Design Thinking, as quais geraram uma aprendizagem significativa.

Para a aplicação do projeto foi escolhida a disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental e Sanitária, disciplina de característica principalmente informativa ofertada no primeiro semestre do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade de Fortaleza - UNIFOR. Dessa maneira, a classificação quanto a sua natureza é dita pesquisa aplicada, tendo em vista gerar conhecimentos para aplicação prática de um estudo dirigido à solução de um problema específico. Ainda, possui caráter descritivo, em que se permite analisar e formular uma solução para o problema, entretanto sem interferências no processo natural.

O projeto foi desenvolvido de forma fiel ao cronograma estipulado (Quadro 1), sendo este sempre equiparado à metodologia DT, que por sua vez, requer etapas não obrigatoriamente sequenciais para a elaboração do protótipo (Figura 1).

A primeira ação foi sondar qual seria o nível de conhecimento dos alunos na técnica de Biomimética e na metodologia DT. O resultado da sondagem foi que nenhum dos alunos envolvidos conhecia e nunca ouviram falar ou leram sobre os assuntos. Devido a este fato, iniciaram etapas para o entendimento do assunto abordado, no caso a Biomimética e Design Thinking, em que posteriormente, sucede-se pela observação do contexto, a natureza.

A priori, o temário para o desenvolvimento do projeto ficou em aberto. Como resultado, obteve-se que os alunos sozinhos não conseguiram escolher um tema, tiveram dificuldades. Diante disso, foi proposto a turma “fechar” um tema geral, unitário, que foi o coletor de água da chuva, para assim ter início a ideiação, como seria este coletor e, posteriormente, a prototipagem, experimentação e apresentação.



Quadro 1. Cronograma do projeto.

ETAPAS	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
1. EMPATIA	X	X			
2. DEFINIÇÃO		X	X		
3. IDEACÃO			X	X	
4. PROTOTIPAGEM			X	X	X
5. EXPERIMENTAÇÃO					X
6. APRESENTAÇÃO					X

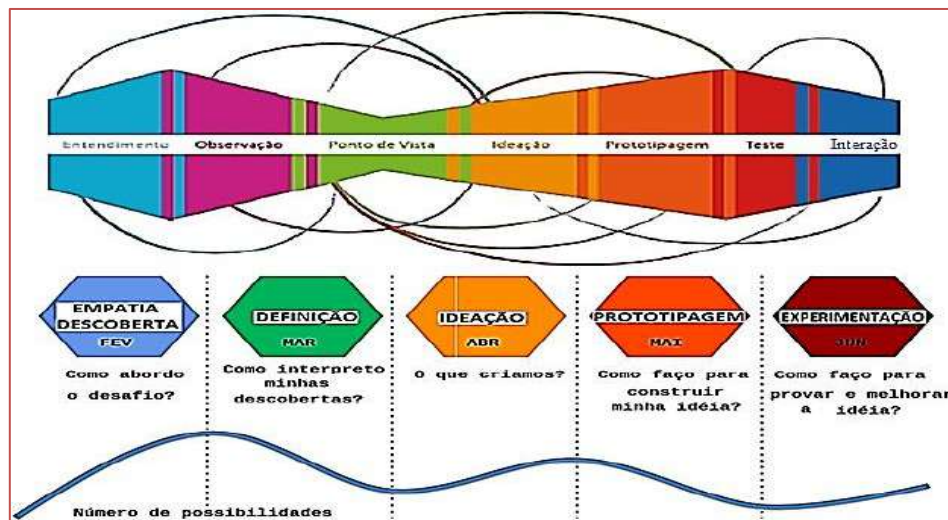
Fonte: Autores, 2018.

Para esse fim, os alunos precisaram desenvolver soluções criativas na busca de elucidações de problemas ambientais, de modo que encontrassem uma ideia inovadora e sustentável para o problema de captação de águas da chuva seguindo observações e comportamentos da natureza. Dessa maneira, compreendendo estruturas e funções apresentadas pela natureza para a construção de um protótipo.

Então, como os alunos participavam de uma competição para a elaboração do protótipo de melhor eficiência de coletar a água da chuva, foram estipuladas algumas regras:

- A equipe deveria ter no mínimo três alunos e no máximo cinco alunos.
- O protótipo deveria ter a dimensão máxima de 35 cm de altura e 20 cm de largura;
- O protótipo deveria acompanhar um pôster de 90 x 120 cm mostrando o desenvolvimento do projeto;
- O protótipo deveria ser exposto em uma mesa de plástico de 90 x 90 cm; e
- O protótipo ainda deveria ter a capacidade de coletar no máximo um litro de água, por intermédio do simulador de água da chuva lá exposto.

Figura 1. Diagrama de experimentação do *Design Thinking*.



Fonte: Adaptado de Cavalcanti (2017) e Melo (2015).

Para o auxílio no meio de comunicação via professor – aluno foi utilizada a ferramenta Microsoft Teams, do pacote Office 365; na qual dispunha a troca de imagens, vídeos, arquivos e links em geral, e ainda a criação de canais de trabalho entre as equipes. O emprego desta ferramenta foi promissor, visto que os alunos deveriam elaborar seus arquivos online e, para que dessa forma, não procrastinaram em relação ao não cumprimento das atividades exigidas aos mesmos.

Nesta ferramenta, os alunos desenvolveram seus projetos da forma escrita e ainda puderam debater entre si sobre as metodologias adotadas. Além disso, os mesmos puderam nomear suas equipes de forma respectiva a seu modelo observado na natureza. Desse modo todos garantiriam sua originalidade, visto que já poderiam ver com que espécies os outros grupos trabalhavam.

Ainda como ferramenta de auxílio, os autores do projeto desenvolveram, de forma compartilhada com os alunos envolvidos, um simulador de chuvas para ser usado nas etapas de experimentação e apresentação do protótipo, conforme a Figura 2. O uso deste por parte dos alunos foi importante, devido ao fato que os mesmos pudessem melhor direcionar seus coletores até a etapa final de prototipagem para a adiante apresentação/competição.

Figura 2. Simulador de água da chuva.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica biomimética e a metodologia Design Thinking são recentes, em maioria estão sendo inseridas em escolas, universidades e até mesmo em empresas há pouco tempo. Com isso, a aplicação destas como ensino foi promissora, uma vez que foi observada uma evolução por parte dos acadêmicos durante a elaboração do projeto.

As três grandes aplicações que geralmente estimulam equipes a adotar a perspectiva de Design Thinking na educação são: abordagem de inovação, solução de problemas e estratégias de ensino-aprendizagem (CAVALCANTI, 2017). Diante desta afirmação, é notório que o DT é uma ferramenta inspiradora para a educação em todas as áreas, visto que essa estimula a criatividade.

No primeiro momento da apresentação do projeto, foi feita uma indagação.

O ensino foi dividido em etapas, de acordo com o diagrama de experimentação do Design Thinking. Durante a etapa de empatia e descoberta foi proposto aos alunos que pesquisassem sobre biomimética, e apenas um se manifestou.

Os processos de empatia estão relacionados com a formação de um cidadão que saiba se portar socialmente com respeito ao próximo e que também colabora com o outro. Isso pode ser relacionado com os aspectos a serem considerados na avaliação desses alunos a partir do uso das abordagens. (REGINALDO, 2015, p. 113)

Entretanto, ao longo das aulas, decorreram diversas apresentações sobre a temática, vídeos foram expostos ilustrando a técnica e seu funcionamento, bem como a metodologia e seu embasamento teórico. E assim, os alunos foram se adaptando com os termos, para que dessa forma posteriormente fosse definido o tema geral do projeto, no caso coletor de água da chuva.

Ainda nesta etapa, foi proposto aos alunos que utilizassem a ferramenta de observação e entrevista, em que os mesmos buscassem capturar detalhes e sutilezas no entorno do meio natural em que habitamos. Dessa maneira, poderiam se encantar com a natureza e, ainda, atentar-se às estruturas ocultas, não vistas antes da experimentação, ou seja, buscar criatividade.

É importante destacar que, no primeiro momento grande parte dos alunos utilizaram a internet como fonte de observação, não havendo nenhum contato físico com a natureza. A estratégia para reverter este fato foi à realização de uma caminhada de observação no campus da universidade, que é repleta de espécies endêmicas, cosmopolitas, exóticas e nativas. Com esta ação os alunos tiveram a oportunidade de olhar algumas estruturas apresentadas pela natureza com foco na solução do problema lançado como desafio. Acredita-se que sem esta caminhada de observação não seria possível obter bons resultados no projeto.

Figura 3. Caminha de observação no campus UNIFOR.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

Na fase de cocriação os alunos foram estimulados a enquadrar suas ideias no problema exposto, de modo que descobrissem e definissem a espécie de planta a desenvolver. Era sabido que neste período eles sofressem um brainstorming, uma ferramenta fundamental da etapa de cocriação. Esta de forma resumida tem como objetivo geral capturar muitas ideias de maneira rápida e não bruta, em poucas palavras uma “tempestade de ideias”. A partir deste ponto o uso do enquadramento foi primordial.

Na etapa ideação, os alunos foram alocados para o laboratório de prototipagem, neste foram estabelecidas normativas para execução do projeto. Durante este período, com uma melhor familiarização, os estudantes já obtinham os modelos de estrutura de plantas que iriam seguir para a elaboração do protótipo. “Os protótipos desempenham um papel-chave para o compartilhamento de ideias em uma equipe multidisciplinar, especialmente considerando-se o aumento da complexidade e do grau de inovação dos produtos recentemente desenvolvidos” (HERZER, 2016, online).

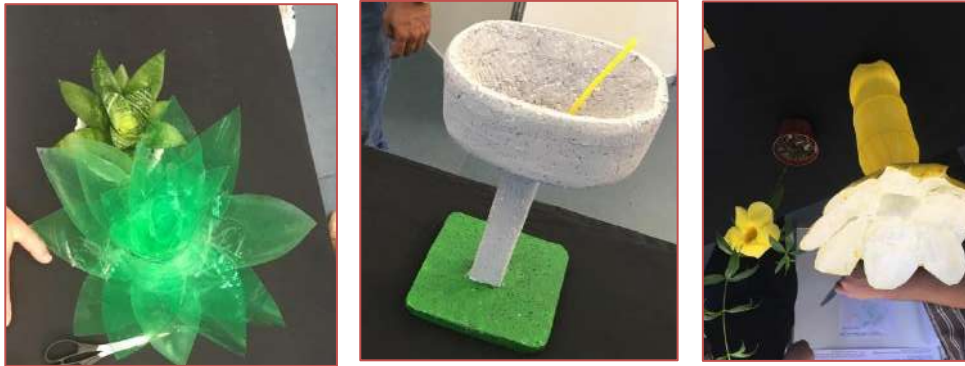
Figura 4. Fase de prototipagem.



Fonte: Arquivo pessoal, 2018.

A originalidade e criatividade foram pré-requisitos exigidos pela comissão avaliadora do evento. Diante desta imposição, os estudantes empregaram como modelo para seus protótipos as estruturas de espécies das plantas *Echeveria* (rosas de pedra), *Alamanda* (dedal-de-dama) e *Zantedeschia aethiopica* (copo-de-leite).

Figura 5. Fase de experimentação.



Fonte: Arquivo Pessoal, 2018.

Redaelli et al (2017) avaliou o uso do Design Thinking e outras metodologias como estratégias de aprendizagem autorreguladas, seus resultados mostraram válidos para o caso estudado.

Reginaldo (2015) realizou um levantamento de trabalhos com as abordagens de Design Thinking que já são desenvolvidas no Brasil. Um dos exemplos citados foi o Centro Educacional Marista Lúcia Mayvorne, em que foi adotado um projeto piloto sobre Educação para Inovação e Sustentabilidade, no qual os alunos tiveram a oportunidade de desenvolver atividades relacionadas à água e ao lixo. O uso do DT foi promissor na abordagem do pensamento criativo.

Ao passar das etapas, os alunos foram indagados informalmente se já tinham conhecimento sobre o que era Biomimética e Design Thinking, e em maioria responderam que o primeiro contato foi na disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental e Sanitária. Afirmaram também, que a adoção destes conhecimentos eram promissores na educação, ainda indicaram que gostariam de aprender mais sobre esses assuntos, por meio de palestras e fóruns de discussão.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que a biomimética e o Design Thinking, por serem processos de natureza práticos, colaborativos e interativos, juntos podem ser aplicados para melhorar a desenvoltura dos estudantes em solucionar problemas. A prototipagem das soluções encontradas por meio da biomimética foi um dos pontos chaves para o sucesso do projeto, a materialização do idealizado parece promover mais estímulos para a conclusão das atividades planejadas. Devido às facilidades e costume da busca de informações, via da internet, no início do processo de empatia foi notado uma grande resistência na observação da natureza real.

Dado exposto é saliente dizer que a adoção das ferramentas primárias e secundárias para o estudo, como por exemplo, Microsoft Teams teve papel fundamental, visto que nesta, os alunos desenvolveram seus projetos da forma escrita, e ainda puderam debater entre si sobre as metodologias adotadas.

Durante a etapa de cocriação, os alunos, por ansiedade estavam com “tempestades de ideias” e isso se tornou dificultoso, uma vez que os mesmos não conseguiam reproduzir para si as próprias ideias, para posteriormente transpor ao papel. O método de enquadramento proposto pelo DT foi primordial. Além disso, despertar dos alunos certa habilidade exige paciência e tempo.

Com isso, momentos como este, em que inovação e ensino caminham juntos é gratificante para todo ser humano que visa um futuro promissor. Gerar conhecimento e ter reconhecimento por parte dos acadêmicos, dos quais se mostraram “famintos” por saber é engrandecedor.

Por fim, pesquisas que mostram o uso do DT e a Biomimética na educação básica de forma efetiva e por longo período devem ser projetadas, empregadas e mensuradas para que dessa forma se tornem compreensíveis, de modo com que alunos desenvolvam capacidades especiais na resolução de problemáticas. Ainda, é preciso o incentivo de políticas públicas e privadas para que esse conhecimento se expanda, de maneira que este atinja todas as classes sociais.

## REFERÊNCIAS

- [1] BROCCO, Giane Cauzzi. Futuro exponencial: Como a biomimética pode ajudar a solucionar problemas globais. 2017. Disponível em: <<https://futuroexponencial.com/biomimetica-resolver-problemas-globais/>>. Acesso em: 12 set. 2017.
- [2] BROCCO, Giane. Biomimética: natureza como inspiração para a tecnologia. 2017. Disponível em: <<http://www.itmanagement.com.br/2017/biomimetica-natureza-tecnologia/>>. Acesso em: 18 set. 2017.
- [3] CAVALCANTI, Carolina Costa; FILATRO, Andrea. Desing thinking: Na educação presencial, a distância e corporativa. São Paulo: Saraiva Educação, 2017. 253 p.
- [4] HERZER, Mathias et al. Avaliação da utilização de metodologias ativas no ensino superior: estudo de caso na disciplina de gestão da produção aplicada. Revista ESPACIOS, v. 37, n. 02, p. E-3, 2016. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a16v37n02/163702e3.html>>. Acesso em: 26 abr. 2018.
- [5] MELO, Adriana; ABELHEIRA, Ricardo. Desing thinking: Metodologia, ferramentas e reflexões sobre o tema. São Paulo: Novatec, 2015. 203 p.
- [6] NONAKA, Ikujiro e TAKEUCHI, Hiro. Criação de conhecimento na empresa. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 286 p.
- [7] PINHEIRO, Tennyson; ALT, Luis; PONTES, Felipe. Desing thinking Brasil: Empatia, colaboração e experimentação para pessoas, negócios e sociedade. Rio de Janeiro: Alta Books, 2017. 229 p.
- [8] REGINALDO, Thiago et al. Referenciais teóricos e metodológicos para a prática do design thinking na educação básica. 2015. 206 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2015/04/Thiago-Reginaldo.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2018.
- [9] RODAELLI, José C. et al. Aprendizagem ativa em curso da pós-graduação da engenharia civil segundo o modelo cíclico da aprendizagem autorregulada. Joinvile/SC: anais Cobenge. Set. 2017
- [10] RODRIGUES, William Costa et al. Metodologia científica. Paracambi: Faetec/IST. 2007. 40 slides. Disponível em: <<https://es.slideshare.net/mirandacbarros/willian-costa-rodrigues-metodologia-cientifica>>. Acesso em: 26 abr. 2018. Apresentação em Power-point.
- [11] RODRIGUES, Aldara. Ciência: Cientistas criam garrafa de água que se enche sozinha. 2012. Diário de Notícias. Disponível em: <<https://www.dn.pt/ciencia/tecnologia/interior/cientistas-criam-garrafa-de-agua-que-se-enche-sozinha-2909710.html>>. Acesso em: 24 abr. 2018.
- [12] TAKEUCHI, Hirotaka e NONAKA, Ikujiro. Gestão do conhecimento. Porto Alegre: Bookman, 2008. 320 p.

# Capítulo 7

## *Utilização de realidade aumentada buscando maior engajamento dos alunos no ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador*

*Yussef Parcianello*

*Dalton Luiz Lemos II*

**Resumo:** O presente trabalho configura-se como um estudo de caso que explora as possibilidades e desafios que envolvem a utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), em especial a Realidade Aumentada (RA), como instrumento de promoção do engajamento de alunos no ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica abordando a utilização de Realidade Aumentada em sala de aula, pesquisa esta que forneceu uma série de possibilidades e desafios que envolvem a utilização desta tecnologia na prática docente. Além disso, foram também realizadas análises comparativas de diferentes ferramentas de autoria, de diferentes softwares de Desenho Assistido por Computador CAD (Computer Aided Design) e de diferentes tecnologias de RA disponíveis na web, as quais subsidiaram as escolhas realizadas nesta pesquisa. Este artigo contempla também reflexões sobre as possibilidades de uso das TIC e os desafios de sua utilização ao longo da realização desta pesquisa.

**Palavras-chave:** Realidade aumentada. Desenho técnico. Desenho assistido por Computador. Tecnologias da informação e comunicação.

## 1 INTRODUÇÃO

A popularização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem se elevado diariamente, seja pelo uso de computadores, tablets, smartphones, seja pelo crescimento da própria Internet. Segundo pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) divulgada em 2014, mais da metade dos brasileiros já estão conectados à Internet, totalizando 50,1%. Houve também o crescimento de 8,8% de domicílios com computadores pessoais, entre os anos de 2012 e 2013.

Além disso, as Tecnologias da Informação e Comunicação têm-se revelado essenciais no desenvolvimento da sociedade. Sua disponibilização em massa conduz a diversas alterações, que vão desde a forma de comunicação entre os diversos membros da sociedade, até sua influência nas atividades econômicas, e a educação não pode deixar de usufruir dos benefícios advindos dessa disponibilidade (NUNES, 2012).

### 1.1 O USO DE TIC E O CONFLITO DE GERAÇÕES

Segundo Almeida (2008), as instituições de ensino enfrentam hoje um de seus maiores desafios: a internet. Segundo o autor, as várias mudanças acarretadas pela internet fazem com que a nova geração, a de nativos digitais (alunos), entre em conflito com as gerações anteriores, as de imigrantes digitais (professores). Os nativos digitais, também conhecidos como geração Z, são aqueles que já nasceram em constante convívio com a internet e que, por esta razão, têm uma relação mais íntima com o tecnológico. Em contrapartida, os imigrantes digitais, ou seja, aqueles que nasceram e cresceram em uma época em que a tecnologia não era tão onipresente e que, por esta razão, adotaram-na apenas mais tarde, tendem a demandar um esforço maior para se apropriar daquilo que os da geração Z já se apropriaram.

### 1.2 A ADOÇÃO DE TICS NA PRÁTICA DOCENTE

Dispor de laboratório de informática, conexão com a internet e de profissionais qualificados atuando nos laboratórios de informática é primordial para qualquer escola. Porém, isso não implica em uma melhora no processo de ensino-aprendizagem. Amaral (2006) sinaliza que inovações tecnológicas não determinam inovações pedagógicas e melhores recursos não implicam em melhores desempenhos. Neste cenário, vê-se uma possibilidade de promover o uso de TICs nas salas de aula através da capacitação de professores. Percebe-se que melhorando os níveis de letramento digital dos professores, é possível que estes profissionais se apropriem das tecnologias digitais e então desenvolvam condições de adotá-las em suas práticas didáticas.

A busca pelo desenvolvimento do letramento digital deve ser uma preocupação e um esforço constante principalmente daqueles que atuam na educação. Embora o caminho a ser trilhado possa ser desafiador, as possibilidades proporcionadas pela utilização de TICs são ilimitadas e enriquecedoras. Ela cria novos canais de comunicação entre a escola, o aluno e a família e auxilia na gestão do sistema educacional (BASTOS, 2010).

### 1.3 TECNOLOGIAS DIGITAIS APLICÁVEIS EM AMBIENTES ESCOLARES

Um editor de textos, uma planilha eletrônica, um construtor de slides e um software para criação de desenhos são exemplos de Ferramentas de Autoria (FA). Existem também FA do tipo on-line, ou seja, que não exigem uma pré-instalação no computador. Para o educador, é importante buscar conhecer opções de FA, pois é possível produzir recursos didáticos através da utilização de tais ferramentas. A depender do tipo de Objeto de Aprendizagem (OA) que se pretende elaborar (um texto, uma planilha, um vídeo ou uma história em quadrinhos, por exemplo), um bom começo seria buscar por FA que permitam elaborar o OA do tipo desejado. Caso os computadores do laboratório de informática da escola não dispunham da FA desejada, provavelmente existirá uma alternativa on-line.

Além disso, temos também os Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEA). Os AVEA são plataformas web que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem regularizando a administração, o fornecimento de conteúdo e, desta forma, facilitando a gestão dos cursos. Dos AVEA open source mais populares atualmente, podemos citar o Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Moodle). O diagrama da Figura 1 sugere uma relação entre as Ferramentas de Autoria, os Objetos de Aprendizagem e os Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem.

Figura 1 - Importantes aliados na prática docente.



Fonte: Dos autores.

#### 1.4 TECNOLOGIAS DIGITAIS APLICÁVEIS NO ENSINO DE DESENHO TÉCNICO E DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

Softwares proprietários como Sketchup2 e AutoCAD3, assim como softwares open source QCAD4 e LibreCAD5 são exemplos de soluções aplicáveis no ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador. A partir da utilização de qualquer destas ferramentas, é possível construir modelos virtuais de aparência mais próxima daquela dos objetos reais, permitindo um melhor entendimento daquilo que está sendo representado através do desenho técnico, principalmente por parte daqueles que não possuem conhecimentos técnicos na área.

Quando se trabalha com a utilização de modelos virtuais 3D na representação de objetos reais, as tecnologias de Realidade Aumentada ampliam as possibilidades. Realidade Aumentada (RA) é o termo utilizado para se referir a interfaces nas quais objetos virtuais são sobrepostos a objetos reais e vice-versa. De acordo com Kirner et al (2007), a RA possibilita fazer a inserção de objetos virtuais na visualização do ambiente físico. A partir da utilização de tecnologias voltadas para RA, é possível renderizar objetos virtuais dos mais variados tipos diretamente no ambiente real. Além disso, é possível interagir com os objetos virtuais através da manipulação de objetos reais. O Aumentaty Creator6, Flaras7 e ARToolKit8, são exemplos de softwares disponíveis na web permitem trabalhar com realidade aumentada. Desta forma, com o auxílio de tecnologias hoje bastante acessíveis, é possível proporcionar uma experiência diferenciada na apresentação e discussão de um projeto arquitetônico.

#### 1.5 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é promover o engajamento de alunos no ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador, através da construção de modelos virtuais em 3D de edificações do mundo real, renderizando tais modelos no ambiente real através da utilização de tecnologias de realidade aumentada. Para tornar viável o alcance deste objetivo, é necessário que os seguintes objetivos específicos sejam atingidos:

- Realizar pesquisa bibliográfica sobre o emprego de realidade aumentada na educação para obter informações sobre metodologias, tecnologias utilizadas, potencialidades e oportunidades de melhoria que poderão servir de base para a presente pesquisa.
- Identificar as tecnologias mais populares que permitam trabalhar com desenho técnico, desenho assistido por computador (2D e 3D) e realidade aumentada e, por meio de análise comparativa entre as opções identificadas, determinar a solução que melhor se adéque ao presente projeto;
- Providenciar material didático multimidiático que aborde o conteúdo a ser trabalhado e disponibilizá-lo à turma através de um AVEA;
- Propor a elaboração de desenhos 2D e 3D de edificações através de uma ferramenta CAD voltada para elaboração de desenho técnico e aplicá-los a uma ferramenta de realidade aumentada.

2 Disponível em: <<https://www.sketchup.com/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

3 Disponível em: <<https://www.autodesk.com/education/free-software/featured>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

4 Disponível em: <<https://qcad.org/en/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

5 Disponível em: <<http://librecad.org/cms/home.html>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

6 Disponível em: <<http://www.aumentaty.com/community/software/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

7 Disponível em: <<http://ckirner.com/flaras2/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

8 Disponível em: <<https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.



## 2 METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica no intuito de identificar experiências que envolvam a utilização de realidade aumentada aplicada ao ensino. Na sequência, definiram-se os softwares a serem utilizados para trabalhar com desenho técnico, desenho assistido por computador e com tecnologia de realidade aumentada. Em seguida, obtiveram-se os equipamentos tecnológicos necessários para proporcionar uma boa experiência de interação com realidade aumentada. Posteriormente, foram definidas as ferramentas de autoria a serem utilizadas para a produção dos objetos de aprendizagem. Com tais ferramentas definidas, elaboraram-se alguns materiais multimidiáticos para abordar os conteúdos a serem trabalhados. Também foram realizadas pesquisas na web visando obter objetos de aprendizagem complementares que pudessem ser utilizados na prática docente. Por fim, todos os recursos didáticos e tecnológicos providenciados foram organizados em um Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA). Apesar de um AVEA permitir trabalhar com diferentes estratégias de ensino (webquests e sala de aula invertida, por exemplo), nesta pesquisa, buscou-se utilizar um AVEA apenas como uma plataforma web de apoio ao ensino presencial, servindo como um concentrador de material didático.

## 3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para que os objetivos propostos fossem alcançados, adotou-se a metodologia previamente apresentada. A discussão e análise dos resultados obtidos na pesquisa são abordadas a seguir, dividida em quatro tópicos:

### 3.1 RESULTADOS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o emprego de TICs na educação, em especial iniciativas envolvendo a utilização de Realidade Aumentada (RA). Dentre os materiais relacionados nas referências deste trabalho, podemos citar, por exemplo, os trabalhos de Tori (2006), de Cardoso (2007) e de Kirner (2018), que trazem uma boa base introdutória sobre RA, uma série de exemplos de possíveis experimentos envolvendo a utilização de RA e também algumas possibilidades de aplicação de RA em diferentes setores. Além destes, foi encontrado o trabalho de Zorzal et al (2018), onde são exploradas as possibilidades de utilização de RA em ambientes colaborativos no contexto educacional. Também foi encontrado o trabalho de Dainese et al (2018), que traz uma proposta de emprego de RA para promover o desenvolvimento cognitivo de crianças surdas. Forte et al (2018) buscou utilizar realidade aumentada no processo de ensino e aprendizagem de física e matemática. O trabalho de Oliveira et al (2018) traz utilizou RA no contexto dos jogos educacionais. Santin (2018) desenvolveu um livro interativo através da utilização de RA, proporcionando ao leitor uma experiência dinâmica e virtual complementar ao conteúdo impresso. Freitas (2018) abordou a utilização de RA no contexto da Arquitetura e Grilo (2018), no da construção civil. Todos estes trabalhos foram utilizados como fontes de informações sobre bibliografia, metodologias, possibilidades e desafios que envolvem a utilização de Realidade Aumentada. Foram encontrados também diversos materiais em bases web de vídeo como YouTube<sup>9</sup>, Vimeo<sup>10</sup> e Dailymotion<sup>11</sup>, vídeos estes que serviram de inspiração para os trabalhos realizados nesta pesquisa.

### 3.2 DEFINIÇÃO DAS FERRAMENTAS CAD E DE REALIDADE AUMENTADA A SEREM UTILIZADAS

Dando continuidade, realizou-se uma pesquisa web para identificar ferramentas CAD (Desenho Assistido por Computador, ou Computer Aided Design, em inglês) disponíveis no mercado. Durante esta etapa, percebeu-se que existem soluções proprietárias (soluções comercializadas por empresas e que, portanto, seu uso implica na compra de licença) e soluções open source (ferramentas que não exigem aquisição de licença para utilização). Dentre as soluções proprietárias identificadas, a AutoDesk (empresa proprietária do software AutoCAD) disponibiliza uma licença estudantil gratuita, com duração de três anos. Já as soluções open source identificadas apresentam uma limitação: não permitem trabalhar com desenhos em 3D. Assim, chegou-se no resultado que é mostrado na Tabela 1. Com base nesta análise, optou-se por adotar o AutoCAD, cuja instalação nos computadores dos laboratórios de informática foi providenciada pela equipe da Coordenação de Tecnologias da Informação.

9 Disponível em: <<https://www.youtube.com/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

10 Disponível em: <<https://vimeo.com/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

11 Disponível em: <<http://www.dailymotion.com>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

Tabela 1 - Soluções CAD identificadas.

Solução	2D	3D	Open Source	Comercial	Licença p/ estudante	Roda em		
						Linux	Mac	Win
Sketchup	sim	sim	-	sim	não	-	sim	sim
AutoCAD	sim	sim	-	sim	sim	-	sim	sim
QCAD	sim	-	sim	-	-	sim	-	sim
LibreCAD	sim	-	sim	-	-	sim	-	sim

Fonte: Dos autores.

Para embasar a escolha da solução de realidade aumentada a ser utilizada neste trabalho, foi realizada uma análise semelhante à feita para definir o software CAD a ser utilizado. Assim, foram identificadas três das opções mais populares disponíveis no mercado e verificadas algumas informações e características julgadas relevantes para o contexto desta pesquisa. Os resultados obtidos são mostrados na Tabela 2. Desta forma, optou-se pelo software Aumentaty Creator por ser o único software ativo (não descontinuado pela empresa mantenedora) que possui interface amigável, permitindo que usuários leigos no assunto tenham condições de criar seus próprios projetos de realidade aumentada, exigindo apenas uma webcam para viabilizar a experiência de RA.

Tabela 2 - Soluções para RA identificadas.

Solução	Possui interface amigável	Ativo	Roda em		
			Linux	Mac	Win
ARToolKit	-	sim	sim	sim	sim
Flaras	sim	-	-	sim	sim
Aumentaty Creator	sim	sim	sim	-	sim

Fonte: Dos autores.

### 3.3 PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS E DISPONIBILIZAÇÃO DESTES EM UM AVEA

A Tabela 3 traz uma sumarização das Ferramentas de Autoria (FA) utilizadas, o tipo de mídia produzido por cada FA e os Objetos de Aprendizagem produzidos. Além dos materiais didáticos elaborados, outros também foram obtidos na web. Alguns desenhos técnicos em 2D e em 3D foram obtidos a partir do site da Aumentaty<sup>12</sup> e outros do site 3Dwarehouse<sup>13</sup>. Alguns tutoriais na forma de vídeo foram também obtidos em bases web de vídeos como YouTube, Vimeo e Dailymotion.

Tabela 3 - Ferramentas de autoria utilizadas e material didático produzido.

FA	OA	Mídia
LibreOffice Writer <sup>14</sup>	Criação dos roteiros das atividades práticas	Textual
LibreOffice Impress <sup>15</sup>	Criação das apresentações utilizadas em aula	Visual
Camtasia <sup>16</sup>	Produção de vídeos sobre o AutoCAD e o Aumentaty Creator	Audiovisual

Fonte: Dos autores

12 Disponível em: <<http://www.aumentaty.com/community/everything/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

13 Disponível em: <<https://3dwarehouse.sketchup.com/?hl=pt-BR>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

14 Disponível em: <<https://pt-br.libreoffice.org/descubra/writer/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

15 Disponível em: <<https://www.libreoffice.org/discover/impress/>>. Acesso em: 11, abr. 2018.

16 Disponível em: <[http://discover.techsmith.com/camtasia-brand-desktop/?gclid=EAIaIQobChMIxZfAycez2gIVVgeRCh119gYbEAAAYASAAEgLCR\\_D\\_BwE](http://discover.techsmith.com/camtasia-brand-desktop/?gclid=EAIaIQobChMIxZfAycez2gIVVgeRCh119gYbEAAAYASAAEgLCR_D_BwE)>. Acesso em: 11, abr. 2018.

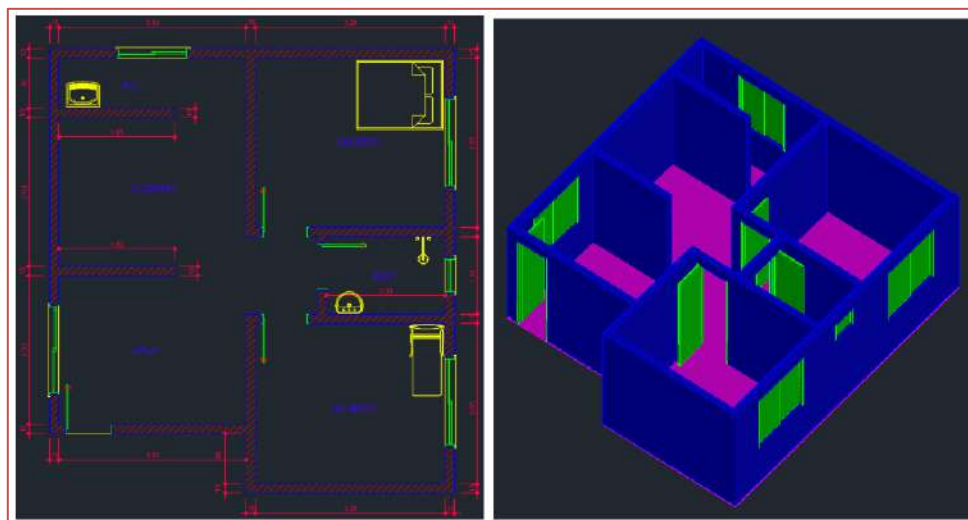
Buscando dar um dinamismo maior às aulas, utilizou-se o AVEA Moodle como um concentrador de material didático. Neste ponto, cabe ressaltar alguns desafios identificados: alguns alunos da turma não possuíam computador em casa, outros não possuíam acesso à internet em casa e muitos dependiam de transporte público para se deslocarem da casa para a escola e vice-versa. Embora a Instituição disponibilizasse laboratórios de informática, computadores e conexão a internet para a comunidade acadêmica, aqueles alunos que dependiam de transporte e que não possuíam computador pessoal e/ou não possuíam conexão com a internet em casa não conseguiram utilizar os laboratórios de informática da escola nos momentos extraclasse porque o transporte só era oferecido àqueles alunos ao término do turno letivo das suas turmas. Tais circunstâncias inviabilizaram quaisquer intenções de uso do Moodle para implementar, por exemplo, a metodologia “Sala de Aula Invertida”, frequentemente mencionada em trabalhos que abordam Blended Learning, pois resultaria na exclusão (ou não abrangência) de muitos alunos do processo de ensino e aprendizagem.

### 3.4 DESDOBRAMENTOS DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM REALIZADOS PARA VIABILIZAR A CONSTRUÇÃO DOS MODELOS VIRTUAIS EM 3D E INTEGRAÇÃO DESTES COM TECNOLOGIAS DE REALIDADE AUMENTADA

Inicialmente, buscou-se trabalhar o conteúdo de desenho técnico e desenho assistido por computador com a turma, abordando inclusive a utilização do AutoCAD e a elaboração de modelos virtuais em 2D e 3D. Todos os alunos desenvolveram as competências necessárias para elaborar não apenas plantas baixas de edificações, mas também esboços virtuais em 3D com base em plantas baixas, fachadas e cortes. Na Figura 2 é possível visualizar as produções de um dos alunos da turma.

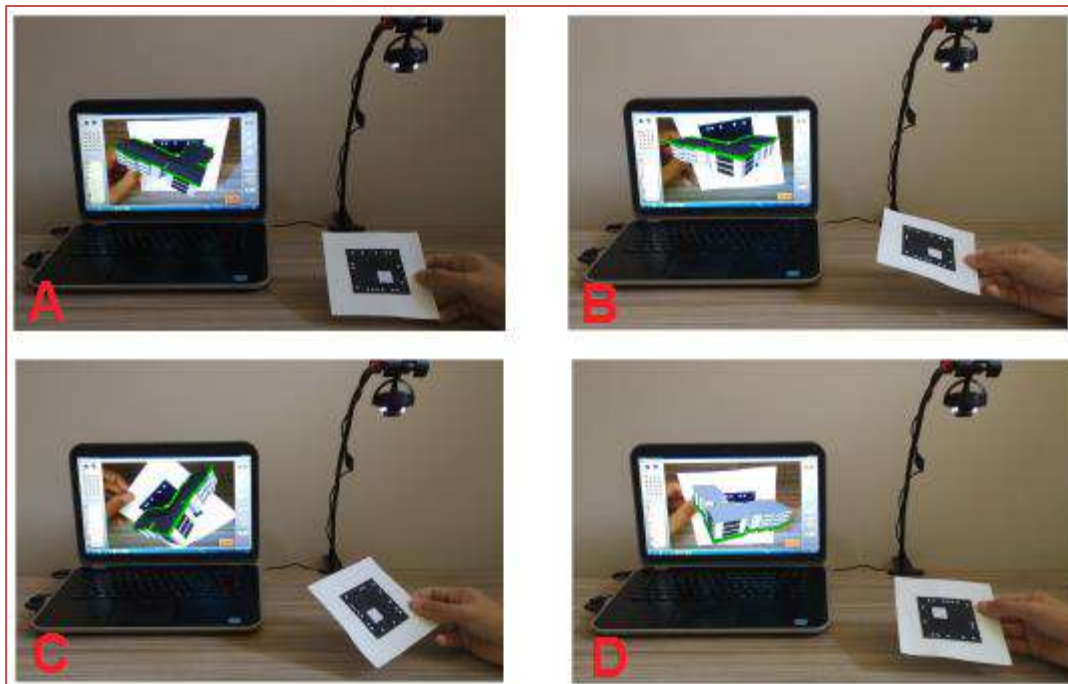
Na parte final da disciplina, abordou-se a realidade aumentada. Naquela ocasião, foi trabalhada a utilização da ferramenta Aumentaty Creator, onde os alunos puderam interagir com a ferramenta e vivenciar a experiência de visualizar seus próprios modelos virtuais 3D criados via AutoCAD sendo renderizados em objetos do mundo real. Baseando-se em uma planta baixa e algumas representações de cortes e de fachadas, o grupo elaborou no software AutoCAD um modelo virtual 3D do prédio do Campus São Miguel do Oeste, do Instituto Federal de Santa Catarina. Na sequência, tal modelo foi aplicado à ferramenta de realidade aumentada. A Figura 4 mostra uma sequência de imagens através das quais é possível visualizar a movimentação do marcador (cartão impresso) e a correspondente movimentação do objeto virtual vinculado ao marcador.

Figura 2 - Exemplo de planta baixa (esq.) e modelo 3D (dir.) produzido por um dos alunos.



Fonte: Dos autores.

Figura 4 - Movimentação do objeto virtual a partir da manipulação manual do marcador (cartão impresso).



Fonte: Dos autores.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na pesquisa bibliográfica realizada neste trabalho, percebeu-se que são várias as possibilidades de utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação na educação, em especial a de Realidade Aumentada. Observou-se também que os alunos pertencentes à geração dos Nativos Digitais têm um apreço muito interessante por aparatos tecnológicos. Comprovou-se, ainda, que a prática docente combinada com a utilização eficaz de tecnologias digitais é capaz sim de promover o engajamento dos alunos, agregando mais qualidade ao processo de ensino-aprendizagem.

Nesta pesquisa, foram utilizadas diferentes ferramentas de autoria (FA) para o desenvolvimento de diferentes objetos de aprendizagem (OA). Tais OA foram elaborados levando em consideração os diferentes estilos de aprendizagem dos alunos. Além dos OA elaborados, outros foram obtidos a partir da internet (principalmente em bases de vídeo). Todo o material produzido e reunido foi organizado em um AVEA e disponibilizado aos alunos na medida em que os conteúdos iam sendo abordados.

Quando se trata de desenho técnico e desenho assistido por computador, percebeu-se que existem diferentes soluções de softwares CAD disponíveis na internet. Algumas delas são soluções mais simples e voltadas apenas para a confecção de desenhos em 2D. Outras oferecem bem mais recursos e são voltadas para projetos tanto em 2D quanto em 3D. Em relação à realidade aumentada, verificou-se que existe também uma variedade interessante de soluções disponíveis na internet. Definidas as ferramentas CAD e de realidade aumentada, concluiu-se que o ensino de desenho técnico e desenho assistido por computador apoiado em TICs é capaz sim de promover o engajamento dos alunos nas aulas. A utilização de tecnologia de realidade aumentada propicia uma maior imersão do aluno nas aulas, agregando qualidade no processo de ensino e aprendizagem.

Verificou-se que existem ainda muitos desafios que dificultam ou até impedem a adoção de técnicas de ensino híbrido (ou blended learning) em salas de aula (como no caso da sala de aula invertida, por exemplo). Muitos alunos não possuem computador nem smartphone em sua residência. Outros possuem smartphone e/ou computador, mas não possuem conexão com a internet em casa por limitação financeira. Outros que possuem um (ou ambos) dispositivo(s), mas não possuem internet em casa por morarem em região não coberta pelas empresas provedoras de internet da região. Apesar de o IFSC dispor de laboratórios de informática para uso dos alunos, muitos alunos dependem de transporte coletivo para se deslocar para suas casas. O horário de oferta de tais transportes impossibilitam alunos usuários destes a utilizarem os computadores dos laboratórios de informática em horários extraclasse.

Como trabalhos futuros, visualiza-se a possibilidade de utilização de Realidade Aumentada voltada para diferentes disciplinas e assuntos (explorar os sistemas do corpo humano, a constituição atômica dos objetos que nos cercam, observar as constelações, etc.). Outra possibilidade seria a elaboração de um livro impresso com realidade virtual e aumentada (um livro tradicional em que, através de uma câmera de smartphone, o aluno pode interagir com marcadores presentes no livro que renderizam na tela do dispositivo móvel algum recurso que complementa o conteúdo da página impressa – um objeto virtual em 3D animado ou uma videoaula, por exemplo), dando dinamismo às páginas estáticas impressas. Outra oportunidade identificada é buscar desenvolver o letramento digital de educadores através de cursos que contemplem TICs aplicáveis em salas de aula e que instigue os participantes a visualizar possíveis formas de utilização de tais recursos em suas práticas docentes.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA, R de Q. Ensino Aprendizagem em tempos de Internet. In: Fórum Permanente de Desafios do magistério; 2008, Centro de Convenções da UNICAMP. Disponível em: <<https://goo.gl/pXDTBi>>. Acesso em: 24 fev. 2018.
- [2] AMARAL, M T M. Práticas educativas informatizadas; integração das tecnologias na gestão escolar. In: (Coords.) Almeida, F. J.; Almeida, M. E. B. de. Liderança, gestão e tecnologia para melhoria da educação no Brasil. 2006. São Paulo: Microsoft.
- [3] BASTOS, M I. O desenvolvimento de competências em TIC para a educação na formação de docentes na América Latina. In: Conferência internacional sobre o impacto das TICs na educação. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/TbTrZb>>. Acesso em: 14 fev. 2018.
- [4] CARDOSO, A., LAMOUNIER, E., KIRNER, C., KELNER, J. Tecnologias e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de realidade aumentada. Disponível em: <[https://www.gprt.ufpe.br/grvm/wp-content/uploads/Publication/Books&Chapters/2007/TecnologiasEFerramentasParaODesenvolvimentoDeSistemasDeRealidadeVirtualAumentada\\_TecnologiasParaODesenvolvimento.pdf](https://www.gprt.ufpe.br/grvm/wp-content/uploads/Publication/Books&Chapters/2007/TecnologiasEFerramentasParaODesenvolvimentoDeSistemasDeRealidadeVirtualAumentada_TecnologiasParaODesenvolvimento.pdf)>. Acesso em: 11 mar. 2018.
- [5] COSTA, P de S, MENDONÇA, L de S. O uso da plataforma Moodle como apoio para o ensino presencial. In: Revista eletrônica da divisão de formação do docente. Minas Gerais, v.2, n.01, p.146-194, 2014.
- [6] DAINESE, C. A., GARBIN, T. R., KIRNER, C. Sistema de realidade aumentada para desenvolvimento cognitivo da criança surda. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/svr/2003/0026.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.
- [7] FORTE, C. E., KIRNER, C. Usando realidade aumentada no desenvolvimento de ferramenta de aprendizagem de física e matemática. Disponível em: <<http://sites.unisanta.br/wrva/st/62200.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.
- [8] FREITAS, M. R., RUSCHEL, R. C. Aplicação de realidade virtual e aumentada em arquitetura. Disponível em: <<http://www.revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/4553>>. Acesso em: 13 abr. 2018.
- [9] GRILLO, L. Possibilidades de aplicação e limitações da realidade virtual na arquitetura e na construção civil. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Leonardo\\_Grillo/publication/228522928\\_Possibilidades\\_de\\_aplicacao\\_e\\_limitacoes\\_da\\_realidade\\_virtual\\_na\\_arquitetura\\_e\\_na\\_Construcao\\_Civil/links/55b0b81c08ae32092e071ea4.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Leonardo_Grillo/publication/228522928_Possibilidades_de_aplicacao_e_limitacoes_da_realidade_virtual_na_arquitetura_e_na_Construcao_Civil/links/55b0b81c08ae32092e071ea4.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2018.
- [10] KIRNER, C, SANTIN, R, OLIVEIRA, F. Uso do livro interativo com realidade aumentada em aplicações educacionais. In: Anais do IV Workshop de Realidade Virtual e Aumentada (WRVA) 2007, Porto Alegre: SBC, 2007, pp. 13-16.
- [11] \_\_\_\_\_. Realidade virtual e aumentada. Disponível em: <<http://www.realidadevirtual.com.br/cmsimple-rv/>>. Acesso em: 11 abr. 2018.
- [12] NUNES, R C. Mídias aplicadas na educação e AVEA. 1ª ed. Florianópolis, SC: Publicações IFSC. 66 p., 2012.
- [13] OLIVEIRA, M. R. F., ZORZAL, E. R., SILVA, L. F., CARDOSO, A., KIRNER, C., LAMOUNIER, E. A. Aplicação de jogos educacionais utilizando realidade aumentada. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/14575/8482>>. Acesso em: 11 abr. 2018.
- [14] SANTIN, R., OLIVEIRA, F. C., KIRNER, C. Uso do livro interativo com realidade aumentada em aplicações educacionais. Disponível em: <<http://www.lbd.dcc.ufmg.br/colecoes/wrva/2007/0024.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2018.
- [15] TORI, R., KIRNER, C., SISCOUTO, R. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. In: VII Symposium on Virtual Reality, Belém, PA, 2006.

[16] ZORZAL, E.R., KIRNER, C. Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/398/384>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

# Capítulo 8

## *Processo de ensino aprendizagem do conceito de tensor utilizando abordagens experimentais*

*Andrea Cristina Micchelucci Malanga*

*Euclides Martins Oliveira Neto*

*Luiz Carlos de Campos*

*Manuel Antonio Pires Castanho*

*Oscar João Abdounur*

*Paulo Urbano Avila*

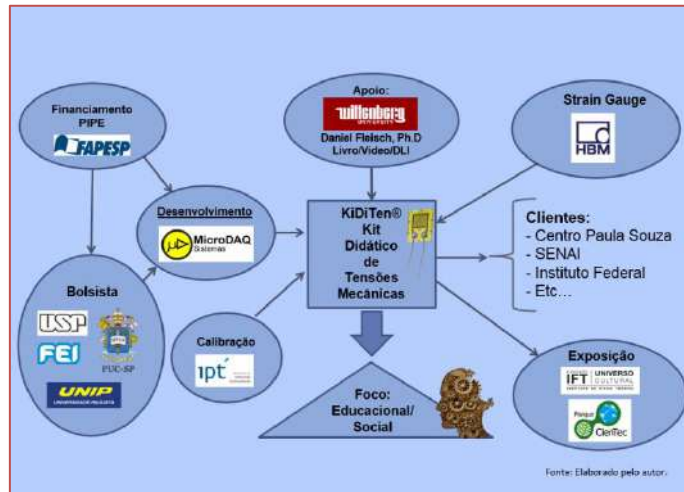
**Resumo:** O objetivo deste artigo é apresentar o processo de desenvolvimento e fabricação de um kit educacional (KiDiTen®), utilizando conceitos de Física, Matemática e Resistência dos Materiais no desenvolvimento de um kit educacional de baixo custo, com viabilidade de ser comercializado em toda a rede de ensino médio e superior do país. Serão utilizadas abordagens como: Processo de Ensino Aprendizagem (PEA), Educação Baseada em Projetos (PLE), Aprendizado Baseado em Problemas (PBL), conceito de Tensores em consonância com os modernos aspectos da engenharia da complexidade. Por outro lado, serão abordados aspectos da literatura econômica ligados à inovação, necessidade do cliente e desenvolvimento de novos produtos, com isso, temos o perfil tecnológico e científico da engenharia, aliado ao perfil estratégico de negócios e inovação.

**Palavras-chave:** Inovação, Negócios, Engenharia, Aprendizagem.

## 1 INTRODUÇÃO

O diagrama de blocos da Figura 1 mostra o processo de desenvolvimento e fabricação do kit educacional denominado KiDiTen®. Este tem a finalidade de ser um kit educacional de baixo custo e preço acessível para o ensino médio e faculdades, para o ensino de Matemática, Física e Resistência dos Materiais.

Figura 1 – Projeto – diagrama de blocos



1. Patrocínio PIPE – Fundação de Pesquisa de São Paulo
2. Apoio: Daniel Fleisch, Ph.D – Dispositivo interativo/livro/vídeo
3. Strain Gauge : HBM
4. Estudante com bolsa USP FEI PUC-SP
5. Desenvolvimento MicroDAQ
6. KiDiTen® - Kit didático para tensão mecânica
7. Usuários:
  - .Centro Paula Souza (médio e superior);
  - .SENAI (médio e superior);
  - .Instituto Federal (médio e superior).
  - .Etc.
8. Calibração - IPT
9. Foco: ensino do binômio Tensão Mecânica-Tensor
10. Exposições:
  - .Instituto IFT;
  - .Parque CienTec;
  - .Projeto Catavento.

Programa FAPESP-PIPE - de apoio à pesquisa científica e / ou tecnológica em micro, pequenas e médias empresas do Estado de São Paulo.

MicroDAQ - Empresa responsável pelo desenvolvimento do projeto KiDiTen®.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Apoio ao projeto, fornecendo a calibração do protótipo do KiDiTen®.



Universidade de Wittenberg - Apoio didático no ensino básico do conceito de tensor usando vídeo institucional, livro e dispositivo lúdico interativo do Prof. Daniel Fleisch.

HBM - Empresa parceira, oferecendo suporte no fornecimento e uso de Strain Gauge.

O Projeto baseia-se na metodologia da fenomenologia (Husserl, Heidegger e Vygotsky, focada na interação social por meio de experimentos), onde se visa unir e organizar ferramentas fundamentais da Matemática e da Física, a fim de construir novas estratégias de ensino, mais acessíveis e prazerosas ao aluno, criando assim uma nova cosmovisão sobre estas disciplinas nesses cursos. Enfocamos a Teoria da Complexidade com base em Herch Moysés Nussenzveig, Edgar Morin, José Roberto Castilho Piqueira e L. von Bertalanffy. A aplicação e sua solução serão a aprendizagem e incorporação das ideias fundamentais da Matemática, Física, Mecânica dos Sólidos e Teoria da Resistência dos Materiais a partir de ferramentas propostas (SANCHÉZ, 2007; FLEISCH, 2011a, 2011b; FEYNMAN, 2016), desde objetos matemáticos até a representação da realidade física. A varredura ocorrerá através da matriz, vetor e principalmente o conceito de TENSOR, bem como da mecânica dos sólidos, de forma simples e aplicada, incluindo os importantes aspectos históricos, sociais e filosóficos.

Bertalanffy, o pioneiro da Teoria da Complexidade, aponta que “a realidade na concepção moderna é vista como uma enorme hierarquia de entidades organizadas em uma superposição de diferentes níveis, que vão desde sistemas físicos e químicos até sistemas biológicos e sociológicos. A unidade da ciência é conferida não pela utópica redução de toda a ciência à física e à química, mas pelas uniformidades estruturais dos diferentes níveis da realidade.” Motivo pelo qual se pode esclarecer a linguagem física como sendo uma linguagem da ciência.

Piqueira & Oliveira (2015) apontam que os sistemas complexos ou os “sistemas de sistemas” nascem do progresso tecnológico cada vez mais presente no cotidiano. Para o bem, com os algoritmos computacionais das redes neurais, por exemplo; e para o mal, com surpreendentes acidentes. Mesmo com a abrangência do conhecimento, embate-se com a surpresa chamada, em linguagem técnica, de emergência. Sempre que partes se reúnem formando um todo, serão mostrados alguns comportamentos que não são apenas sobreposições de comportamentos individuais. Outro fator que não pode ser ignorado é a extrema sensibilidade às condições iniciais que alguns sistemas mostram. Pequenas perturbações em sistemas anteriormente robustos geram comportamentos muito diferentes dos esperados. Tais aspectos demonstram os sistemas complexos: emergência e sensibilidade às condições iniciais.

Deste modo, considerando a quebra de paradigmas mais positivos e dominantes do século e meio anterior, bem como a integralidade das proposições que circundaram o universo da Complexidade, deve ser considerada a área de Engenharia do Conhecimento. Não obstante, o desafio dominante da ciência a partir do século XXI é encontrar maneiras de inserir a Complexidade dentro da esfera do ensino e da pesquisa, a partir daqueles paradigmas que conectam diferentes aspectos da arte de exercer Engenharia.

Nesta perspectiva, o desenvolvimento desta pesquisa será dado pelos instrumentos disponibilizados pelas ciências do estudo e seus respectivos produtos no mercado de tecnologia. Esses são os instrumentos que promoverão a uma melhor interação entre teoria e aplicação prática dos conhecimentos, conforme mostrado na figura 2: SolidWorks, técnica de análise de tensores utilizando Strain Gauges, dois kits experimentais medindo flexão e torção, conceituação matemática e qualitativa de Matriz, Vetor e Tensor, aplicação das Tensões em diversos campos, psicologia, música, biologia e engenharia, aspectos históricos, filosóficos, sociológicos, semióticos e Teoria da Complexidade, com a finalidade de integrar e motivar o aluno no estudo dos Tensores, levando assim ao conceito qualitativo de TENSOR.

Figura 2 - Estratégias experimentais aplicadas à parte prática da tese



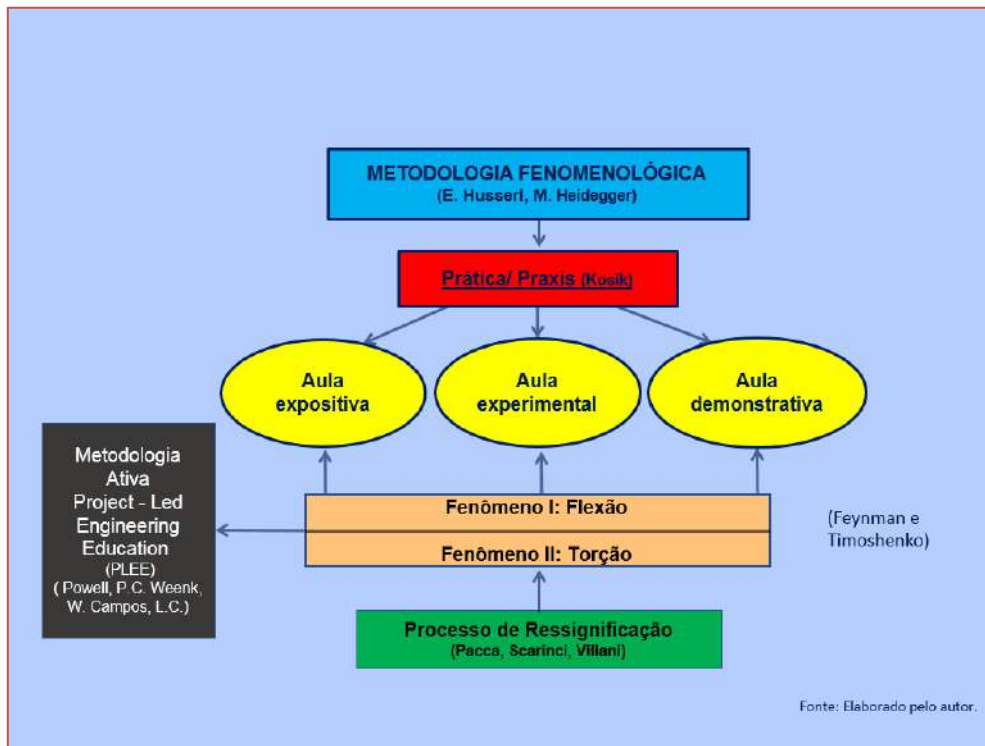
## 2. METODOLOGIA FENOMENOLÓGICA

Verificamos que houve sentido e coerência na hipótese de haver uma redução EIDÉTICA (voltando à essência) (Figura 3). Isso pode ser explicado dentro da concepção de Campos et. al. (2012) onde, na metodologia de ensino tradicional, o aluno é o elemento passivo e o professor é o ativo. Ele explica as abordagens tradicionais de ensino de engenharia: conceitos, definições, teorias, teoremas, fórmulas, regras, exemplos, textos; lições, experiências tradicionais, exercícios propostos; avaliação do conhecimento adquirido.

A ideia de Campos et. al. (2012) ultrapassa as fronteiras do ensino tradicional rumo a uma metodologia ativa de ensino e aprendizagem, onde os alunos são elementos ativos e o tutor é um elemento facilitador, numa metodologia dinâmica e individualizada. Obtém-se um foco de aprendizagem autodirigido, centrado no estudante. Há integração entre universidades e empresas.

O construtivismo defende que os estudantes são aprendizes ativos que constroem seu próprio entendimento e direcionam seu próprio processo, de acordo com essas premissas básicas: aquisição de conhecimento sendo um processo de construção do conhecimento, beneficiando-se de habilidades metacognitivas e aprendizagem envolvendo interações dentro de um contexto autêntico. As metodologias educacionais que se encaixam nas definições acima são a Educação Conduzida pelo Projeto (PLE) e a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL).

Figura 3 –Metodologia Fenomenológica



Powell e Weenk (2003, p. 29-30) definem o PLEE como focado na atividade estudantil baseada em trabalho em equipe e em resolução de projetos abertos, apoiados por vários cursos de palestras baseados em teoria. Os alunos lidam com o projeto e fornecem uma solução dentro do prazo, discutindo o que aprenderam.

O PBL pode ser tanto um currículo quanto um processo. O currículo consiste em problemas cuidadosamente selecionados e projetados que exigem a aquisição, por parte do estudante, de conhecimento crítico, proficiência na resolução de problemas, estratégias de aprendizado auto direcionadas e habilidades de participação da equipe. O PBL começa com um problema de pequena escala para os estudantes aprenderem mais, relacionado a um pequeno número de questões, muitas vezes em um cenário ou formato de estudo de caso projetado para refletir a complexidade dos casos da vida real.

A amplitude da definição de PBL e PLEE, sua similaridade conceitual e o uso do termo PBL resultam em alguma confusão na literatura. À primeira vista, as características do PBL parecem ser as mesmas que no PLEE; elas são diferentes em ênfase e forma. Fundamentalmente, o aprendizado baseado em problemas e projetos tem a mesma orientação: ambos são abordagens autênticas e construtivistas para a aprendizagem. As diferenças entre ambos podem estar em variações sutis (WEENK e VAN DER BLIJ, 2012).

Baseando-se na metodologia ativa PBL, procura-se criar um vínculo com esta proposta numa aprendizagem baseada em projetos, cujo abandono dos métodos tradicionais coloca o professor na função de orientador, desenvolvendo assim mais liberdade para os alunos que serão responsáveis pela sua própria formação, integrando teoria e prática, possibilitando uma aprendizagem significativa, propiciando o trabalho em equipe e realizando projetos reais (PEREIRA e SANTOS, 2013).

Esta abordagem surge como uma ferramenta de pesquisa aplicada, dado que seus objetivos procuram resolver problemas específicos, criando novos conhecimentos com respeito ao aprimoramento da utilização da metodologia ativa ABP (Aprendizagem Baseada em Projetos). A pesquisa possui objetivo descritivo, abrangendo coleta, análise e interpretação de dados, juntamente com uma descrição detalhada dos fenômenos pesquisados. O método por onde se perscruta este estudo é a pesquisa-ação, por se originar de um problema em que o pesquisador e o foco da pesquisa agem de modo participativo, com atuação direta do pesquisador sobre o objeto pesquisado.

O aprendizado prático em projetos interdisciplinares com o trabalho em equipe contribui para a possibilidade de alcançar uma compreensão mais aprofundada nos conceitos que ultrapassam os limites

da realidade, de meros ouvintes para leitores de conceitos, trabalhando em parceria com seus colegas na aplicação desses conceitos com a finalidade de resolver projetos abertos de larga escala (POWELL & WEENK, 2003).

### 3 EXTENSÔMETRO DE RESISTÊNCIA ELÉTRICA (ERE) OU STRAIN GAUGE

Com a montagem de dois kits (KiDiTen®), conforme estudos experimentais onde dois circuitos independentes estão disponíveis: um para flexão e outro para torção, e de acordo com esquemas elétricos das figuras 3 e 4, coopera-se para a criação de um ambiente de entendimento e fruição que permita aos estudantes superar as barreiras de aprendizado do vetor, tensão mecânica e tensor.

Os kits (KiDiTen®) experimentais de flexão e torção são compostos por strain gauges, ou extensômetros de resistência elétrica (ERE).

O strain gauge, ou extensômetro, é um dispositivo de medição de quantidades mecânicas mais universal da atualidade. Existem muitos tipos de extensômetros, que diferem entre si pela proporcionalidade da variação da resistência elétrica em função de sua deformação. Os tipos mais amplamente disponíveis são: resistência piezoresistiva, carbono-resistiva, bi-metálica, resistência colada e de folha resistiva. Este último é o mais amplamente utilizado, e consiste de uma pista de fio ou folha resistiva inserida a uma matriz de acetato. A resistência elétrica da pista varia linearmente em função da tensão sofrida, causando desbalanceamento da Ponte de Wheatstone, conforme as figuras 4 e 5 (OMEGA, 1995, E-3).

Figura 4- Circuito I - Flexão

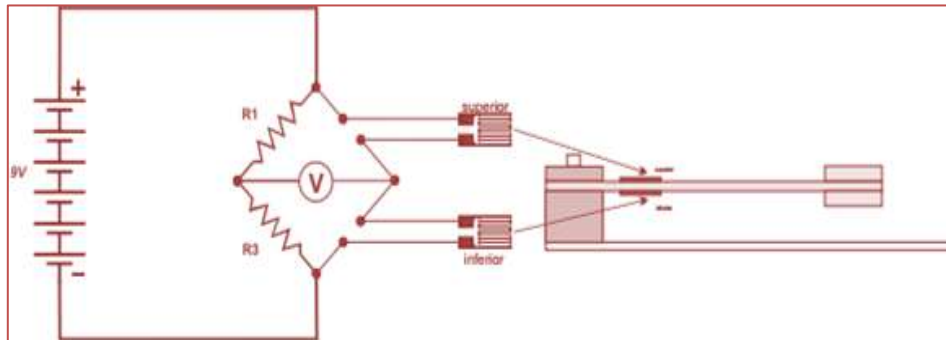
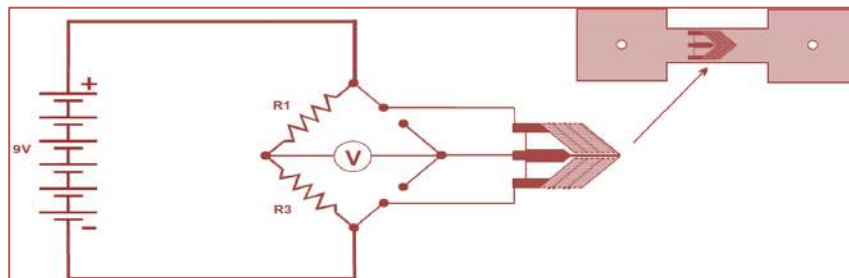


Figura 5- Circuito II - Torsão



Ambos os kits KiDiTen® foram enviados para o Laboratório de Metrologia Mecânica do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) para caracterizações, calibrações e emissão de certificados.

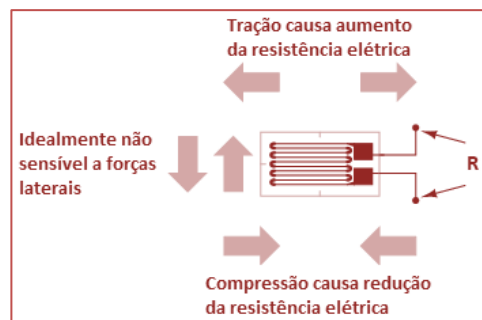
A calibração é um processo que determina, em condições específicas, a relação entre os valores e as incertezas de medição fornecidos por padrões e os valores correspondentes de um dado instrumento ou equipamento. Geralmente a calibração é expressa por meio de um certificado, contendo tabelas ou gráficos. Este procedimento deve ser sempre realizado quando há necessidade de se comprovar a validade dos resultados apresentados por um instrumento ou equipamento, garantindo assim a rastreabilidade e confiabilidade do processo de medição ou controle. A metodologia e os procedimentos empregados neste

trabalho tiveram ainda como objetivos avaliar a funcionalidade, repetibilidade e reprodutibilidade do KiDiTen®, considerando a proposta principal do KiDiTen®, a qual é fundamentalmente educacional.

As montagens são simples, visando reduzir custos e torná-los viáveis para utilização nas escolas. A posição para instalar o sensor pode ser determinada com base nos dados extraídos do experimento. Levando em conta que o extensômetro mede a razão entre a extensão de um eixo sob carga e a extensão do mesmo eixo sem carga, primeiramente foi escolhido o eixo do corpo de prova para a instalação/colagem, de acordo com a mudança de extensão esperada no dado eixo. Isso varia caso o corpo de prova não seja homogêneo ou apresente rupturas de falha em lugares específicos, rupturas estas que se deseja analisar.

Um manual de aplicação de extensômetros mostra-se útil ao listar quais tipos de sensores serão adequados para certas aplicações. Além disso, serão necessários o conhecimento da sensibilidade do sensor, tensão elétrica máxima de excitação, compensação térmica e eixo de trabalho (OMEGA, 1995, sessão E).

Figura 6 – Diagrama de resposta do extensômetro

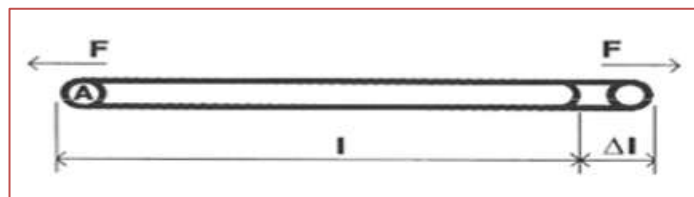


Idealmente, o extensômetro de resistência elétrica é um resistor num circuito elétrico de instrumentação, cuja saída é proporcional à grandeza mecânica a ser medida. A rigor, é o único resistor variável no circuito.

O princípio de funcionamento do extensômetro de resistência elétrica baseia-se na relação entre o stress mecânico e a resistência elétrica em um condutor, conforme mostrado na Figura 6. Um parâmetro fundamental do extensômetro é a sua sensibilidade à deformação. A resistência elétrica de um extensômetro varia gradualmente em função da deformação em seu corpo causada por tensão ou compressão. Esse fator é denominado de "gauge factor" ou fator de sensibilidade, ou GF. O GF é definido pelo fabricante, e seu valor típico é 2. Ele pode ser definido pela razão entre a diferença entre a resistência do extensômetro antes e depois da deformação pela resistência nominal do extensômetro, dividido pelo coeficiente de deformação linear.

Observação: A relação Stress/Strain pode ser demonstrada por meio de um corpo cilíndrico, corpo de prova que equivale a um pequeno segmento de um extensômetro, conforme a figura 7.

Figura 7 – Diagrama da extensão de um corpo cilíndrico de um pequeno segmento de um extensômetro



$E = Y =$  módulo de elasticidade = módulo de Young

$$Y = \frac{\text{stress}}{\text{Strain}} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{l}} \quad (1)$$

Load ↔ Stress - Esforço/Tensão Mecânica

Extension ↔ Strain - Enlongação/deformação

$$\therefore E = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \Rightarrow \sigma = E \cdot \varepsilon \quad (2)$$

Onde:  $\sigma$  é a tensão mecânica ([Pa] = N/m<sup>2</sup>), E é o módulo de elasticidade (Pa),  $\varepsilon$  é a deformação linear (Strain) (1).

Esta mudança de resistência é em partes devido à sua deformação e em partes devido à mudança na resistividade do material condutor, como resultado da mudança micro estrutural. Isso é descrito pela equação (3):

$$\frac{dR}{R_0} = \underbrace{\varepsilon(1 + 2\nu)}_{\text{deformação}} + \underbrace{\frac{d\rho}{\rho}}_{\text{micro estrutural}} \quad (3)$$

Onde:  $\Delta R$  é a variação da resistência elétrica,  $\varepsilon$  é a deformação linear,  $\nu$  é o coeficiente de Poisson,  $\rho$  é a resistividade do material do condutor.

#### 4 APLICAÇÃO PRÁTICA DO CONCEITO DE TENSOR

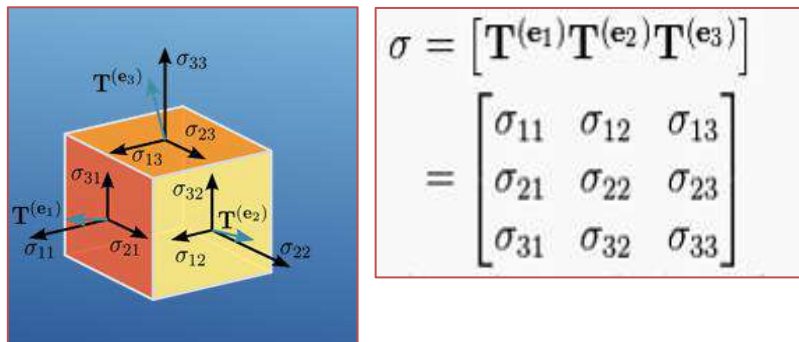
Considerando-se um volume infinitesimal dV no ponto observado, como sendo um paralelepípedo em equilíbrio, serão estudados os Tensores como sendo entidades geométricas introduzidas na Matemática e na Física para generalizar conceitos escalares, vetoriais e matriciais. Como em tais entidades, um tensor é uma forma de representação associada a um conjunto de operações, bem como a soma e o produto.

O tensor tensão de Cauchy, representado pelo símbolo  $\sigma$ , é um tensor tridimensional de segunda ordem, com nove componentes  $\sigma_{ij}$  que define completamente o estado de tensão em um ponto no domínio de um corpo material em sua configuração deformada. O tensor relaciona um vetor diretor de comprimento unitário n com o vetor tensão T(n) sobre uma superfície imaginária perpendicular a n.

Muitas grandezas físicas podem ser representadas como a correspondência entre diferentes conjuntos de vetores. Por exemplo, a Tensão (mecânica), como exemplificado na figura 8, traduz uma ferramenta matemática que descreve e representa deformações mecânicas.

A partir das medições de tensão mecânica e das relações stress-strain, o aluno pode ser levado ao conceito matemático do Tensor, conforme a figura 8:

Figura 8 – Conceito matemático do Tensor



## 5 RESULTADOS

Diferente do esperado, apesar dos alunos do ensino médio às vezes trazerem uma base matemática fraca, é possível a introdução do conceito de tensor. Ainda que apresentando aspectos positivos quanto à aplicação da Tensão (Resistência dos Materiais), o conceito de Tensor tem trazido dificuldades. Todavia, o aluno é despertado para uma ideia espontânea e introdutória do conceito de Deformação Tensorial. Está comprovado que a metodologia adotada foi adequada (PBL - PLE - PBLE), utilizando diversos ensaios experimentais com máquinas universais (SENAI) e diversos ensaios com torção de giz e barra de torção automotiva (segundo o conceito de ondas torcionais - R. Feynman). Os alunos realizaram experimentos com as mãos, evidenciando aspectos importantes de pro atividade e motivação. Os conjuntos de kits KiDiTen® foram satisfatórios, bem como a sua calibração no IPT.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo é alcançar o futuro da rede da Teoria da Complexidade para que os cursos de engenharia se tornem mais dinâmicos, numa era de mudanças de valores no que se refere à tecnologia e a educação, fato que fomenta ideias em processos constantes de inovação. O conceito do TENSOR - conceito e aplicações nas teorias de Resistência dos Materiais - deve ser direcionado para os cursos de ciências exatas e para os cursos técnicos. É imprescindível que uma nova geração de alunos aprenda os conteúdos STEM (acrônimo em inglês utilizada para designar quatro áreas do conhecimento: Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), trabalhando para alcançar uma educação líder mundial para todos os jovens em ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) de maneira integrada. Esse modelo mostrou que os alunos têm uma visão dos fenômenos que compõem essas áreas em relação ao cotidiano. Assim, a experimentação é um instrumento que contribui para o entendimento e para o sucesso nos processos de ensino e aprendizagem, pois pode contribuir para diminuir as dificuldades de aprendizagem e aflorar o interesse do aluno nas disciplinas das áreas STEM.

Finalmente, partiremos para o processo de criação, sempre com a experimentação em física, conforme apontado pelo Prof. Dr. Fuad Daher Saad :

“ Neste contexto, coloca-se o desafio da transformação da sala de aula, que na maioria das escolas ainda reproduzem os paradigmas que exigiam a formação em massa e em série, como numa linha de montagem de veículos, para ambientes mais favoráveis para o processo da ‘criação e desenvolvimento do conhecimento’, base de um paradigma educacional emergente”

## REFERÊNCIAS

- [1] ÁVILA, P. U. (2018). Efetividade de estratégias e técnicas ressignificantes no ensino aprendizagem do conceito de tensão/tensor em cursos técnicos e de engenharia,. 2018. 227 f. Tese (Doutorado – Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo,SP.
- [2] BERTALANFFY, L. (1973). Teoria Geral dos Sistemas. Petrópolis, Vozes.
- [3] CAMPOS L. C. (2012) Encontro nacional de coordenadores de cursos de engenharia de produção. Natal, RN.
- [4] CAMPOS, L. C., DIRANI, T. A., MANRIQUE, A. L. (2011) Educação em engenharia: novas abordagens. São Paulo, SP. Editora PUC-SP.
- [5] FERNANDES, S., LIMA, R.M., CARDOSO, E., LEÃO, C., FLORES, M.A. (2009) An Academic Results Analysis of a First Year Interdisciplinary Project Approach to Industrial and Management Engineering Education. Ibero-American Symposium on Project Approaches in Engineering Educacion, Braga, Portugal v.1, n.1, 37- 38.
- [6] FEYNMAN, R.P. (2016) Lições de física de Feynman. São Paulo, SP: Bookman.
- [7] FLEISCH, D. A. (2011) A student’s guide to vectors and tensors. Wittenberg University, Springfield, OH.
- [8] FLEISCH, D. A. (2011, November 20) What is a tensor? Recuperado em <https://www.youtube.com/watch?v=f5liqUk0ZTw>
- [9] HEIDEGGER, M. (2007, July 01) A questão da técnica. Scientiae Studia magazine v.5, n.3. Recuperado em <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-31662007000300006>.

- [10] HUSSERL, E. (1992) Conferências de Paris. Lisboa: Lusosofia.
- [11] MORIN, E. (2003) A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento, tradução de Eloá Jacobina. - 8 ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil.
- [12] NUSSENZVEIG, H. M.(1999) Complexidade e caos. Rio de Janeiro,RJ: UFRJ.
- [13] OMEGA ENGINEERING, INC (1995). The Pressure, Strain and Force Handbook. Stamford,CT: Omega.
- [14] PEIRCE, C. S. (1993) Semiótica e Filosofia. Tradução de: Octanny Silveira da Mota & Leônidas Hegenberg. São Paulo,SP: Cultrix.
- [15] PEREIRA, M. A. C & SANTOS, C. G. L.(2013) Estudo de Caso em Aprendizagem Baseada em Projetos: Um Catalisador para o Desenvolvimento de Competências Transversais. Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena,SP.
- [16] PIQUEIRA, J.R.C. & OLIVEIRA, S. M. (1 de setembro de 2017) Engenharia de Sistemas Complexos. Instituto de Estudos Avançados, Revistas da USP, 31, 91.
- [17] POWELL, P. C. & WEENK, W. (2003) Project-led engineering education (PLEE). Utrecht: Lemma Publishers.
- [18] SAAD, D. F. (2005) Demonstrações em Ciências: Explorando fenômenos de pressão do ar e dos líquidos através de experimentos simples. São Paulo: 1ªed. Editora Livraria da Física.
- [19] SAAD, D. F. (2015) O Cotidiano da Física: Leituras e Atividades. São Paulo: vl.2 (ensino médio, terminologias, óptica, ondas/ Paulo T. Ueno.. [et al.]). Editora Livraria da Física.
- [20] SÁNCHEZ, E. (2007) Tensores. Rio de Janeiro,RJ: Editora Interciência.
- [21] UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (2018, March 26) Curso de Engenharia da Complexidade da USP será apresentado em evento. Disponível em: <https://jornal.usp.br/universidade/curso-de-engenharia-da-complexidade-da-usp-sera-apresentado-em-evento/n>
- [22] WEENK, W. & BLIJ, M. (2012) PLEE Methodology and Experiences at the University of Twente. Rotterdam: SensePublishers.



# Capítulo 9

## *Aplicação do método de ensino Peer Instruction no curso de Engenharia Civil em disciplinas de cálculo estrutural*

*Dayana Trevisan*

*Hugo Ricardo Aquino Sousa da Silva*

**Resumo:** Este trabalho está fundamentado acerca da dissertação sobre a importância do método didático alternativo Peer Instruction como modelo de aprendizagem na docência, no curso de engenharia civil em disciplinas de cálculo estrutural. Sua objetividade está na obtenção, tratamento e análise dos dados coletados a partir da aplicação do método nas disciplinas de tópicos especiais III e IV, estruturas isostáticas, Patologias e Recuperação de Estruturas. Os resultados obtidos destacaram a eficiência dos acadêmicos à cada questão. Ao ser contabilizada a porcentagem de acertos a cada resposta, foi possível verificar a efetividade do método com uma média de aumento de acertos em 35,13 % na disciplina de Tópicos Especiais III e IV; 18,31% em Estruturas Isostáticas; 29,17% em Patologias e Recuperação de Estruturas. Após a análise dos resultados individuais da turma, também foram contabilizados e tratados resultados de outra turma que utilizou a didática tradicional de ensino nas três disciplinas supracitadas; desta forma foi detectada também a efetividade do método a partir da comparação do desenvolvimento dos acadêmicos com o modelo tradicional de ensino e com o Peer Instruction, verificando uma queda do rendimento. A aprendizagem é individual e diferente de acordo com cada indivíduo, e o compartilhamento de conhecimento entre os alunos pode expandir as barreiras limitadoras das faculdades mentais; além de motivar os mesmos a buscar conhecimento prévio, o método proporciona aos acadêmicos a interação entre os alunos comprovando a teoria construtivista de Vygotsky a respeito do desenvolvimento cognitivo a partir da interação dos indivíduos.

**Palavras-chave:** Aprendizagem ativa; construtivismo; *peer instruction*; didática tradicional.

## 1 INTRODUÇÃO

A metodologia do Peer Instruction traduzido como, instrução pelos pares, é uma proposta de Eric Mazur, professor de Física da Universidade de Harvard, a qual procura aprimorar o entendimento do discente em conceitos, na discussão entre alunos. Para Mazur, o entendimento conceitual é o ponto de partida para a obtenção do conhecimento de determinada área. Sendo assim com o domínio conceitual dos alunos em determinada área, “é necessário o desenvolvimento e a aplicação desse domínio em determinadas áreas, preparando-o para sua atuação profissional”. (BUENO; KOEHLER; SELLMANN; SILVA; PINTO, 2012).

O método de aprendizagem ativa ganhou popularização na década de 1990 e hoje já é utilizado como modelo de ensino para diversos cursos. O método de ensino apesar de já possuir um bom tempo ainda é considerado algo inovador. Para Mazur o método só é considerado inovador porque a aprendizagem ativa ainda não se difundiu nas universidades.

O ensino nas universidades e escolas do Brasil é predominantemente tradicional, o que significa que a aprendizagem dos alunos está fundamentada na transmissão de conhecimento, construindo uma ideia de que o professor é o único com sumidade, esta ideia de discrepância intelectual entre professor e aluno gera muitas vezes um distanciamento interpessoal entre ambos. O modelo construtivista fundamenta-se na ideia de que o conhecimento não é capaz de ser transmitido e sim criado de forma específica por cada ser humano. Nesta situação, o educando toma posto de facilitador e gestor das relações entre alunos, que por sua vez possuem um nível intelectual semelhante.

Autores considerados como pais do construtivismo, tais como Jean Piaget e Vygotsky falam a respeito da importância da interação social na aprendizagem do aluno. As relações interpessoais, ou seja, relações entre pessoas realizadas nas universidades são compreendidas por diversos autores como uma ferramenta fundamental para melhores resultados acadêmicos, que vão desde a adaptação e vivência até um melhor desenvolvimento de aprendizagem em sala de aula

Visando um maior desenvolvimento da aprendizagem dos alunos através de interações sociais, a habilidade de comunicação social é mutuamente desenvolvida. Com a proposta da utilização do método de aprendizagem ativa Peer Instruction, os alunos, por meio de interação praticam a habilidade de comunicação entre si. Ao discutir o porquê chegaram à suas respostas estão aprendendo através das relações interpessoais.

Para que as relações interpessoais possam ser satisfatórias há a necessidade de um gestor interpessoal. Estas relações estão presentes em diversos contextos, sendo eles familiares, de trabalho e etc. Em cada um destes contextos existe um gestor para que haja uma interação organizada. No âmbito acadêmico, o gestor de relação pessoal para métodos de aprendizagem ativa é o professor. O mesmo sai do posto de transmissor de conhecimento, e começa a gerir a interação entre alunos. Logo, os alunos começam a interagir entre si, e a forma de absorção de conhecimento se dá pelo relacionamento mútuo.

## 2 METODOLOGIA

Participaram desta pesquisa alunos de três disciplinas, sendo coletadas informações de duas classes, Turma A e Turma B em: Tópicos especiais III e IV, Estruturas Isostáticas, Patologias e Recuperação de Estruturas.

A Turma A, foi a classe em que foi executado o método Peer Instruction e a Turma B, a classe que utilizou modelo tradicional de ensino. A forma de obtenção destes dados foi através da aplicação de uma avaliação em ambas as turmas com questões similares e relacionadas ao mesmo conteúdo, porém em uma turma o método foi aplicado e em outra os alunos realizaram a avaliação seguindo os critérios do modelo tradicional de ensino.

Levando em conta o objetivo da aplicação do método, o foco metodológico possui um caráter predominantemente de obtenção de dados quantitativos.

Os resultados foram contabilizados de forma que fosse possível analisar o desempenho da turma que utilizou o método, ao obter os dados das porcentagens de acertos antes e depois da junção por pares. Além disso, foi possível analisar o desempenho entre as turmas A e B com e sem a aplicação do método.

## 2.1 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Segue abaixo o passo a passo utilizado para a aplicação do método:

1º passo- O professor solicitou ao aluno o estudo prévio do assunto que seria abordado na aula seguinte.

2º passo- Durante a aula o professor teve o papel de dar uma básica introdução e explicação do assunto já estudado pelo aluno, em seguida o mesmo aplicou questões conceituais aos alunos.

3º passo- para que a aplicação do método se tornasse mais lúdico, foram confeccionadas pequenas placas com as alternativas das respostas das questões que iam de A à E;

4º passo - os alunos responderam o exercício individualmente, e após obter a resposta, os dados foram levantados para a obtenção da porcentagem de acertos. Se a porcentagem de acertos encontrada fosse abaixo de 30% o professor dava uma básica explicação sobre o assunto novamente, caso os acertos estivesse entre 30-70% a instrução por pares era executada, e se em outra hipótese, os acertos estivessem acima de 70%, os alunos responderam a próxima questão do teste.

5º passo - Instrução por pares. Caso o desempenho dos acadêmicos obtido esteja entre 30-70% de acertos, os mesmos se juntaram por pares ou em grupos. Nesta etapa os alunos com respostas diferentes se uniram, pois os mesmos precisaram explicar o porquê de ter chegado ao seu resultado.

6º passo - Após terem feito a instrução por par ou em grupo, os alunos responderam a questão novamente para que fossem coletados os novos dados e com isso contabilizar o desempenho dos mesmos após o método ter sido aplicado.

Os dados foram coletados e contabilizados no programa Excel, assim sendo o mesmo indicou a porcentagem de erros e acertos dos alunos. Os resultados foram expostos para análise em um gráfico gerado pelo programa, o qual mostrará o desempenho dos alunos antes da instrução pelos pares e depois da utilização do método.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O método foi aplicado em duas turmas por disciplina, sendo que na turma A o método instrução por pares foi aplicado e na turma B o método de avaliação utilizado foi o tradicional. Segue abaixo a quantidade de alunos em ambas as turmas nas diferentes disciplinas.

Tabela 1- quantidade de alunos por turmas

Disciplinas	Quantidade alunos total		Alunos presentes		Porcentagem	
	Turma A	Turma B	Turma A	Turma B	Turma A	Turma B
Tópicos especiais III e IV	45	40	37	38	82%	95%
Estruturas Isostáticas	49	24	46	20	94%	83%
Patologias e rec. Estruturas	34	39	24	22	71%	56%

Fonte: Trevisan e Lima, (2018)

Os professores da universidade viram a necessidade de avisar aos alunos que seria aplicado um teste avaliativo no grau, para que os mesmos realmente realizassem o estudo com antecedência. Entretanto, mesmo com o aviso prévio e considerando que o teste era uma forma avaliativa para o grau, alguns alunos ainda relataram que não fizeram o estudo antecipado do conteúdo solicitado pelo professor.

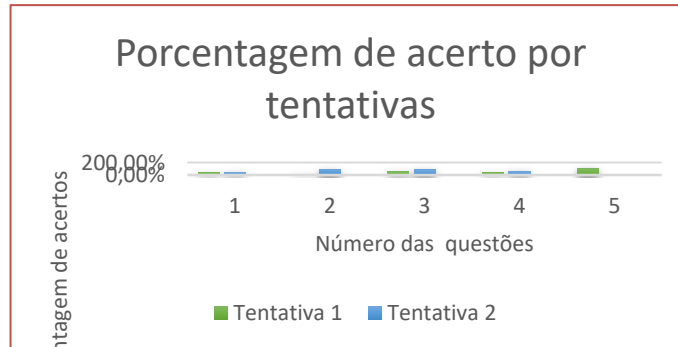
Os resultados estão divididos em duas etapas. Na análise do desempenho dos alunos da turma A antes e depois da utilização do método, e na análise comparativa entre as turma A, com o Peer Instruction e a turma B, sem o método.

Durante a utilização do método não houve resistência por partes dos alunos, os mesmos aprovaram e cooperaram na execução ao se juntarem não apenas em pares, mas em grupos também.

### 3.1 DISCIPLINA DE TÓPICOS ESPECIAIS III E IV

#### 3.1.1 DESEMPENHO DA TURMA A COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO *PEER INSTRUCTION*

Gráfico 1- Antes e depois da aplicação do método *peer instruction*

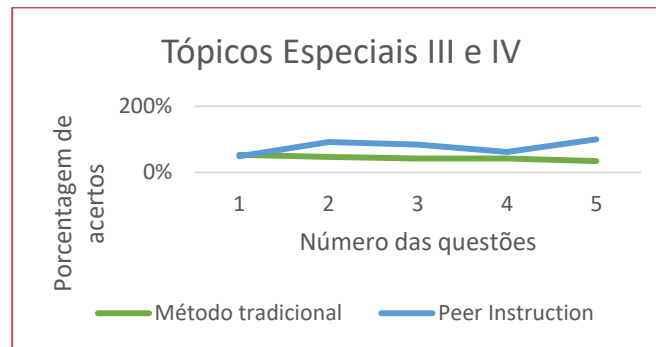


Fonte: Trevisan e Lima, (2018)

Não houve a necessidade da aplicação do método em apenas uma questão, a qual se apresentou 100% de acertos já na primeira tentativa. A partir disto fica a observação para que os professores elaborem questões que exijam um maior grau de dificuldade, para que os mesmos possam ter respostas diferentes e então efetuar a junção por pares.

#### 3.1.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS TURMAS A E B

Gráfico 2- Análise comparativa entre as turmas A e B



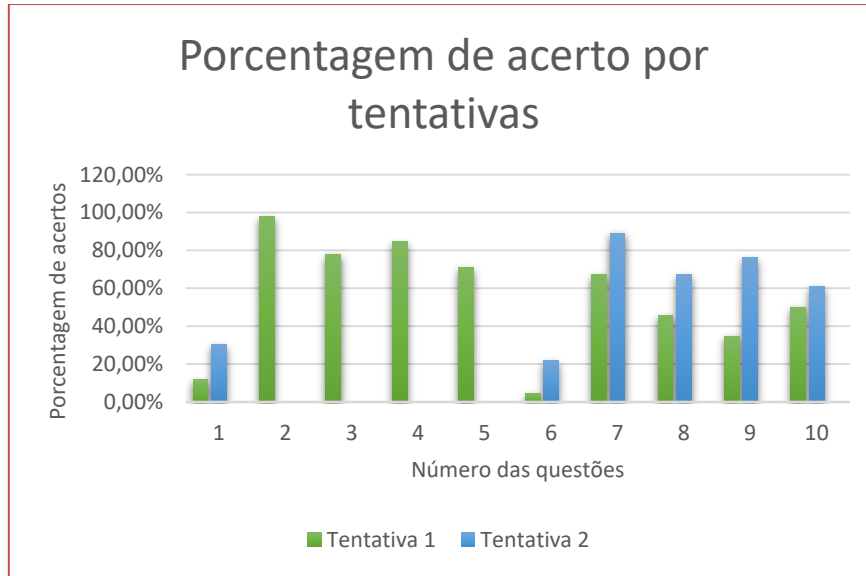
Fonte: Trevisan e Lima, (2018)

Foi visto que com a aplicação do método de aprendizagem ativa o desempenho dos alunos foi bem mais efetivo. Os alunos da turma B foram melhores que os alunos da turma A em apenas uma questão e a diferença de porcentagem foi bem baixa.

### 3.2 DISCIPLINA DE ESTRUTURAS ISOSTÁTICAS

#### 3.2.1 DESEMPENHO DA TURMA A COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PEER INSTRUCTION

Gráfico 3- Antes e depois da aplicação do método peer instruction



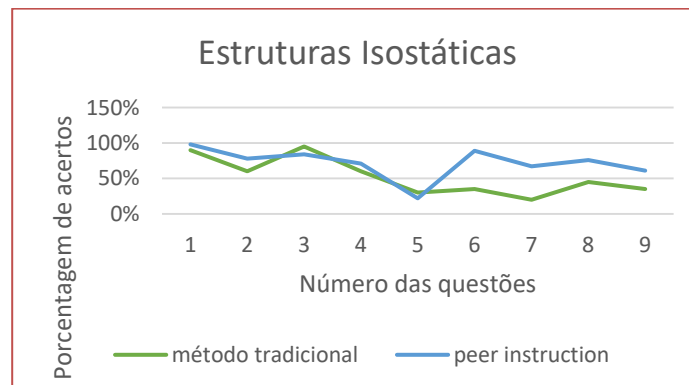
Fonte: Trevisan e Lima, (2018)

Observando os dados do gráfico acima pode-se constatar que cerca de 40% das questões respondidas não foi necessário o uso do método, devido o bom desempenho da turma ao responderem as mesmas. A metodologia do Peer Instruction deixa claro que, há uma dificuldade em observar o desempenho dos alunos quando se trata de questões de cálculo, isso se deve a suas limitações de discussões, por isso o método propõe a aplicação de questões conceituais que, possibilitam o diálogo e questionamentos a acerca das mesmas.

Segundo Chouch et al, (2007) é fundamental para o sucesso do método a escolha de testes conceituais adequados. As questões necessitam ser criadas, ou selecionadas segundo as dificuldades dos educandos e abordar um único conceito relevante. Além disso, não devem testar a memória ou a simples substituição de números em equações.

#### 3.2.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS TURMAS A E B

Gráfico 4- Análise comparativa entre as turmas A e B



Fonte: Trevisan e Lima, (2018)

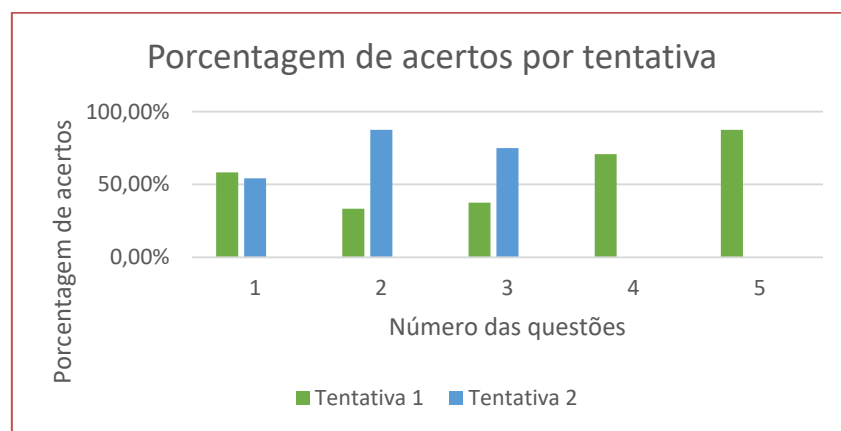
Em análise dos resultados pode-se constatar que, inicialmente entre as 5 primeiras questões não há uma diferença significativa do desempenho das turmas, isso se deve pelo baixo nível de dificuldade das perguntas somado ao conhecimento adquirido do estudo antecipado dos assuntos.

Entretanto, pode-se notar que a partir da 5ª questão o gráfico demonstra a discrepância dos resultados entre as turmas, considera-se o fato do avanço da complexidade das questões para este aumento. Os alunos da turma A obtiveram as maiores porcentagens, após a segunda tentativa, graças à oportunidade de comunicação com os demais colegas, isso porque o método Peer Instruction dá a liberdade para os acadêmicos expor suas ideias opostas e diferentes, afim de conquistar aqueles que não possuem conhecimento suficiente para responder as perguntas em questão.

### 3.3 DISCIPLINA DE PATOLOGIAS E RECUPERAÇÃO DE ESTRUTURAS

#### 3.3.1 DESEMPENHO DA TURMA A COM A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO *PEER INSTRUCTION*

Gráfico 5- Antes e depois da aplicação do método peer instruction



Fonte: Trevisan e Lima, (2018)

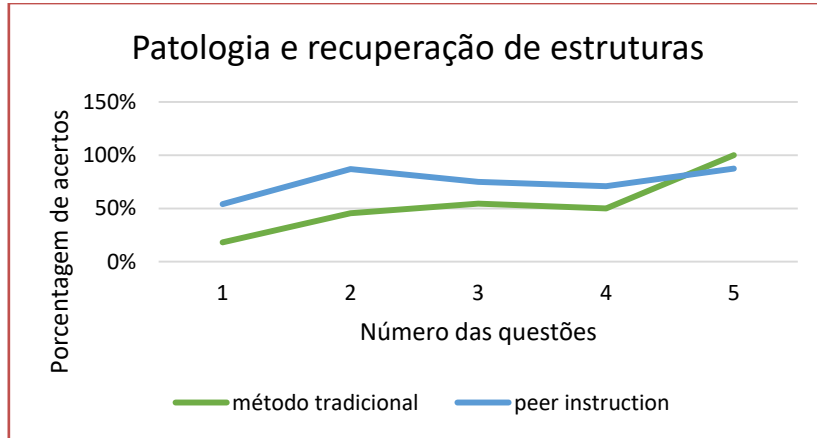
As questões propostas pelo professor foram extensas e totalmente conceituais o que possibilitou uma longa e diversificada discussão entre a classe, dessa forma os alunos obtiveram um ótimo resultado final ao término do teste.

Pode-se notar na primeira questão, que a porcentagem de acertos diminuiu após a aplicação do método, mas isso se derivou da novidade do primeiro contato com a metodologia do Peer Instruction, contudo a partir da questão seguinte a eficácia do método se evidencia através dos dados do gráfico acima.

Nota-se também que as questões quatro e cinco não necessitaram da utilização do método, visto que a complexibilidade do conteúdo não foi a desejada para que se pudesse realizar a junção dos alunos.

### 3.3.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS TURMAS A E B

Gráfico 6- Análise comparativa entre as turmas A e B



Fonte: Trevisan e Lima, (2018)

Diante dos dados demonstrados no gráfico acima, pode-se constatar que o desempenho da turma A, ao utilizar o método *Peer Instruction*, foi bem mais sucedido quanto ao da turma B. De maneira sucinta essa diferença evidente, entre os números de acertos, se origina da oportunidade concedida aos alunos da turma A em dialogar e argumentar acerca das perguntas em questão. Essa oportunidade de se relacionar e debater a respeito do conteúdo é isenta na metodologia tradicional, a qual a turma B utilizou o que possibilita uma desvantagem entre as turmas, pois os alunos da classe B estão restritos apenas as suas ideias e concepções, tendo apenas a primeira e única chance de acerto.

Porcentagem de notas acima da média 6,0 pontos nas turmas A e B de cada disciplina

Gráfico 7- Desempenho das três turmas a partir da análise de notas acima da média 6,0 pontos



Fonte: Trevisan e Lima, (2018)

No gráfico acima podemos ver a análise comparativa entre as turmas A e B, com e sem a aplicação do método *Peer Instruction*, nota-se a diferença no percentual de notas a qual a turma com a aplicação do método obteve um aumento de acertos discrepante em relação a turma que utilizou o modelo tradicional de ensino.

O sucesso dos resultados se deu pela troca de informações dos discentes, a qual possibilitou o desenvolvimento de diversas habilidades, como a amplitude da análise crítica, a capacidade de ensinar e aprender, além de uma maior concepção estrutural ao utilizar questões conceituais que servem de

embasamento para o entendimento do cálculo estrutural e para facilitar a compreensão funcional de uma estrutura.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do conhecimento operativo através do método supracitado, foi de suma importância para a coleta de dados acerca do desempenho dos alunos após se juntarem por pares ou em grupos. Os resultados foram em sua maioria satisfatórios, levando em conta a obtenção os dados quantitativos e qualitativos coletados através do depoimento de alguns alunos. Nas três disciplinas em que houveram comparações entre o método Peer Instruction e o método tradicional de ensino, a instrução por pares aumentou a porcentagem de acertos na turma em relação a classe que não utilizou o método.

A utilização dos métodos de aprendizagem ativa através de uma perspectiva interdisciplinar é de fundamental importância no âmbito acadêmico. Analisando a eficácia da teoria construtivista não apenas em algumas disciplinas específicas, mas sim em todo meio acadêmico de forma que possam permear a condução das aulas. Espera-se que este trabalho sirva de embasamento para novas pesquisas e que o mesmo possibilite o conhecimento mais aprofundado sobre a importância da aprendizagem ativa que é tão necessária e urgente nas relações educativas atuais.

#### REFERÊNCIAS

- [1] CROUCH, C. H.; WATKINS, J.; FAGEN, A. P.; MAZUR, E. Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once. *Research-Based Reform of University Physics*. v. 1, p. 1-55, 2007.
- [2] FERREIRA, Rafael. Fundamentos metodológicos da teoria piagetiana: uma psicologia em função de uma epistemologia. Universidade Estadual Paulista, 2010.
- [3] GREGÓRIO, Merita; SILVA, Patricia da. Construtivismo e aprendizagem: uma reflexão sobre o trabalho docente. *Educação, Batatais*, v. 2, n. 1, p. 51-66, 2012.
- [4] GONÇALVES, Maycon. et al. Implementação do método de ensino peer instruction com o auxílio dos computadores do projeto "UCA" em aulas de física do ensino médio. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL, Porto Alegre, 2012.
- [5] JÚNIOR, Júlio César de Carvalho. Estratégias de ensino que podem minimizar as dificuldades em cálculos. 41 f. Trabalho de conclusão de curso (graduação em matemática) – FACULDADE DE PARÁ DE MINAS, Pará de minas, 2013.
- [6] LELLIS, Luisa; CARVALHO, Fernanda de. O Peer Instruction e as Metodologias Ativas de Aprendizagem: relatos de uma experiência no Curso de Direito. Centro Unisal, 2013.
- [7] PINTO, A. S. S.; BUENO, M. R. P.; SILVA, M. A. F. A.; SELLMAN, M. Z. & KOEHLER, S. M. F. Inovação Didática - Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com –peer instruction|. *Janus, Lorena*, ano 6, n. 15, 1jan./jul., 2012, pp.75-87.
- [8] O construtivismo e Jean Piaget. Disponível em: <<http://educacaopublica.cederj.edu.br/revista/artigos/o-construtivismo-e-jean-piaget>>. Acesso em: 15 set. 2017.



# Capítulo 10

## *As metodologias ativas de ensino mais utilizadas no ensino a distância de logística e transportes: uma revisão sistemática da literatura*

*Julio Cesar Ferreira dos Passos*

*Jose Carlos Redaelli*

*Juliana Ferreira de Vales*

*Orlando Fontes Lima Júnior*

**Resumo:** Nos últimos anos vem crescendo o uso das metodologias ativas de aprendizagem no ensino a distância em cursos de graduação e pós-graduação em função dos resultados obtidos em termos de envolvimento, motivação e maior participação dos alunos. O objetivo deste trabalho é explorar o potencial de uso das metodologias ativas no ensino a distância de logística e transportes. Com base em uma revisão sistemática da literatura sobre o tema identificou-se quais são as metodologias ativas de aprendizagem mais utilizadas no ensino a distância de logística e transportes bem como lacunas de aplicações existentes. Com a pesquisa constatou-se que os métodos mais utilizados no ensino a distância de logística e transportes são Web E-Learning, *Gamification e Simulation* enquanto os menos utilizados são Peer Instruction, *Flipped Classroom e Problem Based Learning (PBL)*.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Ativa. Educação a Distância. Revisão Sistemática, Educação em Logística e Logística e Transportes.

## 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais, o ensino a distância (EaD) está presente nos cursos das instituições de ensino públicas e privadas e no mercado corporativo aliada as metodologias ativas de aprendizagem. Entende-se que os procedimentos de ensino são tão importantes quanto os próprios conteúdos de aprendizagem. Portanto, as técnicas de ensino tradicional passam a fazer parte do escopo de teóricos não só da área da educação, mas de toda a comunidade intelectual que busca identificar suas deficiências e propor novas metodologias de ensino-aprendizagem (PAIVA et al., 2016). A busca de estratégias de ensino que maximizam as taxas de aprendizado dos alunos é um dos desafios colocados às instituições de ensino superior (IES) (NOVAIS; SILVA; MUNIZ JR., 2017).

Dentre a diversidade de metodologias, podemos elencar peer instruction, problem-based learning, team-based learning, project-based learning, social-network based learning, mobile-based learning entre outros (DOS SANTOS et al., 2013).

No que tange a área estudada, conceitos de logística e de Supply Chain Management (SCM) estão presentes nos currículos gerais das escolas de negócios, e muitas das vezes são ministrados através de Estudos de Casos no processo de ensino-aprendizagem (GUDMUNDSSON; NIJHUIS, 2006).

Com relação a metodologia, a revisão da literatura é uma etapa chave da pesquisa em qualquer campo da ciência (LOUREIRO et al., 2016) e diante disso a mesma será utilizada para dar base ao presente artigo. Serão realizadas pesquisas nas principais bases de dados buscando os trabalhos desenvolvidos na área de educação aplicadas em logística e transportes.

O objetivo deste estudo é pesquisar as metodologias ativas de ensino-aprendizagem mais aplicadas na área de logística e transportes e nesse sentido buscar responder a seguinte pergunta de pesquisa: Quais são as metodologias ativas de aprendizagem mais utilizadas no ensino a distância de logística e transportes?

## 2 MÉTODO

O método utilizado para o desenvolvimento deste artigo foi o de revisão sistemática da literatura (RSL). Esta abordagem sugere um procedimento para a realização da revisão da literatura que abrange seis etapas (BENEDITO; SANTOS, 2011):

Etapa 1: Definição da pergunta direcionadora da pesquisa, dando o direcionamento da revisão sistemática da literatura de maneira clara e concisa.

Etapa 2: Definição da estratégia, bancos de dados e o período de busca.

Etapa 3: Definir os critérios de inclusão ou exclusão - escolha das palavras-chave apropriadas para a seleção dos documentos.

Etapa 4: Procura dos artigos selecionando o primeiro grupo de documentos de acordo com a estratégia (Etapa 2) e com base nos critérios de inclusão e exclusão (Etapa 3);

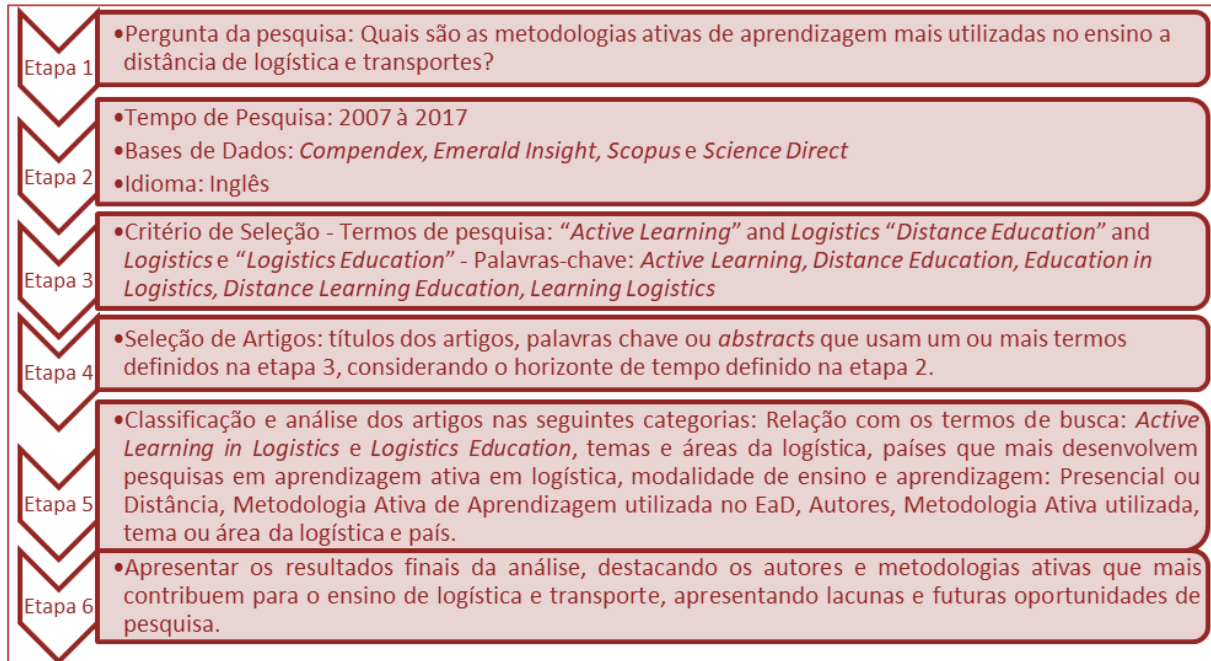
Etapa 5: Análise dos trabalhos - uma revisão profunda dos trabalhos selecionados no Passo 4, considerando apenas os trabalhos relacionados com a questão de pesquisa (Etapa 1) e classificados de acordo com as seguintes categorias:

- a. Relação com os termos de busca: Active Learning in Logistics e Logistics Education.
- b. Temas e áreas da logística.
- c. Países que mais desenvolvem pesquisas em aprendizagem ativa em logística.
- d. Modalidade de ensino e aprendizagem: presencial ou distância.
- e. Metodologia ativa de aprendizagem utilizada no ensino a distância.
- f. Autores, metodologia ativa utilizada, tema ou área da logística e país.

Etapa 6: Apresentar os resultados finais da análise, destacando os autores e as metodologias que mais contribuem para o ensino de logística e transportes, apresentando lacunas e futuras oportunidades de pesquisa.

A Figura 1 detalha as definições para todas as etapas de acordo com a metodologia.

Figura 1 – Etapas da metodologia.



Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Santos Jr. et al. (2011).

Conforme visualizado no fluxograma, para esta pesquisa foram realizadas pesquisas em fontes e bases de dados tais como o Compendex, Emerald Insight, Scopus e Science Direct. O período a ser considerado na pesquisa será de 2007 a 2017 e os documentos serão organizados em uma matriz disponibilizada na nuvem contendo informações de palavras-chave, autores, títulos dos trabalhos e ano de publicação.

Os termos de busca utilizados foram “Active Learning” and Logistics “Distance Education” and Logistics e “Logistics Education” utilizando as aspas com o objetivo de gerar resultados mais focados para a pesquisa. Os termos de busca foram elaborados com base nas seguintes as palavras chaves Active Learning, Distance Education, Education in Logistics, Distance Learning Education, Learning Logistics.

### 3 RESULTADOS DA BUSCA E DISCUSSÃO

As primeiras buscas realizadas nos bancos de dados listados na etapa 2 geraram 777 resultados utilizando somente as palavras-chave. A primeira triagem considerou ao menos um termo relacionado com logística, aprendizagem ativa, educação a distância e transportes o que gerou o total de 95 resultados. A tabela 1 contém os resultados gerados nas primeiras buscas:

Tabela 1 – Resultados iniciais.

Base de Dados	Resultados iniciais com palavras-chave	Artigos relacionados com Logistics, Active Learning, Distance Education e Transports (Primeira Triagem)
<i>Emerald Insight</i>	239	26
<i>Compendex</i>	133	30
<i>Scopus</i>	180	25
<i>Science Direct</i>	225	14
Total	777	95

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

No segundo momento, aplicando os termos “Active Learning” and Logistics “Distance Education” and Logistics e “Logistics Education” fazendo o uso das aspas foram gerados resultados mais específicos para a pesquisa.

Dos 777 artigos gerados foram selecionados 95 trabalhos de acordo com os critérios definidos na etapa 3. Em próximo passo, aplicando a metodologia, dos 95, somente 29 estavam ligados a aprendizagem ativa em logística e educação em logística, os quais foram alocados na tabela 2 abaixo de acordo com o seu respectivo journal e ano de publicação nos períodos de 2007 a 2017:

Tabela 2 – Resultados iniciais.

Journal	2007	2008	2009	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Advances in Databases and Information Systems			1								1
Communications in Computer and Information Science				1							1
Computers in Human Behavior Journal						1					1
IFAC Proceedings Volumes						2					2
International Conference on Internet Technologies & Society					1						1
International Journal of Engineering Education										1	1
International Journal of Operations & Production Management								1			1
International Journal of Physical Distribution & Logistics Management	2										2
Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management						2					2
Procedia - Social and Behavioral Sciences				1							1
Procedia CIRP									1		1
Procedia Computer Science						1					1
Procedia Engineering										1	1
Springer International Publishing			1				1			1	3
Supply Chain Management: An International Journal						2				1	3
The International Journal of Logistics Management		1					2		2		5
The Learning Organization					1						1
Transportation Journal				1							1
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>29</b>

Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Santos Jr. et al. (2011)

Os artigos listados na tabela 2 envolvem abordagens relacionadas ao Active Learning in Logistics e Logistics Education e em termos de quantidades foram divididos em 17 e 12, respectivamente. Os dados analisados a partir deste momento serão os de abordagens relacionadas ao Active Learning in Logistics.

Com objetivo de levantar informações do estado da arte das metodologias ativas de ensino aprendizagem em logística e transportes foram relacionados alguns dados importantes da pesquisa.

As áreas e temas logísticos mais envolvidos nos artigos pesquisados apresentam que 47% dos artigos são de aplicação de aprendizagem ativa em Logística, 17% em Logística e Supply Chain e 12% em Logística Interna. Os temas Gestão da Distribuição, Logística Humanitária, Logística e Transportes e Logística e Supply Chain somados representam 23,52% do total.

Com relação aos países que mais desenvolvem pesquisas em aprendizagem ativa em logística dos artigos pesquisados temos os Estados Unidos com 18%, Alemanha e Brasil empatados com 17% cada. Já os demais países tais como Austrália (6%), China (6%), França (6%), Letônia (6%), Holanda (6%), Espanha (6%), Taiwan (6%) e Reino Unido (6%) somados representam 47% do total dos artigos.

No que diz respeito a modalidade de ensino e aprendizagem estudadas nos artigos têm-se que 41% representam os estudos realizados no ensino presencial e 59% são do ensino a distância (EaD) em logística. Tanto no ensino a distância como no ensino presencial, as seguintes estratégias de aprendizagem ativa foram utilizadas no ensino de logística e transportes, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Estratégias de aprendizagem ativa utilizadas em logística e transportes.

Metodologia Ativa Aplicada	Total	(%) Participação
Collaborative Learning	3	15,79%
Gamification	4	21,05%
Learning Environment	1	5,26%
Service-Learning	1	5,26%
Simulation	3	15,79%
WEB E-Learning	4	21,05%
Problem Based Learning	2	10,53%
Flipped Classroom	1	5,26%
Collaborative Learning	3	15,79%
Total	19	100,00%

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

As metodologias ativas de ensino e aprendizagem mais utilizadas no ensino a distância de logística e transportes podem ser constatadas na tabela 4.

Tabela 4 – Estratégias de aprendizagem ativa utilizadas em EaD de logística e transportes.

Metodologia Ativa Aplicada	Total	(%) Participação
Learning Environment	1	10,00%
Simulation	2	20,00%
Gamification	3	30,00%
WEB E-Learning	4	40,00%
Total	10	100,00%

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Finalmente, a tabela 5 apresenta os principais autores de artigos que abordaram a aprendizagem ativa no ensino a distância de logística e transportes, tema e área bem como o seu respectivo país.

Tabela 5 – Principais autores, estratégias de aprendizagem ativa usada em EaD de logística e transportes.

Autores	Aprendizagem Ativa	Tema e área da logística	País	Total
ANDREJS ROMANOVŠ et al.	WEB E-Learning	Logística	Letônia	1
ARORA, A. S.	Gamification	Supply Chain	EUA	1
BUTZKE, M. A. et al.	Gamification	Logística	Brasil	1
HOFMANN, W. et al.	Simulation	Logística	Alemanha	1
JIM WU, Y.-C.; KEVIN HUANG, S.	WEB E-Learning	Logística	Taiwan	1
PAREDIS, C. et al.	Learning Environment	Logística	Estados Unidos América	1
TEREZINHA PEREIRA SENNA, E. et al.	WEB E-Learning	Logística	Brasil	1
TRAUTRIMS, A.; DEFEE, C.; FARRIS, T.	WEB E-Learning	Logística e Supply Chain	Reino Unido	1
WOOD, L. C.; REINERS, T.	Gamification	Supply Chain	Austrália	1
YANG, B. . ZHAO, L. .; HU, J.-K.	Simulation	Logística	China	1
Total Geral				10

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A partir dos resultados apresentados, foram identificados os estudos desenvolvidos pelos principais autores aplicando a aprendizagem ativa no ensino a distância de logística e transportes.

Classificados como Web E-Learning os trabalhos de Andrejs et al. (2009), Wu (2013), Terezinha (2013), Trautrim (2016) buscaram garantir a relevância das qualificações em logística através da aprendizagem ativa e o ensino com o uso da tecnologia da informação.

Semelhante a estes projetos a pesquisa de Paredis et al. (2013) apresenta o conceito de Learning Environment através de um ambiente de aprendizagem interativo e experiencial de forma semelhante a um jogo digital baseado em ambientes realistas, uso de negociação social, múltiplas perspectivas e modos de aprendizagem para alunos, incentivo à autoaprendizagem e autoconsciência da construção do conhecimento.

O uso de Gamification foi abordado pelos autores ARORA (2012), BUTZKE (2017), WOOD (2012) em seus artigos e em suma fazem uso de jogos aplicados a operação e atividades estratégicas com o objetivo de melhorar o aprendizado dos participantes atuantes em logística e transportes.

Finalmente foram constatados artigos que abordam o uso da Simulation na aprendizagem ativa de alunos e profissionais de logística e transportes através dos autores Yang et al. (2011) e HOFMANN, W. et al. (2017) utilizam a ferramenta de maneira prática para mostrar como a simulação e o ambiente virtual podem ser integrados e contribuir para a educação logística.

Após a pesquisa realizada algumas lacunas importantes com o uso de metodologias ativas de aprendizagem na EaD de logística e transportes foram constatados. Não foram constatadas aplicações envolvendo a estratégia Flipped Classroom que consiste na preparação de materiais pelos professores e envio aos alunos para estes estudem em casa previamente e para que desta forma os mesmos pudessem desenvolver autonomia e iniciativa (ARNOLD-GARZA, 2014).

Os artigos pesquisados também não apresentaram o uso do Problem Based Learning no EaD que tem como objetivo aplicar situações problema aos alunos para que em grupo desenvolvam uma solução (SANTOS; PASSOS, 2016).

Também, neste mesmo sentido, não foram constatadas aplicações de estratégias envolvendo o Peer Instruction no EaD para desenvolvimento dos cursos e disciplinas de logística. O Peer Instruction é uma

estratégia de instrução para atrair estudantes durante a aula através de um processo de questionamento estruturado que envolve todos os alunos (CROUCH et al., 2007).

A última lacuna identificada está relacionada a não utilização de ferramentas de avaliação e aprendizagem ou aplicativos de interação tais como Quizzes Games e softwares móveis, como são conhecidos. Através do seu uso alunos e professores interagem e constroem o conhecimento juntos de forma lúdica e interacionista.

Além de favorecer o aprendizado ativo em logística e transportes as ferramentas de avaliação e interação são utilizadas de forma gratuita e oferecem aulas mais dinâmicas aos alunos com o uso da tecnologia voltada para a educação

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a última década, diversos autores desenvolveram pesquisas que envolveram a aplicação de estratégias de aprendizagem ativa em logística e transportes tanto no ensino a distância como no ensino presencial. Com o objetivo de realizar uma síntese do estado da arte este artigo elencou os trabalhos mais significativos para a área utilizando para isso uma revisão sistemática da literatura como metodologia.

Apesar de existir a mais de cinquenta anos, a educação a distância (EaD) ainda oferece campo vasto para aumento de seu uso e melhorias nas mais diversas áreas do conhecimento e o ensino de logística e transportes é uma delas. Nesta perspectiva, existem lacunas que foram identificadas e algumas oportunidades que podem ser abordadas quanto a novas pesquisas:

Fazer uso de Peer Instruction com o objetivo de sedimentar conceitos de logística e transportes e promover momentos reflexivos entre os alunos durante as aulas virtuais;

Aplicar o Problem Based Learning em situações-problema de logística e transportes em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) oferecendo a oportunidade aos alunos do trabalho em grupo e construção do conhecimento em conjunto;

Produzir e enviar materiais de textos, vídeos, áudios ou questionários correlatos aos conceitos de logística para envio aos alunos de forma antecipada a aula para que sejam estudados em casa fomentando a estratégia Flipped Classroom na EaD de logística e transportes;

Durante os encontros virtuais fazer uso intenso de ferramentas de avaliação e aprendizagem junto aos alunos tais como Quizzes Games e demais aplicativos móveis que oferecem a oportunidade de aprendizado lúdico e sedimentado no ensino a distância de logística

#### REFERÊNCIAS

- [1] ANDREJS ROMANOV, OKSANA SOSHKO, ARNIS LEKTAUERS. Application of Information Technologies to Active Teaching in Logistic Information Systems. *Advances in Databases and Information Systems*, p. 8, 2009.
- [2] ARNOLD-GARZA, S. The flipped classroom teaching model and its use for information literacy instruction invited column [Perspectives]. v. 8, n. 1, 2014.
- [3] ARORA, A. S. The “organization” as an interdisciplinary learning zone Using a strategic game to integrate learning about supply chain management and advertising. *The Learning Organization*, v. 19, n. 2, p. 15, 2012.
- [4] SANTOS JÚNIOR, J. B. S.; O. F. LIMA JÚNIOR; A. G. NOVAES E B. SCHOLZ-REITER (2011). A comparative analysis of supply network risk management techniques based on systematic literature review. *Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, 25, 2011. Anais... Belo Horizonte/MG: ANPET.
- [5] BUTZKE, M. A. et al. *Business Games Based on Simulation and Decision-Making in Logistics Processes*. Springer International Publishing, 2017.
- [6] CROUCH, C. H. et al. *Peer Instruction: Engaging Students One-on-One, All At Once*. Research-Based Reform of University Physics, 2007.
- [7] DOS SANTOS, C. A. M. et al. *Sócio-Construtivismo e o uso de metodologias ativas de aprendizagem no ensino de engenharia*. Gramado: Abenge, 2013.
- [8] GUDMUNDSSON, S. V.; NIJHUIS, J. Collaborative learning in logistics and transport: The application of 3WIM. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 31888, n. 7, p. 537-564, 2006.

- [9] HOFMANN, W. et al. Integrating Virtual Commissioning Based on High Level Emulation into Logistics Education. *Procedia Engineering*, v. 178, p. 24–32, 2017.
- [10] JIM WU, Y.-C.; KEVIN HUANG, S. Making on-line logistics training sustainable through e-learning. *Computers in Human Behavior journal*, 2013.
- [11] LOUREIRO, S. A. et al. O uso do método de revisão sistemática da literatura na pesquisa em logística, transportes e cadeia de suprimentos. *Transportes*, v. 24, n. 1, p. 95, 2016.
- [12] NOVAIS, A. S. DE; SILVA, M. B.; MUNIZ JR., J. Strengths , Limitations and Challenges in the Implementation of Active Learning in an Undergraduate Course of Logistics Technology \*. *International Journal of Engineering Education*, v. 33, n. 3, p. 1060–1069, 2017.
- [13] PAIVA, M. R. F. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. *Sanare*, v. 15, n. 2, p. 145–153, 2016.
- [14] PAREDIS, C. et al. Designing an Experiential Learning Environment for Logistics and Systems Engineering. *Procedia Computer Science*, v. 16, p. 1082–1091, 2013.
- [15] SANTOS, J. M.; PASSOS, J. C. F. DOS. Análise dos benefícios da aprendizagem baseada em problemas (abp) no desenvolvimento de projetos práticos no curso de engenharia da universidade virtual do estado de São Paulo (UNIVESP). *PBL2016 Internacional Conference*, v. 1, p. 13, 2016.
- [16] SENNA, E. T. P.; DOS SANTOS SENNA, L. A.; DA SILVA, R. M. The challenge of teaching business logistics to international students. *IFAC Proceedings Volumes*, v. 46, n. 24, p. 463–470, 2013.
- [17] TRAUTRIMS, A.; DEFEE, C.; FARRIS, T. Preparing business students for workplace reality – using global virtual teams in logistics and SCM education. *The International Journal of Logistics Management*, v. 27, n. 3, p. 886–907, 2016.
- [18] WOOD, L. C.; REINERS, T. Gamification in Logistics and Supply Chain Education: Extending Active Learning. *IADIS International Conference on Internet Technologies & Society*, p. 101–108, 2012.
- [19] YANG, B. ; ZHAO, L. ; HU, J.-K. Researches on logistics teaching software based on GIS. *Communications in Computer and Information Science*, v. 218 CCIS, n. PART 5, p. 462–466, 2011.



# Capítulo 11

## *Metodologias ativas de ensino-aprendizagem em uma turma de introdução à engenharia mecânica*

*Evandro Minuce Mazo*

*Guilherme Oliveira de Souza*

*Renelson Ribeiro Sampaio*

**Resumo:** O processo de ensino-aprendizagem é dinâmico e para estar em consonância com as demandas da sociedade e com o perfil dos estudantes necessita de revisões sistemáticas dos conteúdos ensinados, dos métodos de ensino e das ferramentas tecnológicas utilizadas, objetivando viabilizar um processo de aprendizagem significativo. Metodologias ativas apresentam hoje, mais do que antes, em função dos “nativos digitais”, um importante repertório para criar significado para o processo de ensino-aprendizagem. Como exemplos de metodologias ativas, podem ser citadas, o Aprendizado Baseado em Times (TBL) e a Sala de Aula Invertida (SAI). O TBL e a SAI foram aplicadas em uma turma do curso de Engenharia Mecânica, do primeiro trimestre, do Centro Universitário SENAI CIMATEC, a fim de introduzir conteúdos importantes para o desenvolvimento do Projeto de Tema Livre. Os objetivos desse estudo foram colocar os estudantes como sujeitos ativos do processo de aprendizagem, promover a troca de conhecimento, a autonomia nos estudos, avaliar o impacto do uso dessas metodologias junto aos estudantes, possibilitar ao professor assumir o papel de facilitador do processo de ensino-aprendizagem, entre outros. Após a aplicação dessas metodologias e da análise dos resultados, pôde-se observar que o resultado do aprendizado em times foi melhor e com menor variação que o resultado individual, além de observar um maior envolvimento e discussões entre os membros do time, aulas mais dinâmicas, participativas, e como os estudantes estudaram previamente, as discussões se deram em um nível mais elevado, facilitando assim a aprendizagem e tornando as aulas mais atrativas.

**Palavras-chave:** Metodologias Ativas. Sala de Aula Invertida. Aprendizado Baseado em Times.

## 1 INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea vem passando por uma grande mudança de costumes, hábitos e modo de interação entre as pessoas e os negócios. Essa mudança vem se acelerando nos últimos anos e tende a ser cada vez mais radical e acelerada em função da digitalização das coisas: das relações, da comunicação, dos negócios, de tudo. Nesse contexto, a criação e difusão da informação tem crescido de forma exponencial, bem como a sua obsolescência. Logo, desenvolver um mindset nos jovens que os prepare para buscar, pesquisar e gerenciar a informação é fundamental para que mantenham-se permanentemente atualizados, informados e em constante desenvolvimento intelectual e profissional para responder às demandas do mercado de trabalho e da sociedade moderna.

Atrelado a essa preocupação observa-se que o modo de pensar e agir do jovem, segundo Prensky (2001), os “nativos digitais”, jovens nascidos a partir da década de 1980, é muito diferente da forma como seus professores “imigrantes digitais” pesam e ensinam. Os “nativos digitais” são fluentes na língua digital dos computadores, videogames e Internet, e ansiosos por interatividade, acostumados, treinados, a terem respostas imediatas para toda e cada ação. A impressão destes autores é de que esses jovens apresentam enorme desinteresse e desmotivação para aprender com a utilização de métodos tradicionais de ensino e preferem métodos que permitam ir mais rápido, menos passo a passo, mais em paralelo, com mais acesso aleatório, entre outras coisas. De acordo com Mayer (2005), atualmente um dos maiores problemas encontrados pelos docentes, é manter os alunos motivados, atentos e comprometidos até o fim do processo de aprendizagem.

Por esta razão, acredita-se que para envolver e engajar os “nativos digitais” no processo de ensino-aprendizagem será necessário repensar tanto o conteúdo a ser ensinado, quanto as metodologias de ensino e as ferramentas tecnológicas utilizadas. Diante desse desafio, as Metodologias Ativas se apresentam como uma importante alternativa para dinamizar e engajar o estudante no processo de ensino-aprendizagem.

O objetivo deste artigo é relatar a aplicação das metodologias ativas Sala de Aula Invertida (SAI), (BERGMANN; SAMS, 2016), e TBL (Team Based Learning, Aprendizado Baseado em Times), (BOLLELA et al., 2016), para a abordagem dos conteúdos, Business Model Generation Canvas (BMG Canvas), (OSTERWALDER; YVES, 2011), Planejamento e Gerenciamento de Projetos (PGP), (VARGAS, 2016) e Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), (AMARAL et al., 2006) em uma turma de Introdução à Engenharia Mecânica, com o objetivo de auxiliar aos alunos no desenvolvimento de seus projetos acadêmicos.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

### 2.1 METODOLOGIAS ATIVAS

A educação vem passando por mudanças importantes e, ao longo da história, foi exercida com elevada rigidez até passar por um processo significativo de evolução. Desde o século 21, com o fortalecimento das ideias construtivistas na educação, uma nova dinâmica de relação entre o professor e o estudante se estabeleceu, (FARIAS; MARTIM; CRISTO, 2015). Atualmente, em função das transformações digitais, o perfil dos jovens estudantes tem mudado radicalmente, fazendo da necessidade de adequação dos métodos de ensino e da utilização de ferramentas tecnológicas algo ainda mais urgente e necessário, (PRENSKY, 2001). Nesse contexto, as práticas pedagógicas inovadoras devem favorecer o desenvolvimento profissional voltado para os desafios do século 21 (cidadãos críticos, participativos e conscientes de que processo de construção e atualização do conhecimento é algo permanente).

Há mais de um século, o educador John Dewey proclamava que a aprendizagem deveria ser baseada na interação e experimentação, guiada por um mentor, ao invés de se basear na transmissão da informação. Dewey, defendia a ideia de que a educação das crianças devia basear-se na abordagem da solução de problemas, ou seja, aprender fazendo, encorajando as crianças a serem imaginativas (DEWEY, 1970).

Diante dos desafios de inovar os processos de ensino-aprendizagem, voltaram a ter destaque as metodologias ativas, aquelas que têm como objetivo gerar significado para o estudante, engajando esse no processo de ensino-aprendizagem, fazendo uso de diversas ferramentas e métodos e muitas vezes utilizando espaços reais para resolver problemas reais como estímulo à aquisição, pelo estudante, de conhecimentos, competências e habilidades essenciais para atender as demandas da sociedade em transformação digital. A implementação de metodologias ativas implica no enfrentamento de múltiplos

desafios, desde a preparação dos professores, dos estudantes, de suas famílias e da sociedade como um todo.

De acordo com Munguba (2010 apud Freitas et al., 2015, p. 02), “destaca que ao aplicar estratégias inovadoras, a postura de quem ensina deve ser revisitada sistematicamente, visando adequar o conteúdo a estratégia educacional ao público alvo da ação” e as condições na qual este está inserido. A implementação de metodologias ativas implica o enfrentamento de múltiplos desafios, desde os estruturais até os de concepções pedagógicas.

No processo de aprendizagem utilizando metodologias ativas, o professor não é mais a fonte principal da informação, mas o facilitador do processo ensino-aprendizagem, que deve estimular o estudante a ter postura ativa, crítica e reflexiva durante o processo de construção do conhecimento, tornando-se capaz de se adaptar a tarefas novas e inesperadas.

## **2.2 SALA DE AULA INVERTIDA (SAI)**

A Sala de Aula Invertida, uma metodologia ativa de aprendizagem, é fruto da formalização da experiência de dois professores do ensino médio, Jonathan Bergmann e Aaron Sams, que compreenderam a necessidade de adequar a forma como o conteúdo era repassado para seus alunos, de modo a respeitar o ritmo de aprendizagem, a necessidade de desenvolver a autonomia e o senso de responsabilidade de cada estudante.

Basicamente, o conceito de sala de aula invertida é fazer em casa o que anteriormente era feito na escola e na escola o que era feito em casa, ou seja, os alunos estudam o conteúdo em casa e o tempo em sala de aula é utilizado para resolver questões e esclarecer dúvidas, e quando necessário, revisar o assunto que a maior parte da turma apresentar dificuldade de entendimento. Nesse processo deve-se deslocar a atenção do professor para o aluno e para a aprendizagem, o aluno assume o comando da própria aprendizagem, atribuindo ao professor o papel de mediador dos conteúdos a serem adquiridos (BERGMANN; SAMS, 2016).

Os pontos críticos da metodologia SAI são a produção e seleção do material a ser disponibilizado para o estudante e a sensibilização do estudante para o estudo autônomo.

## **2.3 APRENDIZADO BASEADO EM TIMES (TBL)**

O Aprendizado Baseado em Times, TBL (Team Based Learning), também conhecido como Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE), é uma metodologia de aprendizagem dinâmica, que proporciona um ambiente motivador e cooperativo. Embora possa existir uma sutil competição entre os educandos, a produção coletiva é realmente valorizada. É uma estratégia instrucional desenvolvida nos anos 1970, por Larry Michaelsen, que procurava criar oportunidades para promover a aprendizagem em pequenos grupos, tem sua fundamentação teórica baseada no construtivismo, em que o professor se torna um facilitador do processo de ensino-aprendizagem (BOLLELA et al., 2014).

Ainda, segundo Bollela et al. (2014), a implantação do TBL exige atenção aos seguintes pontos:

- compromisso do estudante com a preparação individual pré-classe;
- os grupos devem ser heterogêneos;
- os estudantes devem ser responsabilizados pelo trabalho individual e em grupo;
- as tarefas realizadas pelo grupo devem promover aprendizagem e desenvolvimento da equipe;
- os estudantes devem receber feedback frequente e oportuno, sempre ao final dos testes coletivos e com foco nos temas com menor nível de acerto.

A aplicação do TBL é realizada em quatro etapas:

- Preparação individual;
- Teste individual;
- Teste em equipe, e
- Feedback do professor.

Dois pontos essenciais do TBL são o grau de coesão que pode ser desenvolvido por cada estudante dentro das equipes e a colaboração dos estudantes.

### 3 APLICAÇÃO

A aplicação relatada neste artigo insere-se no seguinte contexto: dois dos autores são docentes, um como principal e outro em tirocínio docente, da disciplina de Introdução à Engenharia Mecânica lecionada para alunos ingressantes logo em seu primeiro trimestre de curso. O principal instrumento de avaliação da disciplina de Introdução à Engenharia Mecânica é um projeto interdisciplinar (PTL – Projeto de Tema Livre<sup>1</sup>), que é apresentado como desafio para os alunos logo na primeira semana de aulas e deve ser desenvolvido ao longo de todo o período letivo, que costuma durar de 12 a 13 semanas.

Por se tratar de uma turma de ingressantes, os autores, quando planejavam a disciplina, consideraram que seria necessário abordar alguns conteúdos específicos, para dar um mínimo embasamento inicial, visando um desenvolvimento organizado e planejado dos projetos por parte das equipes de alunos. Foram planejadas, então, três Oficinas Temáticas a serem conduzidas utilizando-se Metodologias Ativas de ensino-aprendizagem. Estas oficinas são os objetos deste relato de aplicação.

Para cada Oficina Temática, foi programado um encontro adicional (aula extra) específico realizado em um sábado previamente combinado com a turma. As três oficinas foram as seguintes:

- Oficina de elaboração de Modelos de Negócios BMG Canvas, cujo conteúdo de referência foi o BMG (Business Model Generation) e cujo objetivo era que cada equipe elaborasse um BMG Canvas de seu projeto;
- Oficina de elaboração de EAP (Estrutura Analítica de Projeto) e Planos de Trabalho, cujo conteúdo de referência foi o PGP (Planejamento e Gerenciamento de Projetos) e cujo objetivo era que cada equipe elaborasse a EAP de seu projeto e iniciasse a elaboração de seu Plano de Trabalho;
- Oficina de elaboração de Estrutura Funcional e Matriz Morfológica, cujo conteúdo de referência foi o PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto) e cujo objetivo era que cada equipe elaborasse a Estrutura Funcional e a Matriz Morfológica do produto de seu projeto.

A preparação para e a execução destas três Oficinas Temáticas seguiram um mesmo roteiro, que consistia em 8 etapas, sendo 2 de preparação e 6 de execução. As 3 primeiras orientadas pela metodologia SAI, as 3 seguintes orientadas pela metodologia TBL e as 2 últimas que nomeamos de etapas de “mão na massa”. A descrição destas etapas é apresentada nos tópicos a seguir:

**1) Primeiro contato com o tema (SAI):** ao final da aula de Introdução à Engenharia Mecânica que precedia a Oficina Temática, dois dias antes, uma breve apresentação introdutória do tema era feita, por meio de aula expositiva com duração de cerca de 20 minutos, para contextualizar e justificar a Oficina, seu conteúdo de referência e seus entregáveis. Além disso, o material de referência teórica selecionado para a Oficina era indicado. O objetivo com essa ação era, por meio da metodologia sala de aula invertida, incentivar que os alunos estudassem previamente o assunto, antes do dia da oficina.

**2) Estudo prévio do tema (SAI):** após a aula citada, uma lista de transmissão de um aplicativo de mensagens instantâneas, contendo a maior parte das alunas e alunos da turma, era utilizada para disponibilizar o material de referência teórica selecionado para a Oficina. A disponibilização se dava por meio de links de acesso a textos e vídeos na Web ou a materiais armazenados no diretório virtual da disciplina. No dia seguinte, uma nova mensagem era enviada reforçando a importância do estudo prévio do tema. A expectativa era de que todas e todos os alunos tivesse um contato ao menos parcial com o tema e que ao menos uma parte destas e destes lesse e assistisse o material em sua completude.

**3) Aquecimento para a Oficina (SAI):** esta etapa era a primeira da Oficina e consistia em um tempo livre de 10 a 20 minutos para que a turma, mediada pelos docentes, pudesse fazer considerações gerais e tirar dúvidas. O lay out da sala era o tradicional, com os alunos em carteiras dispostas em fileiras. Os docentes abriam a discussão perguntando se havia alguma dúvida sobre o assunto, utilizando-se de perguntas reflexivas, como por exemplo, “Como esse conteúdo pode ajudar no desenvolvimento dos projetos da turma?”, “Quais pontos são os mais relevantes desse tema?”. Era um momento importante também para que os docentes pudessem sentir o engajamento prévio da turma, uma vez que se manifestavam apenas alunas e alunos acessaram o conteúdo de referência.

**4) Teste Individual (TBL):** ainda se mantendo o mesmo lay out de sala, era aplicado um teste individual sobre o tema, com duração aproximada de 15 minutos. Tratava-se de um teste curto, básico, sem

permissão para consulta, com 5 a 6 questões de múltipla escolha elaboradas com base no material disponibilizado. A sua aplicação era feita por meio do aplicativo online Google Forms.

**5) Teste em Times (TBL):** após a realização dos testes individuais, as equipes do PTL, já definidas desde o início do trimestre, se reuniam para, em conjunto, realizar o teste em times, que continha as mesmas

<sup>1</sup> Maiores informações a respeito deste projeto podem ser encontradas no artigo de Alves e Souza (2016), **PROJETOS COM TEMA DE LIVRE ESCOLHA: Uma prática de educação participativa no curso de engenharia mecânica.**

questões do teste individual. Um tempo de cerca de 20 minutos era dado para que alunas e alunos discutissem as questões com seus colegas de equipe e respondessem coletivamente, de preferência construindo consensos a respeito das respostas a serem assinaladas. A aplicação deste teste também era feita com o Google Forms, mas, utilizando um outro formulário que deveria ser acessado apenas pelo líder de cada equipe.

**6) Análise Crítica do Desempenho da Turma (TBL):** nesta etapa, os docentes conduziam uma breve avaliação do desempenho da turma nos testes individual e coletivo. Para cada questão, a resposta correta era apresentada. Para questões com 100% de acerto, não havia discussão a respeito das respostas. Para questões com baixo índice de respostas incorretas (1 a 15%), a alternativa correta era justificada e a discussão em torno daquela questão seguia somente se surgissem dúvidas adicionais. Para questões com médio e alto índice de respostas incorretas (acima de 15%), todas as alternativas assinaladas por alguém eram justificadas e as questões eram discutidas até que não houvesse mais manifestações de falta de entendimento.

**7) Elaboração das Entregas (Mãos na Massa):** era dado um tempo de 40 a 50 minutos para que as equipes elaborassem as entregas da Oficina. Cada Oficina tinha entregas específicas, a saber, na primeira, o BMG Canvas do projeto, na segunda, a EAP e o Plano de Trabalho do Projeto e, na terceira, a Estrutura Funcional e a Matriz Morfológica do produto do projeto. Os docentes transitavam pela sala, atuando como consultores das equipes.

**8) Pitch (Mãos na Massa):** a última atividade da Oficina era uma breve apresentação sobre o que foi desenvolvido na etapa anterior. Cada equipe tinha 3 minutos para apresentar de maneira objetiva suas entregas com foco naquilo que julgassem o mais importante.

## 4 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES

### 4.1 PERCEPÇÕES DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SAI

A Metodologia SAI é a principal referência das três primeiras etapas, Primeiro contato com o tema, Estudo prévio do tema e Aquecimento para a Oficina.

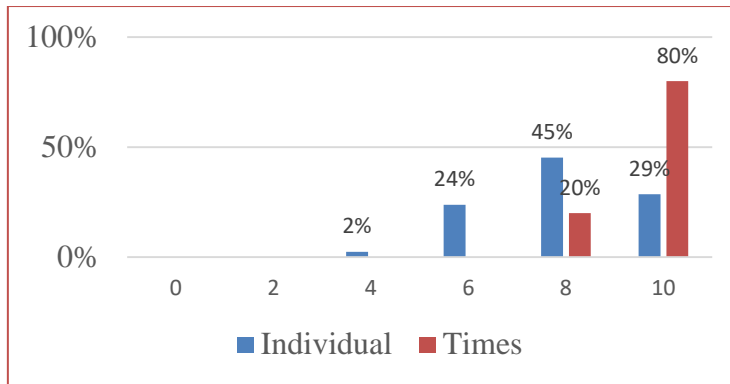
Na terceira etapa foi possível perceber qual foi o grau de engajamento dos alunos com o processo em cada Oficina Temática. Nem todos os alunos têm o mesmo nível de interesse e dedicação ao estudo prévio, mas, aqueles que o fizeram proporcionaram uma substancial qualificação do debate nesta etapa, por meio de considerações e perguntas foi possível elevar o nível das discussões em sala de aula proporcionando um aprendizado coletivo importante. Alguns alunos se manifestavam, inclusive, para dizer que haviam pesquisado outras referências além das indicadas, o que ajuda a construir um senso de responsabilidade e o gosto pela pesquisa.

### 4.2 RESULTADOS DOS TESTES INDIVIDUAL E EM TIME (TBL)

Após a aplicação dos Testes individual e em Time foi possível avaliar o desempenho dos alunos individualmente e compondo suas equipes, o desempenho é representado na figura 1 abaixo. Observou-se que, o número de acertos é maior quando a resposta é coletiva (do time) quando comparada com a resposta individual.

Para o tema BMG Canvas, o acerto individual teve uma média de 8, enquanto para a avaliação do time a média foi de 9,6, de 10 pontos possíveis.

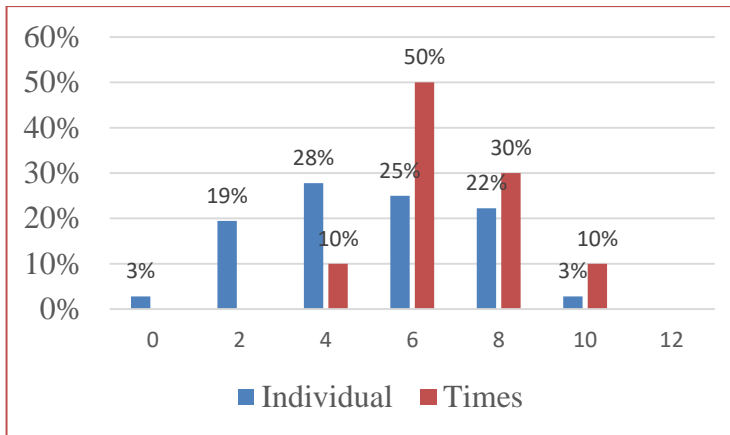
Figura 1 – Resultados dos testes individual e coletivo para o tema BMG Canvas.



Fonte: Própria.

Para o tema Planejamento e Gerenciamento de Projetos (PGP), o acerto individual teve uma média de 5,1, enquanto para a avaliação do time a média foi de 6,8, de 12 pontos possíveis, conforme representado na figura 2.

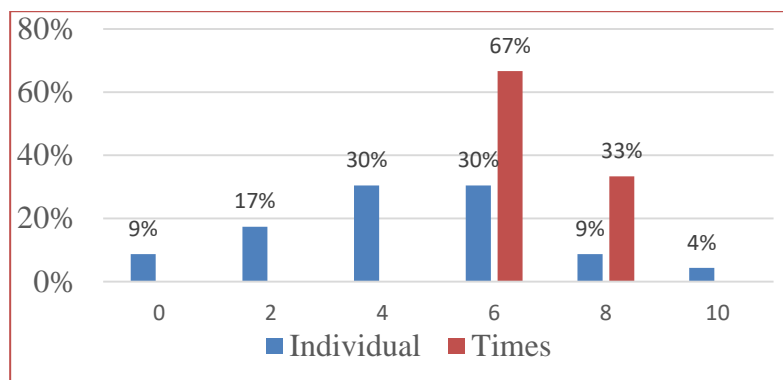
Figura 2 – Resultados dos testes individual e coletivo para o tema PGP.



Fonte: Própria.

E, para o tema Processo de Desenvolvimento de Produto – PDP, conforme representado na figura 3, o acerto individual teve uma média de 4,4, enquanto para a avaliação do time a média foi de 6,7, de 10 possíveis.

Figura 3 – Resultados dos testes individual e coletivo para o tema PDP.



Fonte: Própria.

Na avaliação individual, independente do tema estudado, houve grande variação entre as notas dos alunos, por exemplo, no tema BMG Canvas o Coeficiente de Variação (CV) das notas individuais foi de 2,48 enquanto que o CV do time foi de 0,64, para o tema PGP o CV foi de 5,66 e 2,56 para as notas individuais e do time respectivamente, já para o tema PDP, a variação das notas foi de 5,99 para a avaliação individual e 0,89 para a avaliação do time.

Com base nesse resultado podemos destacar duas considerações. Primeira, o resultado pode variar em função do interesse do estudante pelo assunto, assuntos mais interessantes envolverão mais os estudantes com o assunto e sendo assim as notas serão melhores. Segunda consideração, é importante que o docente observe, avalie e melhore continuamente o grau de dificuldade de cada questão, pois o grau de dificuldade vai influenciar diretamente no número de acertos. Bem como, observar quais temas são mais complexos e mais e menos interessantes para os estudantes e então lançar mão de ferramentas tecnológica e métodos que possam envolver mais os estudantes com o aprendizado desse respectivo tema. Ainda foi possível observar um processo ativo de discussão entre os times, com colaboração de aprendizagem, onde surgiam algumas lideranças.

Na etapa de Mãos na Massa, o objetivo foi promover a consolidação do conhecimento sobre o conteúdo, por meio do processo colaborativo e da interação com o professor, o qual mediava as discussões e por vezes orientava os alunos, tendo a oportunidade de contribuir de maneira específica com o projeto e garantia da elaboração, pelo menos em um nível embrionário, destas entregas que são importantes referenciais para o desenvolvimento dos projetos pelas equipes. Como percepções mais importantes, pode-se destacar a de que o elaborar os entregáveis era motivador para a maioria dos alunos presentes e a de que as consultas feitas costumavam estar relacionadas ou a aspectos conceituais avançados, ou então a questões objetivas de aplicação.

Na etapa do Pitch, os grupos apresentavam para professores e colegas de sala o resultado do trabalho realizado durante a etapa de Mãos na Massa. Essa foi uma ótima oportunidade para que os alunos exercitassem a oralidade, e para um benchmarking entre propostas de outros grupos, o que permitiu que os alunos identificassem oportunidades de melhorias para seus projetos, também foi uma oportunidade para que os professores pudessem analisar e orientar os passos seguintes dos trabalhos.

## 5 CONCLUSÕES

Os alunos demonstram um interesse e empatia pelas Metodologias Ativas de Aprendizagem, tendo participação ativa e colaborando uns com os outros no processo de ensino-aprendizagem. Metodologia Ativas combinadas com ferramentas tecnológicas respondem muito bem à necessidade atual, ainda mais do que antes, de envolver e engajar o jovem no processo de ensino-aprendizagem, jovens esses que pensam e processam informações fundamentalmente diferentemente das gerações passadas.

Como acontece em outros métodos utilizados no processo de aprendizagem, há sempre aqueles estudantes que se envolvem e participam mais, muitas vezes liderando o processo, e, outros que são mais passivos e menos participativos. Aqui vale destacar a importância que tem o professor, como facilitador do processo, de perceber e adequar a abordagem de acordo com cada grupo, no formato e na intensidade certa.

A metodologia SAI contribui para provocar nos estudantes o senso de responsabilidade para com o estudo, foi possível observar que os alunos que se dedicavam mais ao estudo prévio traziam informações e dúvidas que contribuíram para uma substancial qualificação do debate, por meio das suas considerações e perguntas, elevando o nível das discussões em sala de aula proporcionando um aprendizado coletivo importante.

A metodologia TBL contribui com o aprendizado colaborativo, aumenta a nota média e diminui a dispersão entre as notas quando comparado o desempenho individual com o do time.

Não é mais uma questão de escolha ou estratégia a inclusão ou não, de recursos tecnológicos e novas metodologias de ensino nos cursos de engenharia, mas sim de aproveitar o potencial da tecnologia e das metodologias ativas, para criar ambientes de aprendizagem onde seja possível promover a participação ativa do estudante. E, diante de tudo isso, o papel do professor ganha uma posição de relevância, por isso destaca-se a importância de preparar os docentes e acompanhá-los nessa jornada, pois a responsabilidade, a capacidade de aprender com os estudantes e a empatia para perceber como cada estudante melhor aprende é o que vai garantir êxito nessa jornada.

## RECOMENDAÇÕES

Oportunidades para estudos futuros:

Avaliar quais competências são desenvolvidas com a mediação das metodologias ativas;

Avaliar, na percepção de cada estudante, a opinião desses sobre como as ferramentas tecnológicas e metodologias ativas utilizadas contribuíram para o aprendizado;

Identificar oportunidades para estruturação de programas de qualificação de tutores (professores).

## REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, Lynn; SOUZA, Guilherme Oliveira de. Projetos com Tema de Livre Escolha: Uma prática de educação participativa no curso de engenharia mecânica. In: SABA, Hugo et al. Pesquisa Aplicada e Inovação. Salvador: Edifba, 2016, p. 257-280.
- [2] AMARAL, Daniel Capaldo et al. Gestão de Desenvolvimento de Produto. São Paulo: Editora Saraiva. 2006.
- [3] BOLLELA, V. R. et al. Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. Medicina (Ribeirão Preto) 2014; 47(3): 293-300.
- [4] BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. Sala de Aula Invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Editora LTC. 2016.
- [5] DEWEY, John. Liberalismo, Liberdade e Cultura. Tradução de Anísio Teixeira. São Paulo: Editora Nacional, 1970.
- [6] FARIAS, P. A. M de; MARTIM, A. L. de A. R; CRISTO; C. S. Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percurso Histórico e Aplicações. Revista Brasileira de Educação Médica, 2015.
- [7] FREITAS, M. C et al. Uso de metodologias ativas de aprendizagem para a educação na saúde: análise da produção científica. Trab. Educ. Saúde, Rio de Janeiro, v. 13, supl. 2, p. 117-130, 2015.
- [8] MAYER, R. et al. The Cambridge handbook of multimedia learning. New York: Cambridge University Press, 2005.
- [9] OSTERWALDER, Alexander; YVES, Pigneur. Business Model Generation – inovação em modelos de negócios: Um manual para visionários, inovadores e revolucionários. Rio de Janeiro: Editora Alta Books. 2011.
- [10] PRENSKY, M. From On the Horizon, MCB University Press, Vol. 9 No. 5. October, 2001.
- [11] VARGAS, Ricardo Viana. Gerenciamento de Projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos. Rio de Janeiro: Editora Brasport. 2016.



# Capítulo 12

## *Associação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem para engenharia civil: uma abordagem em resistência dos materiais*

*Emanuel Santos Junior*

*Jane Rangel Alves Barbosa*

*Weslen Neri de Lima*

*José Marcos Rodrigues Filho*

**Resumo:** As transformações das sociedades contemporâneas têm exposto, de modo mais crítico, os aspectos relativos ao processo ensino-aprendizagem na formação profissional do engenheiro. Neste cenário, este trabalho apresenta um projeto didático composto por duas Metodologias Ativas de Aprendizagem aplicadas na disciplina “Resistência dos Materiais I” do curso de Engenharia Civil no Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA): Aprendizagem Baseada em Problemas e Aprendizagem Baseada em Projetos. A primeira trata-se de uma atividade dinâmica de aprendizagem colaborativa realizada em sala de aula, enquanto que a segunda refere-se à elaboração de um projeto estrutural metálico utilizando o programa Ftool 3.0 como ferramenta tecnológica. O objetivo deste trabalho é apresentar uma estratégia para motivar o interesse dos alunos pelos conteúdos conceituais a partir de atividades contextualizadas com atribuições do engenheiro civil. Uma vez que a disciplina aborda temas sobre o comportamento mecânico dos materiais, ela é indissociável da engenharia dedicada à concepção de estruturas submetidas a esforços. As atividades propostas aperfeiçoam o processo de aprendizagem, promovendo o trabalho em grupo com apropriação de conteúdos. O aluno tem uma melhor percepção do sentido real para o aprendizado dos conteúdos. O método de avaliação de desempenho do aluno é contínuo e contempla todas as atividades realizadas no semestre acadêmico. O projeto encontra-se em desenvolvimento; no entanto, os resultados preliminares indicam que as atividades realizadas atenderam às suas finalidades. O modelo de projeto apresentado pode contribuir para melhoria da eficiência e eficácia da aprendizagem no contexto do Ensino de Engenharia.

## 1 INTRODUÇÃO

A resistência dos materiais, ou mecânica dos materiais, é a parte da mecânica voltada ao estudo da estabilidade mecânica, das deformações e da resistência à fratura de corpos sob carregamento (SCHÖN, 2013). Ainda, fomenta ao futuro engenheiro os princípios essenciais para analisar e projetar máquinas e estruturas que suportam cargas. Portanto, os conteúdos abordados são indispensáveis às atividades das engenharias responsáveis pela elaboração de projetos e construção de estruturas (edifícios, pontes, máquinas, equipamentos, etc.). Em particular, no curso de graduação de bacharelado em Engenharia Civil, os alunos são preparados com os conceitos clássicos sobre o comportamento das estruturas na disciplina Resistência dos Materiais, uma vez que ainda encontram-se no ciclo básico do curso. À medida que os alunos avançam no ciclo profissional do curso, os temas relacionados à resistência dos materiais são recorrentes e estudados com aprofundamento necessários à formação técnica-profissional; comumente encontrados em disciplinas que abordam o cálculo estrutural, por exemplo: estruturas em madeira, projeto de edifícios e fundações.

O cálculo de estruturas é um processo extenso que demanda acautelamento do engenheiro calculista devido a grande quantidade de parâmetros envolvidos. Por exemplo, a exatidão dos resultados dependerá desde um projeto executivo estrutural minucioso até a seleção adequada dos materiais (LONGO, 2016). Com o advento de recursos tecnológicos, as análises estruturais deixaram de ser apenas baseadas em aproximações gráficas e fórmulas simplificadas. Atualmente, diversas ferramentas computacionais, bem como modelagens matemáticas, estão à disposição para execução de cálculos mais precisos. O programa Ftool (Two-dimensional Frame Analysis Tool) na versão 3.0 é uma ferramenta educacional bastante intuitiva e livre para uso acadêmico (TECGRAF, 2012). Trata-se de uma plataforma para cálculo estrutural bidimensional de pórticos, onde se emprega o método dos elementos finitos como modelo matemático de análise (TECGRAF, 2012). O diferencial dessa ferramenta é o estímulo do aprendizado do comportamento estrutural, ao passo que outros programas educacionais são principalmente direcionados ao ensino de técnicas numéricas de análise (LEMES, 2010).

Com relação ao processo ensino-aprendizagem, uma mudança significativa do perfil e necessidades do aluno, bem como do mercado de trabalho, têm sido observados recentemente. A construção de competências para o mundo do trabalho contemporâneo requer, certamente, práticas docentes diferenciadas e, quando possível, a utilização de ferramentas tecnológicas adequadas. Com isso, torna-se indispensável pensar em uma metodologia para uma prática de educação crítica e inovadora, criativa e apta a aprender a aprender; que deve compreender o conhecer; o aprender a fazer; o aprender a conviver e o aprender a ser; garantindo a integridade com qualidade, eficiência e resolutividade (NOVAK, 1999). Na Metodologia Ativa de Aprendizagem, o aluno é o protagonista e o maior responsável pelo processo de aprendizagem. Sendo assim, o objetivo desse modelo de ensino é, sobretudo, incentivar o aluno desenvolver a capacidade de assimilação de conteúdos de forma autônoma, participativa e colaborativa. Consequentemente, neste processo o professor assume o papel singular de incentivador e mediador da aprendizagem. Com respeito à Instituição de Ensino Superior (IES), os benefícios se mostram com maior satisfação dos alunos com o ambiente de sala de aula, aumento do reconhecimento do mercado de trabalho e a percepção do aluno com a IES. Não obstante, desperta a consciência de que aprimorar os procedimentos usados no ensino é extremamente importante para elevar os padrões de qualidade do ensino e da educação.

O método de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb) é fundamentado no uso contextualizado de uma situação-problema para o aprendizado autodirigido (ARAÚJO, 2009). O aprendizado passa a ser centrado no aluno, que deixa de ser um receptor passivo da informação para ser um agente ativo de seu processo de aprendizagem. O professor atua como orientador em grupos de trabalho, nos quais a interação entre professor-aluno é muito mais intensa do que em aulas meramente expositivas. Assim, procura transformar um problema como base de motivação ao aprendizado, enfatizando o processo seguido pelo grupo na busca de uma solução, valorizando a aprendizagem autônoma cooperativa (ARAÚJO, 2009).

Já o método de Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj) é de grande valor e interesse aos processos formativos no Ensino de Engenharia, pois leva em consideração situações reais relativas ao contexto e à vida, que devem estar relacionados ao objeto central do projeto em desenvolvimento. Logo, trabalhar com projetos gera ambientes de aprendizagem favoráveis ao exercício de valores e atitudes, como a iniciativa e a capacidade de planejar e realizar um trabalho colaborativo; ainda, refletindo no desempenho do aluno e na apropriação do seu processo de aprendizagem (BONWELL, 1991). De fato, a aprendizagem ativa estimula a participação do aluno na construção do conhecimento de maneira ativa, além de desenvolver diversas competências de forma inovadora (BRESSANE, 2017; BACICH, 2018).

Particularmente, a disciplina “Resistência dos Materiais” é regularmente vista com animosidade ou desinteresse por muitos alunos devido ao formalismo lógico-matemático requerido e, por muitas vezes, uma escassa contextualização encontrada nos materiais didáticos. Dessa forma, um ensino eficaz da disciplina torna-se uma tarefa desafiadora ao professor quando imbuído na reversão de tal cenário, o qual deve elaborar metodologias com valor pedagógico, atraentes e focadas no aluno.

Neste trabalho é sugerido o desenvolvimento de um projeto estrutural (pórtico) metálico simplificado utilizando-se o programa Ftool 3.0. Para o processo ensino-aprendizagem, as Metodologias Ativas de Aprendizagem ABProb e ABProj são empregadas de forma complementares. O objetivo principal é despertar a percepção dos alunos sobre a relevância da aplicabilidade dos conteúdos de mecânica dos materiais na Engenharia, encorajando-os pelo interesse nos temas abordados em sala de aula. Com efeito, quanto maior o envolvimento do aluno com seu processo de aprendizagem e os objetivos de seu conhecimento, maior é a possibilidade de uma aprendizagem efetiva e permanente. Ademais, o roteiro do Projeto proposto viabiliza uma avaliação de desempenho do aluno de forma contínua, qualitativa e quantitativa. As atividades encontram-se atualmente em desenvolvimento na disciplina “Resistência dos Materiais I” do curso de Engenharia Civil no Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA). O conteúdo deste trabalho foi apresentado e publicado nos anais do XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (SANTOS JR., 2018).

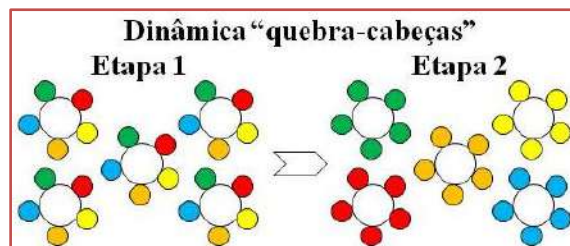
## 2 MÉTODOS

O projeto aplicado em sala de aula intitula-se “Aplicação da mecânica dos sólidos em um projeto estrutural metálico simplificado” e combina duas Metodologias Ativas de Aprendizagem executadas no semestre acadêmico, a saber: Aprendizagem Baseada em Problemas (ABProb) e Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj). Diferentemente dos métodos tradicionais baseados apenas em trabalhos e avaliações individuais, a associação de métodos ativos estimula o aprendizado por meio de práticas pedagógicas inspiradas em atribuições reais do engenheiro civil. A seguir são detalhados os métodos de aprendizagem elaborados.

### 2.1 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABPROB): DINÂMICA QUEBRA-CABEÇAS

Embora apresente uma metodologia modificada daquela originalmente proposta por Aronson et al. (1978), a atividade “dinâmica quebra-cabeças” é caracterizada como um método de aprendizado cooperativo. Para um grupo de 25 alunos, inicialmente são organizadas cinco equipes formadas por cinco alunos cada uma. Os componentes das equipes são escolhidos de forma aleatória. Na primeira etapa da atividade, cada equipe recebe um problema contextualizado diferente que deve ser discutido entre os componentes e, se possível, solucionado no intervalo de 20 minutos. Os problemas tratam de situações distintas que abordam conceitos previamente discutidos em sala aula, a saber: tensão, deformação, propriedades mecânicas dos materiais e a relação de Hooke no regime elástico da deformação. Ainda, os problemas são diretamente articulados com o projeto estrutural que será desenvolvido posteriormente. Nesta etapa da atividade dinâmica, o professor esclarece as dúvidas dos alunos movimentando-se entre os grupos. O professor também distribui cartões coloridos aos alunos, onde cada aluno da mesma equipe recebe um cartão de cor diferente. Assim, são distribuídos cartões em cinco diferentes cores para cada equipe. O Quadro 1 ilustra as etapas de formação de grupos para desenvolvimento da dinâmica.

Quadro 1 – Ilustração das diferentes etapas da atividade ABProb “dinâmica quebra-cabeças”.



Transcorrido o tempo pré-determinado de 20 minutos, novas equipes são organizadas com os alunos que possuem cartões de cores idênticas (indicado pela Etapa 2 no Quadro 1). Dessa forma, novas equipes são organizadas de modo que cada aluno já tenha discutido um dos problemas propostos. Nesta segunda etapa, as equipes devem discutir e solucionar todas as questões no intervalo de uma hora sem o auxílio do professor; portanto, o papel do professor torna-se apenas observacional.

Embora a atividade ABProj seja um instrumento importante para diagnóstico de conhecimentos prévios dos alunos, a metodologia central empregada neste trabalho é a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj), como detalhada a seguir.

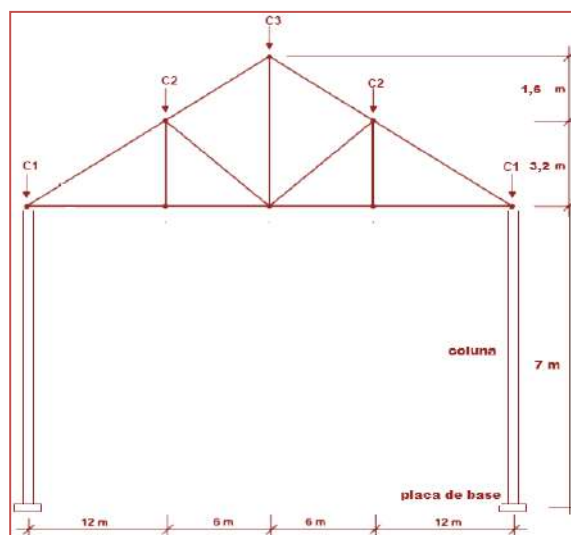
## 2.2 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (ABPROJ): PROJETO ESTRUTURAL SIMPLIFICADO

A metodologia ativa desta atividade pode ser classificada como um projeto de aprendizagem do tipo construtivo, uma vez que o produto final é a confecção de um memorial descritivo do projeto estrutural indicado. Após a realização da etapa descrita anteriormente, os alunos são organizados novamente em cinco equipes formadas por cinco componentes. A formação das equipes é novamente determinada por sorteio para não ocorrer repetição de equipes anteriores. Cada equipe recebe um esboço (croqui) do projeto de um pórtico metálico constituído por uma treliça do tipo Howe, conforme mostra a Figura 1. Este projeto estrutural é simplificado e os alunos são inicialmente encorajados a calcular os esforços internos dos membros da estrutura manualmente, conforme as especificações de cada projeto.

Adicionalmente, cada equipe recebe um projeto com algumas especificações distintas, a saber: cargas concentradas (indicadas na Figura 1 como C1, C2 e C3), perfis das cantoneiras de abas iguais dos membros da treliça e perfil laminado das colunas. Dessa forma, cada equipe desenvolverá projetos diferentes. O Quadro 2 mostra um exemplo dos valores de parâmetros de diferenciação entre os projetos estruturais.

Com relação à seleção de materiais, o aço previamente escolhido para treliça, colunas e placas de base é o aço-carbono estrutural comum ASTM A36. Já o aço ASTM A325 foi selecionado para aplicação nos parafusos utilizados nas placas de conexão (gussets) da treliça. As propriedades mecânicas dos aços (tensões máximas e módulo de elasticidade, por exemplo), bem como as propriedades geométricas dos perfis selecionados, necessários para o estudo do projeto estrutural são encontradas em tabelas específicas (BELLEI, 2008). A seleção do material é uma etapa importante, uma vez que o comportamento mecânico de uma estrutura também depende das propriedades do material empregado.

Figura 1 – Croqui do projeto do pórtico metálico da atividade ABProj (treliça Howe). C1, C2 e C3 correspondem às cargas concentradas aplicadas.



Quadro 2 – Exemplos dos parâmetros usados em cada projeto estrutural proposto.

Projeto	C1 (kN)	C2 (kN)	C3 (kN)	perfil cantoneira (mm) <sup>a</sup>	perfil I laminado (mm) <sup>b</sup>
01	15	25	30	L51x51x6,4	W310x33
02				L76x76x6,4	
03	20	30	35	L64x64x6,4	
04	25	35	40	L76x76x6,4	W310x74
05				L76x76x6,4	

(a) perfil cantoneira de abas iguais utilizados nos membros da treliça; (b) perfil aplicado para as colunas.

Em seguida, ensina-se a utilização dos recursos básicos do programa Ftool 3.0. Durante a aula, as equipes devem reproduzir o projeto do pórtico metálico utilizando tal recurso computacional, determinando os esforços internos nos membros da estrutura (barras da treliça Howe e colunas). Assim, torna-se uma oportunidade para verificar os cálculos realizados manualmente e identificar possíveis déficits de aprendizagem relacionados aos conceitos sobre equilíbrio dos corpos rígidos estudados em semestres anteriores. Uma vez que todos os esforços internos nos membros da estrutura foram determinados, os alunos estão aptos a iniciar a análise do projeto explorando os conceitos de resistência dos materiais abordados em sala de aula durante o semestre acadêmico.

### 2.3 ANÁLISE DO PROJETO ESTRUTURAL

Nesta última etapa do projeto, cada equipe deve preparar um relatório (ou memorial) composto por:

- 1) Descrição do projeto estrutural proposto;
- 2) Apresentação do cálculo estrutural efetuado com o recurso computacional, indicando dos esforços internos em cada membro da estrutura do pórtico, e;
- 3) Solução das atividades propostas, as quais foram elaboradas explorando os conceitos da mecânica dos materiais aplicados no projeto estrutural simplificado.

As dez atividades elaboradas para produção do relatório são as seguintes:

- 1) Esquematizar os esforços internos em cada membro da estrutura do pórtico;
- 2) Determinar a maior tensão normal média e sua localização na estrutura da treliça;
- 3) Determinar a tensão normal média nas colunas;
- 4) Calcular a deformação normal das colunas utilizando o conceito do coeficiente de Poisson;
- 5) Determinar a deformação dos elementos da estrutura utilizando a relação de Hooke;
- 6) Analisar a deformação das colunas devido à uma variação térmica, supondo as colunas isoladas;
- 7) Determinar a maior força cisalhante atuante nos parafusos das placas de conexão da treliça;
- 8) Dimensionar os parafusos das conexões, considerando que cada barra da treliça é conectada por dois parafusos;
- 9) Dimensionar a placa de base da estrutura, considerando placas de dimensões quadradas e a tensão de esmagamento máxima para o aço escolhido;
- 10) Análise da infraestrutura: dimensionar as sapatas com seção quadrada, assumindo um solo argiloso simples.

Os relatórios produzidos pelas equipes devem apresentar todos os cálculos, discussão dos resultados com fundamentação teórica e deverão, ainda, ser entregues após a realização da segunda avaliação individual, conforme o detalhamento na seção seguinte.

## 2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

A avaliação de desempenho de cada aluno é composta pelas atividades realizadas durante o semestre acadêmico, portanto, de forma contínua e cumulativa, prevalecendo aspectos qualitativos e quantitativos. Pode ser dividida em duas etapas: 1) a primeira parte compreende a atividade ABProb e uma prova individual obrigatória aplicada depois de transcorridos 50% das aulas do semestre, aproximadamente. Do total das questões da prova individual, 30% dos problemas são vinculados ao projeto estrutural que será desenvolvido posteriormente. Assim, vários conceitos abordados em sala de aula já estão articulados com o projeto estrutural nesta etapa do desenvolvimento; 2) a segunda parte do processo de avaliação do aluno refere-se à atividade ABProj e uma prova individual obrigatória. Nesta avaliação individual há três questões (50% do total) diretamente correlacionadas ao projeto estrutural e contextualizadas com os conteúdos conceituais, uma vez que neste estágio os alunos já concluíram a análise estrutural e finalizam a produção dos relatórios. A nota final atribuída aos alunos é a média entre as notas obtidas na primeira e segunda parte do projeto. Dessa forma, a avaliação de desempenho dos alunos é integrada e criterial, incluindo a análise da evolução das diferentes competências.

A avaliação da percepção dos alunos quanto ao desenvolvimento e eficácia do projeto é realizada por meio de um questionário baseado no modelo descrito por Bressane et al. (2017).

O questionário organizado nesse projeto é composto por nove questões, a saber:

- 1) A minha participação nas atividades do projeto foi plena;
- 2) O projeto motivou meu interesse pelos conteúdos da disciplina “Resistência dos Materiais”, pois percebi melhor a importância para minha profissão;
- 3) Eu tinha todos os pré-requisitos necessários para iniciar o projeto; Não precisei de ajuda ou estudar conteúdos já vistos nos semestres anteriores;
- 4) Sugiro que o modelo de atividade de aprendizagem ativa também seja aplicado em outras disciplinas do curso;
- 5) Todos os colegas da minha equipe participaram ativamente no projeto;
- 6) A atividade me fez sentir mais confiante para a avaliação individual;
- 7) A forma como as equipes foram organizadas (por sorteio) possibilitou o desenvolvimento de minhas habilidades de administração de trabalho em grupo; importantes à vida profissional;
- 8) As atividades proporcionaram condições para desenvolver habilidades de proatividade, criatividade e visão crítica;
- 9) Sinto-me mais preparado para cursar as disciplinas do ciclo profissional, quando forem necessários os conteúdos abordados neste projeto.

Para cada item acima, o aluno deve assinalar uma das cinco alternativas quanto ao juízo: concordo plenamente, concordo parcialmente, indiferente, discordo parcialmente e discordo plenamente. A estruturação do questionário permite, portanto, uma avaliação dos componentes de aceitação, motivação, humanista e funcional das atividades desenvolvidas. A análise quantitativa é realizada pela técnica de Likert (BRESSANE, 2017).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de formação do profissional da Engenharia, o ensino deve ter como objetivo propiciar uma aprendizagem significativa, contextualizada e orientada para o uso de tecnologias contemporâneas. Além disso, deve aplicar o uso de recursos da inteligência, gerando habilidades em resolver problemas e conduzir projetos nos diferentes segmentos do setor produtivo.

É indispensável que o profissional seja capaz de exercer valores e condições de formação humana, considerados indispensáveis no mundo do trabalho atual, além do preparo requerido para construção de competências técnicas. Do ponto de vista de habilidades básicas, para se envolver ativamente no processo de aprendizagem o aluno deve: ler, escrever, perguntar, discutir ou estar ocupado em resolver problemas e desenvolver projetos. Além disso, deverá realizar atividades mentais de alto nível, tais como: análise, síntese e avaliação. Nesse sentido, as estratégias que promovam aprendizagem ativa podem ser definidas como sendo atividades que ocupam o aluno em fazer alguma coisa e, ao mesmo tempo, o leva a pensar sobre as coisas que está fazendo (SILBERMAN, 1996).

Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor não atua apenas como fonte única de informação e conhecimento. Independente da estratégia utilizada para promover a aprendizagem ativa, é essencial que o aluno faça o uso de suas funções mentais de pensar, raciocinar, observar, refletir e entender em conjunto com outras que formam a inteligência. Nesse sentido, as pesquisas mostram que a aprendizagem ativa é uma estratégia de ensino muito eficiente. Sendo assim, a diferença fundamental que caracteriza um ambiente de aprendizagem ativa é uma estratégia de ensino eficaz, com métodos ativos, onde os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm as informações por mais tempo e aproveitam as aulas com mais prazer e participação (SILBERMAN, 1996).

O Ensino de Engenharia indiscutivelmente oferece inúmeras oportunidades de aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem nas diferentes áreas de formação profissional. Dentre as estratégias que podem ser utilizadas para se conseguir ambientes de aprendizagem ativa em sala de aula, Bonwell et al. (1991) destaca a discussão de temas de interesse profissional, trabalho em equipe com tarefas colaborativas, geração de ideias para solução de um problema, modelagem e simulação de processos e sistemas, dentre outros. Nessa perspectiva, assegura-se que todo recurso que promova o envolvimento e a participação ativa do aluno no processo de aquisição do conhecimento contribui para formação de ambientes ativos de aprendizagem. Para esse fim, pesquisas recentes sugerem Metodologias Ativas de Aprendizagem em que os alunos sejam autônomos e participem efetivamente de atividades que promovam síntese, análise e avaliação dos conteúdos estudados (RIBEIRO, 2005; COSTA, 2010; LEMES, 2010; BARBOSA, 2013; BRESSANE, 2017; BACICH, 2018), tal como a estratégia didática elaborada neste trabalho por meio das atividades combinadas de aprendizagem baseada em problemas (ABProb) e aprendizagem baseada em projetos (ABProj).

Até o presente momento, a primeira parte das atividades (ABProb) já foi concluída. A realização da atividade “dinâmica quebra-cabeças”, a qual é um método de aprendizagem colaborativa, foram identificados os aspectos relativos aos conteúdos já apropriados (ou não) pelos alunos. Como as situações-problema desta atividade envolviam o cálculo de esforços em membros de treliças, a metodologia ABProb foi uma oportunidade para recapitular este conteúdo tão importante à formação do engenheiro, sobretudo, àquelas dedicadas ao cálculo estrutural. Durante a etapa inicial, em que o professor interagiu com os grupos de alunos, observou-se um maior número de questionamentos relacionados ao cálculo de esforços em treliças. Como os problemas eram articulados com conceitos de mecânica dos materiais, os alunos já percebiam a aplicabilidade dos conteúdos na prática da engenharia. Vale a pena notar também a responsabilidade do aluno concebida com o seu processo de aprendizagem, bem como com seus pares, a partir das discussões originadas pelas situações-problemas. De fato, o ensinar contribui com o aprender. Na aula seguinte foi aplicada a primeira prova obrigatória do semestre acadêmico, a qual continha duas questões (do total de seis) diretamente vinculadas com a atividade ABProb. Em torno de 65% dos alunos obtiveram sucesso nas duas questões ligadas à atividade ABProb aplicada na aula anterior. Em semestres anteriores, onde o projeto não foi realizado, o índice de sucesso em questões similares foi em torno de 35%, refletindo em um baixo índice de aproveitamento na avaliação individual. Esta melhora observada no desempenho dos alunos, motiva-os a envolverem-se na atividade subsequente (ABProj) de maneira proativa, estimulando também um aprendizado mais consistente e permanente dos temas estudados.

A segunda parte do projeto é dedicada à metodologia ativa ABProj, onde os alunos desenvolveram um projeto estrutural metálico no formato de pórtico constituído por uma treliça do tipo Howe. É importante lembrar que este projeto estrutural é simplificado com o objetivo de articular os conceitos de estática e mecânica dos materiais com um projeto de engenharia civil. Dessa forma, a treliça é analisada isoladamente. Em uma situação real, a cobertura de um galpão, por exemplo, é composta por vários pórticos (e treliças) conforme o dimensionamento do projeto, exigindo um detalhamento descritivo minucioso. Até então, os alunos já concluíram a modelagem dos projetos no programa Ftool 3.0, determinando os esforços em cada componente da estrutura. Ao comparar os resultados da modelagem com os obtidos manualmente, os alunos tiveram a oportunidade de identificar e discutir com seus pares os erros nos cálculos manuais e, portanto, tornando-se uma ocasião ímpar de aprendizagem cooperativa. O próximo estágio será a aplicação dos resultados da modelagem do projeto estrutural utilizando o guia apresentado no item 2.3. Nesta etapa, os alunos deverão articular, de forma mais eloquente, os conceitos de mecânica dos materiais para produção do relatório descritivo do projeto estrutural, identificando as tensões e deformações dos componentes, o dimensionamento dos parafusos das conexões, etc. Enfim, é neste estágio da atividade ABProj que o aluno perceberá de forma mais ampla a importância e a aplicabilidade dos conteúdos da resistência dos materiais na Engenharia Civil. Também, espera-se que o desempenho dos alunos na segunda avaliação individual seja substancialmente melhorado devido às estratégias didáticas aqui sugeridas, quando comparado ao desempenho obtido com o processo ensino-aprendizagem no formato tradicional de aulas expositivas. Ademais, as metodologias ativas propostas

podem contribuir significativamente à formação do aluno, ao passo que no decorrer do curso os conteúdos estudados serão certamente abordados no ciclo profissional do curso de bacharelado em Engenharia Civil.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação das Metodologias Ativas de Aprendizagem ABProb e ABProj é uma estratégia de ensino efetiva quanto ao envolvimento dos alunos pelas atividades propostas, estimulando-os pelo interesse no estudo dos conteúdos de resistência dos materiais, uma vez que percebem sua importância e aplicabilidade na Engenharia Civil. Embora estejam em fase de desenvolvimento, as atividades de metodologias ativas apresentadas neste projeto têm muito a contribuir para melhoria da eficiência e eficácia da aprendizagem no contexto do Ensino de Engenharia.

#### REFERÊNCIAS

- [1] ARAÚJO, Ulisses Ferreira. Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior. 1ª edição, São Paulo: Summus, 2009.
- [2] ARONSON, Elliot et al. The jigsaw classroom. 1a edição, Beverly Hills: Sage, 1978.
- [3] BACICH, Lilian; MORAN, José. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. 1ª edição, Porto Alegre: Penso, 2018.
- [4] BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. Boletim Técnico do Senac, Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.48-67, 2013.
- [5] BELLEI, Ildony H.; PINHO, Fernando O.; PINHO, Mauro O. Edifícios de múltiplos andares em aço. 2ª edição, São Paulo: Pini, 2008.
- [6] BONWELL, Charles; EISON, James. Active learning: creating excitement in the classroom. Washington D.C.: Eric Digest, 1991.
- [7] BRESSANE, A.; ROVEDA, S.R.M.M.; ROVEDA, J.A.F. et al. Aprendizagem baseada em dinâmicas: uma proposta pedagógica para formação integral na engenharia. Revista de Ensino de Engenharia, v.36, n.1, p.59-71, 2017.
- [8] LEMES, Marcus Alessandro Ribeiro. Software Ftool aplicado em resistência dos materiais. 2010. 60f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Rio Verde.
- [9] LONGO, H.I. A qualificação do engenheiro para avaliar projetos de estruturas. Revista de Ensino de Engenharia, v.35, n.1, p.35-43, 2016.
- [10] NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. Aprender a aprender. 2ª edição, Lisboa: Plátano, 1999.
- [11] RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. 2005. 209 f. (Tese de Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- [12] SANTOS JR., E; BARBOSA, J.R.A.; DE LIMA, W.N.; RODRIGUES FILHO, J.M. Metodologias ativas aplicadas em Resistência dos Materiais para Engenharia Civil: Projeto estrutural metálico simplificado usando recurso computacional. In: XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, 2018, Salvador, BA. Anais (online). Brasília: ABENGE, 2018. Disponível em: <[http://www.abenge.org.br/sis\\_artigos.php](http://www.abenge.org.br/sis_artigos.php)>.
- [13] SCHÖN, Cláudio Geraldo. Mecânica dos materiais: fundamentos e tecnologia do comportamento mecânico. 1ª edição, São Paulo: Campus, 2013.
- [14] SILBERMAN, Mel. Active learning: 101 strategies to teach any subject. 1ª edição, Boston: Allyn & Bacon, 1996.
- [15] TECGRAF, Instituto Tecgraf de Desenvolvimento de Software Técnico Científico PUC/Rio: Software Ftool 3.0 (2012). Disponível em <https://www.ftool.com.br/Ftool>. Acesso em: 31 mar. 2018.



# Capítulo 13

## *ABP aplicado ao ensino de engenharia da computação: uma proposta prática nas disciplinas de gerenciamento de servidores e segurança computacional*

*Gustavo dos Santos De Lucca*

*Daniel Basílio Marcelo*

*Jovani Castelan*

**Resumo:** Este estudo visa demonstrar a implementação de Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) aplicado ao ensino de Engenharia da Computação. Busca-se a partir da experiência executada, demonstrar os métodos aplicados, bem como o formato de aplicação. A abordagem para as disciplinas do curso fora adotada em consonância com a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) e também com a Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom). A experiência ocorreu para a área de Gerenciamento de Servidores, disciplina do 8º semestre, e também da disciplina de Segurança Computacional, do 9º semestre do curso de Engenharia da Computação da Faculdade SATC. Com uso de ferramentas de suporte como Moodle, Microsoft Office 365 e Microsoft Office Mix. A experiência demonstrou resultados enriquecedores para o desempenho das atividades e condução da metodologia de aprendizagem. O estudo está baseado na Metodologia apresentada, e também em feedbacks dos estudantes no que tange o acompanhamento e a abordagem utilizada na disciplina.

**Palavras-chave:** ABP. Sala de Aula Invertida. Ensino de Engenharia. Aprendizagem Ativa.

## 1 INTRODUÇÃO

Os novos instrumentos de avaliação do MEC sugerem uma nova abordagem para o ensino nas faculdades brasileiras. Por exemplo, o novo instrumento apresenta a palavra aprendizagem inúmeras vezes. Palavra essa que se comparada ao instrumento anterior, não era visualizada da mesma forma. Dessa maneira, entende-se que os princípios teóricos e metodológicos que devem nortear a prática pedagógica partem do pressuposto que na formação superior, o estudante deve desenvolver a habilidade de produzir conhecimento próprio, afim de assegurar a qualidade e o rigor científico para a formação. Para tal, baseia-se na compreensão de que o conhecimento é construído em um ambiente em que o processo de formação profissional seja dinâmico, questionador e interdisciplinar.

Diante do cenário atual, que busca profissionais criativos, críticos, e que saibam colaborar em equipes de trabalho, a metodologia a ser adotada pelas IES deve considerar o processo de ensino e o de avaliação como processos integrados, onde docentes e discentes reflitam sobre suas ações e estratégias de forma que resulte em uma aprendizagem efetiva, obtendo dessa forma a qualidade da formação do ensino superior (Furtado, 2013).

Para que uma proposta metodológica se caracterize como Metodologia Ativa de Aprendizagem (MAA), será necessário que o aprendizado ocorra a partir de problemas e situações reais. Segundo Morán (2015), “os problemas e as situações reais devem ser os mesmos que os discentes vivenciarão na vida profissional, de forma antecipada, durante o curso.”. Diante disso, os docentes devem ser capazes de apresentar cenários de problemas reais, onde possam desenvolver competências de forma estruturada e formal. Além disso, os docentes devem definir quais conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais são importantes.

Tomando por base a afirmação de Morán, pode-se elencar diversas características as quais as MAA refletem, como por exemplo, Resolução de Problemas, Pesquisa, Colaboração, Comunicação, Trabalho em Equipe, Investigação, Tomadas de Decisões, Criatividade, Senso Crítico, Autonomia, Aproximação da formação acadêmica e profissional, Aprendizagem em Pares, Construção do Conhecimento, entre outros. A Sala de Aula Invertida (Flipped Classroom), mencionada como uma das técnicas de MAA, inverte o ensino-aprendizagem e quebra alguns paradigmas. Dentre eles, a forma que o estudante se apropria do conteúdo e como o tempo em sala de aula é utilizado. Em relação ao conteúdo, o professor deixa de dar uma aula expositiva para passar textos, podcasts, vídeos, entre outros materiais, que auxiliem na compreensão dos conteúdos. Bergmann e Sams (2016) também ressaltam a importância de o professor não apenas passar o texto ou vídeo, mas sim promover questionamentos que ajudem os estudantes a pensarem sobre o que estão aprendendo.

Dentre todas as MAA a ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – Problem-Based Learning) é a que mais contempla as habilidades e atitudes que se almeja estarem desenvolvidas ao final da formação dos estudantes, e que aproxima o conhecimento do estudante da prática profissional.

Para que os l investiguem o problema que lhes é apresentado, é necessário que eles leiam atentamente, interpretem e identifiquem os conceitos que não sabem e precisam aprender. Assim saberão em que focar durante o processo investigativo. Porém, também identificarão o que sabem sobre o problema apresentado para iniciar essa investigação. É importante ressaltar que, se os discentes tentarem resolver só com o que sabem, não poderão avançar nos seus conhecimentos e nem alcançar o objetivo de aprendizagem. Eles devem ser encorajados a elencar seus questionamentos e buscar respostas.

A introdução das MAA em uma instituição de ensino superior é um desafio importante, pois provoca mudanças disruptivas na forma de pensar o processo de ensino-aprendizagem. Atualmente o mundo passa pela quarta revolução industrial, convergindo tecnologias digitais físicas e biológicas em um mundo cibernético. A indústria 4.0 e seus atores – Internet das Coisas (IoT), computação em nuvem e a ciência de dados – fazem parte do nosso dia-a-dia.

A busca pela inovação e pela reforma do ensino superior por meio da implementação das MAA, parte da urgência em desenvolver habilidades e competências. (BELHOT, 1997; BROCKMAN, 2013; COLENCI, 2000; RIBEIRO, 2010; PINTO et al, 2014; RIBEIRO, 2016; SILVA e CECILIO, 2007) “Além disso, uma vez que os problemas têm se tornado cada vez mais complexos, exigindo profissionais das mais diversas áreas para que possa resolvê-los, torna-se imprescindível que o engenheiro seja capaz de trabalhar em equipes multidisciplinares” (JENSEN apud SIMON et al, 2003). Além da formação discente, Silva e Cecilio (2007) apontam outra questão importantíssima, que é a relação entre teoria e prática, em que professores precisam não ter somente o domínio científico e profissional, mas também o pedagógico.

Cientes da complexidade do contexto educacional no ensino superior, e as dificuldades encontradas para a implementação de novos modelos de ensino, propõe-se a implementação de MAA através da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – Problem- Based Learning). A ABP possui diversas vantagens, dentre elas a motivação e o engajamento para com as atividades. Porém, segundo pesquisas de 4% a 20% dos discentes não se adaptam a ABP, mesmo assim, esses que não se adaptam preferem a ABP aos métodos tradicionais de ensino (ALBANESE & MITCHEL, VERNON & BLAKE, DOCHY e colaboradores apud RIBEIRO, 2010).

Este trabalho está dividido nas seções que seguem contendo a Metodologia aplicada nas disciplinas. Para cada seção apresentada, são exibidos os resultados coletados baseados em feedbacks dos estudantes, bem como, o uso de ferramentas tecnológicas de apoio. A última seção contém as considerações finais do trabalho.

## 2 METODOLOGIA

A disciplina de Gerenciamento de Servidores ocorre atualmente no 8º semestre do curso de engenharia da computação, a mesma possui uma carga horária de 60 horas divididos em 20 encontros. O principal objetivo da disciplina é entender e aplicar os conceitos básicos que regem o gerenciamento de servidores, além de adquirir conhecimentos avançados que permitam entender a necessidade e a implementação necessária para que Servidores permaneçam disponíveis. Sendo possível atingir esse objetivo com conteúdo como modelos e plataformas para gerência de redes, conceitos e políticas de administração, administração de servidores, switches e roteadores, gerenciamento de redes e protocolos de gerência de redes.

A disciplina de Segurança Computacional é lecionada no 9º semestre do curso de Engenharia da Computação, possuindo também uma carga horária de 60 horas divididos em 20 encontros. Essa possui o objetivo de ensinar aos estudantes a proteger a informação. Atualmente existem normas que sugerem boas práticas para aplicar a segurança da informação, como por exemplo, as normas ISO 17799 e ISO 27001.

Dessa forma, o objetivo da disciplina de segurança computacional busca prover aos estudantes, as competências necessárias para que essa informação seja protegida. Como proposição de ementa para a disciplina, tem-se: conceitos fundamentais e políticas de segurança, criptografia, autenticação, certificados digitais, aplicações de segurança como IPsec, SSL, PGP e S/MIME, VPN, controle de acesso, confidencialidade, integridade, disponibilidade, autenticidade, não repúdio, arquiteturas de segurança, segurança na internet, vulnerabilidades de sistema operacional, arquiteturas de proteção, ISO 17.799 e ISO 27.001, técnicas e tipos de ataque, plano de contingência, protocolos de segurança, ferramentas de segurança, segurança em sistemas operacionais e em redes de computadores, análise de riscos e estratégias de segurança, e por fim, auditoria de sistemas.

As duas disciplinas propõem que se apliquem atividades práticas de implementação, principalmente, no que tange uso de serviços em servidores, bem como atividades práticas que envolvam implementações de ferramentas de segurança, testes em segurança e elaboração de documentação de segurança. Destaca-se ainda que, em uma análise do perfil do estudante do curso de Engenharia da Computação da Faculdade SATC, identificou-se uma importante competência nos estudantes da instituição: a pró-atividade. Característica essa, vital para os profissionais e estudantes da área da computação, pois estes precisam se atualizar das novas tecnologias que surgem a cada momento.

Diante disso, justifica-se que em disciplinas nas fases finais dos cursos de computação, permitam-se que implementem as MAA, em consonância com os dois métodos apresentados, como ABP e Flipped Classroom.

A metodologia utilizada no decorrer das disciplinas é apresentada na figura 1. Pode-se observar que o método buscou que o estudante estivesse no centro das atenções. O formato para que se pudesse implementar as MAA nessas disciplinas e que se conseguisse atingir os objetivos de aprendizagem, foi a montagem de alguns cenários fictícios. Porém, levando em consideração casos reais, como eventos de segurança e sinistros de empresas da região. Esses cenários são apresentados na tabela 1.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia apresentada.

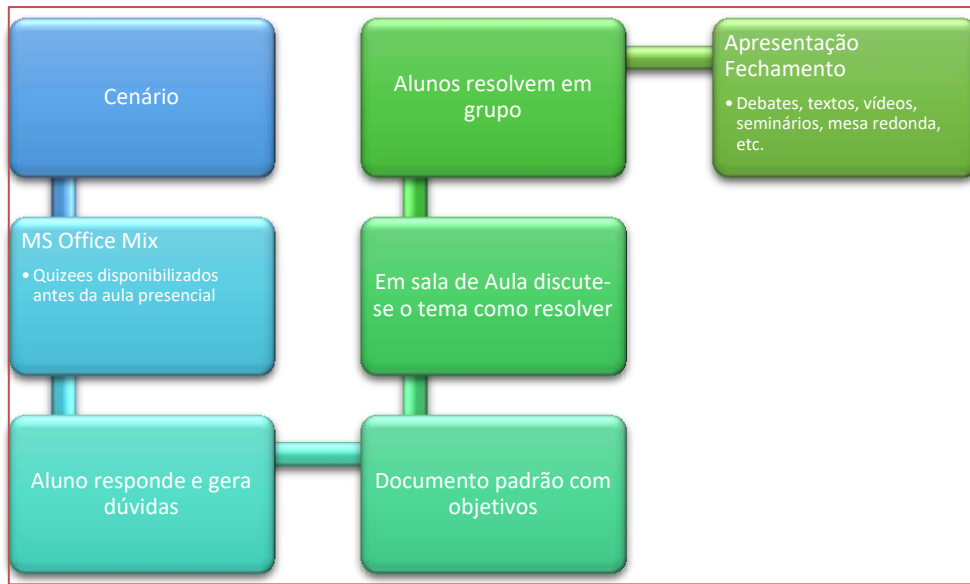


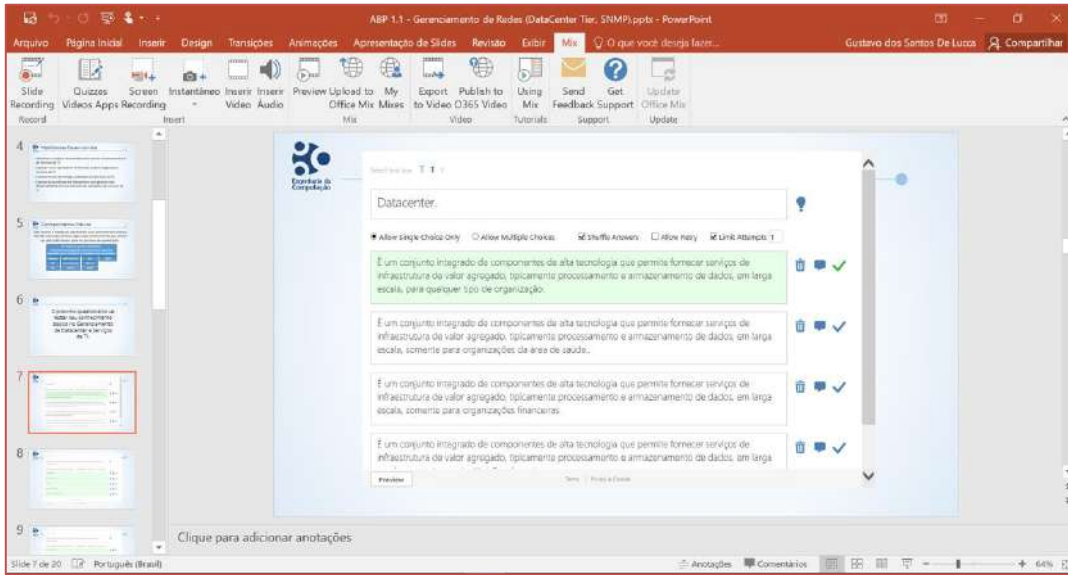
Tabela 1 – Cenários aplicados no andamento das disciplinas.

Cenário 1	Segurança de Rede Wi-Fi
Cenário 2	Desenvolvimento Seguro de Software
Cenário 4	Governança das PME
Cenário 7	Ataques de Formulários da Web
Cenário 9	Engenharia Social

A proposta para resolução dos cenários propostos foi por meio da montagem de equipes promovendo um formato de distribuição das equipes durante o andamento das disciplinas. Foram criadas equipes diferentes para cada cenário, onde buscou-se não repetir os estudantes no mesmo grupo. Essa mescla dos estudantes em equipes diferentes, criou uma forma de interação, que por vezes, sendo com o perfil da computação, não desenvolvem a competência de trabalho em equipe e/ou habilidades de comunicação. Permitiu-se então por meio dos grupos diferentes que o estudante estivesse em contato com diversos colegas, e que desenvolvesse a capacidade de comunicação, devido a necessidade de conversas com os membros da equipe, e também a análise de cenários com pessoas externas à disciplina.

Alguns procedimentos foram adotados usando recursos de ferramentas de apoio ao processo de ensino/aprendizagem. Uma delas foi a utilização do Microsoft Office Mix, utilizado como uma maneira de distribuição do conteúdo antes da aula, buscando-se adoção do Flipped Classroom. Por meio do Microsoft Office Mix, utilizou-se um recurso chamado de Quizzes, como pode-se observar na Figura 2. Esse mecanismo foi utilizado buscando-se, primeiro, verificar o engajamento dos estudantes na visualização e observação dos cenários, e, segundo, utilizou-se dos quizzes para que pudesse ser efetuado uma avaliação diagnóstica dos estudantes. Assim, com o resultado das respostas dos estudantes, foi possível identificar conceitos onde a maioria dos estudantes tinha dificuldades. Propondo assim um ensino personalizado.

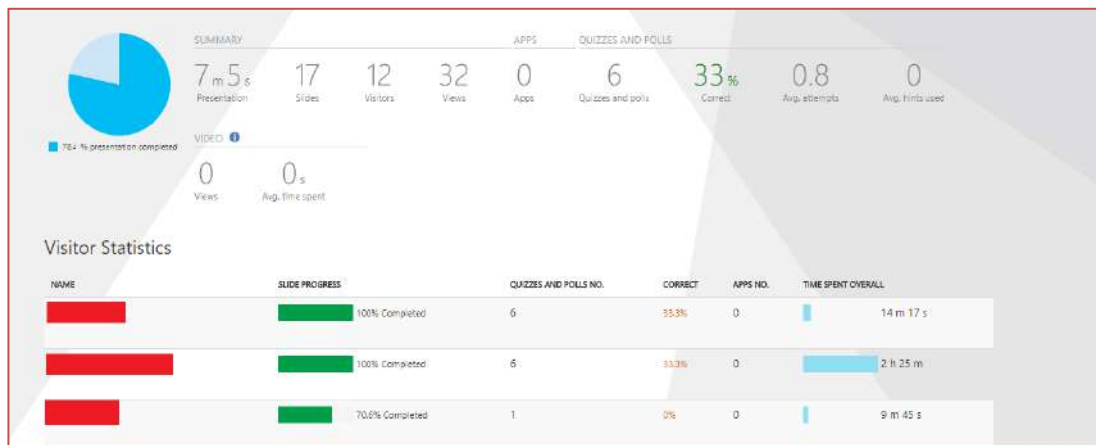
Figura 2 – Implementação de Quizz diretamente na aula.



O uso do Microsoft Office Mix permitiu que o professor pudesse acompanhar o tempo que cada estudante passou na utilização do recurso, bem como realizar uma análise prévia de que parte do conteúdo realmente seria necessária uma abordagem mais aprofundada. Didaticamente, foi possível identificar que, por vezes, o estudante tornou-se mais produtivo, pois o tempo em sala de aula, de certa forma reduzido, permitiu-se uma discussão de pontos específicos do conteúdo, bem como atividades e discussões para soluções dos cenários (problemas) apresentados. A Figura 3 permite uma visualização da tela de administração do Microsoft Office Mix, que contém dados para que o professor possa gerir o processo de ensino e aprendizagem.

Atualmente a Faculdade SATC, utiliza-se do MOOC (Massive Open Online Courses) – Moodle para disponibilização dos conteúdos, tarefas, compartilhamento de informações, etc. Diante disso, o professor, usou-se também desse recurso para que os estudantes pudessem acompanhar o andamento da disciplina, com os links de acessos aos cenários. E ainda, para entrega de atividades desempenhadas para a resolução dos problemas.

Figura 3 – Gerindo informações do processo de ensino-aprendizagem (tempo, % de acerto nos exercícios, etc).



Uma das abordagens de MAA, sugere-se que haja um fechamento. E por vezes, essa é uma das dificuldades que é observada na implementação do ABP ou Flipped Classroom. O professor conduz os estudantes para a atividade e os estudantes atendem o que foi proposto, porém, não ocorre um fechamento. Para que esse processo não ocorresse de maneira desordenada, e também por entender que o estudante ainda não estava totalmente preparado para a nova metodologia, criou-se um documento padrão de documento de entrega. Esse modelo contendo alguns campos específicos, permitiu que o estudante, que até então, não conhecia a metodologia, pudesse desempenhar suas funções na Equipe. Os campos criados no formulário foram os apresentados na Tabela 2. O modelo propõe uma Missão, os Objetivos, um Escopo, um Fluxograma de Atividades, algumas considerações como Referencial Bibliográfico, Metodologia Aplicada e ainda, em alguns casos, etapas de implementação.

Tabela 2 – Campos e definição de modelo de entrega.

Missão	Problema propriamente dito, deve contemplar dois documentos em caso de mais de uma tarefa a ser resolvida.
Objetivos	Como a missão será alcançada? (Devemos fazer isso, faremos aquilo)
Escopo	Delimitação da atividade, conceitos necessários (O que o time precisa e é necessário fazer?)
Fluxograma de Atividades	Elencar atividades a serem desenvolvidas com responsabilidades.
Considerações	Referencial bibliográfico: artigos, livros, documentos, entre outros; Metodologia aplicada; Implementação (caso houver): descritivo de atividades;
Feedback	Deverá ser fornecido um documento/vídeo/áudio chamado “Reflexão sobre a Aprendizagem”, contendo uma auto-avaliação do acadêmico e do time. A auto-avaliação deve responder as seguintes perguntas: O que você aprendeu? O que funcionou bem no desempenho da atividade? O que não funcionou bem? Ações para futuras melhorias?

Outra competência que buscou-se desenvolver no decorrer das disciplinas é no que tange a oratória e apresentação de trabalhos em público. Para atingir esse objetivo de aprendizagem, buscou-se métodos diferentes de apresentação, como por exemplo, apresentações em formato de Mesa Redonda, Debates, Pitches em formato de Vídeos, entre outros. Uma forma de transformar a apresentação em um formato mais dinâmico, foi de promover a interação de duas equipes, para que cada equipe apresentasse a solução melhor elaborado entre as duas. Isso provocou uma interação bem interessante, permitindo a defesa de pontos de vistas com argumentações.

Uma outra atividade desempenhada pelo professor, e também com o auxílio de ferramentas online, foi a coleta de alguns feedbacks dos estudantes para que fosse possível uma melhoria no decorrer da implementação das metodologias. Por meio dos feedbacks buscou-se uma atualização no método no decorrer do semestre, permitindo uma melhora no processo de ensino e aprendizagem. Para essa coleta de feedbacks utilizou-se o Forms ferramenta vinculada ao Microsoft Office 365.

### 3 RESULTADOS

Ao lidar com o processo de aplicação das MAA em turmas as quais estavam acostumados em sua aula totalmente tradicionais, presenciou-se, de fato, certas restrições ao método. Em se tratando ainda de duas disciplinas em fases finais de graduação, onde o estudante já foi ensinado durante um longo período em um formato, foi bastante desafiador.

Enfrentou-se problemas com alguns estudantes e abordagens alegando que o professor estava transferindo sua responsabilidade de ensinar ao estudante e de que o professor estaria deixando de praticar sua atividade para que o estudante buscasse por conta própria também foram registrados. De

qualquer forma, a partir do momento em que conseguiu-se demonstrar os benefícios da metodologia, como o formato da abordagem, depois de alguns ajustes no início da apresentação dos cenários, foi possível identificar um interesse maior pelas disciplinas. E ainda, conseguiu-se demonstrar a capacidade de integração das MAA.

Relata-se alguns feedbacks de alguns estudantes, esses feedbacks serão apresentados de maneira anônima. Como por exemplo: "Ocorreu uma dinâmica e troca de experiências entre os membros da disciplina."; "A aula foi muito dinâmica e as discussões entre a equipe demonstram várias visões diferentes"; "A discussão no final, que trouxe a aprendizagem mais clara". Observa-se que os estudantes em um primeiro momento tiveram uma dificuldade em entender o processo, porém, após algumas etapas concluídas puderam observar o desenvolvimento das competências necessárias as disciplinas.

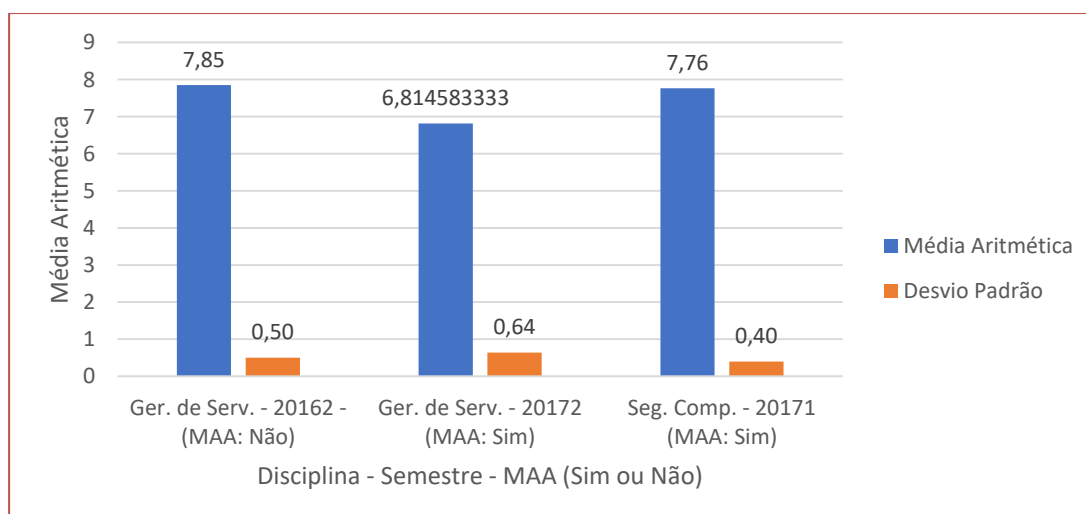
Além de feedbacks de que a abordagem estaria contribuindo para a condução das atividades, buscou-se alguns para que a metodologia pudesse ser melhorada, como por exemplo: "Perdemos muito tempo tentando descobrir o que fazer. Acho que uma explicação rápida do conteúdo e de uma situação problemática a ser resolvida funcionaria melhor. ". Após esse feedback, buscou-se antes de encaminhar os novos cenários aos estudantes, uma pequena explanação introduzindo o mesmo. Não abordando os conteúdos necessários, mas buscando-se o aprimoramento na montagem dos cenários.

Um outro feedback relata que: "Primeiro, adquira um conhecimento e implemente-o sem ter o caminho que normalmente é dado pela própria classe. No final, o resultado foi satisfatório com a apresentação". Diante desse feedback, fica interessante uma abordagem de que no início, não se sabia muito bem onde se queria chegar, ou seja, faz-se necessário uma reflexão se a montagem do cenário continha as informações necessárias ao desempenho das atividades.

Este, tratando já de um feedback mais completo, que permite ao professor entender a metodologia sob a ótica do estudante, que por vezes entende a necessidade, porém com um primeiro contato: "Os desafios propunham a interação entre a equipe, o modelo utilizado para apresentar os resultados alcançados. O comprometimento do professor em manter o método que está em processo de transição e ainda sofre muita resistência, sendo o perfil dos estudantes que estudam à noite, os que buscam o conforto de sentar e ouvir". E ainda, feedbacks mais diretos como: "Durante as atividades eu não vi progresso, não sabia como chegar a uma solução (sei que faz parte da metodologia), muito menos se estava no caminho certo.", diante desse tipo de feedback, o professor deve ser capaz de conduzir o estudante para a resolução, ele por si só deve chegar a uma posição de solução.

Os métodos de avaliação utilizados nas disciplinas, foram as apresentações das soluções dos problemas em formatos variados. Buscando-se a avaliação formativa desse estudante, ou seja, privilegiou-se uma formação de competências e de habilidades para o desempenho de atividades. Porém, como uma regra da instituição aplicou-se também avaliações somativas no decorrer das disciplinas. E apesar de não se ter adotado uma abordagem tradicional de ensino, o resultado durante as avaliações somativas foram bastante satisfatórios. A média para as disciplinas é apresentado na Figura 5, pode-se observar as médias aritméticas e o desvio padrão para as disciplinas.

Figura 5 – Média e Desvio padrão das avaliações somativas.



Compara-se ainda, para a disciplina de Gerenciamento de Servidores, o resultado final da disciplina aplicado no método tradicional, em 2016/2 em relação aos dados coletados em 2017/2. Pode-se observar que quando se compara esses semestres houve um decréscimo de 14% na média aritmética, porém, esse resultado pode estar ligado a diversos motivos, não somente a aplicação das MAA. Para a disciplina de Segurança Computacional, a mesma foi aplicada com MAA apenas um semestre, não possuindo dados comparativos. Porém, o resultado torna-se interessante, pois foi a primeira disciplina aplicada com MMA em 100% de suas atividades na Faculdade SATC.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que a metodologia usada no andamento das disciplinas tanto o ABP combinado a Sala de Aula Invertida permitiu alcançar os objetivos de aprendizado. As competências que são extremamente importantes nos dias de hoje permitiram aos estudantes dar maior importância ao progresso da disciplina. Sem sombra de dúvida, habilidades como trabalho em equipe, diminuição do constrangimento na apresentação, tarefa de pesquisa e pensamento crítico foram alcançados.

Além disso, permitiu-se alcançar algo extremamente importante no ensino das Engenharias, ensinar o estudante a resolver problemas, sem ao invés disso, apresentar apenas os conceitos. Foi possível desenvolver a capacidade de busca da solução pelo próprio estudante, buscando sempre os objetivos de aprendizagem. Dessa maneira, as MAA por meio da implementação dos métodos de Aprendizagem Baseada em Problemas e Sala de Aula Invertida apresentam uma metodologia passível para ensinar o estudante para a vida, e não somente para tirar boas notas.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Faculdade SATC por ter apoiado a iniciativa de termos implementado as MAA no âmbito do curso de Engenharia da Computação. E ainda, por ter acreditado no projeto de implementação de duas disciplinas de maneira completa em MAA. Sem esse apoio não teria sido possível alcançar os objetivos do mesmo.

#### REFERÊNCIAS

- [1] ARAÚJO, Ulisses F.; SASTRE, Genoveva (Org.). Aprendizagem Baseada em Problemas no Ensino Superior. 3ª edição, São Paulo: Summus, 2016.
- [2] BELHOT, Renato Vairo. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Escola de Engenharia de São Carlos. Reflexões e propostas sobre o “ensinar engenharia” para o século XXI. 1997.123p. Tese (Livre Docência)
- [3] BERGMANN, Jonathan; SAMS, Aaron. Sala de Aula Invertida: Uma Metodologia Ativa de Aprendizagem. Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- [4] BROCKMAN, Jay B. Introdução à Engenharia - Modelagem e Solução de Problemas. Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. - [Reimpr.]. - Rio de Janeiro : LTC, 2013.
- [5] COLENCI, Ana Teresa. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Escola de Engenharia de São Carlos. O ensino de engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica, 2000. 141p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)
- [6] FERAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: Revisão Teórica e Apresentação das Adequações do Instrumento Para Definição de Objetivos Instrucionais. Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.
- [7] FURTADO, A. F. Um estudo sobre o desafio do ensino de engenharia frente aos problemas econômicos, energéticos e a sustentabilidade. Anais: VII - Encontro de Pesquisa em Educação. Uberaba: 2013.
- [8] MAZUR, Eric. Peer Instruction: A Revolução da Aprendizagem Ativa. Porto Alegre: Penso, 2015.
- [9] MORAN, José. Mudando a Educação com Metodologias Ativas. 2015. Disponível em: <<http://www.youblisher.com/p/1121724-Colecao-Midias-Contemporaneas-Convergencias-Midiaticas-Educacao-e-Cidadania-aproximacoes-jovens-Volume-II/>>. Acesso em: 23 mar. 2017.
- [10] MUNHOZ, Antonio Siensen. ABP: Aprendizagem Baseada em Problemas: Ferramenta de Apoio ao Docente no Processo de Ensino E Aprendizagem. São Paulo: Cengage Learning, 2015.



- [11] PINTO, Antonio Sávio da Silva et al. O Laboratório de Metodologias Inovadoras e sua pesquisa sobre o uso de metodologias ativas pelos cursos de licenciatura do UNISAL, Lorena- estendendo o conhecimento para além da sala de aula. Revista de Ciências da Educação, São Paulo, v. , n. 29, p.67-79, jan. 2014.
- [12] RIBEIRO, Bruno Calafatti Dutra. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Escola de Engenharia de Lorena. O método de ensino Problem Based Learning e suas aplicações no curso de engenharia bioquímica da escola de engenharia de Lorena, 2016. Monografia.
- [13] RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino superior. São Carlos: EduFSCar, 2010a.
- [14] SIMON et al. A reforma do ensino de engenharia ao redor do mundo. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2003/artigos/EAA431.pdf>. > Acesso em: 15 mai. 2017.
- [15] SILVA, L. P.; CECILIO, S. A mudança no modelo de ensino e de formação na engenharia. Educação em Revista, Belo Horizonte, n. 45, p. 61-80, 2007 .

# Capítulo 14

## *Metodologia de aprendizagem ativa PBL aplicada em projeto de engenharia de controle e automação*

*Marina Rodrigues Brochado*

*Paulo Lúcio Silva de Aquino*

*Aldecir Alves de Araújo*

*Nathalia Santos do Nascimento*

*Caroline Serrão da Cunha*

*Mariana Brettas Martuscelli*

*Rodrigo Alves Aguiar Lopes de Melo*

*Isaac Amorim Santana*

**Resumo:** Nos últimos anos o ensino de engenharia e o processo de ensino aprendizagem estão cada vez mais passivo, baseado no discurso, o que se tornou menos eficiente que o processo baseado em práticas de engenharia. Este artigo apresenta a utilização da metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning – PBL) e suas principais características, por meio de pesquisa bibliográfica e sua aplicação nas disciplinas de projetos e protótipos I e II do curso de engenharia de controle e automação do CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Nas disciplinas os alunos desenvolvem atividade de projeto e a atividade prática com a produção de um protótipo, o que os motiva para uma aprendizagem autônoma e mais aprofundada, alicerçada no aprender fazendo. O Projeto partiu da necessidade da resolução de um problema da engenharia mecânica no processo de soldagem. Foi desenvolvido um protótipo de um sistema responsável por fazer a aquisição de dados em tempo real, referentes a temperatura, no processo de soldagem, como intuito de auxiliar a análise do comportamento do material durante esse procedimento e garantir a execução da melhor solda possível. Este artigo foi publicado no COBENGE 2018 - XLVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, em Salvador – Bahia – Brasil.

**Palavras-chave:** Aprendizagem ativa. Ensino em engenharia. Práticas de controle e automação. Metodologia PBL.

## 1 INTRODUÇÃO

As inúmeras mudanças que vêm ocorrendo na sociedade global têm gerado transformações nas opiniões, atitudes e comportamentos das pessoas em diferentes regiões do planeta. Hoje, atuamos em redes, ainda que de acordo com a cultura local e com características específicas em cada país. Essas permanentes e aceleradas transformações também têm afetado o cenário da educação brasileira e mundial, seja com a expansão e diversificação do sistema de ensino superior, seja com os novos perfis do estudante que ingressa nas universidades e do professor universitário, cuja formação pedagógica precisa ser diferenciada para lidar com estudantes do século XXI.

As alternativas desenvolvidas por consórcios de universidades americanas, como Edx iniciativa do MIT e Harvard (Edx, 2013) ou CourseWare, proposta por Stanford (Courseware, 2013); ou mesmo soluções adotadas por universidades brasileiras como a Universidade Aberta do Brasil, são soluções adotadas que vêm exigindo mudanças no processo de ensino e aprendizagem. Especificamente com relação à sala de aula, que vem sendo reestruturada tanto na sua estrutura, bem como na abordagem pedagógica.

Nesse contexto, o engenheiro, com formação especializada na solução de problemas específicos e limitados a determinados campos de interesse, precisa ser visto como profissional polivalente apto a contribuir para a solução de uma grande diversidade de problemas humanos, trabalhando em equipe e em temas transdisciplinares que envolvem a cooperação com muitas áreas do conhecimento.

Os docentes dos cursos de engenharia estão cada vez mais atentos às questões relacionadas aos desafios que se colocam na atualidade, e percebem que não mais é possível enfrentar estes desafios, adotando as tradicionais técnicas de ensino e sem conhecer os modos como os estudantes retêm o conhecimento, em busca das competências e habilidades para o mercado de trabalho e para a vida. Assim, segundo Belhot (2005) o avanço da tecnologia da informação e da comunicação e como as grandes transformações no campo do conhecimento levaram a questionamentos diversos como: 1) como transferir o conhecimento disponível de forma adequada e com qualidade? 2) Como facilitar a aquisição e o uso do conhecimento? Belhot (2005) lembrou ainda que "assim como a produção em massa caminha para a produção enxuta, ágil e flexível, a educação também caminha para um novo modelo". Um modelo novo, que utiliza diversas ferramentas e estratégias em prol da gestão da qualidade do processo ensino/aprendizagem.

Em diversos trabalhos e fóruns o papel do ensino de engenharia vem sendo discutido e alguns trabalhos evidenciam que a participação ativa do estudante aliada a um projeto tecnológico facilita a absorção do conhecimento e melhoram o aprendizado. Dentre estes estudos pode-se destacar o trabalho de Albaladejo et al., 2010, que tem como objetivo, demonstrar a construção de um mockup com o inter seccionamento da unidade de gerenciamento do motor (ECU), para uso em cursos de eletrônica automotiva, sendo possível estudar e observar os sinais gerados pelos diversos sensores existentes no veículo.

Nos últimos anos, tem se popularizado no ensino superior a metodologia da problematização também conhecida como Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning – PBL). Esta metodologia foi utilizada inicialmente nos cursos de Medicina, mas podem ser aplicadas também a outros cursos. Tal problematização da realidade ou parte dela é feita pelos estudantes. São eles também que selecionam, estudam e buscam solução de caráter técnico e científico para o referido problema (BERBEL, 2011).

Este artigo apresenta a utilização da metodologia de aprendizagem ativa Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning – PBL) e suas principais características, por meio de pesquisa bibliográfica e sua aplicação nas disciplinas projetos e protótipos I e II, no ano de 2018, do curso de engenharia de controle e automação do CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Os estudantes desenvolveram o projeto orientado pelos professores e fizeram a montagem do protótipo de um sistema de aquisição de dados para o controle de temperatura. O objetivo do sistema é possibilitar a analisar o comportamento dos materiais ao longo do seu aquecimento, tornando possível identificar suas curvas de temperatura, a fim de conseguir realizar de forma mais econômica a solda ideal para cada tipo de material. Esta metodologia objetiva alavancar a aprendizagem ativa e transferir parte da responsabilidade do processo de ensino aprendizagem para o estudante, sendo um agente ativo no desenvolvimento do projeto.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As metodologias ativas podem ser definidas como formas de procurar ensinar o estudante a fazer alguma coisa e, ao mesmo tempo, o levar a pensar sobre as coisas que está fazendo. Segundo Villas-Boas (2011), as abordagens de ensino aprendizagem ativas são mais eficazes na formação integral do engenheiro. E para

os autores, que desenvolveram estudos na área de formação profissional Bollela, Senger, Tourinho e Amaral (2014); Barbosa, Moura (2013); Berbel (2011); Mitre et al (2008); Bastos (2006); Bonwell e Eison (1991), o uso de metodologias ativas está apoiado no princípio da autonomia e em sala de aula é de vital importância devido ao impacto que podem ter sobre a aprendizagem dos estudantes. Portanto, uma abordagem criteriosa exige que os professores se tornem conhecedores das maneiras pelas quais as estratégias de metodologias ativas têm sido usadas com sucesso em muitas áreas.

Uma das estratégias que vem se popularizado no ensino superior é a metodologia ativa da problematização também conhecida como Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning – PBL). Foi utilizada inicialmente nos cursos de Medicina, mas podem ser aplicadas também a outros cursos. Tal problematização da realidade ou parte dela é feita pelos estudantes. São eles também que selecionam, estudam e buscam solução de caráter técnico e científico para o referido problema (BERBEL, 2011). Porém, a principal diferença entre a PBL e outros métodos de ensino-aprendizagem, tais como a aprendizagem ativa em equipes ou centrada nos estudantes é o fato de o problema direcionar e motivar a aprendizagem. O problema na PBL é um fim aberto, ou seja, não comporta uma única solução correta, mas uma (ou mais) melhor solução dadas as restrições impostas pelo próprio problema ou pelo contexto de aprendizagem em que está inserido, tais como tempo, recursos etc. Ademais, o problema na PBL promove a integração dos conceitos e habilidades necessários para sua solução, o que requer um processo de solução de problemas e o comprometimento com a aprendizagem autônoma por parte das equipes.

Nessa vivência, teoria e prática além de constantes, atualizam informações e a regulação (feedback) a ser seguidas para que o processo seja concluído. De acordo com Berbel (2011), nessa metodologia, a dinâmica da ação-reflexão-ação torna-se ação transformadora em algum grau, o que permite ao aluno o exercício da práxis educacional. Os alunos poderão também intervir e elaborar hipóteses de solução.

### 3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PBL NO CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

A aplicação da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning – PBL) foi utilizada nas disciplinas de Projetos e Protótipos I e II, no ano 2018, do Curso Engenharia de Controle e Automação do CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Os estudantes desenvolveram o projeto orientado pelos professores e fizeram a montagem do protótipo de um sistema de aquisição de dados para o controle de temperatura. O objetivo do sistema é a aquisição de dados em tempo real, referentes ao tempo e a temperatura, no processo de soldagem, como intuito de auxiliar a análise do comportamento do material durante esse procedimento e garantir a execução da melhor solda possível. Para isso foi necessário um estudo detalhado do problema e dos tipos de componentes adequados para as condições exigidas para o sistema, a fim de garantir a comunicação entre os dispositivos, obter o maior número de informações no menor tempo possível, suportar a temperatura a qual estará exposto, interpretar os dados e disponibilizá-los de forma mais precisa possível.

#### 3.1 ANÁLISE DO PROBLEMA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A transformação de metais nos produtos desejados, desde a produção de bens até serviços intermediários, é muito aplicada na indústria metalúrgica, a qual tem um de seus campos de estudo voltado ao processo de soldadura. Esse processo envolve a aplicação de uma fonte de calor bastante localizada e intensa que promove elevados gradientes térmicos ao longo da peça. A presença destes gradientes térmicos promove, por sua vez, o desenvolvimento de campos de deformação plástica não-homogêneos, responsáveis pelo surgimento de tensões residuais após o processo de soldagem. Dependendo da magnitude, as tensões residuais podem comprometer a integridade estrutural dos equipamentos e a sua previsão é bastante relevante (REZENDE, 2011).

A soldagem é muito utilizada na fabricação e recuperação de peças, equipamentos e estruturas e é responsável pela união de dois ou mais materiais, geralmente metais. O processo não ocorre tão facilmente porque a criação de ligações químicas entre os átomos das superfícies a serem soldadas é dificultada pela rugosidade microscópica e pelas camadas de óxido, umidade, gordura, poeira e outros contaminantes existentes em toda superfície metálica. O ideal é assegurar na junta a continuidade das propriedades físicas e químicas do material. Verifica-se que o problema está em fazer o controle da temperatura durante o processo de soldagem onde a difusividade térmica do material da peça influencia muito a Zona Termicamente Afetada (ZTA), região onde o material soldado não chega a fundir-se com alteração de sua microestrutura e de suas propriedades.

### 3.2 METODOLOGIA DO PROJETO

Para o desenvolvimento da metodologia foi necessário levantar a questão. É possível analisar os comportamentos dos materiais ao longo do seu aquecimento, tornando possível identificar suas curvas de temperatura, a fim de conseguir realizar de forma mais econômica a solda ideal para cada tipo de material? A solução encontrada para o problema foi o desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados para o controle de temperatura durante o processo de soldagem, responsável por fazer a aquisição de dados em tempo real, referentes a temperatura, no processo de soldagem, como intuito de auxiliar a análise do comportamento do material durante esse procedimento e garantir a execução da melhor solda possível.

Para o desenvolvimento do Projeto foi utilizada a metodologia da problematização também conhecida como Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning – PBL). A problematização da realidade foi apresentada pelos professores e os estudantes analisaram e buscaram a solução de caráter técnico e científico para o referido problema. Inicialmente, para estruturar o processo de criação do Projeto, foi necessário o estudo detalhado dos tipos de componentes adequados para as condições requeridas pelo sistema de aquisição de dados, a fim de garantir a comunicação entre os dispositivos, obter o maior número de informações no menor tempo possível, suportar a temperatura a qual estará exposto, interpretar os dados e disponibilizá-los de forma mais precisa possível.

Após a definição do Projeto os professores apresentaram a base teórica com a definição dos conceitos necessários para a construção do protótipo do sistema de aquisição de dados. Os professores em conjuntos com os estudantes definiram os materiais e equipamentos a serem adquiridos para o desenvolvimento do modelo do sistema de aquisição de dados para o controle do processo de soldagem. Os equipamentos selecionados foram o termopar, um sensor de temperatura, e o protocolo de comunicação SPI (Serial Peripheral Interface).

#### Termopar

O termopar é um sensor de temperatura, cujas propriedades de medição vêm sendo exploradas desde meados do século XIX. Sua aplicação se dá, principalmente, em operações que necessitam da aquisição de altos valores de temperatura onde a utilização de sensores termorresistivos se torna complicado ou mesmo inviável (ANALOGICA, 2013). Por isso, sua larga utilização nas indústrias principalmente nas áreas Siderúrgica e Cerâmica.

No mercado atual existem, pelo menos, dez tipos de termopares para diversas aplicações. De acordo com suas especificações técnicas, eles são capazes de registrar determinadas faixas de valores. A Figura 1 apresenta o Termopar tipo K revestido em cerâmica.

#### Características do Termopar

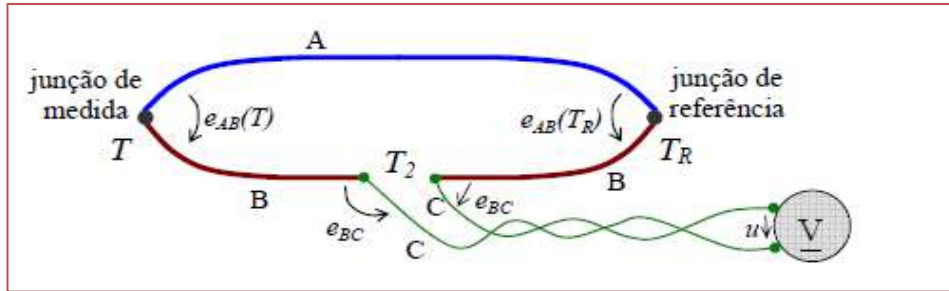
O termopar é constituído de dois metais, com propriedades termoelétricas diferentes, conectados por uma junta, em uma das extremidades, à Junção de Medição, e na outra, à Junção de Referência, conforme Figura 2. Em artigos publicados (ASTM, 1993) e livros técnicos (NICHOLAS, 2001) encontra-se metodologia de testes e medição com termopares.

Figura 1- Termopar tipo K revestido em cerâmica



Fontes: ASTM, 1993 e  
Nicholas, 2001

Figura 2- Circuito do Termopar



Fonte: Silva (2018)

A Equação (1) apresenta a tensão lida pelo voltímetro no circuito do Termopar.

$$(1) \quad \begin{aligned} \text{Tensão lida pelo voltímetro: } u(T) &= -e_{BC}(T_2) - e_{AB}(T_R) + e_{AB}(T) + e_{BC}(T_2) \\ &= e_{AB}(T) - e_{AB}(T_R) \end{aligned}$$

### 3.3 O PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO SPI (SERIAL PERIPHERAL INTERFACE)

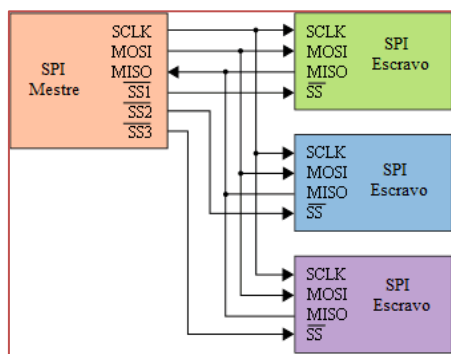
É um protocolo de dados seriais síncronos, criado pela empresa Motorola, que permite uma rápida comunicação em curtas distâncias, usado por microcontroladores para se comunicar com um ou mais dispositivos periféricos ou com outros microcontroladores.

Utiliza uma comunicação full-duplex, explicado posteriormente, entre um único mestre e vários escravos, onde o mestre é o componente central que coordena toda a comunicação, sendo responsável por enviar e receber os dados simultaneamente, para esta comunicação.

#### Características

A comunicação SPI possui uma direção fixa e definida para os sinais, ou seja, os sinais de entrada e saída não estão em um mesmo barramento de dados. Dessa forma, possui, no mínimo, 4 linhas de barramento, uma para o relógio (clock-SCLK), uma para a transmissão dos dados de entrada (MOSI, do mestre para o escravo), outra para os dados de saída (MISO, do escravo para o mestre) e a última para a seleção de escravos (SS), como pode-se observar na Figura 3.

Figura 3 – Linhas de comunicação SPI entre mestre e escravos.



O sinal SS é enviado na única linha que não é comum a todos os dispositivos e é ativa em nível baixo (zero do código binário) para troca de dados sincronizada pelo clock, ou seja, o dispositivo é selecionado para se comunicar com o mestre quando este pino está em zero. Este pino SS só possui utilidade quando o

dispositivo é o escravo e possibilita que o mestre possa ativar e desativar (quando está em nível alto, um) dispositivos específicos, o que significa que o escravo desativado não irá interferir na comunicação.

### 3.4 O PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO I2C (INTER-INTEGRATED CIRCUIT)

É um protocolo de curta distância, desenvolvido pela empresa Philips Semiconductor, há cerca de duas décadas, com o objetivo de compor uma interface simples e padronizada. Inicialmente foi utilizado de modo a interligar periféricos em uma mesma placa de circuito impresso, mas com o tempo passou a ser utilizado para fazer a interligação de componentes em placas diferentes. Encontra-se disponível em rede de comunicação (CIRCUIT BASIS, 2018, CORELIS, 2018 e MELO, 2018) uma detalhada descrição do protocolo.

#### Características

Este protocolo permite a comunicação entre diversos componentes através de um barramento de duas vias: uma de relógio (SCL), a qual é controlada pelo mestre e é responsável por sincronizar a saída de bits e levar o sinal do clock, e outra de dados (SDA), onde o mestre e o escravo enviam e recebem dados. Trata-se, então, de uma comunicação síncrona e serial, ou seja, os dados são transferidos pouco a pouco ao longo de um único fio, ou seja, é uma comunicação half-duplex, que precisa aguardar um dado ser transmitido para outro ser recebido (ou vice-versa).

A comunicação I2C é baseada na interação entre vários dispositivos seguindo a hierarquia mestre/escravo, onde pelo menos um destes deve atuar como mestre e os demais serão escravos. Diferentemente da comunicação SPI, o mestre é responsável por enviar e requisitar toda a informação aos escravos, os quais devem responder às requisições feitas.

Podem ser conectados vários escravos a um único mestre, sendo muito útil quando se deseja conectar mais de um microcontrolador registrando dados em um único cartão de memória ou exibindo texto em um único LCD.

### 3.5 MODELO DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

O sistema de aquisição de dados é composto por um componente central, o Arduino Mega, que se comunica com seis componentes escravos, Arduinos Pró Mini. Os escravos, se distribuem em seis blocos distintos que contêm o Arduino Pró Mini, um módulo leitor de temperatura MAX 6675 e um Sensor Termopar tipo K (ARDUINO, 2018 e MADEIRA 2018).

A componente central ou o Mestre, interage com os seis blocos, interligados em barramento, e armazena as informações vindas deles a todo momento que a solicitação é realizada. Cada escravo, permite comunicar à central a informação em tempo real da temperatura obtida no processo de soldagem que está ocorrendo.

Os sensores termopar são aqueles componentes em contato direto com o metal a ser soldado. Devido a sua capacidade de registrar altas temperaturas, foram escolhidos para o processo, já que esse envolve um ambiente de testes com temperaturas que atingirão os 1300 °C. A opção pelos termopares tipo K nesse Projeto, também, deu-se pelo baixo custo e fácil acesso no mercado, além de atender a faixa de valores de temperatura requisitadas.

No sistema, esses estão localizados em intervalos regulares próximos à região a qual deve ser realizada a aplicação da solda. Essa proximidade, deve ser associada a uma medida da variação da temperatura na região, que implicará em futuros estudos sobre a transferência ou espalhamento do calor pela área do material.

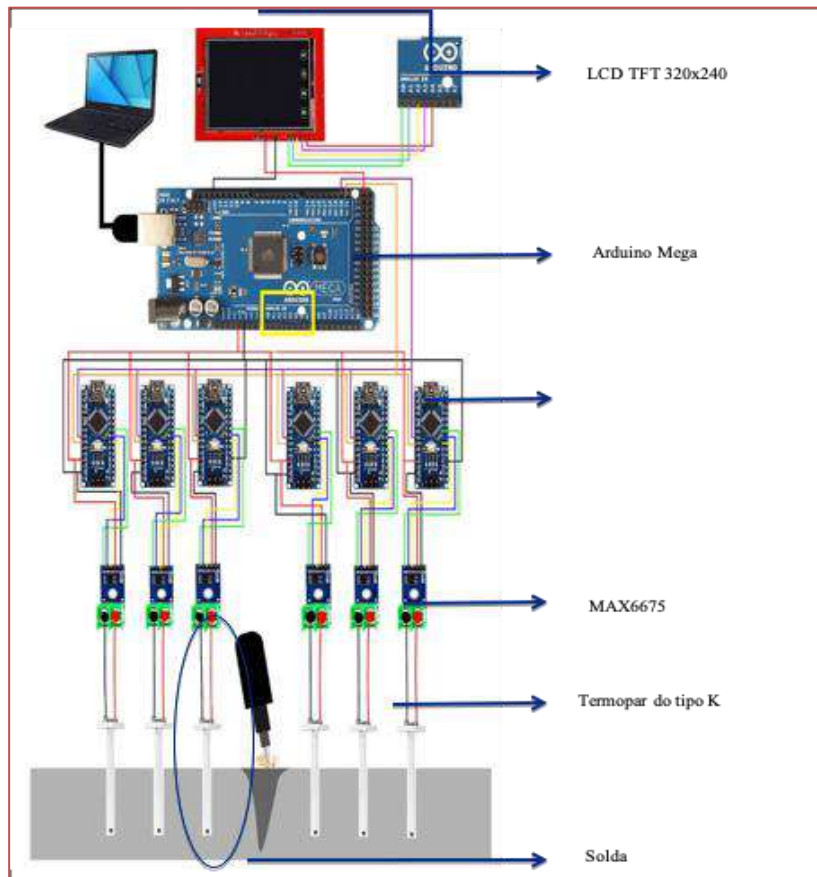
Os sensores, logo, serão conectados ao módulo leitor de temperatura (MAX6675) que associa cada leitura de diferença de potencial nos terminais do sensor à correspondente temperatura na região onde esse será disposto. O módulo também desempenha papel de intermediário entre a comunicação do termopar com a placa controladora do Arduino Pró Mini. O resultado de cada leitura do termopar é finalmente, exibida no display LCD. Em resumo, a informação coletada deve seguir a ordem:

Sensor → Módulo MAX 6675 → Arduino Pró Mini → Arduino Mega → Display

Os dados que chegarem à central, também, serão armazenados para análise posterior da transferência de calor no material soldado.

Na Figura 4 é apresentado o modelo de representação do sistema de aquisição de dados desenvolvido no Projeto.

Figura 4 – Modelo de Representação do funcionamento do sistema de aquisição de dados da temperatura nas proximidades de um metal durante o processo de soldagem



Fonte: Sistema de aquisição de dados produzido pelos estudantes

### 3.6 MONTAGEM DO PROTÓTIPO E TESTE

Os termopares realizam as medições de temperatura e são conectados aos módulos MAX6675, que fazem a medição da saída do termopar e entrega a informação resultante ao Arduino Pro Mini, por meio da comunicação SPI, conforme Figura 5.

Os Arduinos Pro Mini fazem a aquisição dos dados de temperatura e enviam através da comunicação I2C ao Arduino Mega, que faz a solicitação dos dados, conforme Figura 6.

Pode-se acompanhar as temperaturas medidas pelo monitor serial da interface gráfica e/ou pelo display LCD, que está conectado diretamente no Arduino Mega, conforme Figura 7.

Os seis termopares, colocados em pontos diferentes pré-determinados, nos permitem observar o espalhamento de temperatura no material durante o processo de soldagem, a fim de fazer a análise do comportamento do material a essas condições.



Figura 5 - Início dos testes, realizados na protoboard

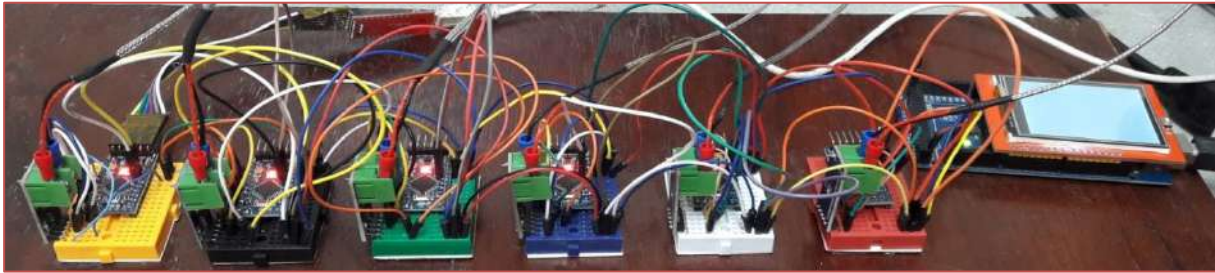


Figura 6 - Montagem dos componentes em uma única placa



Figura 7 - Leitura das temperaturas em graus °C no display



A estratégia de utilização da metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning – PBL) nas disciplinas de Projetos e Protótipos I e II, no ano 2018, do Curso Engenharia de Controle e Automação do CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca promoveu a aprendizagem ativa e influenciou favoravelmente as atitudes e realizações dos estudantes. Permitiu o intercâmbio de experiências e conhecimentos, proporcionando aos envolvidos a vivência de novos desafios, que é um dos valores básicos de legitimação e reconhecimento das instituições de ensino superior. Além disso, concorrer com a tecnologia e instantaneidade das mensagens não é fácil, mas, por outro lado, elas instigam os professores a pesquisar e eleger a metodologia que lhe pareça pertinente e exequível quanto à eficiência e a eficácia de sua prática didática, em função do seu público discente.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia ativa de Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem Based Learning – PBL) proporciona ao estudante autonomia, formação crítica, capacidade de fazer projetos, solucionar problemas, organizar, planejar, repensar a próxima etapa a ser pesquisada e resolvida. Já o professor é o mediador ou tutor, aquele que cria condições problematizadoras, cuja solução depende da interação e engajamento entre os envolvidos na práxis pedagógica. Pensando nessas afirmações, hoje em dia o professor não é mais a autoridade detentora do ensino na arte expositiva e argumentativa do saber. Divide com o estudante o horizonte de expectativa na formulação e resolução de conteúdo. Hipoteticamente, um se apropria do saber do outro e ambos se fortalecem através do diálogo, de opiniões diversas, e através de consenso obtêm resultados.

Logo, para a eficiência e a eficácia das metodologias ativas, a palavra é debate, seguida de empatia, interação, superação, reflexão e comprometimento. Porém, um dos desafios é fazer o estudante participar individualmente e em grupo. Daí despertar no estudante a escuta do olhar, ou seja, que ele fique atento na sua própria percepção e na do outro em relação ao enunciado proposto que pode ser: um ambiente, um quadro, um livro, um desafio, um problema. O objetivo é sair da superficialidade para compreender a complexidade do fazer.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores Paulo Lucio Silva de Aquino e Marina Rodrigues Brochado agradecem o apoio institucional do Curso Técnico de Mecânica do CEFET/RJ, cujo Coordenador Aldecir Alves de Araújo também teve participação ativa no processo. O trabalho apresentado nesse artigo é fruto de um grupo formado por professores deste curso e do curso de Engenharia de Controle e Automação, cuja linha de pesquisa é dedicada à Inovação Tecnológica

#### REFERÊNCIAS

- [1] ALBALADEJO, F. S.; DELATORE, F.; LAGANÁ, A. A. M.; MORIOKA, C. A.; TRESSINO, A. T.: Desenvolvimento de um mockup para ensino em eletrônica automotiva, XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Fortaleza – CE, 2010.
- [2] ANALOGICA INSTRUMENTACAO E CONTROLE. Medidores de Temperatura com Sensor Termopar. Disponível em: <http://www.analogica.com.br/arquivos/nt-008--medidores-temperatura-com-sensor-termopar.pdf> . Acesso em Abril de 2018.
- [3] ARDUINO: Banco de dados. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Reference/SPI>. Acesso em: Abril 2018.
- [4] ASTM MANUAL SERIES, American Society for Testing and Materials: Manual on the use of thermocouples in temperature measurement. ASTM Special Technical Publication 470A, 1993.
- [5] BARBOSA, E.F.; MOURA, D.G. Metodologias Ativas de Aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. Boletim Técnico Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n.2, p.48-67, maio/ago. 2013. Disponível em: [http://www.senac.br/media/42471/os\\_boletim\\_web\\_4.pdf](http://www.senac.br/media/42471/os_boletim_web_4.pdf) Acesso em: 15 Nov. 2016.
- [6] BASTOS, C. C. Metodologias Ativas. Disponível em: <http://educacaoemmedicina.blogspot.com.br/2006/02/metodologias-ativas.html>. Acesso em: 14 fev. 2014.
- [7] BELHOT, R. V. A didática no Ensino. XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Campina Grande, PB. 2005.

- [8] BERBEL, N. A. N.. As metodologias Ativas e a Promoção da Autonomia de Estudantes. Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- [9] BOLLELA,V.R.; SENGER, M.H.; TOURINHO, F.S.V.; AMARAL, E. Aprendizagem Baseada em Equipes: da teoria à prática. Medicina (Ribeirão Preto) 2014; 47 (3): p.293- 300.
- [10] BONWELL, Charls C.; EISON, James A. Active Learning: creating excitement in the classroom. Eric Digests, Publication Identif. ED340272, 1991. Disponível em: <http://www.ericdigests.org/1992-4/active.htm> Acesso em: 14 fev. 2014.
- [11] CIRCUIT BASIS. Basics of the I2C Communication Protocol. Disponível em: <http://www.circuitbasics.com/basics-of-the-i2c-communication-protocol/>. Acesso em : Abril de 2018.
- [12] CORELIS. SPI Tutorial. Disponível em: <https://www.corelis.com/education/tutorials/spi-tutorial/>. Acesso em:Abril 2018.
- [13] EDX Página do Edx. Disponível em: <https://www.edx.org/>. Acessado em: agosto 2013.
- [14] MADEIRA, Daniel. Protocolo I2C - Comunicação entre Arduinos. Disponível em: <https://portal.vidadesilicio.com.br/i2c-comunicacao-entre-arduinos/>. Acesso em : Abril de 2018.
- [15] MELO, Leonimer F. Sensores de Temperatura: Termopares. Disponível em: <http://www.uel.br/pessoal/leonimer/termopares.pdf> Acesso em: Abril de 2018.
- [16] MITRE, S. M.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; GIARDI-DE-MENDONÇA, J. M.; MORAIS- PINTO, N. M.; MEIRELLE, C.A.B.; PORTO-PINTO, C. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. Ciênc. Saúde coletiva; Rio de Janeiro, 13 (2 supl): 2133-44, 2008.
- [17] NICHOLAS, J. V. and White, D. R.: Traceable Temperatures. John Wiley & Sons Ltd.: Chichester, England, 2001.
- [18] REIS, Valdinei Rodrigues dos. I2C - Protocolo de Comunicação. Disponível em: <http://www.arduino.br/arduino/i2c-protocolo-de-comunicacao/>. Acesso em : Abril de 2018.
- [19] REZENDE, "welding residual stresses analysis in superduplex stainless steel uns 32750: experimental and numerical analysis", 2011.
- [20] SILVA, Gustavo Monteiro. Termopares: Dispositivos utilizados para medir temperatura. Disponível em: <http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariamecanica/maprotec/termopares-dispositivos-utilizados-para-medir-temperatura.pdf>. Acesso em : Abril de 2018.
- [21] VILLAS-BOAS, V.; NETO, O. M.: Aprendizagem Ativa na Educação em Engenharia, XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Sessão Dirigida, Blumenau – SC, 2011.

# Capítulo 15

## *Aprendizagem baseada em problemas (PBL): análise de um componente curricular ministrado no curso de engenharia mecânica de um instituto federal*

*Esly César Marinho da Silva*

*Claudia Cunha Torres da Silva*

*Solange Dias de Santana Alves*

*José Jorge Mendes de Freitas*

**Resumo:** A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) consiste em uma metodologia ativa que trata de questões de vivenciamento como forma de construção de conhecimentos no processo de ensino-aprendizagem. Este trabalho tem como objetivo analisar o componente curricular denominado PBL2, de modo a atender as exigências legais, tanto federais, quanto institucionais, para os cursos de engenharia, sem no entanto, deixar de possibilitar uma formação atraente para os discentes, com a identificação de situações problemas desde os anos iniciais. Desta forma, o planejamento curricular e de trabalho propostos são características importantes para que os objetivos/critérios estipulados tenham êxito. Este trabalho analisou o componente curricular PBL2 oferecido no segundo semestre por um curso de Engenharia Mecânica de um Instituto Federal, onde em parceria com profissionais do mercado propuseram uma situação e como foi o desenvolvimento apresentado pelos discentes.

**Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas, PBL, Engenharia Mecânica.

## 1 INTRODUÇÃO

A educação em engenharia está passando por grandes transformações em todo o mundo, onde o papel da transmissão do conhecimento centrado no professor está dando lugar ao processo de aprendizagem centrado no aluno, de modo que o docente atua como um mediador do processo de ensino e aprendizagem.

Uma metodologia de ensino ativa bastante difundida hoje em dia é a denominada de Aprendizagem Baseada em Problema ou Problem-Based Learning (PBL) que foi originada como uma proposta de ensino em 1969 na McMaster University, Canadá. Segundo Boud & Feletti (1997) o PBL foi introduzido em currículos da área de ciência da saúde na América do Norte cerca de 30 anos atrás e entre os anos de 70 a 90 foram dissipados e consolidados nos principais países da Europa. A introdução de exemplos de estudos de casos intensivos educação em medicina, seguidos de um exaustivo programa de ensino de clínica foi rapidamente efetivado como uma forma efetiva de preparar estudantes com informações e novas tecnologias que logo seria aplicada no futuro da profissão. Este processo posteriormente foi melhorado e aprimorado para uso nos outros cursos da área de saúde, sendo aceito como um método instrucional, Barrows (1996). O sucesso da metodologia com a metodologia centrada no estudante fez tanto sucesso que começou a ser incorporado de cursos de pós-graduação nas escolas de artes, ciências, negócios, educação, enfermagem e farmácia, Savery (2015).

Segundo Masson et al (2012) as principais características da metodologia PBL são:

- O aluno é o centro do processo;
- Desenvolve-se em grupos tutoriais;
- Caracteriza-se por ser um processo ativo, cooperativo, integrado e interdisciplinar e orientado para a aprendizagem do aluno;
- Conscientiza o aluno de ele sabe e do que precisa aprender e o motiva a buscar informações relevantes;
- Estimula no aluno a capacidade de aprender a aprender, de trabalhar em equipe, de ouvir outras opiniões, induzindo-o a assumir um papel ativo pelo seu aprendizado.

Ainda de acordo com Frezatti (2014) apud Enemark e Kjaersdam (2009), o método PBL favorece: (i) integração entre universidade e empresa, (ii) integração entre pesquisa e empresa, (iii) soluções interdisciplinares, (iv) a busca de conceitos mais atuais, (v) a atualização dos professores, (vi) a criatividade e a inovação, (vii) as habilidades de desenvolvimento de projetos, (viii) habilidades de comunicação, (ix) o aprendizado eficaz e a (x) criação do entorno social. Verifica-se que estas considerações são de extrema importância em processo de ensino-aprendizagem seja eficaz e motivador nos dias de hoje.

Em se tratando, em específico, do uso da aprendizagem baseada em problemas nos cursos de engenharia, percebe-se que o interesse é tanto, que centenas de trabalhos tem sido produzidos anualmente, por acreditar, que esta abordagem é positiva para a construção e consolidação dos conhecimentos, pode-se citar como exemplos, os trabalhos desenvolvidos em Alves (2015), Carmenado (2015), Masson (2012), Mills (2003), Ribeiro (2005), etc.,

## 2 PROJETOS NORTEADORES PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA PARA OS INSTITUTOS FEDERAIS

O perfil dos engenheiros que o Instituto Federal da Bahia visa formar, tem como proposta atender aos referenciais legais definidos pela SETEC/MEC – Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação, ao qual os institutos federais estão alocados.

No ano de 2009, a SETEC/MEC estabeleceu diretrizes gerais para que os institutos federais sigam no momento de estruturar e desenhar os currículos suas engenharias. Entende-se que os profissionais das engenharias, enquanto atores sociais oportunizam a transformação dos saberes tanto em riqueza como em benefícios sociais, sua formação exige que seja cogitada numa perspectiva humanística ampla calcada em uma sólida base científico-tecnológica que o credencie a enfrentar os desafios demandados pela contemporaneidade.

Os cursos de engenharia dos institutos federais, em suas propostas curriculares devem apresentar as seguintes características:

- Sintonia com a sociedade e o mundo produtivo;
- Diálogo com os arranjos produtivos culturais, locais e regionais;
- Preocupação com o desenvolvimento sustentável;
- Possibilidade de estabelecer metodologias que viabilizem a ação pedagógica inter e transdisciplinar dos saberes;
- Realização de atividades em ambientes de formação para além dos espaços convencionais;
- Interação de saberes teórico-práticos ao longo do curso;
- Percepção da pesquisa e da extensão como sustentadoras das ações na construção do conhecimento;
- Construção da autonomia dos discentes na aprendizagem;
- Mobilidade
  - Cooperação técnica intra e interinstitucional, possibilitando o compartilhamento de recursos;
  - Construção de projetos de pesquisa e extensão intra e interinstitucionais;
  - Estabelecimento de procedimentos inovadores para o acesso e para as certificações dos estudantes.

Desta forma, os engenheiros oriundos dos Institutos Federais deverão ter uma formação generalista, humanista, crítica, reflexiva, em sintonia com o mundo produtivo e a sociedade, embasadas nos princípios da verticalização, da otimização e a interação das áreas do conhecimento, superando a dicotomia entre teoria e prática, e ultrapassando a concepção de terminalidade laboral.

Neste âmbito, o curso de Engenharia Mecânica analisado tem como premissa atender todas as normativas legais e fazendo uso da metodologia PBL, como ferramenta de construção do conhecimento. A Figura 1, apresenta de maneira resumida o atendimento as DCN para os cursos de engenharia, integrada com a metodologia proposta PBL.

Figura 1 – Metodologia PBL e atendimento às DCNs para os cursos de Engenharia



### 3 METODOLOGIA PROPOSTA PELO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA DO INSTITUTO FEDERAL AVALIADO

A proposta do curso de Engenharia Mecânica avaliado tem como visão contribuir com o projeto de nação, desenvolvimento, a educação do cidadão brasileiro e assim, integrar a formação geral com a formação específica, a formação política com a formação técnica, a cultura com o trabalho, o humanismo com a ciência, a educação com a qualificação profissional, conforme os princípios filosóficos e teórico-metodológicos gerais que norteiam as práticas acadêmicas da instituição.

Segundo Escrivão Filho e Ribeiro (2007), na educação em engenharia ainda predominam os currículos tradicionais, a fraca interdisciplinaridade e a integração tardia, quando presente, entre os diferentes componentes curriculares, entre a teoria e a prática e entre o mundo escolar e o mundo profissional.

O curso avaliado tem como premissa formar o Engenheiro Mecânico dentro da nova realidade técnica e social que se espera e que postula a CNE/CES (2002), bem como as propostas do projeto norteador para os cursos de engenharia dos Institutos Federais. Um profissional nessa “nova realidade” com rápidas transformações tecnológicas (denominada de Revolução tecnológica) que mudou não apenas a forma dos indivíduos se comunicarem, mas também a produção e o mundo dos negócios, que por sua vez reverberam nos mundos do trabalho.

Uma das áreas particularmente afetadas pelo ritmo acelerado das mudanças é a engenharia, porque abriga grande parte do conhecimento com aplicação tecnológica imediata. Este fenômeno afeta a engenharia, a prática do engenheiro e, conseqüentemente, o ensino da engenharia, o que pode ser atestado pela grande expansão da base de conhecimento em ciência e tecnologia e pela rápida obsolescência de muito daquilo que é ensinado durante o período de formação profissional. A combinação desses efeitos mais visíveis obriga os engenheiros a continuamente reaprenderem sua profissão. (RIBEIRO, 2005, p.14).

Esse método atende aos princípios da interdisciplinaridade na medida em que a solução de problemas exige que o aluno estabeleça relações entre os diversos conteúdos e processos aprendidos. Os problemas que são propostos no curso de Engenharia Mecânica avaliado, têm seu grau de complexidade e interdisciplinaridade ampliados a partir da etapa em que se encontrem os alunos no curso, outro aspecto relevante que será considerado é a capacidade de inovação e compromisso social nas soluções apresentadas. Os problemas propostos são reais, que podem vir de parcerias estabelecidas com empresas e comunidade.

O curso pode ser classificado como tendo uma metodologia híbrida, pois, há disciplinas ministradas na metodologia considerada tradicional, ou seja, o docente como sendo a parte central do processo, porém, há componentes curriculares com denominações de PBL1 até PBL 8, sendo um por semestre, que tem por objetivo trabalhar situações problemas vivenciadas por engenheiros. Segundo Ribeiro (2008) uma vantagem deste modelo está na possibilidade de os recursos humanos e materiais serem previamente alocados a partir da demanda de conhecimentos previstas para os problemas.

### 3.1 CICLOS DESENVOLVIDOS EM ANOS TEMÁTICOS

O curso de Engenharia Mecânica avaliado, tem como uma das propostas metodológicas trabalhar e desenvolver em cada ano, conteúdos específicos das principais áreas da Engenharia Mecânica, onde são abordados em ciclos anuais. Ao total são quatro áreas trabalhadas nos ciclos como descritos abaixo:

- 1º ciclo – Ciência e Tecnologia dos Materiais;
- 2º ciclo – Processos de Fabricação;
- 3º ciclo – Sistemas Termo fluidos;
- 4º ciclo – Sistemas Mecânicos;
- Reinício do ciclo – Ciência e Tecnologia dos Materiais.

O objetivo de trabalhar em ciclos, aliado com a metodologia PBL tem como objetivos principais:

- Inserir desde os primeiros anos iniciais do curso, o contato do ingresso com a diversidade e pluralidade de situações do profissional da engenharia mecânica;
- Contribuir para a formação integral do ser humano;
- Oferecer formação técnica de alta qualidade;
- Formar profissionais com moral ética e crítica;
- Formar profissionais efetivamente para o mercado;
- Fomentar criatividade e empreendedorismo.

Figura 2 – PBL e a interação com os ciclos anuais



Embora Mitchell (2008) mencione que na educação em engenharia, PBL é frequentemente implementado nos últimos anos dos cursos para que os estudantes tenham a oportunidade de aplicar os fundamentos da engenharia e conhecimentos básicos de ciências que eles adquiriram no início do currículo. Entretanto, trabalhos como os de Lima (2007), Simcock (2008) e Town, mencionam que é possível e salutar a implementação de PBL nos anos iniciais dos cursos de engenharia.

### 3.1.1 1º CICLO – CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DOS MATERIAIS

Com a definição do ciclo para o ano vigente, o colegiado do curso tem como desafio, tratar das questões pertinentes ao profissional da área de Engenharia Mecânica. Aliado ao colegiado, o curso da instituição avaliada possui um GT (Grupo de Trabalho) e também de pesquisa que discutem metodologias ativas, principalmente, PBL, e que dão suporte as atividades propostas para o curso.

Embora cada ciclo temático seja anual, os temas trabalhados pelos discentes são planejados para ser trabalhados semestralmente, como um único problema. Desta forma, o curso possibilita a discussão e a inclusão de uma grande área da engenharia, mas é possível realizar ajustes, mudança na abordagem, caso a metodologia de ensino, ou os critérios estabelecidos não estejam sendo cumpridos.

## 4 ANÁLISE DO COMPONENTE CURRICULAR PBL 2

Para análise deste trabalho, foram tratadas da temática ofertada pelo componente curricular denominado PBL 2, disciplina alocada no 2º semestre do curso de Engenharia Mecânica, e portanto, considerada como anos iniciais e introdutórios de conhecimentos básicos para os alunos das áreas de engenharia. O componente curricular PBL 2, por estar no 2º semestre, estava dentro do ciclo de problemas propostos na área de Ciências e Tecnologia dos Materiais.

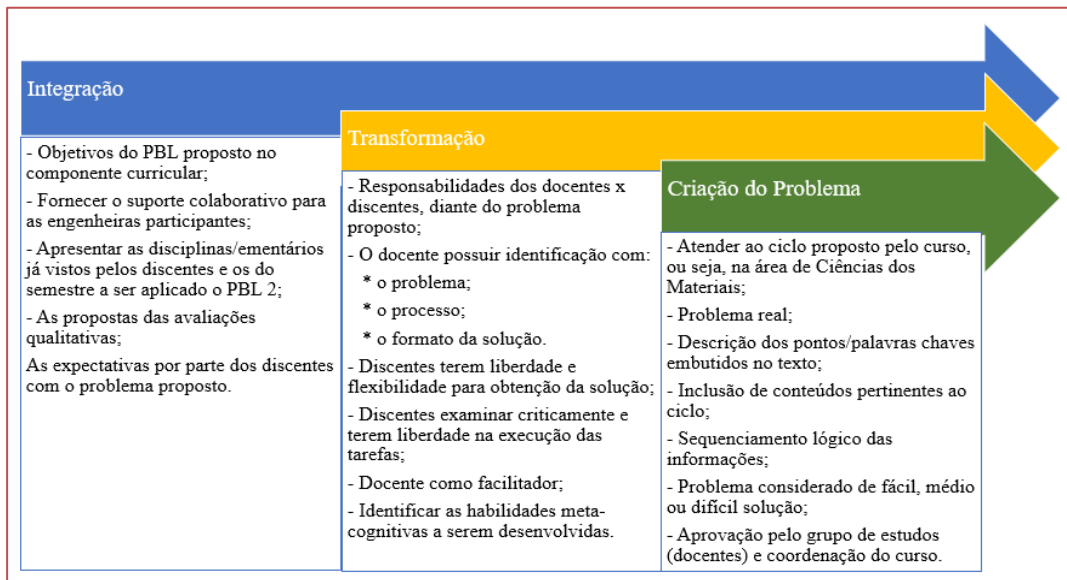
### 4.1 FASE 1 – ELABORAÇÃO DO PROBLEMA

De modo a atender aos objetivos do ciclo e a proposta da abordagem de aprendizado, a direção acadêmica da instituição, juntamente, com o colegiado do curso, convidou duas ex-alunas, uma engenheira mecânica e outra engenheira de produção, que hoje ocupam cargos de desenvolvimento e acompanhamento de produto em uma grande empresa multinacional automotiva, para fazer parte do projeto de consolidação do problema proposto.

A fim de norteá-las sobre a metodologia ativa implantada pelo curso, a comissão e o GT de trabalho PBL estabeleceram alguns critérios/parâmetros para ser atendidos na construção do problema. O objetivo destes critérios é estabelecer uma conexão e uma forma de como integrar, transformar e criar um problema, de modo a atender aos principais objetivos para um PBL.



Figura 3 – Critérios estabelecidos para formulação do problema PBL2



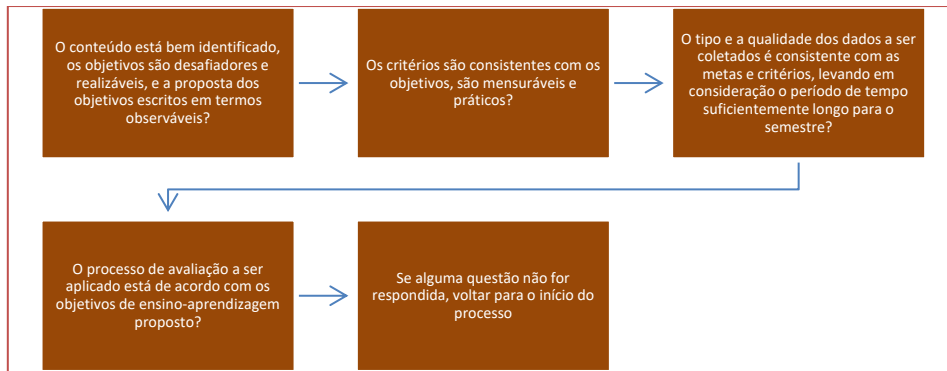
Desta forma, reuniões prévias ao início do semestre se realizaram para que a consolidação do problema fosse efetivada. As engenheiras convidadas se mostraram muito empolgadas com o trabalho, a ser desenvolvido, pois, segundo as mesmas, só conseguiram ter uma maior ideia dos desafios que seriam postas, após a metade do curso e que muitas vezes, os problemas propostos se tratavam de situações hipotéticas ou simuladas.

Segundo relato de uma das engenheiras, “trazer um problema real, principalmente para os anos iniciais é muito importante, pois, será possível permitir ao aluno, ter conhecimento do que é realizado na área, os conceitos estão intimamente interligado de maneira interdisciplinar, além de poder desenvolver outras habilidades não ligadas ao conhecimento científico, tais como: a criatividade, trabalho em equipe, liderança, proatividade, situações com pouco tempo para apresentar um resultado, etc., e que são habilidades extremamente cobradas para os engenheiros de grandes empresas”.

Após algumas reuniões, optou-se para que o problema a ser desenvolvido no componente curricular PBL 2, fosse na forma considerada “mal estruturado” de modo que para o mesmo problema possibilitassem múltiplas soluções e que não ocorressem repetições ou respostas muito próximas pelas equipes discentes, além de tornar o problema mais desafiador, porém motivador, mesmo sendo para estudantes dos anos iniciais. Segundo Lynch et al (2010), um problema pode ser considerado mal estruturado quando os conceitos e relações essenciais ou critérios de solução não estão bem especificados.

Outro objetivo do grupo, durante a formulação do problema, era que a motivação e empenho por parte de todos, pudessem ser desviadas dos objetivos propostos, não impedindo que o que fosse levantado e questionado não seja utilizado em outra oportunidade. Para evitar esta situação, procurou-se obedecer um check list definido e proposto pelo grupo envolvido.

Figura 4 – Check list para efetivação da formulação do problema



Após as reuniões de planejamento, definiu-se que o problema a ser lançado para os discentes do componente curricular PBL 2, seria: Um problema oriundo de reclamações de clientes referindo-se a um ruído audível, em carros automáticos, a partir de determinadas velocidades consideradas altas e que estavam localizadas na região da caixa de câmbio, sendo levado em consideração tanto a parte estrutural (material de revestimento, material das peças, etc.), bem como o funcionamento dos elementos mecânicos.

#### 4.2 FASE 2 – EXECUÇÃO DO COMPONENTE CURRICULAR PBL 2

Após a finalização da primeira etapa, deu-se início ao semestre letivo e início da execução do componente curricular PBL2. A disciplina PBL 2 iniciou com 20 alunos, divididos em 4 grupos com 5 discentes cada, e ao término do semestre haviam 18 alunos, sendo que as 2 desistências foram por motivos de trabalho, e destes, todos os alunos que permaneceram, obtiveram êxito com aprovação no componente curricular. De maneira resumida, a tabela 1 apresenta as atividades desenvolvidas na turma.

Tabela 1 – Atividades desenvolvidas no componente curricular PBL 2

Data dos encontros	Atividade realizada
1º	Apresentação do Método PBL;
2º	Informação dos papéis dos estudantes;
3º	Definição do número de grupos;
4º	Apresentação do problema e levantamento das hipóteses
5º	Levantamento das hipóteses;
6º	Organização e metodologia do trabalho desenvolvido pelos discentes;
7º	Metodologia de resolução aplicadas em soluções de problemas
8º	complexos – participação das engenheiras que propuseram o problema;
9º	Compartilhamento de informações e discussão entre os discentes;
10º	Acompanhamento e retroalimentação do sistema para não fugir da metodologia proposta e atendimento aos objetivos propostos - Parte 1;
11º	Acompanhamento e retroalimentação do sistema para não fugir da metodologia proposta e atendimento aos objetivos propostos - Parte 2;
12º	Uso de tecnologias de informação para realização de simulações e acompanhamento do projeto;
13º	Trabalho de campo;
14º	Trabalho de campo;
15º	Debate em sala sobre o trabalho de campo;
16º	Solução proposta é satisfatória? Discussão entre os pares;
17º	Apresentação dos resultados pelos pares discentes
18º	Auto avaliação da disciplina PBL 2

## 5 DISCUSSÃO DA ABORDAGEM

O docente responsável pelo componente curricular PBL2, utilizou uma série de planilhas que permitiram desenvolver o acompanhamento tanto individual quanto dos grupos de trabalho. O acompanhamento, embora exaustivo, permitiu questões do tipo: (i) se todos participavam das atividades propostas; (ii) a interação entre os integrantes do grupo; (iii) os que desempenharam papéis de liderança; (iv) os relacionamentos e os conflitos; (v) a proatividade; (vi) descrença no trabalho a ser desenvolvido.

Outro fator importante observado foi que a motivação e os desempenhos discentes eram variáveis. O gráfico 1 abaixo, apresenta os momentos dos encontros em que se observou-se que os trabalhos estavam dentro de uma zona de estabilidade.

Gráfico 1 – Evolução dos Trabalhos Discentes



Assim como em todo processo, a metodologia implantada, passou por situações de imprevistos que tornavam os trabalhos e discussão improdutivos, mesmo sob a orientação do docente. Este, ao verificar as informações constantes nas planilhas de acompanhamento e durante os encontros presenciais, teve que tomar alguns desvios antes não programados para que a construção do processo de ensino-aprendizagem continuasse de forma crescente.

Os momentos de estabilidade foram diagnosticados sempre que os alunos se encontravam ansiosos, com a preocupação de tentar resolver de imediato a situação problema ou quando se sentiam em uma zona de conforto por acreditar ter encontrado a melhor solução. Diante das circunstâncias apresentadas, no primeiro momento, as engenheiras retornaram e ministraram uma palestra para apresentar uma forma de como planejar e lidar com desafios e situações complexas, utilizando a ferramenta da qualidade 6 sigma e Metodologia 8D, o que fez com que a motivação, dedicação, pesquisa e discussão retornassem aos níveis considerados crescentes.

Quando outro momento de estabilidade foi diagnosticado, o docente do componente curricular sugeriu que uma visita de campo fosse realizada para que os alunos tivessem oportunidade de consultar especialistas da área e verificar in loco, como acontecem as situações reais, em que não se repetem as situações problema e que os desafios são cotidianos. Isso fez com que os discentes retroalimentassem o sistema de solução proposto, sempre se perguntando de formas diferentes, se a solução era satisfatória e viável.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os currículos de engenharia ainda, constituem-se em grandes desafios, pois, nos casos de instituições públicas federais e privadas, tem-se a obrigação do atendimento normativo estipulado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia de 2002. Mesmo com os avanços tecnológicos e metodológicos não é uma situação simples a implantação de uma nova proposta de trabalho, e ainda assim, possa atender às obrigatoriedades exigidas pelo Ministério de Educação.

No entanto, o curso de Engenharia Mecânica analisado percebeu e alterou parte do seu Projeto de Curso, de modo a atender às exigências do mercado atual, utilizando da metodologia PBL e estreitando laços com a sociedade e empresas. O curso programado para trabalhar os componentes curriculares denominados PBLs possibilitam um espaço de construção de conhecimento mais motivador para os alunos e possibilitaram o estreitamento com o setor produtivo.

Percebe-se, no entanto, que a proposta exige uma demanda maior das atividades desenvolvidas, tanto pelos discentes, quanto do docente, que deve estar atento para as variáveis que possam acontecer durante o processo e influenciar no processo de ensino-aprendizagem. Desta forma é recomendável que os responsáveis pelos componentes PBLs tenham flexibilidade e proatividade para trabalhar com os imprevistos.

## REFERÊNCIAS

- [1] Alves, C. A. Sousa, et al., Teacher's experiences in PBL: implications for practice. *European Journal of Engineering Education*. 1-19. 2015.
- [2] Boise State University. Designing your Project. Disponível em: [http://pbl-online.org/online\\_courses.htm](http://pbl-online.org/online_courses.htm).
- [3] Brasil/MEC/CNE/CP. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia. Brasília. 2002.
- [4] Barrows, H. S.; Kelson. A. Problem-base learning in medicine and beyond: A brief overview. *New directions in teaching and learning*. P.3-11. 1996.
- [5] Boud, D.; Feletti, GI. Changing problem-base learning. Introduction to the second edition. 2º edition. *The Challenge of PBL*. London. 1977.
- [6] Carmenado, I. L. R.; López, F. R., García, C. P. Promoting Professional Project Management Skills in Engineering Higher Education: Project-Based Learning (PBL) Strategy. *International Journal of Engineering Education*. 31(1-B). 184-198. 2015.
- [7] Enemark, S.; Kjaersdam, F. A., A ABP na teoria e prática: A experiência de Aalborg na inovação do projeto de Ensino universitário. In: Araújo, U. F.; Sastre, G. (Org.). *Aprendizagem baseada em problemas no ensino superior*. São Paulo: Summus, p. 17-41. 2009.
- [8] Filho, E.; Ribeiro, L. R. C. Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma experiência no ensino de engenharia sob a ótica dos alunos. *Revista Ciências Humanas*. 3(3), 346-360. 2007.
- [9] Frezatti, F.; Silva, S. C., Prática versus incerteza: Como gerenciar o estudante nessa tensão na implementação de disciplina sob o prisma do método PBL. *Revista Universo*, v.10, n.1, p. 28-46. 2014.
- [10] Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas. *Observatório da Inovação e Competitividade*. 2013.
- [11] Lima, R. M. et al, A case study on Project led education in engineering: Students' and Teachers' perceptions. *European Journal of Engineering Education*. 13(1), 27-40. 2007
- [12] Lynch, C.C., et al, Concepts, structures, and goals: Redefining ill-definedness. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. V.19(3), 253-266. 2010.
- [13] Masson, T. J., et al., *Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)*. COBENGE. Belém-PA. 2012.
- [14] Mills J.; Treagust D. Engineering Education is problem based or Project based learning the answer? *Australian Journal of Engineering Education*. 2003.
- [15] Mitchell, J. E; Smith, J., Case study of the introduction of problem based learning into electrical engineering. *IEEE*, v.(45), 131-143. 2008.
- [16] Projeto Pedagógico Institucional do IFBA. Salvador, Bahia, Brasil. 2015.
- [17] Ribeiro, L. R. C. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): Uma implementação na educação em engenharia na voz dos autores. Tese de doutorado. UFSC. 2005
- [18] Ribeiro, L. R. C. Electrical Engineering Students Evaluate Problem-Based Learning (PBL). *International Journal of Electrical Engineering Education*. 2008.
- [19] Simcock, A., at al., Using real industry problems to engage PBL students. *AaeE Conference*. 2008.
- [20] Savery, J. R. Overview of Problem-Based Learning: Definitions and Distinctions. *Essential readings in problem-based learning*. Purdue University Press. West Lafayette. Indiana. p.5-16. 2015.
- [21] Souza, A. Depresbiteris; L. Machado, O. A mediação como princípio educacional – bases teóricas de Reuven Feuerstein. São Paulo, Editora Senac, 2004.

# Capítulo 16

## *PBL como estratégia de ensino de SIG em engenharia*

*Josiane do Socorro Aguiar de Souza de Oliveira Campos*

*Maria Vitoria Duarte Ferrari*

*Fernando Paiva Scardua*

**Resumo:** A formação Engenheiros de Energia, no escopo das novas engenharias requer o exercício de metodologias de aprendizagem ativa, tornando o aluno o protagonista de seu aprendizado. A combinação da Aprendizagem Baseada em Problemas – PBL ao aprendizado do uso ferramentas de Sistemas de Informação geográfica foi uma experiência realizada em uma turma do nono semestre do curso de Engenharia de Energia do Campus UnB Gama. O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia pedagógica do uso de Sistema de Informação Geográfica – GIS como ferramenta de PBL no curso de engenharia de energia sob as lentes das teorias de educação crítica e sustentabilidade. O problema proposto foi a falta de energia elétrica em comunidades remotas da Amazônia, considerando como premissa o atendimento ao sétimo e nono objetivos do milênio, propostos pela ONU. Os estudantes organizados em duplas receberam requisitos e condições para realização do trabalho criaram dois espaços virtuais: um grupo para compartilhamento de dúvidas, experiências e soluções e outro para armazenamento de dados para uso comum. Cada dupla ficou responsável por estudar, desenvolver a metodologia e coletar dados de um estado da Amazônia. Dentre os passos metodológicos para o alcance dos objetivos destacam-se: definição das perguntas norteadoras e das variáveis, levantamento e tratamento de dados, identificação das tecnologias e elaboração da carta síntese das zonas de energia. Os objetivos da proposta foram alcançados, as comunidades remotas foram localizadas, seu consumo de energia caracterizado, as fontes de energia foram identificadas assim como as tecnologias sociais a serem utilizadas. O principal destaque a ser feito foi para a colaboração entre as equipes em todas as fases do projeto e da aprendizagem ativa, com os estudantes dedicados a construir o conhecimento.

**Palavras-chave:** aprendizagem ativa-sustentável-educação.

## 1 INTRODUÇÃO

A engenharia de energia busca desenvolver atividades de projeto, instalação e operação de sistemas de geração e transmissão de energia elétrica, em empresas associadas ao uso e produção de combustíveis e no planejamento e gestão energética na indústria e em órgãos governamentais.

O método Problem Based Learning – PBL ou Aprendizagem baseada em problemas - ABP foi inicialmente aplicado na medicina e depois em diversas áreas do conhecimento como nas áreas de contabilidade, engenharia e geografia, entre outras. É considerado um método que permite o crescimento integral do aluno dentro da academia e fora dela.

No aprimoramento constante desse cotidiano, esse estudo visou integrar o método de ensino Problem Based Learning - PBL na disciplina de Sistemas de Informação Geográfica em Energia (SIG). O SIG, utilizado como ferramenta para criar, editar, visualizar, analisar e publicar informações geoespaciais foi o software QGIS. A disciplina de Sistemas de Informação Geográfica é importante na engenharia de energia porque permite espacializar e realizar um planejamento eficaz e eficiente dos recursos naturais renováveis e não renováveis na produção de energia.

O principal objetivo desse artigo é apresentar a metodologia sob as lentes das teorias de educação. A metodologia utilizada foi o debate sobre a experiência no curso de engenharia de energia e com autores que desenvolvem com seus alunos o aprendizado utilizando a educação crítica.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO SOBRE PBL E GIS

O Aprendizado Baseado em Problemas (PBL) surgiu na área das ciências da saúde, no curso de medicina de uma universidade canadense na década de 1960 e atualmente tem uma ampla aplicação em diversos seguimentos da área de saúde. É considerado um método construtivista de ensino-aprendizagem colaborativa e ativa que usa problemas da vida real para iniciar, focalizar e gerar a aprendizagem de teorias, habilidades e atitudes nos estudantes (ESCRIVÃO FILHO & RIBEIRO, 2009).

O objetivo desse método de ensino é promover no estudante um aprendizado autodirigido, com habilidades para desenvolver trabalhos em equipes possibilitando aprendizagem cumulativa e buscando soluções a problemas. De tal forma, se centra na discussão por grupos de estudantes que tratam de um problema apresentado e sob a direção de um tutor (MARTINS, 2002).

Pode-se dizer que o PBL é uma metodologia pedagógica colaborativa, construtivista e contextualizada. O problema é o ponto de partida para direcionar e motivar a aprendizagem de conteúdos concomitantes ao desenvolvimento de habilidades e atitudes no contexto de sala de aula (SAVIN-BADEN 2000).

O PBL tem princípios robustos que facilitam a sua aplicação nos outros cursos do ensino superior, inclusive nas engenharias.

Um estudo realizado na Universidade de São Paulo – USP em um curso de engenharia determinou que a aplicação de PBL em cursos de engenharia é vantajosa quando comparada com abordagens institucionais expositivas. Aumentou a satisfação docentes com as atividades de ensino e estimulou o aperfeiçoamento profissional mediante desafios intelectuais colocados pelos mesmos alunos (ESCRIVÃO FILHO & RIBEIRO, 2009).

A aprendizagem baseada em problemas é um método de ensino de pequenos grupos que combina a aquisição de conhecimento com o desenvolvimento de habilidades e atitudes. Para a implementação dessa metodologia, faz-se necessário mudanças fundamentais na forma como os educadores concebem, projetam, distribuem e avaliam seu plano curricular. Uma característica do método PBL é que a responsabilidade de aprendizagem é do aluno e o professor é o orientador dos estudos, e esse é o motivo do êxito dessa metodologia, já que promove mudanças radicais no papel e na organização da educação. Em estudo realizado pela USP Leste, a qual realizou a organização curricular da disciplina de Sistemas de Informação Geográfica organizando a aprendizagem em torno de problemas reais, os conteúdos foram escolhidos com o critério da interdisciplinaridade e a aprendizagem em grupo (ARAUJO, ARANTES e FONSECA FILHO, 2009).

Já o Sistema de Informação Geográfica – SIG é uma tecnologia interdisciplinar em que se estuda e implementa diversas formas de representação computacional do espaço geográfico. Usar o SIG sugere a escolha de representações computacionais apropriadas para capturar a semântica de seu domínio de aplicação (CÂMARA, DAVIS, MONTEIRO, 2001).

Atualmente existem diversos softwares de SIG no mercado, sendo vários deles gratuitos e abertos. Dentre eles destacam-se: ArcGIS, GEOMEIDA, GRASS, QGIS, SPRING, SAGA GIS, Mapinfor, NETtool, grSIG, mapWindows, Smart, TerraView, Transcard e VisualSIG. Nessa experiência foi utilizado o QGIS, que é um SIG de código aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral – GNU. É um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) que funciona em Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android e suporta inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados e funcionalidades (QGIS Org).

O SIG surge como uma possibilidade no processo de ensino e aprendizagem, que a partir de elaborações metodológicas mentais, pode apresentar visualmente e quantitativamente interações e intersecções entre diversos elementos, todos especializados no espaço geográfico o que permite uma análise aprofundada das interações e possíveis consequências, as quais auxiliam na resoluções de problemas a partir do PBL e tomadas de decisões.

Os Sistemas de Informação Geográfica são ensinados tradicionalmente com aulas teóricas e exercícios tutoriais. Os conceitos e procedimentos técnicos básicos da manipulação de dados espaciais são ensinados aos estudantes sem permitir que sejam capacitados para lidar com problemas reais, complexos e multideterminados, que possam ser abordados por equipes multidisciplinares como acontece na vida real. Pesquisa realizada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul -UFRG, com a disciplina de SIG avaliou o impacto do uso de PBL no ensino de SIG. Nessa pesquisa buscou-se que os alunos realizassem o mapeamento de recursos, a construção de bancos de dados geográficos e a modelagem espacial. Verificou-se a importância e eficácia da PBL na aprendizagem colaborativa da disciplina, demonstrado pela melhora no domínio das ferramentas e na qualidade das enquetes elaboradas (SILVA et al., 2013).

O QGIS, anteriormente denominado Quantum GIS, é considerado um software livre e código-fonte aberto, multiplataforma de Sistema de Informação Geográfica (SIG) que permite visualizar, editar e analisar dados georreferenciados. Seu foco principal é a visualização bidimensional interativa de dados espaciais. Igualmente permite editar dados vetoriais e um plugin GRASS para usar a funcionalidade analítica do programa GRASS de dentro da GUI do QGIS. Suporta um grande número de formatos vetoriais e raster incluindo PostGIS, GRASS, Shapefile, GML, WFS, GPX, WMS, GeoTiff, PNG, JPG entre outros. O programa GRASS é o Sistema à Suporte de Recursos Geográficos, considerado um conjunto de software do SIG para gerenciamento e análise de dados geoespaciais, processamento de imagens, produção de gráficos e mapas, modelagem espacial, temporal e visualização (QGIS, 2018).

### 3 A EXPERIÊNCIA DE PBL E GIS NA ENGENHARIA DE ENERGIA-UNB

O curso de Engenharia de Energia tem dez semestres, a disciplina que trabalha GIS está ofertada no nono semestre. O objetivo geral da disciplina é proporcionar aos alunos o conhecimento e o entendimento sobre Sistemas de Informação Geográfica com o intuito de usar como ferramenta de tomada de decisão para fins de gerenciamento nos problemas de engenharia. Os objetivos específicos são: proporcionar aos estudantes noções conceituais sobre os sistemas de informações geográficas na concepção de um banco de dados que sirva como subsídios às suas atividades; estudar a estrutura de dados de um SIG, consultar banco de dados e proporcionar noções sobre a obtenção, integração e tratamento de dados geográficos para gerar produtos cartográficos.

A integração de PBL na disciplina de Sistemas de Informação Geográfica – SIG foi realizada em uma turma com 35 estudantes do curso de Engenharia de Energia da Universidade de Brasília Campus Gama. Nenhum desses estudantes tinha conhecimentos prévios de SIG, tal fato, fez com que o aprendizado fosse uma experiência totalmente nova, não apenas pelo conteúdo da disciplina, mas também pelo método de ensino utilizado.

Os estudantes foram separados em 16 duplas e 1 trio de modo a trabalhar a demanda e potencialidade de energia elétrica em estados da Amazônia Brasileira tendo como critério as drenagens de primeiro até quarta ordem de caráter permanente.

O software foi utilizado para análise e elaboração de cartogramas e mapas com a demanda e potencialidade energética das drenagens.

A metodologia pedagógica foi dividida em quatro etapas. A primeira etapa foi a de incentivar a pesquisa nos estudantes: para tal, eles deviam procurar informações em bases de dados escolhidas por eles e em artigos científicos sobre os temas tratados na disciplina: SIG, potencialidade energética, dentre outros. Além, é claro, de desenvolver a iniciativa de buscar e instalar o software QGIS e ter um contato inicial com o mesmo. A segunda etapa era a de resolução de dúvidas: em cada aula eram realizadas explicações sobre

o SIG e sua importância na engenharia da energia. A terceira etapa foi a orientação dos projetos de demanda e potencialidade com cada um dos grupos promovendo o uso da ferramenta (QGIS) e a elaboração dos cartogramas e mapas finais. A quarta etapa desenvolveu a elaboração a carta de zonas energéticas por meio da junção de cartas de potencialidade e demanda energética.

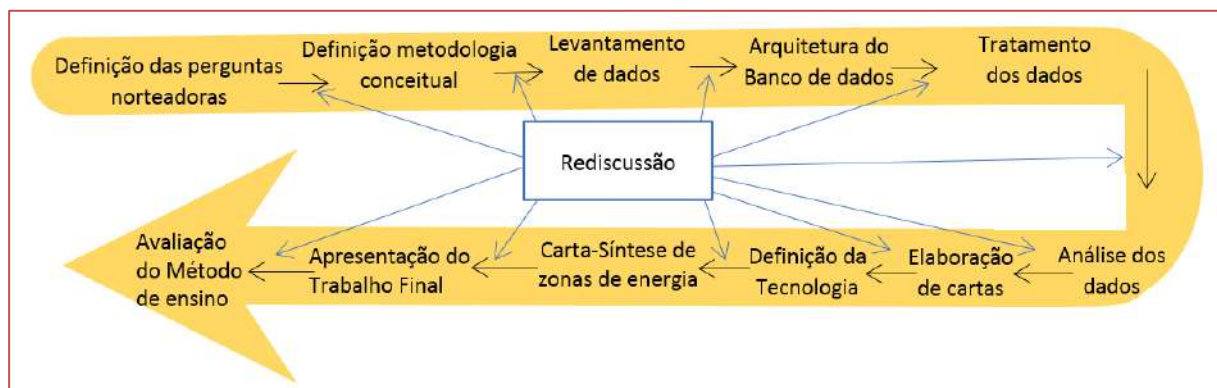
Para tanto, as estratégias adotadas em sala de aula foram: 1) debates sobre conceitos teóricos; 2) leitura e discussão sobre o problema; 3) conversas para melhor compreensão de estudo de caso, inclusive de hipóteses; 4) oficinas e minicursos sobre SIG's; 5) levantamento de bibliografia e dados; 6) acompanhamento na concepção e construção de um banco de dados que sirva como subsídios às suas atividades e proporcionar noções sobre a obtenção, integração e tratamento de dados geográficos para gerar produtos cartográficos; 7) análises espaciais em busca de soluções.

Para ter-se um direcionamento sobre o tema, as perguntas elaboradas foram: 1) Onde estão as comunidades remotas que não tem acesso ao serviço de energia na Amazônia?; 2) Quais as características de consumo das comunidades?; 3) Quais são as fontes alternativas e energias disponíveis? 4) Quais as Tecnologias Sociais podem ser usadas com essas comunidades? Existe espaços jurisdicionantes que permitem a instalação de equipamentos de Tecnologias Sociais?

Cada dupla ficou responsável por estudar um Estado da Amazônia. Os passos metodológicos utilizados estão mostrados na Figura 1. Destaca-se a fase de análise dos dados, pois ela se constituiu no cruzamento da localização da demanda energética, o potencial disponível e a territorialidades que permitam a instalação de equipamentos para fornecimento de energia.

Os passos metodológicos utilizados estão mostrados na Figura 1. Destaca-se a fase de análise dos dados, pois ela se constituiu na junção das cartas de demanda energética, o potencial disponível e territorialidades que permitam a instalação de equipamentos para fornecimento de energia.

Figura 1. Metodologia da pesquisa



Fonte: Elaboração própria

Os alunos se organizaram em duplas. E todos os estudantes da disciplina são membros de dois grupos virtuais: WhatsApp e outro no OneDrive. No primeiro, os alunos fazem parte de grupo de ajuda mútua no WhatsApp onde discutem as dificuldades conceituais e “ensinam” uns aos outros como executar algumas operações nos QGIS. No segundo, os alunos armazenam os dados e informações levantadas para uso comum

A apresentação do trabalho final pelas equipes mostrou que os alunos obtiveram êxito na construção de seus produtos.

#### 4 DISCUSSÕES DA EXPERIÊNCIA SOB AS LENTES DA PEDAGOGIA CRÍTICA E SUSTENTABILIDADE

Nos dias atuais a profissão de engenheiro requer o desenvolvimento de competências e habilidades de gestão de conhecimentos, dentre outras, tanto de maneira individual como em equipes. O profissional deve estar preparado para tomada de decisões com iniciativas imediatas. Nessa demanda de mercado profissional o método de ensino com base na pedagogia tradicional não promove a aprendizagem



significativa dos conceitos atuais e não estimula o desenvolvimento de outros conhecimentos, atitudes exigidos na vida profissional atual (ZABALA, 1998).

No contexto de pedagogia crítica o aprender a aprender é imprescindível. Logo, os professores estão sempre na busca de trazer novidades no seu cotidiano “fazer”.

Sempre com o objetivo desenvolvimento dos estudantes e profissionais nos diversos ramos do conhecimento.

A abordagem da pedagogia proposta se embasou na teoria crítica na aprendizagem ativa com a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) ou Problem Based Learning (PBL) . “A metodologia ativa estimula o aluno a problematizar, refletir, escolher, criar, intervir e transformar, uma das maneiras de desenvolver o trabalho pedagógico é organizar o ensino-aprendizagem a partir da pesquisa” (RICHARTZ, 2015, p.1). Com a adoção da ABP é possível estimular os alunos a desenvolverem habilidades, como organização, liderança e pensamento crítico, que ultrapassam o conteúdo programático das disciplinas (PONCIANO, 2017).

Nesse contexto os procedimentos adotados obedeceram as formas gerais de ABP e elas foram: 1) definição do problema procurando nivelar o conhecimento sobre a questão); discutir o problema, levantar dúvidas e questões importantes; 2) identificar e esclarecer termos técnicos e definições; 3) identificar os problemas propostos pelo enunciado; 4) formular hipóteses explicativas para os problemas identificados com base no conhecimento prévio do estudante; 5) definir os objetivos de aprendizagem; 6) estabelecer estudo individual dos assuntos levantados nos objetivos de aprendizagem; 7) retornar ao grupo tutorial para nova discussão do problema; 8) elaborar soluções.

A metodologia utilizada na disciplina é centrada no aluno, o problema como elemento motivador do estudo e integrador do conhecimento. O problema proposto foi como resolver a ausência de energia elétrica as comunidades remotas no Brasil. Para tanto, considerou-se o conceito de desenvolvimento sustentável: garantir a mesmas oportunidades e direitos (equidade social) e com as gerações presentes (intergeração) e com as futuras gerações (intergeração) (SACHS, 2000). Também se levou em conta os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, que compõem uma Agenda de Intenções da ONU. Os selecionados foram: Objetivo 7 - Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e o Objetivo 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação (ONU, 2018).

Também se levou em conta os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio, que compõem uma Agenda de Intenções da ONU. Os selecionados foram: Objetivo 7 - Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e o Objetivo 9 - Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação (ONU, 2018).

A habilidade de trabalho em equipe foi desenvolvida pela execução da atividade em duplas e pela colaboração ao compartilhar conhecimentos técnicos entre todos como bem comum. O ato do docente dentro de uma perspectiva mais ampla envolve educar para o pensar globalmente para o despertar de uma consciência planetária. É preciso se guiar por novos valores: simplicidade, austeridade, saber compartilhar, descobrir e fazer juntos. Assim poderão surgir ações concretas (GADOTTI, 2018). Isso significa nos cursos de engenharia ir além da obtenção de produtos. É estimular os alunos a se verem como pessoas que podem influenciar na construção de um mundo melhor.

Acredita-se que nos cursos de engenharia a inovação tecnologia é algo impar para a promoção da sustentabilidade. Para tanto, a motivação dos discente para se dedicarem a ao desafio de criar novos processos e produtos depende do aprendizado de desenvolver o hábito de pensar por si mesmo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse trabalho foi apresentar a metodologia pedagógica do uso de SIG como ferramenta de PBL no curso de engenharia de energia sob as lentes das teorias de educação crítica e sustentabilidade. Nesse propósito, entende-se que o sucesso foi alcançado.

Após feita a apresentação pontua-se algumas pistas que podem ser seguidas no futuro sobre o assunto. A validação da prática executada pode ser realizada em outras turmas e outros cursos. A avaliação dos alunos e professor pode ser realizada no futuro. Talvez o detalhamento dos procedimentos em outra oportunidade seria interessante.

Diante da experiência o SIG apresenta-se como uma importante ferramenta no desenvolvimento de estudantes de engenharia, ao passo que permite a integração de diferentes tipos de informações e cruzamentos de dados que são especializados. Contudo a resolução de problemas e o desenvolvimento de situações problemas antecedem ao uso do SIG, pois ele é uma ferramenta e necessita de um pensamento prévio com metodologia definida, para então buscar a integração das informações e extrair resultados que auxiliem na tomada de decisões.

## REFERÊNCIAS

- [1] ARAÚJO, Ulisses Ferreira; ARANTES, Valeria Amorim; FONSECA FILHO, Homero. Ensino de Sensoriamento Remoto através da Aprendizagem Baseada em Problemas e Por Projetos: uma proposta metodológica. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2365-2371.
- [2] CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. Introdução à Ciência da Geoinformação (Introduction to Geoinformatics). 1ª edição. Online book: São José dos Campos, INPE, Brasil. 2001.
- [3] ESCRIVÃO, E. e RIBEIRO, L. R. e C. Aprendendo com PBL – Aprendizagem Baseada em Problemas: relato de uma experiência em cursos de engenharia da EESC-USP. Revista Pesquisa e Tecnologia Minerva, São Paulo, V. 6, n. 1, pag. 23-30. 2009.
- [4] GADOTTI, M. Ecopedagogia, Pedagogia da Terra, Pedagogia da sustentabilidade, Educação ambiental e Educação para a Cidadania Planetária. Disponível em: <http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/handle/7891/3397>. Acesso: 26 mai. 2018.
- [5] PONCIANO, T. M.; GOMES, F. C. de V.; MORAIS, I. C. Metodologia ativa na engenharia: verificação da abp em uma disciplina de engenharia de produção e um modelo passo a passo. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, João Pessoa. [S.l.], n. 34, p. 32-39, jun. 2017. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1309>>. Acesso em: 12 Mai. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-03062015v1n34p32-39>.
- [6] MARTINS, Janae Gonçalves. Aprendizagem baseada em problemas aplicada a ambiente virtual de aprendizagem. 2002. 219f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- [7] QGIS org. QGIS - A liderança do SIG de código aberto. Disponível em [https://www.qgis.org/pt\\_BR/site/about/index.html](https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html). Acesso em: 10 mai. 2018.
- [8] SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2000.
- [9] NAÇÕES UNIDAS. Os objetivos do Milênio. Disponível em <https://nacoesunidas.org/pos2015/>. Acesso em: 12 Mai. 2018
- [10] SAVIN-BADEN, M. Problem-Based Learning in higher education: untold stories. Buckingham: Open University Press, 2000.
- [11] SILVA, Tatiana Silva; F Revista Terræ Didática ARINA, Flávia Cristiane; SILVA, Jorge Luiz Barbosa; AYUP-ZOUAIN, Ricardo Norberto. O ensino baseado em projeto e a aprendizagem colaborativa com sistemas de informação geográfica. Revista Terræ Didática. Campinas, volume 9, pag. 14-21, 2013.

# Capítulo 17

## *Derinó e otimizando: jogos para aprendizagem das derivadas em cálculo diferencial*

*André Felipe de Almeida Xavier*

*Paloma de Oliveira Campos Xavier*

**Resumo:** O presente artigo tem por objetivo principal demonstrar a importância da utilização dos jogos Derinó e Otimizando como ferramenta auxiliar na aprendizagem do conteúdo de Derivadas na disciplina de Cálculo Diferencial, no Centro Universitário Una, campus Barreiro e Contagem. Vale destacar que os professores também utilizaram esses jogos visando ter como principal consequência um melhor aproveitamento na nota da prova integradora e na nota dos semestres 1/2017 e 2/2017. Para tal, será feito um percurso sobre a importância do conteúdo de Derivadas para os cursos de Engenharia do Centro Universitário UNA. Além disso, será exposto qual cenário favoreceu a criação desses jogos e a motivação para criá-los, em quais turmas e quando foram aplicados o Derinó e o Otimizando, os objetivos de cada atividade individualmente e em comum, como executar os jogos e a dinâmica para contextualizar com o conteúdo. Para corroborar com o desenvolvimento desse artigo, será analisado a importância dos jogos para auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos, assim como os resultados alcançados com a aplicação do Derinó e do Otimizando.

**Palavras-chave:** Derivadas, Derinó, Otimizando, Inovação, Aprendizagem.

## 1 INTRODUÇÃO

Os professores de Matemática, nos diversos níveis de ensino (fundamental e médio) encontram diversas dificuldades relacionadas ao alto nível de reprovações dos alunos nessa disciplina e as críticas que, historicamente, o ensino dessa disciplina tem recebido. No ensino superior, a situação não é diferente. Além da dificuldade clássica e histórica dos alunos em Matemática (e suas disciplinas afins), estes chegam às faculdades e universidades apresentando dificuldades. Segundo Gusmão (2001), o déficit de aprendizagem representa uma falha no processo da aprendizagem que originou o não aproveitamento escolar.

Nossa sociedade exige cada vez mais o uso de tecnologias em escala global. Dessa forma o ensino deve motivar e estimular os alunos, de forma inovadora, experimental e utilizando novos métodos. Os jogos apareceram como uma excelente ferramenta de trabalho, fazendo que se aprenda jogando uns com os outros ou até mesmo uns contra os outros. Dessa forma se consegue desenvolver diversas competências e habilidades, fazendo com que os alunos aprendam a se relacionar, construir, colaborar e questionar, despertando assim no aluno a curiosidade e a vontade de aprender.

Segundo Miranda (2001, pág.22), mediante o jogo didático, vários objetivos podem ser atingidos, relacionados com a cognição, socialização e criatividade. Neste sentido, o jogo ganha um espaço como a ferramenta ideal da aprendizagem, na medida em que estimula o interesse do aluno, desenvolve vários níveis diferentes de experiência pessoal e social, desenvolve e enriquece a sua personalidade e é um instrumento pedagógico que leva o professor à condição de tutor, estimulador e avaliador da aprendizagem. Os jogos vêm neste momento mostrar que a aprendizagem pode ocorrer de forma mais efetiva e real. Porém é preciso atentar que tais atividades não podem perder o caráter pedagógico e se tornar algo apenas lúdico. É preciso tomar cuidado com a formulação das atividades, cuidando para que haja uma verdadeira intenção de aprendizagem com ela, e definindo bem os objetivos e metodologias utilizadas (NOÉ, 2015).

De forma generalizada, os professores precisam saber que não é através da resolução de listas de exercícios que o nosso aluno adquirirá autonomia e conhecimento. Neste sentido os jogos, “envolvem regras e interação social, e a possibilidade de fazer regras e tomar decisões juntos é essencial para o desenvolvimento da autonomia”. (KAMMI,1992, p.172) e, as tomadas de decisões fazem com que o aluno deixe de ser passivo, sendo agente ativo da construção do seu conhecimento.

Diante desse contexto apresentado, juntamente com a necessidade de fugir da mesmice metodológica no ensino, surgiu a necessidade de aplicar nas aulas de Cálculo Diferencial, em ambos semestres do ano letivo de 2017, ferramentas capazes de corroborar com esse processo. Para tal, foram criados dois jogos, ambos abordando o conteúdo de Derivadas, denominados Derinó e Otimizando. O conteúdo de derivadas é essencial para os alunos ingressantes nos diversos cursos de Engenharia no Centro Universitário UNA, especificamente para os Campi Contagem e Barreiro. Tal conteúdo é muito importante pois serve de pré-requisito para outras disciplinas que envolvem cálculo (Cálculo Integral e Cálculo de Várias Variáveis), além de outras disciplinas específicas durante o curso.

Tais jogos são uma proposta pedagógica para os alunos ingressantes nos cursos de engenharia, sendo que os professores idealizadores dessas atividades planejaram de forma conjunta as dinâmicas a serem aplicadas. A tabela a seguir relaciona o número de alunos frequentes, ao final de cada semestre, em cada turma relacionada:

Quadro 1: Número de alunos por turma

Código da Turma	Número de alunos	Semestre
EGM1ANCOA	74	1/2017
ENE1ANCOA	47	2/2017
EGM1ANBRA	62	1/2017
EGM1ANBRA	34	2/2017

Fonte: Dos autores (2017)

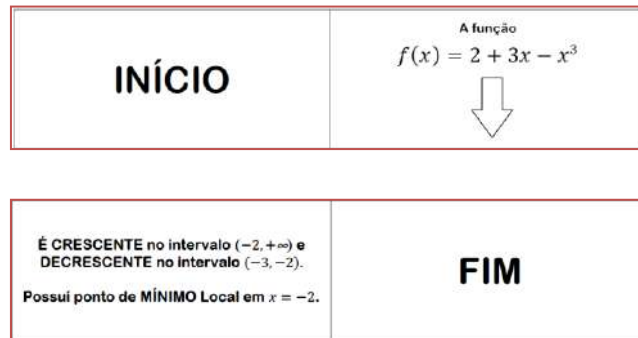
## 2 DERINÓ

Conteúdo: Intervalos de crescimento e decrescimento; Pontos de Máximo e Mínimo; Intervalos de Concavidade e Pontos de Inflexão de funções.

Objetivo: Desenvolver nos alunos, de forma lúdica (através de um jogo de dominó), a habilidade de interpretar o comportamento de funções através de suas derivadas.

1º PASSO: Os alunos receberão o JOGO DERINÓ com 7 peças, sendo 2 dessas peças: uma peça INÍCIO e outra peça FIM (vide figura 1).

Figura 1: Peça Início e Fim



Dados: autores (2017).

2º PASSO: O jogo começa na peça INÍCIO, à direita dessa peça temos uma função (vide figura 1), diferente de um jogo de dominó convencional, as peças NÃO são dispostas na sequência em posição lateral, elas SERÃO dispostas em sequência abaixo da peça INÍCIO. Ou seja, as peças serão colocadas UMA ABAIXO DA OUTRA até chegar à peça FIM (vide figura 1).

3º PASSO: Caberá aos alunos, nas peças que possuem uma FUNÇÃO À DIREITA, analisar a DERIVADA SEGUNDA (Intervalos de Concavidade e possíveis Pontos de Inflexão), nas peças que possuem uma FUNÇÃO À ESQUERDA, analisar a PRIMEIRA DERIVADA (Intervalos de Crescimento, Decrescimento, e possíveis pontos de Máximo e Mínimo).

4º PASSO: Ganha o jogo o grupo que compilar de forma correta o Derinó e descobrir a sequência numérica correta no verso das peças.

Figura 2: Sequência do jogo



Dados: autores (2017).

Figura 3: Jogo Derinó Confeccionado



Dados: autores (2017).

### 3 OTIMIZANDO

Conteúdo: Aplicação de Derivadas – Problemas de otimização de área e volume.

Objetivos: Interpretação de problemas; Trabalhar em equipe; Construir sólidos geométricos; Desenvolver noção de escala; Aplicar as regras de derivação; Trabalhar um problema de forma concreta e aplicada; Incentivar e motivar a competição sadia entre os grupos.

Materiais necessários: Papel cartão; Régua (desejável de 50 cm); Kit de desenho geométrico (desejável) – esquadros, compasso e transferidor; Tesoura sem ponta; Barbante; Folha de ofício; Durex largo.

Roteiro da atividade: Dividida em 8 grupos, cada um deles construiu uma caixa sem tampa com o maior volume possível de acordo com as dimensões pré-estabelecidas e com um pedaço de barbante pré-definido, representar em um papel um estacionamento com a maior área possível. Ideal a realização da atividade em um espaço amplo, com mesas grandes e bancadas (utilizamos a sala de desenho). Ao final da atividade, cada grupo entregava uma folha diagnóstica com os cálculos realizados para a construção da caixa e da área de estacionamento em escala. Foram criadas 5 folhas de atividades com valores diferentes, a fim de diversificar o tamanho das caixas e das áreas.

Figura 4: Caixa confeccionada prática otimizando.



Fonte: autores (2017).

Figura 5: Alunos realizando a prática otimizando na sala de desenho técnico.



Fonte: autores (2017).

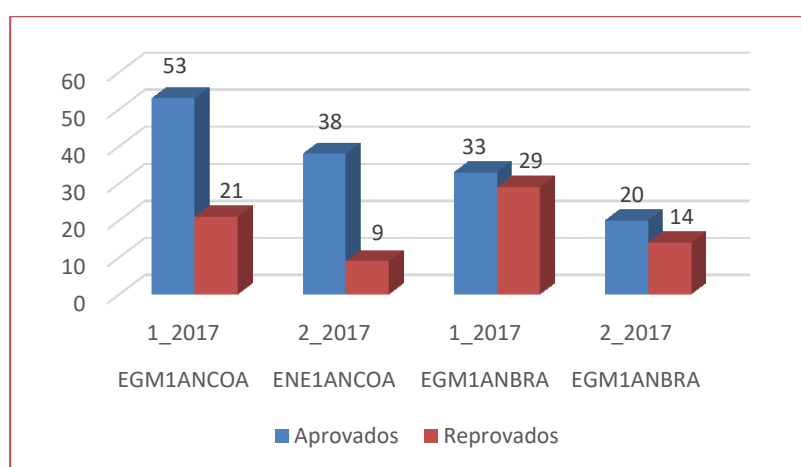
#### 4 RESULTADOS

Pode-se perceber que ao longo do ano letivo de 2017, em ambos os semestres, os alunos foram desenvolvendo autonomia na busca pelo conhecimento e da informação, além do prazer demonstrado na execução de ambos os jogos aqui apresentados, o Derinó e o Otimizando.

Os gráficos e tabelas a seguir mostrarão os resultados obtidos durante ambos os semestres de 2017 nas turmas que cursaram a disciplina Cálculo Diferencial nos campi Contagem e Barreiro. Serão abordados diversos tipos de análises através de gráficos e tabelas que buscam demonstrar a eficiência e eficácia dos jogos utilizados. Os resultados baseiam-se basicamente analisando as notas obtidas na Prova Integradora (avaliação institucional realizada ao final de cada semestre) e a aproveitamento alcançado na disciplina ao final do semestre.

O gráfico 1 a seguir mostra a quantidade de alunos aprovados na disciplina de Cálculo Diferencial em cada semestre.

Gráfico 1: Número de alunos aprovados na disciplina ao fim de cada semestre.



Fonte: Os autores (2017)

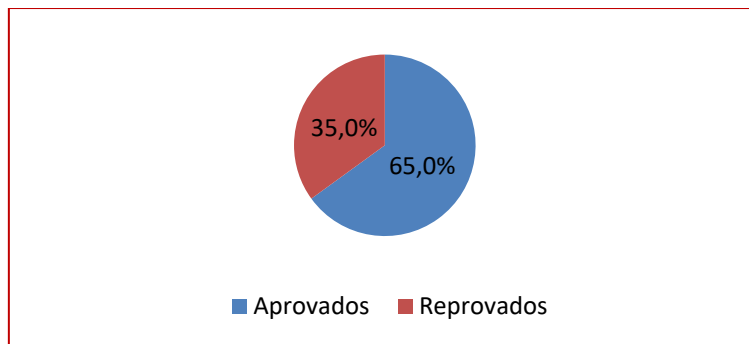
Analisando de forma geral, pode-se perceber que mais de 65% dos alunos foram aprovados na disciplina, fato este ilustrado no gráfico 2. Complementando essa informação, entende-se claramente que o aproveitamento cresceu de um semestre para o outro, conforme dados apresentados no tabela 2 a seguir.

Quadro 2: Percentual de aprovação dos alunos em Cálculo Diferencial

Turma	Semestre	Aprovação	Reprovação	Campus
EGM1ANCOA	1_2017	71,62%	28,38%	Contagem
ENE1ANCOA	2_2017	80,85%	19,15%	Contagem
EGM1ANBRA	1_2017	53,23%	46,77%	Barreiro
EGM1ANBRA	2_2017	58,82%	41,18%	Barreiro

Fonte: Os autores (2017)

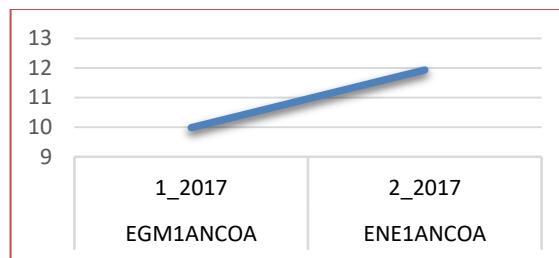
Gráfico 2: Aproveitamento médio das turmas em Cálculo Diferencial



Fonte: Os autores (2017)

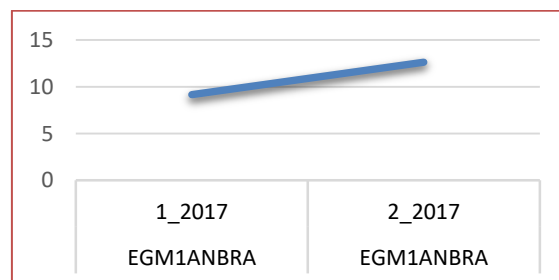
Outro fato que corrobora para a evolução no aprendizado dos alunos na disciplina de cálculo diferencial, especificamente no conteúdo de Derivadas através dos jogos Derinó e Otimizando, é a evolução na nota da prova integradora em ambos os semestres. Os gráficos 3 e 4 demonstrarão essa evolução no ano letivo de 2017, no 1º e 2º semestre.

Gráfico 3: Média de pontos obtidos na Avaliação Integradora em 2017 - Contagem



Fonte: Os autores (2017)

Gráfico 4: Média de pontos obtidos na Avaliação Integradora em 2017 - Barreiro



Fonte: Os autores (2017)

Pode-se notar que os alunos do campus Contagem de Cálculo Diferencial aumentaram em quase dois pontos a média final da prova integradora, passando de uma nota média de 9,98 no primeiro semestre para 11,93 no segundo. Reforçando o que foi constatado, no campus Barreiro é também perceptível essa melhora no aproveitamento, aumentado a nota média da prova integradora em cerca de 2,50 pontos, passando de uma média de 9,16 pontos no primeiro semestre para 12,62 pontos no segundo.



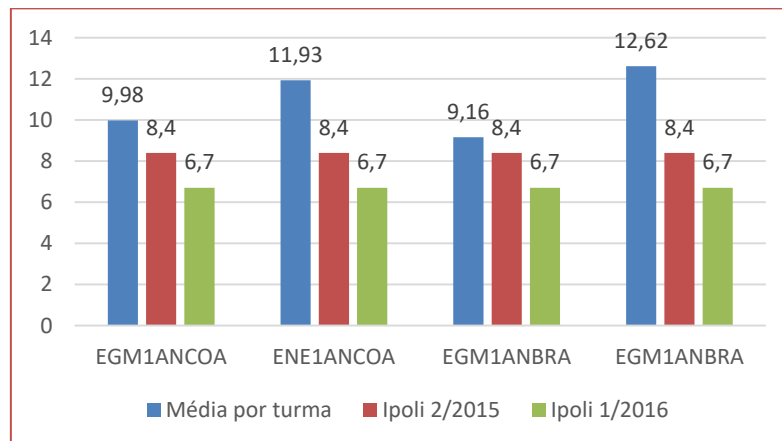
Quadro 3: Nota média na prova integradora de Cálculo Diferencial por turma.

Turma	Semestre	Nota média
EGM1ANCOA	1_2017	9,98
ENE1ANCOA	2_2017	11,93
EGM1ANBRA	1_2017	9,16
EGM1ANBRA	2_2017	12,62

Fonte: Os autores (2017)

Para melhor ilustrar os dados obtidos, será realizado um comparativo da média de pontos obtidos na prova integradora, por todas as turmas que cursaram Cálculo Diferencial no semestre 2/2015 e 1/2016, conforme dados do IPOLI (Instituto Politécnico. Na época esses dados foram enviados para todos os professores das disciplinas participantes da prova integradora pela então diretora Ana Paula Ladeira, ajudada pela pedagoga responsável pela elaboração das provas Raquel Leite. Tal relatório continha o aproveitamento de cada turma na prova integradora e uma coluna para que o professor verificasse esse aproveitamento em relação à média obtida em todas as unidades.

Gráfico 5: Nota média por turma da prova integradora comparada com nota média do IPOLI



Fonte: Os autores (2017)

É possível perceber nitidamente que analisando comparativamente os dados do gráfico 5 que em todas as turmas de Cálculo Diferencial onde foram aplicados os jogos Derinó e Otimizando, os resultados obtidos nas provas integradoras foram bem superiores aos que foram apresentados pelos relatórios do Instituto Politécnico nos semestres 2/2015 e 1/2016.

Por questões acadêmicas e institucionais, com o fim do Instituto Politécnico (IPOLI), não é enviado mais esses relatórios informando o aproveitamento médio nas disciplinas das provas integradoras, por isso os dados apresentados nesse relato foram dos semestres 2/2015 e 1/2016, para efeito de análise e comparação. Mesmo sendo dados anteriores, servem para nortear a realização um bom trabalho com a incorporação desses jogos na disciplina de Cálculo Diferencial.

## 5. CONCLUSÃO

Ao final de dois semestre letivos utilizando os jogos Derinó e Otimizando nas aulas de Cálculo Diferencial para uma melhor compreensão das Derivadas, foi possível perceber que muitos alunos avaliaram positivamente a utilização desses jogos na sala de aula. Esta boa avaliação pode ser claramente percebida no depoimento de uma das alunos que participou das atividades, conforme relato a seguir:

“Venho por meio deste e-mail para falar sobre as inovadoras aulas que tive com você. Foram aulas bem diferentes de tudo que já vi em cálculo, sendo também interessantes, divertidas e dinâmicas. Eu sei que em

cálculo fica difícil mudar a rotina das aulas, porque o aluno só aprende fazendo exercícios. Aquele aula específica do Otimizando, as atividades de otimizar a caixa e calcular o comprimento daquele barbante foram inesquecíveis. Foi muito satisfatório ver a aplicação do que aprendemos em sala com você. Além de tudo que citei antes, essas atividades promoveram também o trabalho em equipe que é muito importante. Essas atividades com certeza foram muito importantes para fixar o aprendizado do conteúdo e até para nos prepararmos para as provas. Você me surpreendeu com essas atividades, parabéns pela iniciativa e que tenhamos sempre aulas como essa! Muito obrigada e um abraço". (Freitas)

Ao utilizar esses jogos como metodologias ativas de aprendizagem, estimulou-se nos alunos o desenvolvimento de algumas habilidades, como a criatividade, liderança, comunicação, criticidade, capacidade de argumentação e reflexão. Habilidades estas desenvolvidas sem desconsiderar a importância do conteúdo da disciplina.

Desataca-se também a importância da ressignificação para os alunos do conceito do erro como ato punitivo da aprendizagem, uma vez que essas atividades permitem também avaliar o aluno qualitativamente, levando em conta seu envolvimento, participação e pro atividade.

Estas mudanças exigem um novo papel, que pode ser traduzido na intencionalidade e reciprocidade em ensinar um conteúdo contextualizado e que transcenda a sala de aula. Quando se poderia imaginar em uma aula de exatas o aluno aprendendo derivadas através de um jogo de dominó ou montando uma caixa de papelão?

Reconhecendo que o saber docente está além do saber da disciplina, preparar essas aulas diferenciadas de cálculo diferencial utilizando os jogos Derinó e Otimizando visa fomentar o processo de aprendizado do aluno. A contextualização do conteúdo foi uma premissa para a criação de ambos jogos, sendo perceptíveis o envolvimento dos alunos.

Ao final de um ano de trabalho, nota-se que o processo de desenvolvimento da autonomia no aluno e busca da informação é longo, e diretamente relacionado ao nível de maturidade que o mesmo vai atingido durante a sua vida acadêmica. É nítido que esse tipo de atividade é de fundamental importância para formação do aluno. Vale lembrar que essas atividades são efetivamente eficazes quando associada às aulas expositivas dos conteúdos de cada disciplina.

Além disso, é de fundamental importância o papel do professor em perceber as limitações dos alunos ao buscar o conhecimento. Alguns conseguem desenvolver as atividades com mais facilidades, outros não. Esse papel de mentoria é primordial para o sucesso das atividades e jogos apresentados.

É muito gratificante perceber que essas atividades contribuem para o processo de aprendizagem do aluno, tornando assim uma nova ferramenta na busca pelo conhecimento. Vale enfatizar que, além da experiência e percepção em sala de aula, os resultados apresentados corroboram com tudo o que foi exposto.

Constata-se que ambas atividades desenvolvidas podem ser consideradas inovadoras no processo de aprendizagem da disciplina de Cálculo Diferencial e que para criar aulas distintas não se exige muito, basta um pouco de criatividade, disponibilidade e um bom planejamento para confeccionar os jogos.

## REFERÊNCIAS

- [1] FREITAS, G. Otimizando: depoimento (jul. 2017). Entrevistador: A.F.A.Xavier. Contagem, 2017.
- [2] GUSMÃO, B. B. Dificuldade de aprendizagem: um olhar crítico. Pará: UAM, 2001.
- [3] KAMMI, Constance; DECLARK, Geórgia. Reinventando a aritmética: implicações da teoria de Piaget. São Paulo: Papyrus, 1992. p.172.
- [4] MIRANDA, Simão, (2001). No fascínio do jogo, a alegria de aprender. In. "Linhas Críticas", vol.8, nº 14. Brasília: Universidade Católica.
- [5] NOÉ, Marcos. A importância dos jogos no ensino da matemática. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/a-importancia-dos-jogos-no-ensino-matematica.htm>>. Acesso em 07 mar. 2018.

# Capítulo 18

## *Utilização de plataforma de prototipagem Open Source como ferramenta de uso didático para controle de temperatura em processos industriais*

*José Ramon Nunes Ferreira*

*Raphaell Maciel de Sousa*

*Alberto Grangeiro de Albuquerque Neto*

**Resumo:** Este estudo propõe o desenvolvimento de uma tecnologia de hardware e software aplicada ao controle de temperatura de um líquido. Deste modo, técnicas de controle aplicadas em ambiente industrial podem ser simuladas a partir de uma plataforma didática Open Source. O hardware e software desenvolvidos neste trabalho foi testado em um módulo didático de Controle de Temperatura existente no laboratório do curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Cajazeiras – PB. O referido módulo possuía um sistema de controle proprietário, com uma tecnologia bastante inflexível do ponto de vista de novas implementações não propostas pelo fabricante. Na nova tecnologia desenvolvida, está integrada ao hardware a plataforma eletrônica de prototipagem Open Source Arduino DUE, responsável pela aquisição, processamento do algoritmo que realiza o cálculo do controle da temperatura do líquido e envio dos dados processados à Interface Humano-Máquina. Ademais, foram projetados todos os circuitos eletrônicos de transdução, incluindo recepção dos sinais elétricos por meio dos sensores instalados em planta; e os circuitos eletrônicos de atuação, para envio da potência aos componentes elétricos da máquina.

**Palavras-chave:** Controle de Temperatura. Módulo didático. Plataforma de prototipagem. Processos Industriais.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no setor industrial, são poucos os processos que não apresentam alguma forma de automação ou monitoração de operação (LIMA; RAIMUNDO; MIALARET, 2007). A forte concorrência do mercado faz surgir a necessidade de uma linha de produção mais rápida e eficiente, capaz de obter ótimos resultados sem desperdício de recursos. Nesta perspectiva, processos automatizados se fazem tão importantes para indústrias de alta produtividade (ASTROM; HAGGLUND, 2010).

A metodologia de utilizar módulos didáticos para o estudo de variáveis físicas em aulas práticas proporciona o estreitamento da fronteira do mundo teórico acadêmico com o ambiente prático industrial. Neste sentido, o foco da pesquisa está em modernizar, tecnologicamente, uma plataforma experimental de controle de temperatura de um líquido armazenado em um reservatório. O estudo tem como proposta a substituição do componente eletrônico responsável pelo controle da temperatura do líquido (Controlador CRT) no módulo didático CRT (Controle de Regulagem de Temperatura), pela plataforma Arduino, em conjunto com um hardware alternativo e viável economicamente.

A modernização de recursos tecnológicos, como software e hardware faz com que máquinas com determinadas funções, como o módulo didático CRT, naturalmente fiquem obsoletas na linha do tempo. Justifica-se a realização desta pesquisa, pois com o surgimento de novas tecnologias, e com a evolução acelerada das técnicas de eletrônica potência, é natural que equipamentos frequentemente fiquem em desuso.

Além do hardware proposto, o algoritmo para controle de temperatura foi implementado na linguagem de programação C, no Ambiente de Desenvolvimento Integrado IDE do Arduino. A tecnologia deste hardware permite, a qualquer momento, ser gravado novos programas. Isso permitirá que o módulo didático CRT acompanhe por um longo tempo a mudança volátil da tecnologia, além de dar margem ao aluno ou pesquisador analisar e realizar prováveis melhorias no processo.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Em processos industriais no qual a temperatura é uma variável fortemente envolvida no sistema, sua medição e seu controle são vitais para a qualidade do produto e a segurança não só das máquinas como também do operador. Independentemente do tipo de processo, a temperatura pode promover mudanças no ritmo da produção, qualidade do produto, segurança do equipamento e/ou pessoal, consumo de energia e por consequência o custo de produção (VERLY, et al., 2012).

Controlar um processo é atuar sobre ele, ou sobre as condições a que se sujeita, a partir de uma interconexão de componentes arranjos em uma configuração que produzirá uma resposta, de modo a objetivar uma finalidade.

Os sistemas de controle são utilizados em diversas aplicações do dia-a-dia desde em processos industriais até em brinquedos eletrônicos. Nise (2014) define um sistema de controle como um conjunto de subsistemas e processos (ou plantas) com o objetivo de se obter uma saída desejada com um desempenho desejado, dada uma entrada especificada.

O Arduino é uma plataforma cujo design de hardware, software e IDE (Integrated Development Environment) são abertas. O IDE do Arduino é simples, tendo como principal linguagem de programação a linguagem C e tem bastante funcionalidade para editar, baixar e executar código em sistemas operacionais diferentes (FERNANDEZ J., et al. 2015).

Com relação às características deste hardware Fernández et al. (2015), argumenta que a Placa Arduino DUE tem um chip microcontrolador 32 bits Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3. Este chip funciona num clock de 84 Mhz (3,3V) e fornece um poder computacional maior. Esta característica se torna adequada para o desenvolvimento de projetos que exigem processamento de alta capacidade.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este projeto trata-se de uma pesquisa experimental que tem como proposta a modernização da tecnologia de potência e controle de um módulo didático CRT, da marca Didática Itália. Deste modo, o propósito principal deste experimento está na aplicação do controle de temperatura utilizando uma plataforma de aquisição e processamento de dados denominada Arduino, a partir do módulo didático de controle de temperatura.

A referida pesquisa se desenvolve em uma máquina (CRT) já existente no laboratório do curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do IFPB (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba), Campus Cajazeiras – PB. A estrutura do laboratório é ampla e favorável ao estudo, pois há equipamentos e ferramentas necessárias para análise dos dados e teste dos componentes.

Por se tratar de uma pesquisa experimental o teste de funcionamento dos componentes existentes da planta didática CRT se fez necessário, cabendo relatar todos seus aspectos e posteriormente a avaliação de cada componente, identificando e verificando de acordo com o respectivo datasheet, a compatibilidade e a possibilidade de utilização no projeto.

Em seguida foi executada a construção da parte física do sistema. Com base na literatura, foram elaborados os circuitos e escolhidos quais os componentes que melhores se adequam à proposta do projeto, considerando alguns fatores importantes como, tensão e corrente de operação, temperatura do sistema, métodos de isolamento dos circuitos de diferentes tensões, facilidade de acesso no mercado e o custo dos componentes. A execução do projeto ocorreu a partir da fragmentação e modulação dos circuitos eletrônicos, distribuídos em circuitos específicos e independentes. A partir da construção destes, serão interligados à placa de aquisição de dados Arduino.

Após a interligação de todos os circuitos, procedeu-se a realização de um teste com os equipamentos da planta didática, inclusive com a placa Arduino, verificando e solucionando os possíveis conflitos de hardware.

### 3.1 A PLANTA CRT

O módulo de Controle e Regulação de Temperatura (CRT) é um equipamento utilizado para análise de estudos em controle de temperatura (Figura 1), com abrangência na aplicação dos conhecimentos em indústria. Fabricada para uso didático, torna-se interessante sua observação pois a variação de temperatura na planta é relativamente lenta, o que possibilita a efetiva e integral observação do fenômeno, seus efeitos e os parâmetros envolvidos.

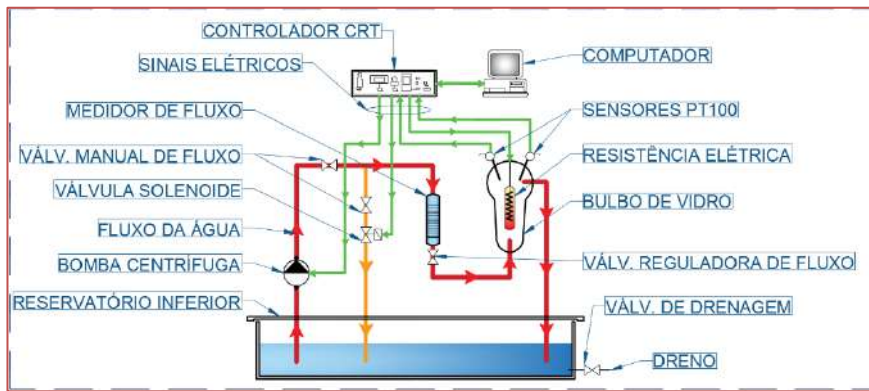
Figura 1 – Planta didática CRT



Fonte: [www.didactaitalia.it](http://www.didactaitalia.it)

Todos os componentes existentes na planta (Figura 2) são utilizados comumente em aplicações industriais. Sensores RTD, válvula solenoide e válvula de controle manual de fluxo de fluidos são conhecidos também pela sua durabilidade, robustez e confiabilidade. Nesta perspectiva, o aluno durante o aprendizado, se familiariza com os componentes já utilizados no meio fabril, facilitando a fixação do conhecimento na prática.

Figura 2 – Diagrama esquemático atual da planta CRT



Fonte: Autoria própria

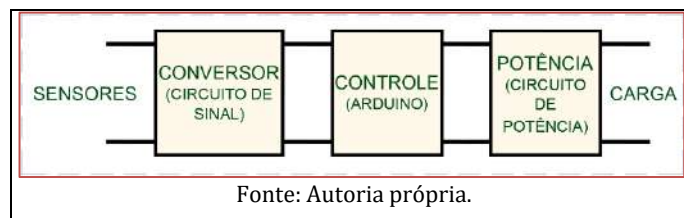
A principal função da planta é controlar a temperatura de um líquido (normalmente é utilizada a água para experimento) armazenado em reservatório, conforme exibido na Figura 2. O processo se inicia quando a água é sugada do reservatório inferior da planta por meio da bomba centrífuga monofásica, com potência de 0,06kW, elevando-a até o bulbo de vidro onde será aquecida por uma resistência elétrica, com potência máxima de 1kW inserida neste recipiente. A água já aquecida retorna para o reservatório inferior, fechando o ciclo. A linha vermelha na Figura 2 mostra o sentido do fluxo da água.

### 3.2 DIMENSIONAMENTO DO HARDWARE DO CONTROLADOR

Com o objetivo de substituir completamente o dispositivo controlador CRT (Figura 2), atualmente existente na planta didática, propõe-se desenvolver um hardware que, em conjunto com a plataforma Arduino, atue diretamente no controle da temperatura do líquido do processo, seja recebendo e tratando os dados analógicos advindos dos sensores e acionando os periféricos da planta.

Em síntese, com a proposta do novo hardware controlador, o diagrama de blocos da Figura 3 mostra que os circuitos podem ser categorizados e separados fisicamente de acordo com suas características e especificidades. Isso implica na maior facilidade de compreensão do sistema, bem como maior capacidade de gerenciamento sobre o hardware.

Figura 3 – Diagrama de blocos do hardware de controle



Fonte: Autoria própria.

### 3.3 PLATAFORMA ARDUINO

Dentre os tipos de Arduino existentes no mercado, no projeto foi utilizada a placa modelo DUE. O microcontrolador é baseado na CPU modelo ARM Cortex-M3 com clock de 84MHz, o primeiro modelo de placa microcontroladora da marca com núcleo de 32bit. Está também acoplada ao dispositivo uma memória flash de 512kB e uma memória SRAM de 96kB além de existir 54 pinos de entradas/saídas digitais com tensão de operação de 3,3V, dentre estas, 12 podem ser usados como saídas PWM (Pulse Width Modulation) e 14 entradas/saídas analógicas.

Sua escolha é justificada na utilização do projeto por ser um dispositivo de maior capacidade e velocidade no processamento dos dados, maior capacidade de memória e maior quantidade de entradas e saídas, proporcionando um projeto mais robusto, permitindo ao usuário a viabilidade de adequações no software e possibilidade de conectividade a mais dispositivos. Sendo assim, ela será utilizada para aquisição dos

dados analógicos por meio de sensores PT100 (já existentes na planta didática CRT), para processamento e cálculo de controle da temperatura do processo e para o envio dos dados processados ao dispositivo controlado.

Para Wheat (2011), as melhores vantagens do software livre e Open Source, além do preço, é o seu acesso ao Código Fonte original e às tecnologias subjacentes. O usuário/programador não recebe uma “caixa preta” bitolada a uma única função e está autorizado a copiar e manipular o software a qualquer nível que interessar.

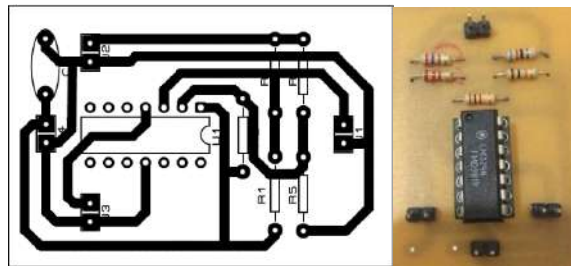
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 RESULTADOS PRÁTICOS DA ELETRÔNICA APLICADA AO HARDWARE DE CONTROLE

O circuito conversor de temperatura (Figura 4) tem a função de receber os sinais sensorizados pelo PT100 na planta e enviar para o Arduino. Ele foi projetado para receber a alimentação de tensão contínua 5V, que fornece tensão tanto para Ponte de Wheatstone, como também para o Amplificador Operacional existentes no circuito.

É importante que o GND (Ground) desta placa e a do Arduino tenham pontos comuns. Sendo assim, é possível alimentá-la com a tensão e o GND a partir da própria placa microcontroladora (Arduino DUE) utilizada no projeto. Desta forma, evita-se possíveis surtos de tensão da rede externa no sistema de EBT, visto que o Arduino pode ser alimentado por uma fonte geradora de tensão alternativa e independente da rede.

Figura 4 – (a) projeto do circuito conversor de temperatura. (b) placa de circuito impresso pronta.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 5 pode ser observada a placa do circuito de potência executada e pronta para o uso. Foram utilizados em cada entrada do sinal vindo do Arduino, LEDs de alto brilho para sinalizar o momento em que o microcontrolador envia pulsos às cargas. Para proteger a placa Arduino, a utilização de opto-isoladores, responsável por isolar eletricamente o circuito de potência do circuito de controle, foram acoplados a soquetes de 6 pinos torneados soldados na placa, tendo em vista a facilidade e a praticidade na substituição, caso haja falha ou queimas destes componentes.

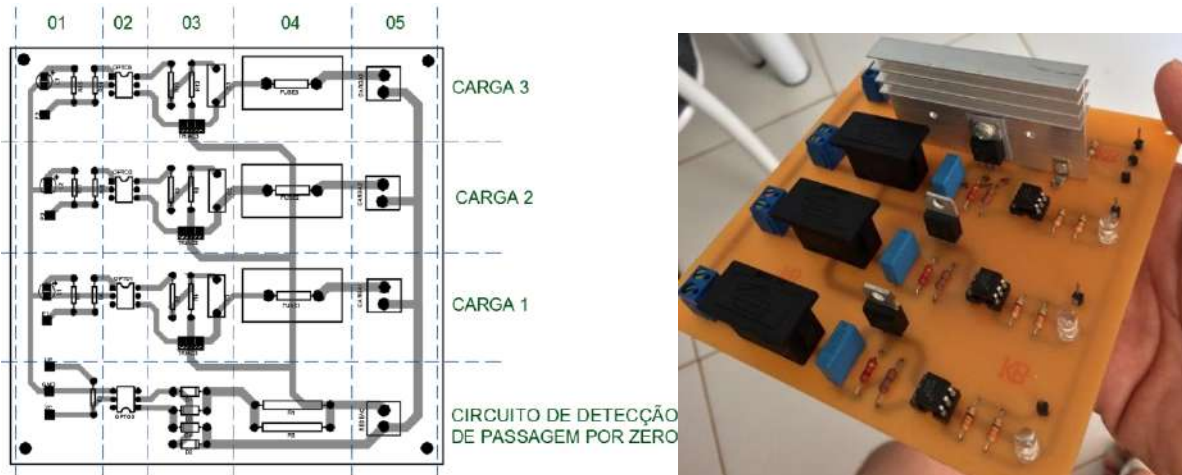
Os componentes de chaveamentos TRIACs (Triode for Alternating Current), estrategicamente, foram dispostos no sentido horizontal da placa, visto que nesta disposição é possível acoplar dissipadores, caso seja necessário. TRIAC é um dispositivo eletrônico de chaveamento de alta frequência. Sua estrutura é equivalente a dois tiristores Retificadores Controlados de Silício conectados em antiparalelos acionados por terminal de disparo.

Observa-se na Figura 5 (b) um dissipador no TRIAC da carga 1 (Resistência de aquecimento do líquido). Por esse dispositivo passa uma corrente relativamente alta, causando o seu aquecimento. A placa de alumínio ajuda a dissipar o seu calor gerado pelo TRIAC, evitando o superaquecimento do componente.

Uma medida de segurança e proteção agregado na eletrônica do circuito de potência foi a instalação de módulos para fusíveis (coluna 04). Cada carga tem seu fusível instalado, que foi dimensionado especificamente para cada potência respectiva da carga.

Todo o percurso das trilhas na rede BT da placa foi reforçado com a aplicação de solda, presumindo uma passagem de maior corrente por elas e evitando o superaquecimento das trilhas.

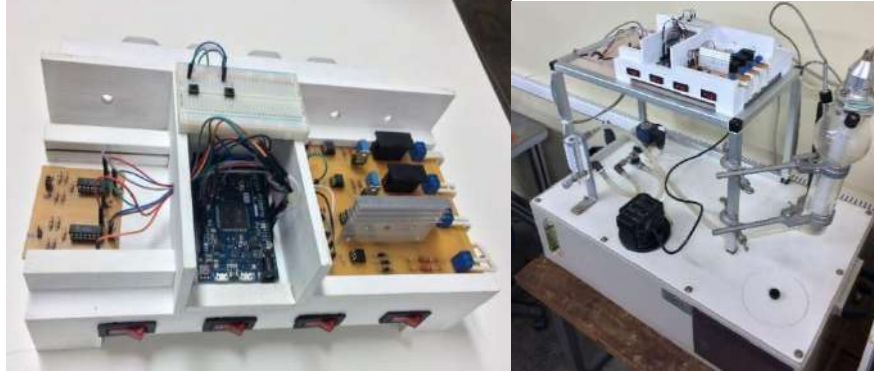
Figura 5 – (a) Projeto da placa de circuito de potência. (b) Placa de circuito de potência pronta



Fonte: Autoria própria.

A Figura 6 destaca o protótipo finalizado e com toda a eletrônica integrada. Observa-se que, com a mudança da pinagem dos equipamentos da planta CRT para o padrão da norma NBR 14.136 (plugues fêmeas de tomadas), agilizou na desconexão e conexão dos periféricos ao protótipo, facilitando o seu manuseio.

Figura 6 – (a) Protótipo do Controlador finalizado. (b) Protótipo do Controlador instalado no módulo didático CRT.



Fonte: Autoria própria.

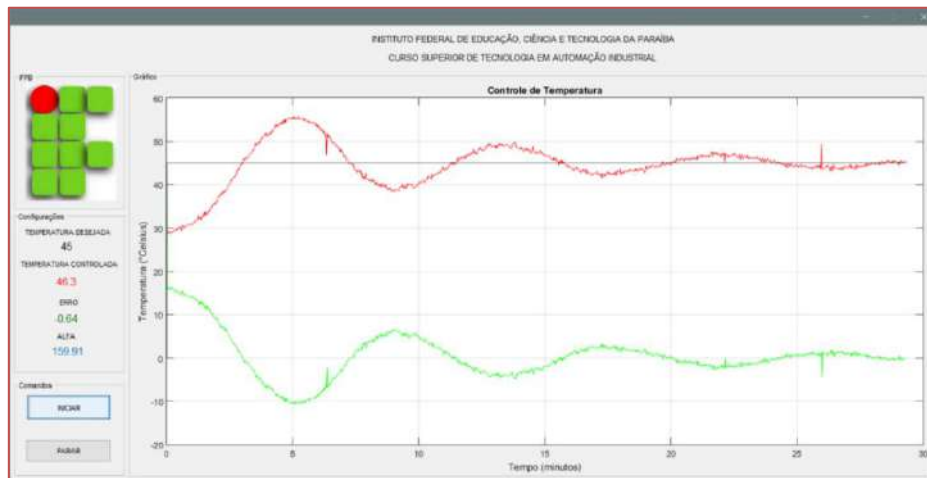
## 4.2 CONTROLE DA TEMPERATURA

### Resposta do sistema para o Setpoint 45 °C

Para este experimento (Figura 7), inicialmente a temperatura média do reservatório inferior da planta estava aproximadamente a 28°C e o fluxo do líquido foi ajustado para 25 l/h. Além disso, as constantes  $k_P$ ,  $k_I$  e  $k_D$  do controlador estavam ajustadas na programação, respectivamente, para 2,0, 0,08 e 0,01. O Setpoint (valor da temperatura desejada) estava configurado para 45°C. Nesta etapa, optou-se por não inserir perturbação de variação de fluxo por parte do usuário.



Figura 7 – Experimento 01: Setpoint 45°C



Fonte: Autoria própria.

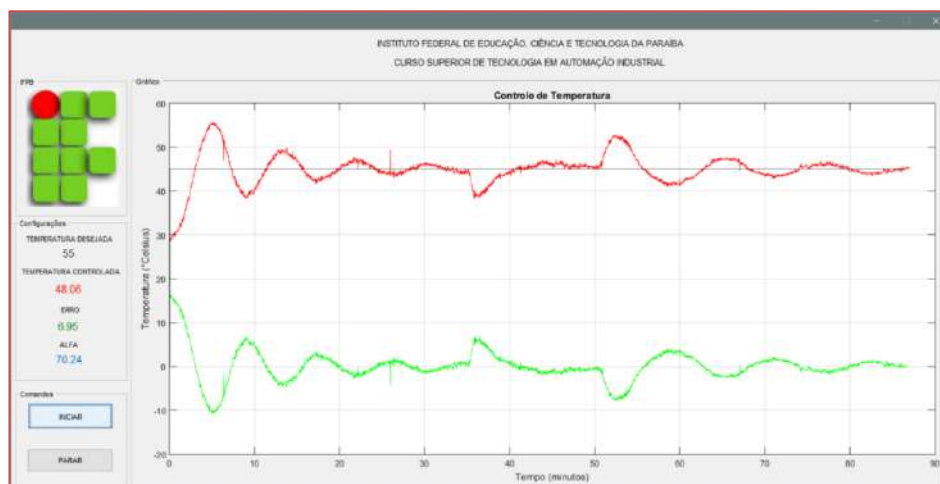
Percebe-se no gráfico que a temperatura desejada entrou em regime permanente (temperatura constante) aos 27,5 minutos apresentando overshoot de aproximadamente 11 °C.

### Resposta do sistema aplicando perturbações

Esse experimento iniciou com a temperatura média do reservatório inferior da planta CRT aos 28°C e o fluxo do líquido foi ajustado inicialmente para 25 l/h. As constantes  $k_P$ ,  $k_I$  e  $k_D$  do controlador estavam ajustadas na programação, respectivamente, para 2,0, 0,08 e 0,01. O Setpoint (valor da temperatura desejada) estava configurado para 45°C. Nesta etapa, foram inseridas duas perturbações de variação de fluxo por parte do usuário.

A Figura 8 mostra que aos 35 minutos, quando o sistema já estava em estabilidade, foi aplicada a seguinte perturbação: aumentou-se rapidamente o fluxo de 25 l/h para 50 l/h. A temperatura reduziu em 13°C num intervalo de 1,5 minutos. Com a ação do controlador, o sistema entrou em regime permanente aos 47 minutos.

Figura 8 – Experimento 03: Aplicação de perturbações no sistema.



Fonte: Autoria própria.

Passados 50 minutos, foi aplicada mais uma perturbação na planta: reduziu-se rapidamente o fluxo do líquido de 50 l/h para 25 l/h. Após isso, a temperatura atingiu um overshoot de aproximadamente 8°C no tempo 52,5 minutos e tendeu a entrar em regime permanente aos 80 minutos.

Uma característica típica da variável temperatura é no seu tempo de resposta, que é considerada relativamente lenta. Constata-se também que os ruídos são comuns na leitura de temperatura por meio dos sensores analógicos RTD PT100.

## 5 CONCLUSÃO

Diante do trabalho elaborado e com os resultados obtidos em toda a trajetória da pesquisa, pode-se concluir que o projeto resgatou para a comunidade IFPB um instrumento didático funcional de tecnologia-dura que antes era um sistema completamente fechado (caixa preta) e que por hora estava na beira da obsolescência. Com a modernização, o módulo didático de controle de temperatura traz evidências relevantes no meio científico e fazendo produzir novas alternativas de tecnologias abertas para o seu funcionamento pleno.

Analisar, testar e conhecer detalhadamente o módulo didático CRT e seus periféricos, somou à pesquisa, fazendo aprofundar os conhecimentos sobre instrumentação industrial. As buscas sobre cada instrumento foram fundamentais para maior segurança na escolha da tecnologia alternativa para a construção do hardware.

Utilizar o Arduino como parte do projeto proporcionou maior facilidade, por ser uma placa integrada com todos os componentes necessários para o funcionamento adequado do microcontrolador e traz para ao aluno um maior grau de liberdade para adequação do sistema, por se tratar de uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware e software open-source. O hardware permite que o estudante conecte seu próprio dispositivo (Arduino) para realizar suas análises e experimentos, além de proporcionar um aprendizado intuitivo.

A combinação de hardware e software utilizado na planta CRT mostrou que é possível comandar por meio da lógica digital e a partir da rede de extra baixa tensão, acionar dispositivos independentes, em rede de Baixa Tensão (220V ou tensão superior).

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Raphaell Maciel pelo convite de participar desta pesquisa que pra mim tem significado importante na minha carreira profissional; à Instituição IFPB, por estar de portas abertas a quem desperta o interesse em estudar e pesquisar tecnologias; ao amigo Alberto Grangeiro, técnico de laboratório, por sempre colaborar na logística da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASTROM, K. J.; HAGGLUND, T. Advanced PID Control. [S.l.]: ISA - The Instrumentation, Systems and Automation Society, 2010.
- [2] FERNÁNDEZ, J. et al. Digital filter design with Arduino DUE and Matlab. Information Processing and Control (RPIC). Cordoba, Argentina: IEEE. 2015.
- [3] ITÁLIA, Didatica. Automazione e Controllo Di Processo. CRT - Unitàdi Studio Controllo e Regolazione Temperatura, 2015. Disponível em: <<http://www.Didacta@.it>>. Acesso em: 05 maio 2016.
- [4] LIMA, D. A. D.; RAIMUNDO, L. C.; MIALARET, L. F. S. Sistema de Controle de Produtos em Temperatura e Tempo Padrão. São José dos Campos, 2007. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2007/trabalhos/engenharias/inic/INICG00050\\_01C.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2007/trabalhos/engenharias/inic/INICG00050_01C.pdf)>. Acesso em: 05 Janeiro 2017.
- [5] VERLY, A. et al. Controle Aplicado em Tempo Real a uma Planta de Temperatura: Resultados Experimentais. São João de-Rey, 2011.
- [6] WHEAT, Dale. Arduino Internals. New York: 2011, v. Único, 2011.

# Capítulo 19

## *Uso do simulador PRO/II como ferramenta didática auxiliar no curso de engenharia química do IFBA*

*Maria Santos Coelho*

*Édler Lins de Albuquerque*

*Ana Claudia Gondim de Medeiros*

**Resumo:** Esta pesquisa apresenta a aplicação do simulador PRO/II como ferramenta complementar para o aprendizado dos conceitos teóricos necessários à formação de estudantes de engenharia química no Instituto Federal da Bahia (IFBA). Devido ao pouco contato dos alunos com simuladores para a resolução de cálculos extensos/complexos, quatro estudos de caso essenciais para a formação acadêmica de um engenheiro químico foram resolvidos com o simulador PRO/II. Os estudos englobaram simulações de um vaso flash, um reator tubular (PFR), um ciclo Rankine ideal e uma coluna de destilação. O objetivo foi estimular e disseminar o uso de software em atividades de sala de aula, treinando usuários (alunos e professores) em ferramentas computacionais. Complementarmente, um manual foi preparado em português, ilustrando as etapas necessárias para a simulação de cada estudo de caso. Também foram dados treinamentos e palestras aos alunos e professores do IFBA mostrando como o PRO/II auxilia na compreensão dos conceitos estudados durante todo o curso e como o guia tutorial pode ser usado como um suporte didático para os usuários interessados em aprender mais sobre a simulação de processos químicos.

**Palavras-chave:** Simulação. PRO/II. Estudos de Caso. Processos Químicos.

## 1 INTRODUÇÃO

O curso de Engenharia Química do IFBA/Campus de Salvador é bastante recente. A primeira turma teve o seu ciclo de formação entre os anos de 2009 e 2013 e, desde então, diversas oportunidades de melhoria no curso têm sido pontuadas. Tais oportunidades são normalmente identificadas pelo Núcleo Docente Estruturante (NDE) em conjunto com os estudantes; representados na coordenação de Engenharia Química através do Diretório Acadêmico (DAEQ) e da Empresa Júnior (ENGTEQ).

Sob a perspectiva de melhoria continuada, uma das questões mais preocupantes foi o contato insuficiente dos estudantes com softwares computacionais durante o decorrer acadêmico, habilidade hoje imprescindível a qualquer engenheiro. Adicionalmente, foi observada pelo corpo docente, especialmente aqueles que lecionam disciplinas específicas do curso, a dificuldade dos discentes em compreender, mesmo com a realização de aulas práticas e laboratório de engenharia química, diversos conceitos essenciais em áreas como termodinâmica, reatores e operações unitárias. Deste modo, a introdução de softwares computacionais que visem simular processos industriais traz a possibilidade de apresentar aos estudantes conceitos e cálculos presentes nestes processos e, portanto, caracterizar todas as transformações existentes para converter matérias-primas e insumos em produtos finais.

Na tentativa de introduzir tais ferramentas no curso, bem como disseminar seu uso entre estudantes e professores, foi recentemente adquirido um conjunto de softwares (PRO/II, DYMSIM, HEXTRAN, IMPLANT e CONNOSEUR) que permite desenvolver estratégias computacionais robustas para a solução de problemas da indústria química. Nessa perspectiva, por meio do desenvolvimento de um projeto de iniciação tecnológica, esta pesquisa visou estimular estudantes e professores (sobretudo do curso de Engenharia Química) na modelagem de problemas, assim como no emprego de softwares e demais ferramentas computacionais.

Para atingir o objetivo proposto, foram solucionados quatro estudos de caso específicos no software comercial PRO/II (SIMSCI), e criou-se um guia tutorial contemplando estes estudos. Os problemas-exemplos foram selecionados em função de determinadas dificuldades detectadas no curso, e ilustram a adequação e potencialidade do software PRO/II para a solução de problemas industriais típicos, permitindo diversificar as aulas com exemplos práticos próximos da realidade e capacitando alunos e professores no uso desta ferramenta.

## 2 METODOLOGIA

A princípio, efetuou-se uma extensa revisão bibliográfica a fim de identificar artigos técnico-científicos, teses e monografias abordando simulações de processos industriais químicos com o software PRO/II, que consiste em um sistema computacional abrangente, o qual combina os recursos de uma grande biblioteca de componentes químicos, além de métodos para propriedades termodinâmicas e técnicas de operações unitárias (SCHNEIDER ELECTRIC, 2015). O software é voltado para a engenharia de processos englobando os âmbitos da química, petróleo, gás natural, processamento de sólidos e indústria de polímeros.

A utilização do PRO/II na resolução de problemas da indústria química é encontrada na literatura já há vários anos, especialmente na avaliação do desempenho de colunas de destilação. Machado (2009) avaliou a influência das variáveis operacionais, como pressão de operação e razão de refluxo, na separação das misturas de óleos lubrificantes, enquanto Orlando (2007) obteve as condições operacionais ótimas em uma coluna contendo recheio estruturado. O mesmo software foi aplicado na modelagem de um trem de destilação para determinação de condições operacionais apropriadas (SILVA, 2016), e no estudo de caso de uma torre de destilação para implementação de controle automático (SILVA et al., 2017).

Dentre as vantagens observadas na utilização do simulador, citam-se a interface amigável, bem como o status da simulação, que é atualizado a cada procedimento realizado no software. O PRO/II dispõe de um indicativo de cores que permite ao usuário identificar se os dados de entrada são facultativos ou obrigatórios, e se os dados inseridos são coerentes, auxiliando na compreensão dos conceitos envolvidos em cada etapa da modelagem e simulação do sistema.

Posterior ao estudo do software, foram identificados exercícios específicos em obras conceituadas da engenharia química para serem solucionados pelo PRO/II. Estes estudos de caso foram selecionados em função de algumas das necessidades didáticas identificadas no curso, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 – Estudos de caso resolvidos e conceitos trabalhados nos mesmos.

Estudo de caso	Alguns dos conceitos essenciais trabalhados
Destilação flash	Equilíbrio líquido-vapor, modelos termodinâmicos, balanço de massa e composição das correntes de topo e fundo de um flash.
Reator tubular (PFR)	Reatores ideais, cinética química, projeto de reatores, conversão de reagentes e fatores intervenientes.
Ciclo Rankine	Ciclos termodinâmicos ideais e não-ideais, balanços de energia, vapor saturado, superaquecimento.
Coluna de destilação	Condições operacionais de uma coluna de bandejas, prato ótimo para alimentação, razão de refluxo, balanços de massa e energia, componentes-chave, modelos <i>shortcut</i> .

Fonte: Autoria própria.

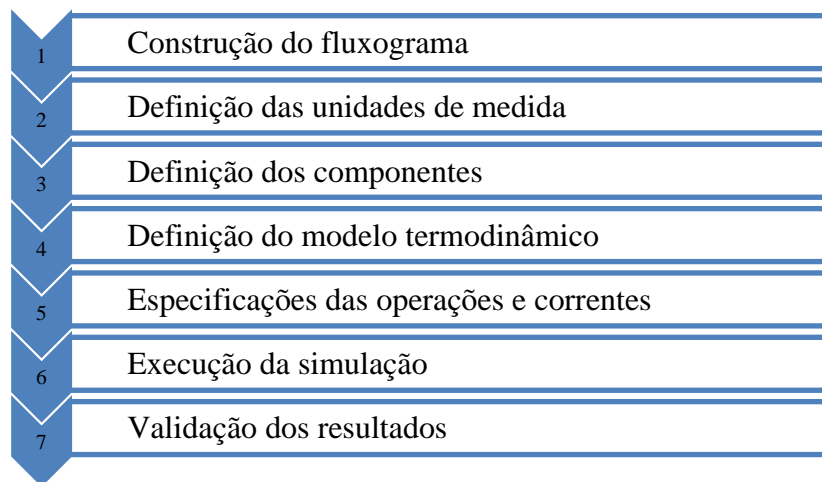
Finalizada a resolução dos problemas propostos, foi escrito um guia tutorial explicando como implementar os estudos no PRO/II e interpretar os resultados obtidos nas diversas simulações efetuadas para cada estudo de caso, fornecendo aos usuários recurso didático adequado à sua iniciação no ambiente do software.

A disseminação do conteúdo desenvolvido ocorreu através da divulgação do guia tutorial a todos os interessados, e da realização de minicursos e palestras para capacitação de professores e alunos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para cada estudo foi implementado um guia passo-a-passo, cuja ordem de etapas está ilustrada na Figura 1. O guia tutorial foi elaborado a partir das simulações de destilação flash, ciclo Rankine, reator tubular e coluna de destilação baseadas em problemas-exemplo existentes na literatura. Complementarmente, em cada estudo, foram efetuadas análises de sensibilidade para fomentar o entendimento da importância de cada especificação e cada premissa considerada em um ambiente de simulação.

Figura 1 - Etapas básicas para a simulação.



Fonte: Autoria própria.

A seguir estão descritos os resultados obtidos para cada estudo de caso.

#### 3.1 DESTILAÇÃO FLASH

Neste estudo de caso utilizou-se um problema-exemplo proposto por McCabe et al. (1993). Buscou-se obter a composição das correntes de vapor e líquido para uma coluna de destilação flash (vaso flash)

alimentada por uma corrente contendo composições determinadas de hidrocarbonetos. Adicionalmente, avaliou-se a influência da temperatura de operação na separação dos componentes, e a influência da seleção de diferentes modelos termodinâmicos.

Os dados fornecidos no exemplo, como composições da carga binária, fração vaporizada e condições de alimentação foram simulados no PRO/II. Os resultados de temperatura e composição de benzeno nas correntes de produto são mostrados na Tabela 2 para os modelos de Peng-Robinson (PR), Soave-Redlich-Kwong (SRK), Non-Random-Two-Liquid (NRTL), Universal Quase-Chemical (UNIQUAC) e Functional-group Activity Coefficients (UNIFAC).

Os dados da Tabela 2 mostram que os resultados simulados foram bem próximos aos encontrados na literatura, com desvios entre 0% e 2%. Observa-se também que as equações de estado (PR e SRK) apresentaram menores desvios para a fase vapor (corrente de topo), enquanto os modelos de soluções (NRTL, UNIQUAC e UNIFAC) apresentaram desvios inferiores para a fase líquida na corrente de fundo. Estes resultados estão de acordo com o esperado pela adequação destes modelos termodinâmicos às condições do sistema simulado.

Tabela 2 – Comparativo dos resultados da simulação do vaso *flash* com a literatura.

Resultados	McCabe (1993)	PR	SRK	NRTL	UNIQUAC	UNIFAC
Temperatura (°C)	96,50	96,26	96,60	93,36	96,36	96,45
Composição de benzeno no topo (%)	58,50	58,41	58,49	58,74	58,74	58,71
Composição de benzeno no fundo (%)	36,50	37,38	37,27	36,89	36,89	36,94

Fonte: Autoria própria.

Realizou-se uma análise de sensibilidade na qual se mostrou que para temperaturas menores (e mais próximas da temperatura de saturação do benzeno  $T=80\text{ °C}$  e  $P=1\text{ atm}$ ) tem-se uma maior composição desta espécie na fase vapor (corrente de topo). Em temperaturas maiores (mais próximas à temperatura de saturação do tolueno  $T=110\text{ °C}$  e  $P=1\text{ atm}$ ), há um acréscimo da composição desse componente na fase vapor, visto que a fração de benzeno é reduzida e a mistura é binária, conforme esperado pelas condições de equilíbrio termodinâmico.

A partir da execução desse estudo de caso, o estudante pode fortalecer conceitos como equilíbrio líquido-vapor e verificar a aplicabilidade dos modelos termodinâmicos nos resultados de uma simulação. Este exemplo elucida princípios básicos trabalhados na disciplina de termodinâmica, como os conceitos de regra de fases e o grau de liberdade em sistemas em equilíbrio, que devem ser utilizados como premissas no ambiente computacional. Ademais, o fundamento básico de uma separação flash auxilia no entendimento de operações unitárias mais complexas, como é o caso da destilação multicomponente.

### 3.2 REATOR TUBULAR (PFR)

Para a simulação de um reator tubular, plug flow reactor (PFR), baseou-se em um problema-exemplo apresentado em Fogler (2009), no qual ocorre a reação de síntese de eteno, em fase gasosa, a partir do craqueamento de uma corrente de etano puro em um PFR. O objetivo foi calcular o comprimento do reator a partir de dados operacionais e taxa de conversão mínima.

Verificou-se que para obter os dados requeridos pela interface do software, é necessário realizar estimativas de acordo com as equações de projeto de reatores ideais e condições cinéticas do meio reacional. Nessa perspectiva, executou-se a simulação estimando o comprimento do PFR e, em seguida, realizou-se uma análise de sensibilidade da conversão do reagente versus o comprimento do reator, com o intuito de estabelecer a dimensão ideal.

A Tabela 3 ilustra os resultados encontrados pela simulação e pela literatura no sistema internacional (SI). Fogler (2009) propôs o comprimento do PFR baseando-se em uma série de cem reatores tubulares. A Tabela 3 ilustra o comparativo da conversão baseada no comprimento de um único reator simulado no

software versus o comprimento dos cem reatores propostos pelo autor, mantendo o mesmo volume final do equipamento.

Tabela 3 – Resultados do reator PFR pela literatura e pelo PRO/II.

Dados	Dados para cem tubos (FOGLER, 2009)	Dados da simulação (estimativas para um tubo)
Volume do Reator (m <sup>3</sup> )	2,3	2,3
Diâmetro (m)	0,10	0,20
Comprimento (m)	12,2	56,7
Comprimento/diâmetro (m/m)	235,3	251,2
Conversão	0,80	0,80

Fonte: Autoria própria.

Os dados mostram que a estimativa utilizada no comprimento do reator (56,7 m), a partir da equação de projeto do PFR ideal, atinge a conversão desejada (0,8). O software permite que conversões maiores sejam alcançadas a partir de uma análise de sensibilidade sobre o efeito do comprimento do reator na conversão do etano: o aumento das dimensões do PFR para um comprimento próximo a 91,4 m permite uma conversão em torno de 0,9.

A execução desse estudo mostrou a importância do conhecimento de cinética química e projeto de reatores para a simulação do PFR. O conhecimento das condições operacionais (pressão e temperatura), estequiometria e fatores cinéticos da reação são de fundamental importância para o ambiente de simulação, enquanto a modelagem matemática dos reatores ideais auxilia nas estimativas iniciais para o manuseio do simulador.

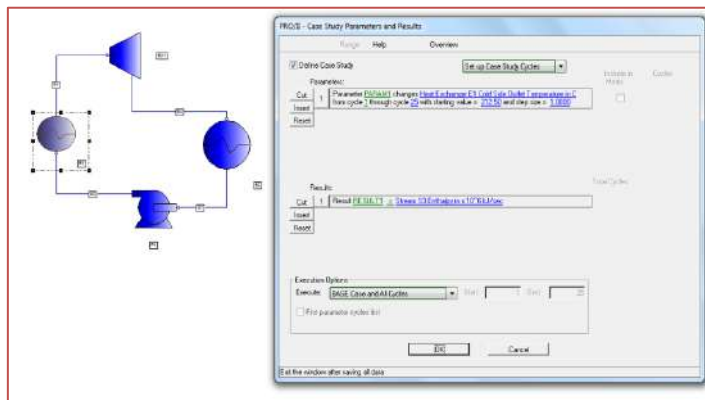
Os resultados gerados pelo PRO/II permitiram que o estudante compreendesse melhor os conceitos utilizados no estudo dos reatores ideais, tais como a premissa de que na operação do PFR ideal não há gradiente radial de concentração (FOGLER, 2009), acarretando em uma diminuição do reagente ao longo do reator. A análise de sensibilidade auxilia na visualização dos resultados desejados, visto que o comportamento do gráfico gerado (exponencial) indica as dimensões em que a conversão começa a se tornar constante.

### 3.3 CICLO RANKINE

Este estudo de caso foi baseado em um problema-exemplo existente em Borgnakke e Sonntag (2013). Consiste na simulação de um ciclo termodinâmico do tipo Rankine ideal, no qual se deseja determinar a eficiência do ciclo. Foram fornecidos como dados de entrada as condições iniciais de pressão do vapor saturado na entrada da turbina e a pressão do líquido saturado que deixa o condensador. Sequencialmente, fez-se uma análise de sensibilidade dos resultados em função de alterações como a presença de superaquecimento.

A simulação implementada no PRO/II pode ser visualizada conforme a Figura 2. Os resultados do estudo de caso mostraram que a implementação de um fluxograma no ambiente de simulação, tal como o ciclo Rankine, é facilmente executado quando é adquirido o conhecimento para especificação de equipamentos individuais.

Figura 2 – Ciclo Rankine.



Fonte: Autoria própria, desenvolvida no ambiente do PRO/II.

A Tabela 4 ilustra os resultados de entalpia calculados no ponto um (h1), associado à entrada da bomba e saída do condensador; ponto dois (h2), associado à entrada da caldeira e saída da bomba; ponto três (h3), associado à entrada da turbina e saída da caldeira; e o ponto quatro (h4), associado à entrada da condensador e saída da turbina. A partir dos dados entálpicos, calculou-se a eficiência térmica do ciclo conforme a Equação (1).

$$n_{térmico} = \frac{(h_3 - h_2) - (h_4 - h_1)}{(h_3 - h_2)} \tag{1}$$

Tabela 4 – Resultados para o Ciclo Rankine pela literatura e pelo simulador.

Dados	Borgnakke e Sonntag (2013) (kJ/kg)	PRO/II (kJ/kg)
Entalpia 1 (h1)	191,80	191,99
Entalpia 2 (h2)	193,81	194,01
Entalpia 3 (h3)	2799,50	2797,20
Entalpia 4 (h4)	2007,43	2024,97
Eficiência térmica (η)	30,3%	29,6%

Fonte: Autoria própria.

Os resultados de entalpia obtidos para cada equipamento elucidaram quão pertinentes são as premissas associadas às variações de energia (potencial, cinética e térmica) e trabalho de eixo no desenvolvimento de um balanço energético para a execução do ciclo Rankine. Os resultados permitiram conhecer os estados termodinâmicos obtidos em cada operação, e determinar como uma variável de processo pode influenciar nos resultados globais de um ciclo ideal. Este estudo reforçou os conceitos aprendidos na disciplina de termodinâmica, possibilitando enxergar um significado mais amplo às propriedades de entalpia e entropia.

### 3.4 COLUNA DE DESTILAÇÃO

Neste estudo simulou-se uma coluna de destilação dotada de pratos para processar uma mistura de hidrocarbonetos. O problema-exemplo foi proposto por Geankoplis (1993). Para alcançar os resultados das especificações dos produtos na simulação de uma coluna de destilação, no PRO/II, é necessário executar uma simulação shortcut, que fornece dados operacionais do equipamento. A Tabela 5 ilustra os resultados shortcut e os modelos adotados por Geankoplis (1993) e pelo simulador para os procedimentos de cálculos.



Tabela 5 – Resultados obtidos na literatura e no simulador para modelos *shortcut*.

Resultados	Geankoplis (1993) - Modelo		PRO/II - Modelo	
Mínimo de estágios	5,404	Fenske	5,10	Fenske
Refluxo mínimo	0,395	Underwood	0,319	Underwood
Razão de refluxo	0,593	1,5*Rm	0,479	1,5*Rm
Número de estágios	11	Erbar-Maddox	12	Gilliland
Prato de carga	6	Kirkbride	7	Kirkbride

Fonte: A autoria própria baseado em Geankoplis (1993); Schneider (2015).

A simulação *shortcut* torna-se útil por fornecer diferentes cenários contemplando o total de pratos, prato de alimentação e razão de refluxo nos resultados. A partir dos dados da simulação *shortcut*, o usuário executa uma simulação “rigorosa” para obter os dados das correntes de processo. A Tabela 6 apresenta a comparação entre as composições encontradas na literatura e na simulação efetuada no PRO/II para cada componente nas correntes de destilado e de fundo.

Tabela 6 – Resultados de composição da simulação rigorosa com dados *shortcut* no PRO/II.

Componentes	Geankoplis (1993)		PRO/II	
	Composição do destilado	Composição de fundo	Composição de destilado	Composição de fundo
N-butano	0,6197	0,0011	0,6194	0,0016
N-pentano	0,3489	0,0704	0,3428	0,0816
N-hexano	0,031	0,5068	0,0374	0,4952
N-heptano	0,0004	0,4217	0,0004	0,4215

Fonte: A autoria própria baseado em Geankoplis (1993); PRO/II.

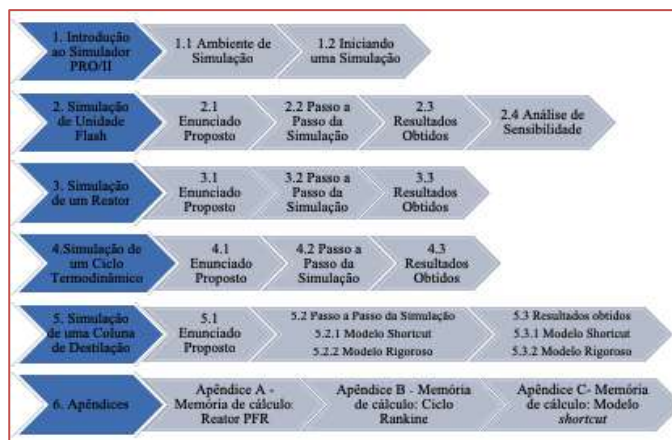
Observa-se uma proximidade entre os dados simulados e da literatura. Associa-se as diferenças encontradas ao modelo termodinâmico utilizado pelo usuário e por McCabe (1993), visto que os cálculos envolvidos englobam dados da constante de equilíbrio para determinadas condições de pressão e temperatura de cada componente. A partir das especificações de projeto da coluna, é possível realizar análises de sensibilidade observando a influência destas nas composições e condições termodinâmicas dos produtos.

A execução desse estudo de caso evidenciou a necessidade de um conhecimento prévio sobre o funcionamento de uma coluna de destilação, principalmente na entrada de dados, a qual requer balanços de massa, condições de operação e modelos *shortcut*. A simulação realizada mostrou-se de importância significativa para a formação dos estudantes, uma vez que possibilitou observar mais detalhadamente o funcionamento de uma coluna de destilação, realizar análises de sensibilidade, determinar condições ótimas de operação e avaliar o comportamento da coluna em função de alterações nas condições de operação do equipamento.

### 3.5 DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO

A Figura 3 ilustra a ementa abordada no tutorial produzido e utilizado como referência nos minicursos e palestras sobre a aplicação do simulador PRO/II nas disciplinas específicas do curso de engenharia química no IFBA/Campus de Salvador.

Figura 3 - Tutorial: introdução ao simulador PRO/II - Ementa.



Fonte: Autoria Própria.

Por se tratar de um passo-a-passo em português, ilustrado com os exemplos didáticos já citados, acredita-se que o mesmo constitui uma ferramenta didática importante para os usuários do IFBA/Campus de Salvador, especialmente estudantes, visto que podem utilizá-lo para solucionar computacionalmente problemas com diferentes graus de complexidade. Atualmente o capítulo referente à simulação de coluna de destilação vem sendo trabalhado na disciplina de Operações Unitárias III há dois semestres letivos, sendo utilizado como apoio para a realização de atividades formativas e avaliativas. Acredita-se que a continuidade de seu emprego permita à comunidade do IFBA aumentar o apoio didático em outras disciplinas tais como Operações Unitárias II, através da simulação de um trocador de calor mais complexo do que o abordado no ciclo Rankine deste trabalho, como também pela abordagem da hidráulica das colunas de destilação na disciplina de Operações Unitárias III.

Adicionalmente, os treinamentos efetuados no IFBA/Campus de Salvador, ilustrados na Tabela 7, permitiram aos usuários desenvolver habilidades computacionais exigidas, muitas vezes, pelo mercado atual. Empresas preocupadas com excelência de seus produtos e serviços utilizam softwares comerciais para a simulação de seus processos produtivos, visando a melhoria de sua eficiência e/ou um conhecimento maior sobre as variáveis mais importantes. Espera-se que com a criação de uma cultura de uso do PRO/II, processos industriais cada vez mais complexos possam ser simulados, servindo como apoio para análise e previsão em projetos industriais e para o desenvolvimento de trabalhos de conclusões de curso e pesquisas.

Tabela 7 – Eventos realizados no IFBA/Campus Salvador.

Evento	Duração	Período	Público
Introdução ao simulador PRO/II.	6 horas	Setembro de 2017.	6 estudantes e 2 professores
Aplicação do simulador PRO/II na disciplina de Operações Unitárias III.	2 horas	Agosto de 2017 e Fevereiro de 2018.	Ao todo 35 estudantes e 1 professora.

Fonte: Autoria Própria.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou como um estudo desenvolvido em uma iniciação tecnológica pode ter impactos positivos no desenvolvimento acadêmico dos estudantes de um curso de engenharia. Acredita-se que a elaboração do guia tutorial consiste em uma iniciativa importante para o fomento do uso de simuladores de processos no IFBA, e os minicursos e aulas ministrados podem ser vistos como um diferencial no processo de aprendizagem dos alunos, visto que as simulações possibilitam uma visão mais sistêmica dos resultados, sobretudo durante as análises de sensibilidade. O material gerado tem sido utilizado como uma ferramenta multiplicadora de conhecimento, bem como um apoio didático para disciplinas específicas do curso de engenharia química, como operações unitárias e cálculo de reatores,

contribuindo para o sucesso desta que foi a primeira iniciativa no curso de Engenharia Química do IFBA para o emprego de ferramentas computacionais.

### AGRADECIMENTOS

Agradeço ao grupo de pesquisa Ecologia Industrial (ECOIN) pelas oportunidades oferecidas; ao CNPq pela concessão da bolsa para este estudo; ao orientador pela iniciativa do projeto, e à professora autora pelo incentivo da aplicação do PRO/II na disciplina de Operações Unitárias III, contribuindo para a disseminação do conteúdo apresentado neste artigo.

### REFERÊNCIAS

- [1] BORGNAKKE, Claus; SONNTAG, Richard E. Fundamentos da termodinâmica (Série Van Wylen). In.: Capítulo 4 – análise energética para um volume de controle. Coordenação e tradução de Roberto de Aguiar Peixoto – São Paulo: Blucher, 2013.
- [2] FOGLER, H. Scott. Elementos de Engenharia de Reações Química. Tradução: Verônica Calado, Evaristo C. Biscaia Jr.; 4 ed – Rio de Janeiro: LTC, 2009.
- [3] GEANKOPLIS, C. J. Chapter 11. Vapor-Liquid Separation Processes In: Transport Processes and Unit Operations. Third Edition, Prentice-Hall International, Inc. 1993.
- [4] MACHADO, Rodrigo da Silva. Desempenho de Coluna de Destilação na Obtenção de Óleos Lubrificantes Básicos. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2009.
- [5] MCCABE W. R., SMITH, J. C., HARRIOT, P. Unit Operations of Chemical engineering. McGraw-Hill chemical engineering series, 5th edition, 1993.
- [6] ORLANDO Jr., Aloisio Euclides. Análise de desempenho de coluna de destilação contendo recheio estruturado. Dissertação de Mestrado em Ciências. Rio de Janeiro, 2007.
- [7] SCHNEIDER ELECTRIC, 2015. PRO/II Comprehensive Process Simulation. Disponível em: <<http://software.schneider-electric.com/pdf/datasheet/proii-comprehensive-process-simulation/>>. Acesso em 06 jun. 2017.
- [8] SCHNEIDER ELECTRIC, 2015. Chapter 4. Tutorial: Introduction. In.: PRO/II® 9.4 Getting Started Guide. Schneider Electric Software – LLC, 2015.
- [9] SILVA, Catharine Quito da. Simulação e Otimização de um Sistema de Recuperação de Solvente utilizando os softwares PRO/II e o ROMEo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia – Salvador, 2016.
- [10] SILVA, S. K.; VILLAR, S. B.; COSTA, A. B.; TEIXEIRA, H. C. G.; ARAUJO, A. C. B. Development And Application Of An Automatic Tool For The Selection Of Control Variables Based On The Selfoptimizing Control Methodology. Brazilian Journal of Chemical Engineering, 2017.

# Capítulo 20

## *A ferramenta Kahoot aplicada à disciplina de projeto e construção da superestrutura viária*

*Bruno Cavalcante Mota*

*Francisco Heber Lacerda de Oliveira*

*Suelly Helena de Araújo Barroso*

**Resumo:** Os jogos são ferramentas práticas com regras bem definidas e, quando inseridas em um contexto adequado, reforçam a capacidade dos seus usuários de tomarem decisões, trabalharem em equipe e promoverem competências em âmbito individual e social, com destaque para a liderança. Os jogos também passam a captar as habilidades, competências e, também, as fraquezas dos seus utilizadores, possibilitando assim que os mesmos sejam direcionados ao atendimento do objetivo proposto. O Kahoot é uma ferramenta online fundamentada na Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ) ou, do inglês, Game Based Learning (GBL), usada como tecnologia educacional em salas de aula de algumas escolas e universidades. Percebendo-se a praticidade da plataforma Kahoot e os benefícios que a ABJ pode proporcionar aos discentes e aos docentes, este artigo foi desenvolvido com o objetivo de aplicar um quiz por meio da ferramenta citada, para mensurar em quais conteúdos os alunos possuíam domínio ou estavam encontrando dificuldades na disciplina de Projeto e Construção da Superestrutura Viária, do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará. O quiz proposto consistiu na formulação de 38 questões de múltipla escolha relacionadas aos assuntos ministrados em sala de aula até a data da sua aplicação. Através dos resultados obtidos identificaram-se os conteúdos, sendo possível em aulas posteriores a revisão de alguns assuntos, bem como um melhor direcionamento da disciplina.

**Palavras-chave:** GBL. Jogos. Kahoot. Ensino. Engenharia Civil.

## 1 INTRODUÇÃO

A tecnologia evoluiu de modo significativo com o passar dos anos. Atualmente, ela tem alcançado a esfera da ludicidade e se tornado o foco dos desenvolvedores, que passaram a fabricar televisores, computadores, celulares, tablets, dentre outros produtos, os quais permitem oportunidade para jogos.

Carvalho (2015) define os jogos como ferramentas práticas com regras bem definidas, onde inseridas em um contexto adequado reforçam a capacidade dos seus usuários de tomarem decisões, trabalharem em equipe e promoverem competências em âmbito individual e social, dando destaque para a liderança.

Em uma reportagem do portal Agência Brasil, cita-se que dentre os jogos mais utilizados atualmente, destacam-se os digitais por tornarem o ambiente de aplicação um local mais atraente e motivador. A produção de games começa a se estruturar e cresce a passo seguro no Brasil, onde dados do Global Games Market Report (2017) mostram que o país ocupa o 13º lugar no ranking de países que mais geraram receita no setor.

Com a grande disseminação do uso de celulares e dos jogos no cotidiano das pessoas, principalmente os jovens, tem se tornado uma tarefa bastante difícil para professores de escolas ou universidades manterem a atenção do aluno para o conteúdo fornecido em sala de aula. Partindo dessa problemática, têm surgido muitas pesquisas com o intuito de unir ensino e ludicidade por meio de jogos educacionais.

A expansão da aplicação de jogos fez surgir a Aprendizagem Baseada em Jogos (ABJ) ou, do inglês, Game Based Learning – GBL), entrando na denominação geral de Jogos Sérios (Serious Games), ou seja, jogos onde o entretenimento não é o foco principal, mas sim a difusão do conhecimento por trás das regras e objetivos pré-estabelecidos para um jogo

## 2 APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS

A definição de Aprendizagem Baseada em Jogos foi adaptada por Monsalve (2014):

É uma abordagem de aprendizagem inovadora derivada do uso de jogos de computador que possui valor educacional ou diferentes tipos de aplicações de software que usam jogos computacionais para ensino e educação, GBL's tem como finalidade o apoio à aprendizagem, a avaliação e análise de alunos e melhoria do ensino (MONSALVE, 2014, p. 35).

Sendo assim, a ABJ abre uma conexão com o estudante da era digital, possibilitando que as aulas sejam cada vez menos tradicionais e tirem o aluno do posto de passivo, fazendo com que o mesmo interaja e participe das aulas.

A utilização da aprendizagem baseada em jogos aborda técnicas bastante eficazes. Segundo Prensky (2012), entre essas técnicas destacam-se: prática e feedback, aprender na prática, aprender com os erros, aprendizagem norteada por metas, aprendizagem guiada pela descoberta, aprendizagem baseada em tarefas, aprendizagem direcionada por perguntas, aprendizagem contextualizada, role-playing, treinamento, aprendizagem construtivista, aprendizagem acelerada, seleção de objetos de aprendizagem e instrução inteligente. Além disso, ela é eficiente porque está de acordo com o estilo de aprendizagem dos estudantes atuais e futuros, podendo também ser adaptada para todas as áreas do conhecimento, trazendo resultados positivos se aplicada corretamente (PRENSKY, 2012).

Ainda para Prensky (2012), utilizar o jogo digital não torna o ensino algo menos sério e nem menos eficaz. A captação do que foi ensinado de algum conteúdo não está na forma séria e sensata que o mesmo é abordado, mas, sim, na quantidade e, principalmente, na qualidade do que o aluno aprendeu. Os jogos utilizados também passam a captar as habilidades, competências e, também, as fraquezas dos seus utilizadores, possibilitando assim que os mesmos sejam preparados para que atendam ao objetivo para o qual foram pensados. Outra vantagem é a capacidade que os jogos têm de promover a ativação do aluno em sala de aula.

Com a ABJ aparecem alguns termos, dentre eles o de Sala de Aula Multijogador, no qual Sheldom (2011) define como uma atividade em que os jogos de computador tornam-se um bom instrumento dentro do modelo de ensino em que os estudantes estão encorajados a ler, fazer perguntas e intercambiá-las com outros grupos ou a possibilidade de realizar batalhas de conhecimento. Como exemplo dessa modalidade tem-se o aplicativo Kahoot, um jogo para realização de disputas de conhecimento em forma de quiz. Além disso, o autor também faz uma classificação dos papéis das pessoas envolvidas nesse tipo de atividade, podendo ser citados jogador, estudante, mestre do jogo, professor, dentre outros.

Gamificação é outro termo que aparece em conjunto com a ABJ e é definida como um método que utiliza elementos e dinâmicas dos jogos, como níveis, progressões e pontuações, de forma lúdica, em ambientes analógicos ou virtuais de aprendizagem (ALVES, 2014, p. 26). De acordo com Monsalve (2014), a gamificação está relacionada com a ideia de engajamento, narrativas, autonomia e significado. Inclui desafio, senso de controle, tomada de decisão e senso de domínio, características intrínsecas dos jogos que devem ser valorizadas.

Contudo, apesar dos benefícios, se a ABJ não for aplicada de maneira correta, pode ocasionar resultados não satisfatórios, além de levar o aluno a ver a aplicação do jogo como uma atividade aleatória, onde o tempo gasto poderia ser utilizado para o ensino de outros conteúdos (SOARES, 2008).

Em suma, jogos computacionais podem trazer benefícios para melhorar e incentivar a aprendizagem, com a vantagem de que conseguem despertar no aluno aspectos voltados para atividades recreativas, aperfeiçoando habilidades cognitivas, além de possibilitar meios para o desenvolvimento da cooperação e competitividade.

### 3 O KAHOOT

O Kahoot é uma ferramenta online de Aprendizagem Baseada em Jogos, usada como tecnologia educacional em salas de aula de escolas e universidades, principalmente pelo fato de ser gratuito. A empresa foi lançada no ano de 2013 e seus kahoots contam com perguntas de múltipla escolha, permitindo acesso de usuários sem a necessidade de cadastro, com a possibilidade de download do aplicativo ou a utilização no próprio navegador de Internet (COSTA, 2015).

Para a criação de um jogo no Kahoot é necessário acessar o site da plataforma ou baixar o aplicativo no celular. A página inicial é para escolher o perfil dentre as opções de professor, estudante, para trabalho ou com a finalidade de entretenimento. Em seguida, o usuário é questionado sobre o assunto que é mais relevante para ele dentro da plataforma e, após essas duas etapas é possível realizar o cadastro. Ao fazer login com o perfil de professor, a página mostrada permite ao usuário acesso aos resultados dos quiz jogados, dos kahoots já formulados e também dos que foram salvos pelo usuário. Além disso, também permite o usuário criar novos kahoots.

O processo de criação de um novo quiz começa definindo um título, uma descrição, o idioma, o público alvo, a visibilidade, os créditos pelas questões ou imagens utilizadas e, ainda, uma imagem de capa. Com esses procedimentos, o usuário já pode dar início à inclusão das questões no quiz, que consiste em um enunciado de, no máximo, 95 caracteres e a possibilidade de inserção de até quatro alternativas, podendo mais de uma ser considerada verdadeira, ambas limitadas a 60 caracteres. Também é possível adicionar vídeo, imagem ou gráfico na questão, além de ser necessário que o criador do quiz defina o tempo para responder cada pergunta, podendo variar de 5 a 120 segundos.

No final da elaboração do quiz é possível definir o tempo que o mesmo ficará disponível para os estudantes jogarem. Esses terão acesso ao Kahoot criado por meio de um código gerado (PIN) pelo criador ao acionar a função de jogar. Para a realização do jogo, o criador pode optar por distintas formas de apresentação, seja o aluno vendo as perguntas no próprio celular/notebook ou projetando-as com auxílio de datashow na sala de aula, sendo que nesta última modalidade, o aluno visualiza em seu aparelho eletrônico apenas o símbolo geométrico correspondente às alternativas das questões e na tela principal é projetada a página exemplificada na Figura 1. É válido ressaltar a necessidade da existência de rede de Internet para aplicação do quiz.

Uma das funções da plataforma é o feedback para o aluno, em relação a questão atual que ele está respondendo, ser imediato, ou seja, ao responder o estudante já visualiza qual seria a resposta correta, além de saber a pontuação que adquiriu, fato que pode vir a motivar o aluno a continuar com foco no jogo. Tal pontuação é adquirida ao acertar-se a questão, podendo o jogador conquistar pontos extras se responder em menos tempo.

Outro benefício a ser citado é que ao acabar a aplicação do quiz, o professor passa a ter acesso a quantidade de acertos de cada questão, quais equipes responderam correta ou erroneamente, facilitando o diagnóstico do aprendizado na turma.

Figura 1 – Página do Kahoot correspondente às questões do quiz.



Fonte: Kahoot (2018).

#### 4 ESTUDO DE CASO

Percebendo-se a praticidade da plataforma Kahoot e os benefícios que a ABJ pode proporcionar aos discentes e aos docentes, o trabalho em questão foi desenvolvido com o objetivo de aplicar um quiz por meio da ferramenta citada, a fim de mensurar em quais conteúdos os alunos possuíam domínio ou estavam encontrando dificuldades na disciplina de Projeto e Construção da Superestrutura Viária (PCSV) do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará (UFC).

A disciplina de PCSV é composta de 3 créditos e ocorre no sétimo período do Curso de Engenharia Civil da UFC. No semestre de 2018/1 foram ofertadas três turmas simultâneas, com três professores distintos, e no mesmo horário (quarta-feira de 08:00 às 11:00 h). Os professores das turmas usam praticamente o mesmo material didático (slides, textos, exercícios, livros, etc.). A ementa desta disciplina é constituída dos seguintes tópicos: (i) conceituação de superestruturas em vias de transporte; (ii) estudo de materiais aplicados à pavimentação; (iii) estudo geotécnico; (iv) projeto e construção das camadas granulares; (v) projeto e execução da imprimação betuminosa; (vi) projeto e construção dos revestimentos; (vii) análise dos estudos de tráfego; (viii) dimensionamento de pavimentos flexíveis e rígidos e (ix) introdução à gerência de pavimentos.

A dinâmica ocorreu por meio de uma aula de circuito realizada no dia 21 de março de 2018, desenvolvida a partir da divisão dos alunos de duas turmas da disciplina em três grupos, por meio de ordem alfabética e mesclando os alunos de ambas, permanecendo cada grupo em torno de 40 minutos na realização das diferentes atividades: palestra técnica, ensaio laboratorial de Módulo de Resiliência (MR) ou a aplicação do jogo no Kahoot.

Na aplicação do jogo, os alunos se dividiram em grupos de até 3 componentes, para que houvesse interação e troca de informações entre os mesmos, o que resultou em um total de 25 equipes nos três diferentes horários que o jogo foi aplicado. O quiz proposto consistiu na formulação de 38 questões de múltipla escolha relacionadas aos assuntos ministrados em sala de aula até a data da aplicação do teste, a saber: conceituação de superestruturas em vias de transporte e estudo de materiais aplicados à pavimentação.

Para que não houvessem influências dos resultados de grupos distintos, foram criados três kahoots na plataforma, com as mesmas questões, um para cada grupo, onde as questões eram embaralhadas aleatoriamente pela ferramenta, impossibilitando assim que os grupos trocassem informações de respostas ao finalizarem o jogo. A Figura 2 ilustra os alunos em sala de aula no momento da aplicação do jogo.

Figura 2 – Aplicação do jogo para um dos grupos participantes.



Fonte: Os autores

Ao se terem todos os grupos cadastrados no jogo por meio do PIN fornecido, começou-se o andamento do quiz, optando-se pela visualização das questões e das respostas nos aparelhos eletrônicos dos membros da equipe. Cada uma das 38 questões possuía um tempo estimado de acordo com o nível de dificuldade, possibilitando ainda que o aluno a respondesse com calma. Além disso, quanto menor o tempo de resposta, mais pontos eram gerados para cada equipe, o que fazia com que os mesmos agilisassem o processo de leitura e discussão da questão. Como era uma atividade de revisão de conteúdo, foi avisado com uma semana de antecedência que ocorreria a aplicação do quiz para que os mesmos pudessem se preparar previamente para responder às questões formuladas.

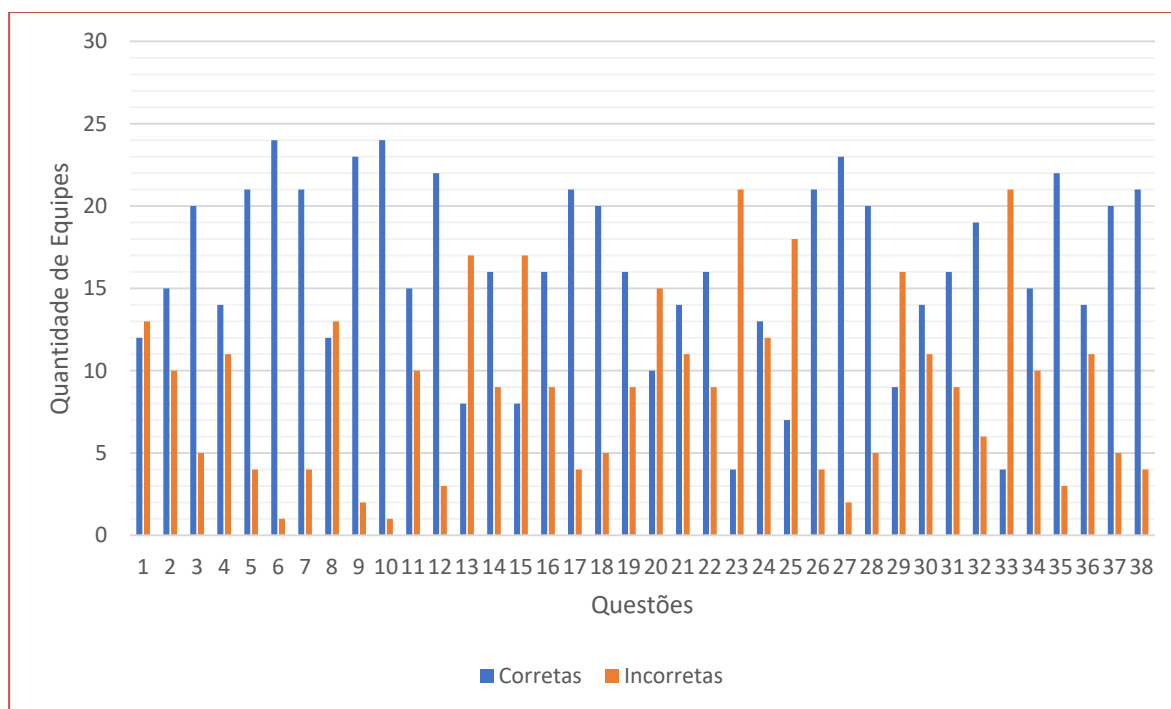
Após todas as equipes de cada grupo finalizarem as 38 questões, a plataforma gerou em formato de planilhas resultados referentes ao quiz aplicado, fornecendo em uma primeira planilha o detalhamento do Kahoot, mostrando em cada pergunta as possíveis respostas, a resposta correta, a resposta fornecida pelas diferentes equipes, o tempo máximo de resposta para a pergunta, a porcentagem e o tempo utilizado por cada equipe, além da pontuação final obtida em cada questão por cada trio ou dupla. Em outra planilha, foi gerada a quantidade de erros e acerto, além da pontuação final de cada equipe e, por fim, foi gerada uma planilha adicional com o detalhamento da pontuação de cada questão e a obtida por cada equipe individualmente.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as planilhas geradas pela plataforma foi possível compilar os dados e realizar uma análise, identificando onde se encontravam as deficiências dos alunos perante o quiz realizado. Os resultados foram compilados a partir dos dados das 25 equipes participantes, sendo 9 do primeiro grupo, 9 do segundo e 7 do terceiro grupo. Primeiramente, foi realizada a amostragem de erros e acertos por cada questão para o grupo geral das 25 equipes, o que pode ser visualizado no Gráfico 1.



Gráfico 1 – Quantidade de erros e acertos por questão a partir da aplicação do Kahoot.



Fonte: Os autores

Então, a partir do Gráfico 1, pôde-se verificar que as questões com mais erros (acima de 50%) foram as de números 13, 15, 20, 23, 25, 29 e 33, descritas no Quadro 1, com suas respectivas opções de resposta e o destaque em negrito para a opção correta. Elas apresentaram, respectivamente, os seguintes percentuais de erro por meio das equipes: 68%, 68%, 60%, 84%, 72%, 64% e 84%.

Por meio do Gráfico 1 e do Quadro 1, nota-se que a quantidade de erros elevadas se deve, principalmente, ao fato de as questões citadas serem de conteúdos mais específicos, necessitando assim que o aluno tivesse um conhecimento mais detalhado sobre o tópico e requerendo maior atuação na área experimental de pavimentação. Dentre esses conteúdos podem ser destacados: tipos de pavimentos menos comentados durante as aulas e detalhes acerca dos materiais usados em camadas granulares dos pavimentos.

Ainda relativo ao Gráfico 1 pôde-se também visualizar quais as questões que as equipes obtiveram maior número de acertos (acima de 80%), sendo as mais notórias as questões 6, 9, 10, 12, 27 e 35, e, portanto, são mostradas no Quadro 2, com suas respectivas opções de respostas e a alternativa correta destacada em negrito. Essas questões apresentaram, respectivamente, os seguintes percentuais de acertos: 96%, 92%, 96%, 88%, 92% e 88%.

Quadro 1 – Questões com número de erros elevado.

Questões	Enunciados	Opções de Alternativas	Percentuais de erros
13	Os revestimentos do tipo Tratamento Superficial Simples NÃO têm função estrutural:	Certo	68%
		Errado	
15	Para a compactação da camada de base no campo, podem ser utilizadas as energias:	Normal e modificada	68%
		Intermediária e modificada	
		Intermediária e normal	
		Intermodificada e normal	
20	2 solos com diâmetros, em mm, entre 0,005 e 0,05 e 0,05 e 4,8, respectivamente, são tidos como:	Argila e Silte	60%
		Argila e Areia	
		Areia e Silte	
		Silte e Areia	
23	Segundo o Sistema de Classificação H.R.B., um solo do subgrupo A-2-5 é classificado como:	arenoso; P <sub>200</sub> >35%	84%
		silto-argiloso; P <sub>200</sub> >35%	
		argiloso; P <sub>200</sub> >35%	
		granular; P <sub>200</sub> ≤35%	
25	O Método proposto pela Transportation Research Board (TRB) classifica os solos em:	Dois grupos	72%
		Três grupos	
		Quatro grupos	
		Sete grupos	
29	Pavimento com revestimento asfáltico, base granular e sub-base cimentada sobre subleito:	rígido	64%
		semirrígido convencional	
		semirrígido invertido	
		flexível	
33	O ensaio usado para a determinação das porcentagens retidas na peneira 200 (0,075 mm) é:	Finura	84%
		Peneiramento	
		Sedimentação	
		Densidade	

Fonte: Os autores

As perguntas apresentadas no Quadro 2 são, em sua maioria, mais simples e de cunho introdutório ao conteúdo da disciplina, sendo essenciais no processo de ensino-aprendizagem para que o aluno consiga assimilar os conteúdos posteriores. Assim, partindo desta premissa, tais conteúdos por serem mais gerais, sempre são reforçados durante as aulas a fim de deixar o assunto mais fixado para o aluno.

Quadro 2 – Questões com número de acertos elevado.

Questões	Enunciados	Opções de Alternativas	Percentuais de acertos
06	Ao comparar pavimentos rígidos, de concreto, com pavimentos flexíveis, de asfalto, é correto	Os rígidos exigem maior investimento inicial que os flexíveis	96%
		Os flexíveis exigem investimento inicial maior que os rígidos	
		c) Os pavimentos flexíveis têm vida útil maior que os rígidos	
		d) Os pavimentos rígidos têm vida útil maior que os flexíveis	
09	O revestimento tradicional é a camada que recebe diretamente a ação do rolamento dos veículos	a) Certo	92%
		b) Errado	
10	O pavimento flexível é aquele que NÃO possui camada de subleito	a) Certo	96%
		b) Errado	
12	As camadas do pavimento flexível, partindo-se de cima para baixo são	a) Revestimento, sub-base, base, reforço de subleito e subleito	88%
		b) Revestimento, base, sub-base, reforço de subleito e subleito	
		c) Revestimento, base, sub-base, reforço de subleito e regularização do subleito	
		d) Revestimento, reforço de subleito, subleito, base	
27	Aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado	a) Pavimento Rígido	92%
		b) Pavimento Flexível	
		c) Pavimento Semirrígido	
		d) Pavimento rígido-flexível	
35	Em relação às camadas que constituem um pavimento, é correto afirmar que o subleito é	a) Uma camada que somente pode suportar pavimentos flexíveis	88%
		b) O terreno de fundação que recebe as camadas superiores	
		c) A camada que distribui os esforços oriundos do tráfego	
		d) A camada mais superficial do pavimento	

Fonte: Os autores

Devido ao apresentado, nota-se que as questões contidas no Quadro 2 seguem essa linha de raciocínio, o que gerou um maior aprendizado por parte dos alunos, levando-as a terem um elevado número de acertos no quiz. Dentre os conteúdos que os estudantes apresentaram maior domínio se encontram: tipos de pavimento e divisão das camadas constituintes de um pavimento, ambos incluídos na primeira aula que trata da conceituação de superestruturas em vias de transporte.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma metodologia aplicada em sala de aula, com o uso de um quiz criado na plataforma Kahoot, que contribuiu para serem elencados os conteúdos nos quais os estudantes da disciplina de Projeto e Construção da Superestrutura Viária do Curso de Graduação em Engenharia Civil da UFC estão com maiores deficiência e domínio. Através dos resultados obtidos foram possíveis identificar esses conteúdos, estando os seguintes entre os mais críticos de aprendizagem: estudos de materiais aplicados à pavimentação e tipos de pavimentos menos comentados durante as aulas, sendo possível em aulas posteriores a revisão de alguns assuntos, bem como um melhor direcionamento da disciplina.

Além do feedback fornecido pelo aplicativo, percebeu-se que os alunos sentiram-se motivados e instigados a participar das aulas, mantendo-se concentrados durante todo o decorrer do quiz, com o intuito de não perder o tempo disponível para a questão, aumentando a pontuação final e incentivando o espírito de uma competitividade saudável ao ambiente.

Sendo assim, pode-se afirmar que trabalhar com jogos modifica o ambiente de ensino, tornando-o mais prazeroso e amigável, estimula a emoção e o trabalho em grupo, desperta a atenção, ativa o aluno em sala de aula e o recompensa quando os mesmos se dedicam mais a um determinado conteúdo. Recomenda-se que os docentes usem essa técnica como ferramenta de motivação e inovação para promover melhor o armazenamento e o processamento das informações.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALVES, Flora. Gamification: como criar experiências de aprendizagem engajadoras um guia completo: do conceito à prática. 1ª ed. São Paulo: DVS editora, 2014.
- [2] BRANCO, M. Empresas brasileiras se destacam com games no mercado internacional. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-12/empresas-brasileiras-se-destacam-com-games-no-mercado-internacional>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- [3] CARVALHO, Carlos V. de. Aprendizagem Baseada em Jogos. In II World Congress on Systems Engineering and Information Technology, 2015, Vigo. Anais. Espanha, 2015.
- [4] COSTA, Giselda dos S.; OLIVEIRA, Selma M. de B. C. Kahoot: a aplicabilidade de uma ferramenta aberta em sala de língua inglesa, como língua estrangeira, num contexto inclusivo. In 6º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação, 2015, Recife. Anais. UFPE.
- [5] GUIMARÃES, Ana L.; DIAS, Ana C. M.; ARGENTO, Heloísa T.; SANTOS, Nivea L. Uma reflexão sobre aprendizagem baseada em jogos digitais educativos em EaD. In Simpósio Internacional de Educação a Distância, 2016, São Carlos. Anais. São Carlos, 2016.
- [6] KAHOOT: plataforma digital aberta. Disponível em: <https://create.kahoot.it>. Acesso em: 20 mar. 2018.
- [7] MONSALVE, Elizabeth Suescún. Uma Abordagem para Transparência Pedagógica usando Aprendizagem Baseada em Jogos. 2014. 256 f. Tese (Doutorado em Informática) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- [8] NEWZOO. Newzoo Global Games Market Report 2017. Disponível em: <https://newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-games-market-report-2017-light-version>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- [9] PRENSKY, Marc. Aprendizagem baseada em jogos digitais. 1ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.
- [10] SHELDON, L. The multiplayer classroom: designing coursework as a game. Cengage learning, 2011.
- [11] SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de química: teoria, métodos e aplicações. In: Encontro Nacional de Ensino de Química, 14, 2008, Curitiba. Anais. UFPR, 2008.

# Capítulo 21

## *Proposta de uma ferramenta inteligente para apoio às atividades de monitoria acadêmica baseada em aprendizado de máquina*

*Abner Sousa Nascimento*

*Maria Raquel Lopes de Couto*

*Fábio Lúcio de Almeida Sousa Junior*

*Francisco Mauro Falcão Matias Filho*

*Francisco Thales Rocha Sousa*

*Jermana Lopes de Moraes*

**Resumo:** Atividades de monitoria são importantes ferramentas pedagógicas do processo educacional no ensino superior em Engenharia. Por meio do amparo provido pelos monitores, os discentes podem esclarecer dúvidas e compartilhar experiências que lhes auxiliam nos estudos dos tópicos acadêmicos aos quais se dedicam. Contudo, a procura pelas monitorias nem sempre ocorre com a frequência adequada, devido a fatores como incompatibilidade de horários, dificuldade de deslocamento, entre outros. Além disso, o alto grau técnico dos tópicos abordados em Engenharia muitas vezes torna escasso o número de estudantes dispostos a conduzirem atividades de monitoria. Diante desse cenário, o presente trabalho propõe a construção de um sistema de monitoria eletrônico baseado em aprendizado de máquina capaz de, por meio de plataformas digitais convenientes e práticas, responder a questionamentos com explicações sucintas e esclarecedoras dos tópicos estudados. O objetivo do sistema é oferecer aos estudantes uma fonte confiável para elucidar o conteúdo abordado em sala de aula para mitigar, assim, as dificuldades mencionadas.

## 1 INTRODUÇÃO

Metodologias de ensino são recursos utilizados na transmissão e aquisição de conhecimento e são instrumentos essenciais no processo educacional [1]. Essas metodologias podem ser divididas de acordo com sua abordagem [2]. A metodologia tradicional de ensino representa a transmissão de conhecimento pelo professor enquanto o aluno é sujeito passivo e unicamente receptor deste conhecimento [3]. Em contrapartida, abordagens metodológicas modernas, ou metodologias ativas [4], desmistificam a dependência do aluno ao professor e utilizam mecanismos didáticos capazes de proporcionar ao aluno papel ativo no processo de aprendizagem [1].

Abordagens de ensino modernas possibilitam ao aluno a capacidade de saber lidar melhor com problemas que surjam e desenvolvem sua criatividade ao buscar soluções para tais problemas. Este método educacional utiliza ferramentas capazes de incentivar a atuação ativa do aluno no processo educativo, preparando-o melhor para a vida profissional. Estas ferramentas vão desde a utilização de métodos capazes de estimular e desafiar o educando para aquisição de conhecimento, até a utilização de mecanismos práticos atrelados ao processo educacional [5].

### 1.1 A MONITORIA DISCENTE ENQUANTO FERRAMENTA PEDAGÓGICA

A monitoria é uma atividade de iniciação à docência a qual o aluno, normalmente experiente e com bom desempenho em determinada disciplina, passa a auxiliar tanto o professor quanto os alunos no processo educativo e é um dos mecanismos capazes de proporcionar ao aluno um processo de aprendizagem ativo [6]. Mas a monitoria não é uma metodologia ativa apenas para o monitor. Essa é uma ação partilhada em que o professor, o monitor e os alunos contribuem com o processo de ensino [7].

A monitoria exige do monitor um conhecimento aprofundado nos conteúdos abordados na disciplina, mas também exige dos alunos interesse e procura para esclarecimento das suas dúvidas referentes ao conteúdo. Além disso, não só os alunos como o monitor têm seu conhecimento desenvolvido ao longo do processo de ensino [8]. Porém, alguns alunos são, muitas vezes, negligentes ou subutilizam o apoio didático do monitor no desenvolvimento de programas de monitoria por diversas causas [6]. Algumas destas causas serão apontadas neste trabalho e são a justificativa de sua realização.

Técnicas de inteligência artificial, mineração de dados e aprendizado de máquina tem se mostrado ferramentas importantes em aplicações como visão computacional, processamento de linguagem natural, dentre outras. O potencial dessa tecnologia pode também se estender à educação, no desenvolvimento de soluções que automatizam tarefas repetitivas, como a correção de tarefas realizadas em sala de aula [9]; ou no auxílio para o esclarecimento de dúvidas dos alunos, em sistemas capazes de encontrar a resposta adequada para um dado questionamento com base no tópico a que esse último se refere [10].

O presente trabalho tem por objetivo a proposta de criação de uma plataforma de monitoria digital inteligente, cuja atuação se dará em conjunto com a abordagem de monitoria presencial, de forma a promover maior integração dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Ao final do trabalho, são apresentados os resultados referentes a uma pesquisa realizada entre discentes de diversos cursos, com o intuito de mensurar o grau de interesse e eventual aplicabilidade de tal plataforma por eles.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O aprendizado de máquina consiste no ramo das ciências da computação dedicado ao estudo de técnicas utilizados para a extração de informações implícitas e padrões previamente desconhecidos em grandes conjuntos de dados [11]. Seu escopo não se restringe apenas às ciências da computação, mas também engloba aspectos de quaisquer outras áreas nas quais a produção de dados seja parte intrínseca do processo de construção do conhecimento. Nesse contexto, o aprendizado de máquina se mostra como a interseção entre engenharia, estatística e inteligência artificial.

Com base nas informações que podem inferir a partir das amostras da base de dados às quais foram expostos, os algoritmos de aprendizado de máquina são capazes de prever quais serão as saídas para novas entradas, ainda que essas últimas lhes sejam inéditas. Quando a saída esperada é conhecida e exposta ao modelo durante o treino, o processo recebe o nome de aprendizagem supervisionada. Quando não se espera uma saída específica, mas deseja-se detectar a existência de padrões até então desconhecidos em um determinado conjunto de dados, o processo é nomeado aprendizagem não supervisionada [12].

## 2.1 APRENDIZAGEM PROFUNDA (DEEP LEARNING)

O conceito de aprendizagem profunda está intimamente ligado às Redes Neurais Artificiais, um conjunto de modelos de aprendizagem de máquina com arquitetura inspirada no funcionamento do cérebro dos animais. Nesse modelo, um conjunto de unidades de processamento independentes similares aos neurônios conectam-se uns aos outros por meio de pesos que regulam a intensidade com que os dados trafegam entre as unidades. É por meio da sucessiva exposição aos dados e ajuste dos pesos que as redes neurais artificiais aprendem. A aprendizagem profunda consiste, por sua vez, em técnicas de aprendizado de máquina que fazem uso de redes organizadas em múltiplas camadas, também chamadas de redes neurais profundas [13].

## 2.2 REDES WORD2VEC

A representação da linguagem escrita em cadeias de caracteres simples, embora apropriada para a leitura humana, dificilmente pode ser processada computacionalmente com eficiência, visto que, para isso, é necessário codificar matematicamente os elementos textuais. Além disso, dado o imenso escopo de possibilidades oferecidos pela linguagem na construção de significados, o simples mapeamento atômico de palavras, frases e parágrafos a entidades matemáticas não é, por si só, suficiente para incorporar a relação semântica existente nos componentes sintáticos [14]. Duas palavras como “resistor” e “soldar”, por exemplo, relacionam-se semanticamente com a noção de “circuito elétrico”. Embora possuam grafias e classes gramaticais distintas, ambas as palavras devem ser representadas por um modelo que as aproxime.

Espaços vetoriais têm sido amplamente adotados para a representação matemática de palavras em aplicações de processamento de linguagem natural. Mikolov et al. (2013) propõem o uso de arquiteturas baseadas em redes neurais no intuito de mapear palavras a vetores em um espaço multidimensional. Chamado de word2vec, o modelo permite obter generalizações que incorporam fortemente as relações semânticas existentes entre as entidades textuais [15].

## 2.3 REDES NEURAI CONVOLUCIONAIS

Em problemas de classificação, o objetivo é atribuir uma determinada classe pertence a um conjunto de tamanho  $n$  a uma dada amostra. Para isso, é necessária uma base de dados adequada para a aprendizagem supervisionada. Tais dados devem ser constituídos por um conjunto de amostras pré-classificado, de modo que um modelo de aprendizagem de máquina possa ser adaptado para inferir a relação existente entre amostras e classes.

Redes neurais convolucionais são tipos de redes neurais usadas originalmente em problemas de classificação em visão computacional. Porém, as RNCs também podem ser aplicadas no processamento de linguagem natural para classificação de sentenças [10]. Nesse caso, a rede recebe como entrada não uma imagem, mas sim uma representação vetorial do texto que se pretende classificar. A partir de então, uma série de filtros convolucionais é aplicada nas diversas camadas da rede, de modo que ela possa identificar características nos vetores que lhe auxiliem no processo de classificação. Por fim, uma camada de neurônios densamente conectados utiliza as características inferidas nos passos anteriores para processar a saída. O processo se repete sucessivas vezes, com sucessivos ajustes nos filtros e conexões da rede, até que o modelo atinja um desempenho satisfatório.

## 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A utilização de plataformas e mídias digitais como ferramenta de auxílio às práticas de monitoria tem ganhando cada vez mais espaço nos centros acadêmicos. Diversas contribuições literárias atestam o fato de que os estudantes recorrem preferencialmente a sistemas digitais para solucionar suas dificuldades. Tal interesse deve-se, principalmente, à intuitividade de tais sistemas, visto que eles podem ser facilmente acessados e respondem de forma clara e concisa, sem a necessidade da intervenção de um monitor ou facilitador humano.

Em virtude da rapidez dos avanços tecnológicos e dos elevados custos de obtenção e manutenção de equipamentos e softwares educacionais, a adoção de ferramentas alternativas é uma opção pedagógica

mais viável para cursos que enfrentam tais empecilhos. Em Costa, Viana e Coutinho (2017) é apresentada uma proposta de monitoria em Redes de Computadores que faz uso de softwares simuladores para suprir a carência de aparato de alto nível, a fim de aumentar o nível de aproveitamento dos alunos. Nesse contexto, a monitoria é entendida como uma conexão entre o ensino teórico, que geralmente atém-se à leitura de textos e memorização de fórmulas, e o ensino prático [16].

Comicioli et al. descrevem um relato de experiência sobre a criação de uma plataforma de monitoria virtual para a disciplina de Física. A abordagem empregada fez do uso da plataforma Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) para criar um sistema de ensino-aprendizagem colaborativo que funcionasse como uma ferramenta complementar de estudo, atuando como uma espécie de fórum aos estudantes, em que eles podiam esclarecer dúvidas, compartilhar resoluções de exercícios e debater sobre os conteúdos da disciplina. A utilização do sistema proposto permitiu uma maior integração dos discentes à disciplina, em especial àqueles que não possuíam disponibilidade de frequentar a monitoria presencial [17].

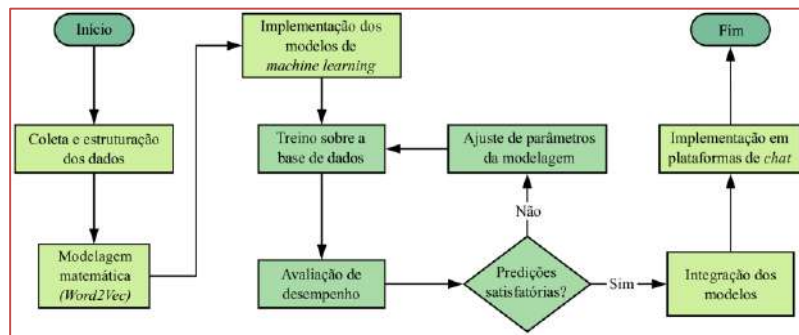
O trabalho de Gupta et. al. (2017) propõe o desenvolvimento de um programa capaz de detectar e corrigir erros de programação comuns, em códigos escritos na linguagem C. Nele é apresentada uma solução chamada DeepFix, baseada em redes neurais e deep learning. A base de dados utilizada para treinamento foi construída por alunos de um curso introdutório de programação. Os resultados mostraram que, em uma base de 6971 programas com erros, o sistema construído foi capaz de apontar a totalidade dos erros em 27% das amostras, e parte deles em 19%. A relevância da utilização de plataformas similares em cursos da área de engenharia é considerável, visto que facilita o processo autodidata por tornar mais intuitiva a identificação e futura correção dos erros cometidos pelos alunos [9].

#### 4 METODOLOGIA PROPOSTA

O sistema a ser construído deverá ser capaz de fornecer a resposta mais adequada para o questionamento dos estudantes, de modo que possa atuar como um monitor eletrônico. Para isso, será necessária a implementação de modelos para atuar em duas frentes: a primeira, identificar a que tópico da bibliografia do curso uma dada pergunta se refere; em seguida, atribuir à pergunta uma classe de acordo com as classes de dúvidas mais frequentes para o tópico identificado. Uma vez feito esse processo, o sistema deve fornecer ao estudante a explicação correspondente à classe de dúvidas que foi atribuída à pergunta.

As fases de implementação do sistema podem ser divididas como: coleta e estruturação dos dados para o treinamento; implementação com o auxílio de bibliotecas voltadas para aprendizado de máquina; treinamento dos modelos com base nos dados coletados; teste para averiguar a capacidade de generalização de cada um dos modelos e construção da interface final. A Figura 1 sintetiza o processo descrito.

Figura 1 – Fluxograma da construção do Sistema proposto



##### 4.1 COLETA E ESTRUTURAÇÃO DOS DADOS

Primeiramente, dúvidas e questionamentos que os estudantes apresentam tanto em sala de aula, quanto durante as sessões de monitoria das disciplinas deverão ser coletadas e armazenadas em planilhas ou bancos de dados. Em seguida, cada pergunta deve passar por um processo de classificação manual,



necessário para a aprendizagem supervisionada. Na classificação, cada pergunta será atribuída a um tópico da bibliografia da disciplina e a uma classe de dúvidas frequentes dentro do tópico. Na Tabela 1 estão listados exemplos de como deve ser a estruturação final dos dados. Cada classe de dúvida está associada a uma resposta que sintetiza os conhecimentos necessários para esclarecer o respectivo tipo de questionamento.

Tabela 1 - Exemplos de amostras da base de dados.

Pergunta	Tópico	Classe de dúvidas	Resposta
Como calculo a resistência equivalente na associação em série?	Resistores	Associação em Série	A resistência equivalente da associação em série corresponde à soma das resistências individuais de cada resistor.
Para que serve um conversor A/D?	Conversores A/D	Finalidade	Conversores A/D convertem sinais contínuos analógicos em sinais digitais discretizados.

#### 4.2 IMPLEMENTAÇÃO, TREINAMENTO E AVALIAÇÃO DOS MODELOS

Uma vez construída a base de dados, a etapa seguinte consiste na implementação dos modelos de classificação. Para a modelagem matemática das perguntas, podem ser utilizadas redes word2vec treinadas sobre a própria base construída para o sistema. Embora essa escolha possa resultar em modelos mais restritos quanto aos significados que é capaz de abstrair, ela deve trazer resultados melhores para a aplicação, pois o modelo será treinado sobre o conjunto de jargões e vocabulários específicos do campo de estudo da disciplina.

Para a classificação das perguntas quanto ao tópico e classe de dúvidas a que pertencem, devem ser utilizadas redes neurais convolucionais treinadas sobre os vetores gerados pelos modelos word2vec. Além disso, devido à alta demanda computacional exigida por algoritmos de aprendizagem de máquina, devem ser utilizadas implementações fornecidas por bibliotecas open-source de computação paralela em CPU e GPU.

No processo de aprendizagem supervisionada, a classificação manual previamente feita sobre cada amostra denota a saída que se espera do modelo, isto é, ao valor de referência observado nos dados. Dessa forma, é possível comparar a saída do modelo com o resultado esperado e experimentar diferentes configurações da arquitetura dos modelos utilizados, até que o sistema atinja resultados satisfatórios.

#### 4.3 INTEGRAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE INTERFACES

A fim de disponibilizar o sistema construído para utilização dos alunos, é necessário integrar os algoritmos de perguntas e respostas a uma interface que lhes seja familiar. Para isso, podem ser utilizadas plataformas de conversação populares que já estejam presentes no uso cotidiano dos estudantes e disponibilizem APIs para envio e recebimento de mensagens. O uso dessas plataformas tem por objetivo facilitar o acesso ao sistema por meio de recursos já disponíveis nos dispositivos dos estudantes, como smartphones e computadores, sem a necessidade de instalar quaisquer tipos de software adicional.

#### 4.4 RESULTADOS DA PESQUISA DE OPINIÃO

Na tentativa de avaliar os principais motivos da alta taxa de evasão nos cursos de engenharia, um dos pontos chave diz respeito ao aprendizado. Nesse sentido, elaborou-se uma pesquisa de opinião cujo intuito foi conhecer a opinião dos alunos sobre as atuais métricas de monitoria e o quão interessante seria a introdução de plataformas inteligentes como meio de sanar dúvidas. O formulário foi disponibilizado para os alunos dos cursos de Engenharia da Computação e Elétrica da Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral. Foram obtidas 122 respostas.

Na pesquisa, 97,5% dos entrevistados afirmaram já terem cursado disciplinas que contavam com o apoio de monitores. Observa-se, portanto, que a atividade de monitoria é uma realidade bastante presente nos

curso analisados. Os alunos foram questionados também quanto à frequência com que participavam dessa atividade. A análise quantitativa desse questionamento pode ser visualizada na Figura 2. A análise das respostas permite concluir que os alunos não costumam frequentar copiosamente as aulas de monitoria.

Figura 2 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação: “Costumo procurar a monitoria com frequência para esclarecimento de dúvidas”?

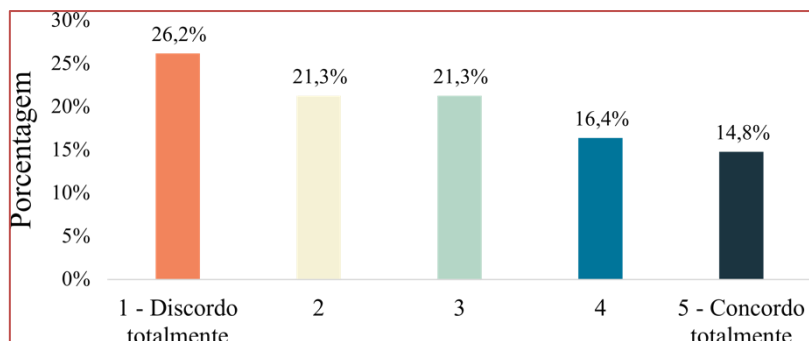


Figura 3 - Você concorda ou discorda da seguinte afirmação: “Eu considero importante o uso de plataformas inteligentes para sanar dúvidas referentes ao conteúdo das disciplinas”?

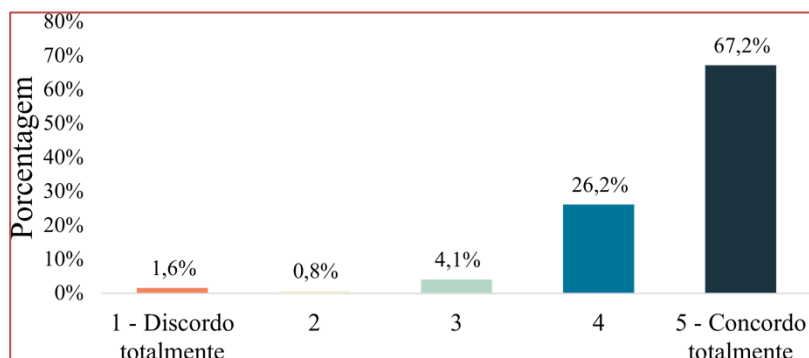
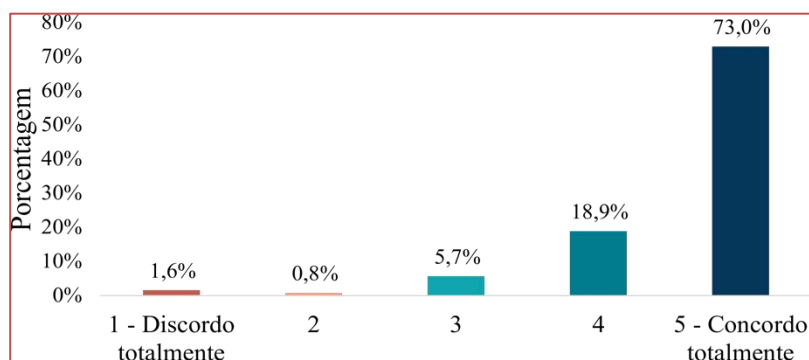
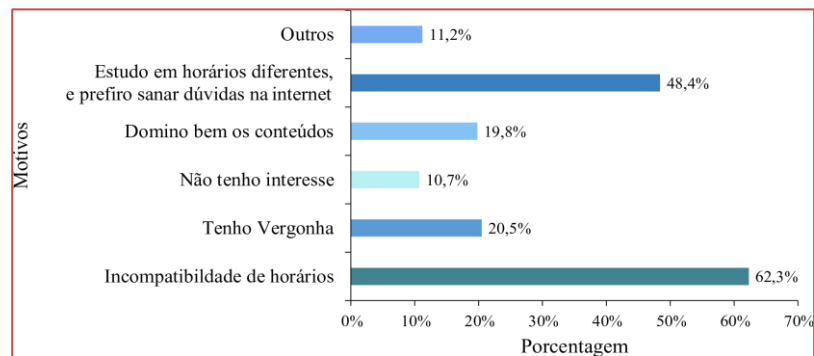


Figura 4 - Você faria o uso desse tipo de plataforma?



Perguntou-se, também, os motivos pelos quais os alunos não frequentam a monitoria presencial. Incompatibilidade de horários, divergência nas horas de estudo e vergonha foram os principais motivos apontados pelos alunos. A distribuição da porcentagem dessas respostas pode ser visualizada na Figura 5.

Figura 5 - Percentual de respostas para a pergunta: "Qual(is) motivo(s) faz(em) com que você não procure a monitoria?"



Ao final, perguntou-se o quão importante os alunos consideram a utilização de uma plataforma inteligente de esclarecimento de dúvidas, proposta deste trabalho. Dos entrevistados, 67,2% responderam que concordavam totalmente com a afirmação, conforme pode ser visualizado na Figura 3. Finalmente, sobre a usabilidade da plataforma, perguntou-se se eles fariam o uso de tal ferramenta, ao que 73% entrevistados afirmaram que concordavam totalmente. A Figura 4 exhibe as percentagens para essa questão.

## 5 CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos comprova o fato de que a utilização da plataforma inteligente proposta neste trabalho seria uma opção bastante viável para os estudantes, visto que um dos principais motivos apresentados por eles para o não comparecimento às monitorias são incompatibilidades de horários e preferência por sanar as dúvidas na internet. Nesse sentido, além de estar disponível a qualquer hora, o sistema direcionaria a dúvida do aluno para uma resposta mais bem acurada do que a maioria das respostas da internet, pois seria baseada nas explicações em sala de aula do professor. Além disso, o receio dos estudantes mais tímidos em procurar auxílio para tirar dúvidas já não seria um empecilho. Nesse cenário, confirma-se a relevância de tal projeto no âmbito do ensino-aprendizado colaborativo.

## REFERÊNCIAS

- [1] F. T. R. Sousa, F. F. M. F. Matias, A. S. Nascimento e J. L. de Moraes, "Estudo da Abordagem de Ensino Orientado a Projetos: Reflexos no Aprendizado de Eletrônica Digital," em Anais do Encontro Unificado de Computação 2017, 2017.
- [2] L. P. Rodrigues, L. S. Moura e E. Testa, "O tradicional e o moderno quanto a didática no ensino superior," Revista científica do ITPAC, pp. 1-9, 2011.
- [3] L. M. R. Codá, S. S. Pião e R. S. Moura, "Estímulo Ao Aprendizado Prático De Eletrônica Digital Utilizando Protótipos De Projetos Reais," 2013.
- [4] S. d. S. Pinto, M. R. P. Bueno, M. A. F. d. A. e. Silva, M. Z. Sellmann e S. M. F. Koehler, "Inovação Didática - Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com "peer instruction"," Janus, vol. 9, nº 15, 2012.
- [5] T. S. Borges e G. Alencar, "Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior," Cairu em Revista, pp. 119-143, 2014.
- [6] R. N. da Silva e M. L. M. de Belo, "Experiências e reflexões de monitoria: contribuição ao ensino-aprendizagem," Scientia Plena, 2012.
- [7] D. Duran e V. Vidal, Tutoria: Aprendizagem Entre Iguais: Da Teoria à Prática, Porto Alegre: Artmed, 2007.
- [8] L. M. B. Frison e M. A. C. de Moraes, "As práticas de monitoria como possibilitadoras dos processos de autorregulação das aprendizagens discentes," Poiesis Pedagógica, pp. 144-158, 2010.
- [9] R. Gupta, S. Pal, A. Kanade e S. Shevade, "DeepFix: Fixing Common C Language Errors by Deep Learning," em AAAI, San Francisco, 2017.
- [10] Y. Kim, "Convolutional neural networks for sentence classification," 2014.

- [11] H. Witten, E. Frank e M. A. Hall, *Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques*, São Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2011.
- [12] T. Hastie, R. Tibshirani e J. Friedman, *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, Nova York: Springer, 2009.
- [13] Patterson e A. Gibson, *Deep Learning: A Practitioner's Approach*, 2017.
- [14] O. Levy e Y. Goldberg, "Dependency-based word embeddings," em *Proceedings of the 52nd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, Baltimore, 2014.
- [15] T. Mikolov, K. Chen, G. Corrado e J. Dean, "Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space," *CoRR*, 2013.
- [16] V. C. Rodrigues, W. Viana e E. Coutinho, "Um Relato sobre a Monitoria da Disciplina de Redes de Computadores no Curso de Sistemas e Mídias Digitais," *Revista Sistemas e Mídias Digitais (RSMD)*, 2017.
- [17] d. B. e. a. Comicioli, "Uso da plataforma Moodle como ferramenta de apoio para a criação de uma monitoria virtual de física," 2013.

# Capítulo 22

## *Desenvolvimento de software educacional para aprimoramento do ensino da resistência dos materiais*

*Pedro Braga da Silva*

*José Matheus Lacerda Xavier*

*João Batista Lima de Sousa Segundo*

*Samuel Assis dos Santos*

*Rafael Wandson Rocha Sena*

**Resumo:** Com a ascensão tecnológica, é crescente a demanda por novos métodos, técnicas e procedimentos que buscam aprimorar o processo ensino-aprendizagem na Engenharia Civil. Neste âmbito, o desenvolvimento de softwares educacionais torna-se uma das maneiras mais viáveis para solucionar tal problemática. Este trabalho discorre sobre o desenvolvimento de uma ferramenta computacional como recurso didático, visando aprimorar o ensino da Resistência dos Materiais, isto é, análise do círculo de Mohr, estudo da linha elástica e flexão em vigas isostáticas e flambagem em colunas. Para o desenvolvimento da interface gráfica e do algoritmo foi utilizado a ferramenta GUIDE presente no MATLAB. Por fim, para validação do programa, exemplos clássicos da literatura são solucionados pelo software e confrontado com resultados de exercícios resolvidos de livros-texto ou com resultados obtidos por outros softwares. As soluções são expostas em tabelas comparativas sendo possível observar, com base nos problemas apresentados, a confiabilidade no programa desenvolvido.

**Palavras-chave:** Resistência dos Materiais. MATLAB. Ensino-aprendizagem.

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino da Engenharia pode ser entendido com um grande desafio, devido a existência de poucos métodos inovadores aplicados às técnicas didáticas, com forma de aprimorar o ensino da Resistência dos Materiais. Com isso, de acordo com Lima et al. (2016), é necessário estimular o desenvolvimento de ferramentas e inseri-las no contexto escolar para que desperte a curiosidade e percepção do aluno, tais técnicas diminuiriam o tempo para maturação de conceitos.

O uso de softwares no contexto educacional tende a provocar positivamente gradativas mudanças no processo ensino-aprendizagem, a utilização destas ferramentas no ambiente escolar para Pastana e Neide (2018) se diferenciam dos demais recursos, pois proporcionam um retorno imediato ao educador e ao estudante, além de ocasionar um desvio das rotinas educativas. Conforme Barros (2010):

“As vantagens no uso do software como recurso educativo são várias. Dependendo do tipo de material escolhido, pode ser usado tanto para abordar conteúdos a partir de situações difíceis de serem vivenciadas, como no caso dos simuladores, como servir de instrumento na função de tutoriais que apresentem informações com facilidades de acesso imediato e que podem, assim, serem observadas a qualquer momento, bem como na Internet, entretanto de forma mais prática, já que não depende da disponibilidade da rede.” (Barros, 2010, p. 84).

Com isso, a utilização de softwares para auxílio aos estudantes é considerada uma ferramenta valiosa no aprimoramento do processo ensino-aprendizagem. Será apresentada e discutida neste trabalho uma nova ferramenta computacional, desenvolvida no GUIDE do MATLAB, para ser utilizada como recurso didático para o ensino da Resistência dos Materiais. O software em questão é capaz de analisar o Círculo de Mohr, vigas isostáticas sujeitas a carregamento uniformemente distribuído e flambagem de colunas. Na ferramenta desenvolvida foram solucionados alguns exemplos e por fim comparados com a literatura. Atestando assim a confiabilidade do software.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tendo como objetivo o desenvolvimento de um software que auxilie o ensino em Resistência dos Materiais, é necessário antes deixar claro a importância de tal disciplina no curso de Engenharia Civil. Segundo Beer et al. (2011, p. 22), “O principal objetivo do estudo da mecânica dos materiais é proporcionar ao futuro engenheiro os meios para analisar e projetar várias máquinas e estruturas portadoras de carga”.

Para Hibbeler (2006), o estudo da Resistência dos Materiais está diretamente relacionado à investigação do comportamento de uma estrutura sujeita a um carregamento, ou seja, analisa a estabilidade e deformação dos corpos, intensidade das cargas internas, e os limites de segurança e ruptura do corpo.

Dentre os tópicos de Resistência dos Materiais que podem ser trabalhados com o software, tem-se: análise do Círculo de Mohr, vigas isostáticas sujeitas a carregamento uniformemente distribuído e flambagem de colunas.

A análise do Círculo de Mohr é definido por Beer et al (2011, p. 456) como sendo uma “circunferência usada para deduzir algumas das fórmulas básicas relacionadas com a transformação de tensões no estado plano de tensão”. Desta forma, este método baseia-se em considerações geométricas simples não sendo necessário o uso de fórmulas especializadas.

Para Hibbeler (2006, p. 252), “vigas são barras longas e retas com área de seção transversal constante e classificadas conforme o modo como são apoiadas”. O carregamento aplicado a viga, desenvolve uma força de cisalhamento (força cortante) e momento fletor que, variam ao longo do eixo da viga.

Beer et al (2011, p. 627) define coluna como “elemento prismático vertical suportando forças axiais”. Tais forças provocam na estrutura uma deformação transversal e conseqüentemente a perda de sua estabilidade, a este fenômeno dar-se o nome de flambagem.

Para atender todos os critérios citados por Hibbeler (2006) e Beer et al (2011) e expandir ao máximo os recursos didáticos que serão implementados ao software, foi escolhido o ambiente MATLAB para o desenvolvimento da ferramenta. Essa escolha se deve à grande praticidade que o MATLAB possui em analisar dados, realização de operações matriciais, construção de gráficos e desenvolvimento de

algoritmos permitindo solucionar problemas de maneira mais simples, quando comparado a outros interpretadores de algoritmo. Conforme ressalta Araújo et al. (2012)

“O MATLAB permite a construção de uma interface gráfica que interage com o usuário. Essas interfaces são desenvolvidas em um ambiente separado dentro do próprio software, esse ambiente é conhecido como GUIDE e é ativado digitando seu nome na janela de comandos do MATLAB. (ARAÚJO et al, 2012, p. 3)

Para expandir a ferramenta e ser possível sua utilização em diversas situações, no GUIDE foi criada uma caixa de entrada de dados com variáveis livre, este recurso permite que o usuário insira as informações que deseja analisar. Após o processamento das informações, os resultados e gráficos são apresentados também via GUIDE.

### 3 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

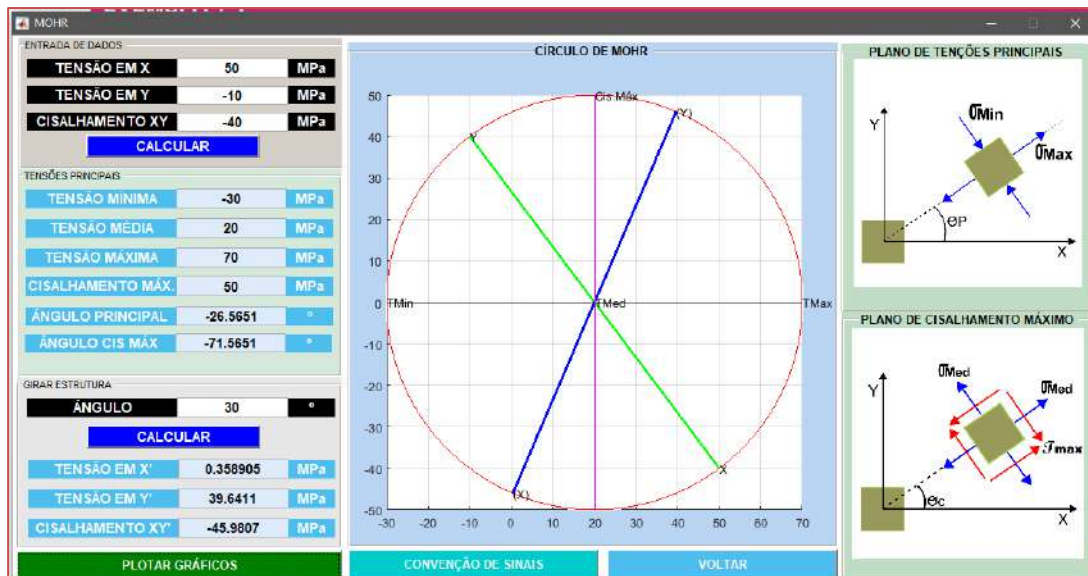
Foi implementado ao software três módulos diferente, sendo cada um responsável pela análise de um dos conteúdos abordados na Resistência dos Materiais. Dentre os conteúdos que podem ser discutidos com a utilização desta ferramenta temos: análise do estado plano de tensão, estudo da linha elástica e flexão em vigas isostática sujeitas a carregamento distribuído, flambagem e carga crítica em colunas.

A seguir serão apresentados os módulos que podem ser trabalhados com o software.

#### 3.1 MÓDULO 1 - ANÁLISE DO ESTADO PLANO DE TENSÃO

A análise do estado plano de tensão ocorre através do Círculo de Mohr. Trata-se da representação gráfica do comportamento de tensões aplicada a uma estrutura, a partir da análise de uma porção infinitesimal da mesma. Tais tensões podem ser de cisalhamento, tração e compressão, sendo capazes de apresentar intensidade maior e sentido diferente das quais a estrutura foi solicitada inicialmente, conforme o plano analisado.

Figura 1 - Módulo para análise do Círculo de Mohr.



Fonte: MATLAB

A figura 1 mostra a interface do módulo de cálculo do círculo de Mohr. Na área entrada de dados, o usuário deve inserir as tensões normais e de cisalhamento. A saída de dados ocorre através da janela tensões principais. Ao clicar em plotar gráfico, o círculo e os planos de tensões são mostrados na tela. Em girar estrutura, é possível conferir a variação das tensões que ocorrem no plano conforme o ângulo analisado.

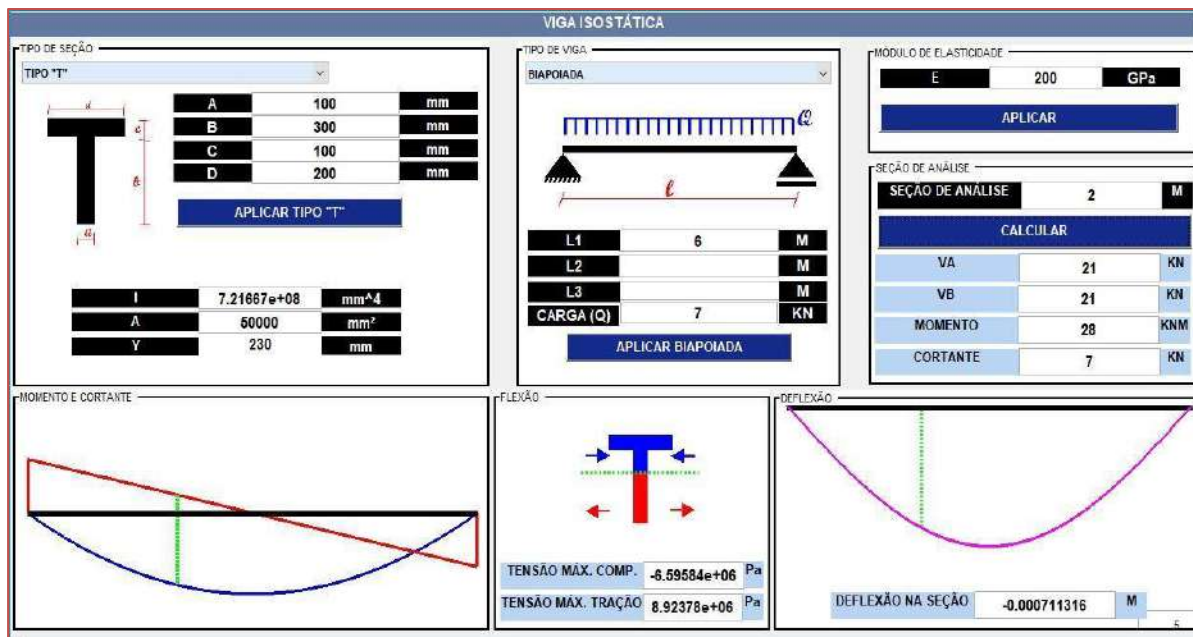
### 3.2 MÓDULO 2 - ANÁLISE DE VIGA ISOSTÁTICA SUJEITA A CARREGAMENTO DISTRIBUÍDO

Vigas são “elementos lineares em que a flexão é preponderante” (NBR 6118, 14.4.1.1). Geralmente é utilizada no sistema laje-viga-pilar para transferir esforços verticais da laje para o pilar. Podem ser do tipo hiperestática ou isostática. Nesta ferramenta será abordado o estudo de vigas isostática.

Vigas isostáticas apresentam o número de incógnitas, para cálculo das reações de apoio, igual ao número de equações de equilíbrio. Ela pode ser classificada em quatro classes: biapoiada sem balanço, biapoiada com balanço simples ou duplo e engastada.

Na ferramenta em questão, a entrada de dados está subdividida em quatro seções. Na primeira, o usuário define uma das quatro variedades de vigas, suas dimensões e carga; Na segunda janela deve ser escolhido o tipo de seção transversal (Retangular, circular, circular vazado, tipo I, tipo T,) ou determinar a inércia; Em seguida, identifica-se o material que compõe a viga de acordo com o seu módulo de elasticidade; Na área Seção de Análise, deve ser definido o posicionamento na viga onde será feito o estudo. A saída de dados apresentará ao usuário os gráficos e resultados relacionados a momento fletor, cortante, flexão e deflexão do componente estrutural analisado.

Figura 2 - Módulo para análise de vigas isostática.



Fonte: MATLAB

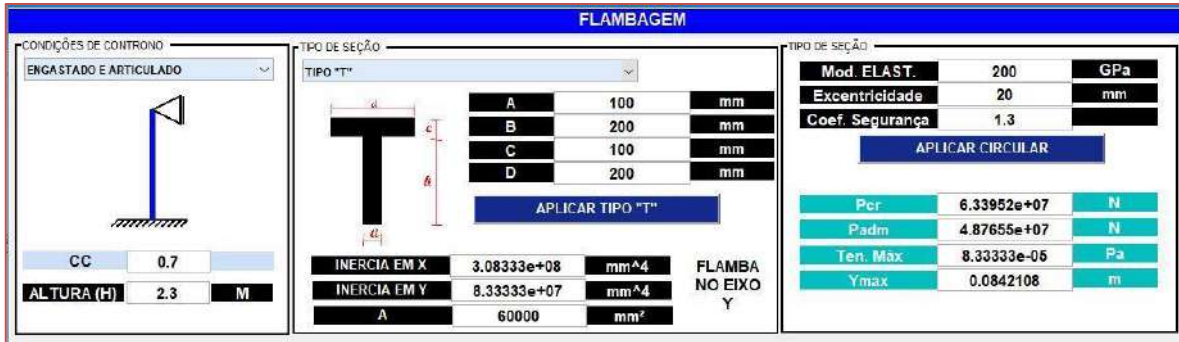
### 3.3 MÓDULO 3 - ANÁLISE DA FLAMBAGEM

Flambagem pode ser definida como o “deslocamento lateral na direção de maior esbelteza, com força menor do que a de ruptura do material” (BASTOS, 2017, p.05). O comportamento elástico da estrutura varia de acordo com o tipo de seção transversal e apoio.

Considerando o apoio, pode ser classificada em quatro tipo: Bi engastada, engastada e livre, biarticulada, articulada e engastada. Tal escolha deve ser feita na seção I do software. Na segunda janela, a inercia deve ser informada pelo o usuário de acordo com o tipo de seção transversal (Retangular, circular, circular vazado, tipo I, tipo T,). Neste momento, o programa analisa o eixo de menor inercia e informa o sentido da flambagem. Em seguida, informa-se o tipo de material que compõe a estrutura de acordo com seu Módulo de Elasticidade, a excentricidade da carga e o fator de segurança. A saída de dados apresentará a carga máxima que pode ser aplicada a estrutura, carga admissível, tensão máxima e a deflexão máxima.



FIGURA 3 – Módulo para análise da flambagem



Fonte: MATLAB

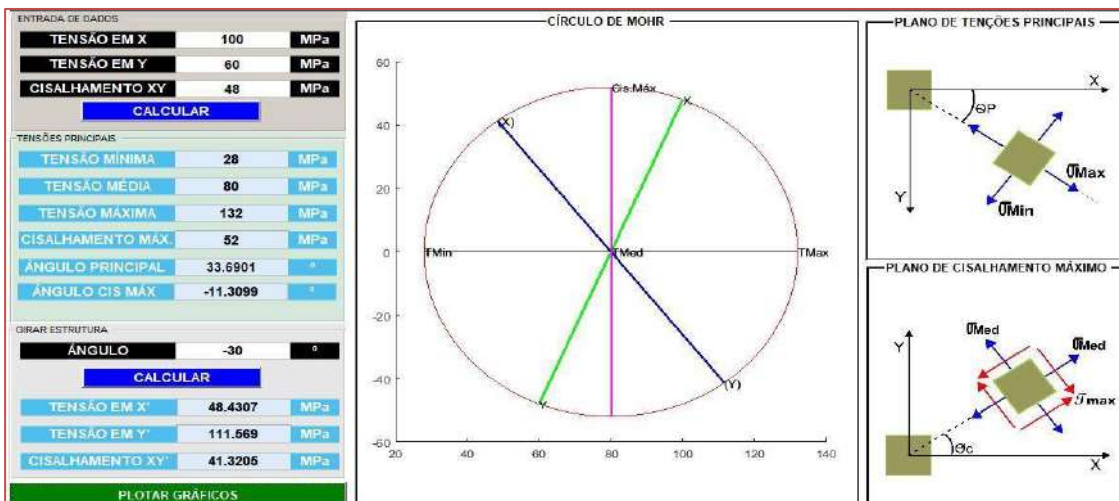
#### 4 ANÁLISE DE DESEMPENHO DO SOFTWARE

Para validação dos resultados do software desenvolvido e verificar a sua confiabilidade, foi executado no aplicativo a resolução de três exemplos da literatura. O primeiro abordará o módulo de análise do Círculo de Mohr, o segundo exemplo é destinado para análise de viga isostática sujeita a carregamento uniforme, o terceiro verificará a carga crítica e flambagem em colunas. Os resultados dos exemplos resolvidos serão apresentados em tabela, de forma comparativa entre a solução dada pelo software desenvolvido e os obtidos na literatura.

##### 4.1 EXEMPLO 1 - ANÁLISE DO ESTADO PLANO DE TENSÃO

Para analisar o módulo I do software, será solucionado o Problema Resolvido 7.2, presente em Beer et al. (2011), Mecânica dos Materiais, 5ª edição. O problema propõe a análise do estado plano de tensão, cuja as tensões principais são 100MPa e 60MPa para os eixos horizontal e vertical respectivamente, a tensão de cisalhamento é de 48MPa para a estrutura girando no sentido horário. O exemplo ainda pede as componentes de tensão que atuam no elemento obtido quando houver rotação no sentido anti-horário de 30°. A “Figura 4” apresenta a solução exposta pela ferramenta desenvolvida, na “Tabela 1” é feito o comparativo entre a resposta do software e da literatura citada anteriormente.

Figura 4 – Resolução do problema 7.2



Fonte: MATLAB

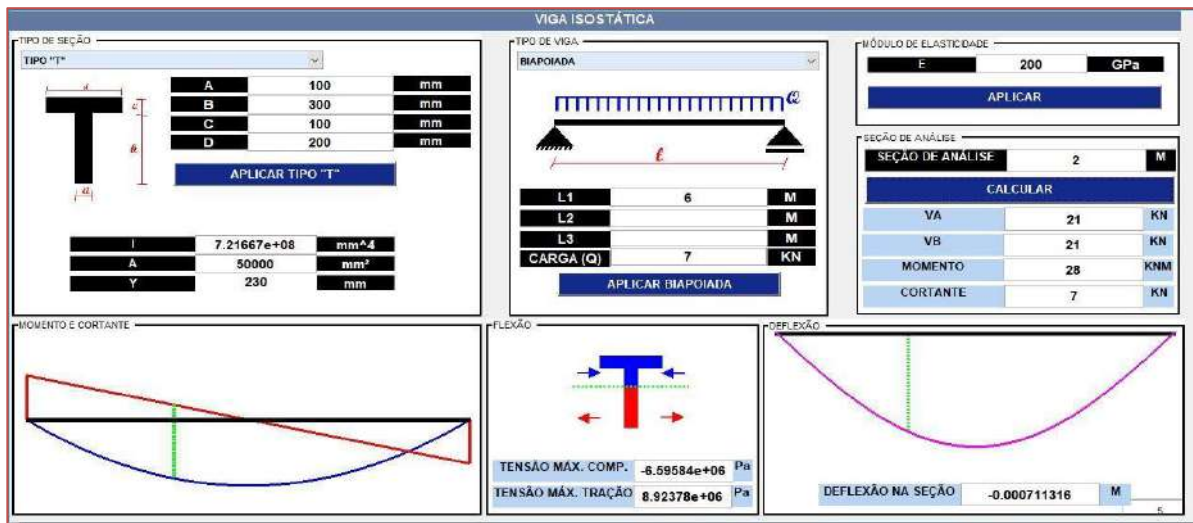
TABELA 1 – Solução – Análise do estado plano de tensões

	Software desenvolvido	Beer et al (2011)
Tensão Mínima	28 MPa	28 MPa
Tensão Média	80 MPa	80 MPa
Tensão Máxima	132 MPa	132 MPa
Ângulo Principal	33,6901º	33,7º
Tensão após giro da estrutura em 30º	48,4307 MPa	48,4 MPa
Cisalhamento após giro da estrutura em 30º	41,3205 MPa	41,3 MPa

**4.2 EXEMPLO 2 - ANÁLISE DE VIGA ISOSTÁTICA SUJEITA A CARREGAMENTO DISTRIBUÍDO**

Analisar um a seção transversal a 2 metros do início de uma viga com 6 metros de comprimento, submetido a um carregamento de 07 KN, com seção transversal do tipo T como mostra a “Figura 5”.

Figura 5 – Resolução do problema exposto acima



Fonte: MATLAB

A “Tabela 2”, faz o comparativo entre os resultados encontrado no software desenvolvido e o Ftool de Martha (2002).

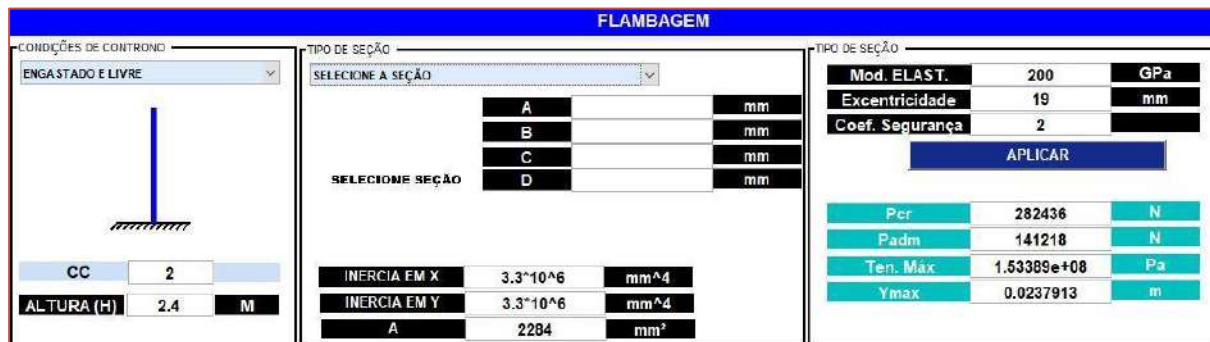
Tabela 2 – Solução –Viga isostática

	Software desenvolvido	Ftool (Martha, 2002)
Reações	21 KN	21 KN
Momento na seção de análise	28 KN.M	28 KN.M
Cortante na seção de análise	7 KN	7KN
Deflexão na seção de análise	-0.000711316 m	-0,7104mm
Tensão Máxima de Compressão	-6,59584*106 Pa	-
Tensão Máxima de Tração	8,92378*106 Pa	-

### 4.3 EXEMPLO 2 - ANÁLISE DA FLAMBAGEM

A análise do módulo III se dá através da resolução do exemplo 10.2, presente em Beer et al. (2011) Mecânica dos Materiais, 5ª edição. O problema por sua vez, analisa a flambagem e a carga máxima suportada por uma coluna com uma das extremidades engastada e outra livre, com 2,40m de comprimento e fator de segurança 2, apresentando excentricidade de 19mm para a carga. A inércia e a área de seção da foi informada pela questão. Na figura 6, a resolução através da ferramenta computacional. A “Tabela 3” apresenta os comparativos entre o software e o material de referência

Figura 6 – Resolução do problema 10.2



Fonte: MATLAB

TABELA 3 – Solução – Análise da Flambagem

	Software desenvolvido	Beer at all. (2011)
Carga crítica	282436 N	282,7 KN
Carga admissível	141218 N	141,36 KN
Tensão Máxima	1,53389*10 <sup>8</sup> Pa	153,6 MPa
Deflexão	0,0237913 M	23,79 mm

### 5 DISCURSÕES DOS RESULTADOS

O MATLAB, ambiente utilizado para o desenvolvimento do aplicativo, demonstrou ser de fácil manuseio devido a sua linguagem ser facilmente aplicada. Pois, com a inscrição de apenas alguns códigos e expressões, o usuário consegue realizar todas as funções oferecidas pelo mesmo. Além disso, a ferramenta GUIDE auxilia no desenvolvimento da interface gráfica do programa, tornando-o mais atrativo e auxiliando na inserção e saída de dados.

Quanto ao programa desenvolvido, nas tabelas comparativas listadas acima, é possível observar pouca diferença entre os resultados obtidos pelo software educacional e o exposto pelo material de referência, Beer at all (2011) e Ftool de Martha (2002), tal fator atesta a confiabilidade da ferramenta com material didático.

Algumas vantagens do emprego do software como ferramenta didática: possibilitar à discentes e docentes a utilização do programa desenvolvido para fazer a verificação da resolução de exercícios de Resistência dos Materiais; a interface gráfica desenvolvida na ferramenta GUIDE do MATLAB facilita a compreensão do conteúdo abordado através da plotagem de imagens e gráficos; o software permite que o estudante simule diferentes tipos de situações, através das seções entrada de dados, ampliando a aprendizagem; não exige de grandes recursos computacionais para manejar o mesmo, devido a sua interface gráfica com linguagem simplificada.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para acompanhar o crescimento tecnológico, a educação aos poucos vem aderindo às novas técnicas e métodos didáticos. No contexto escolar, as ferramentas computacionais passam a ser material de estudo por conta da sua fácil implementação.

Desta forma, este trabalho apresentou mais um componente didático, que pode ser utilizado para auxiliar ao estudo da Resistência dos Materiais. Desenvolvido no GUIDE do MATLAB, plotando todos os gráficos necessários, interface gráfica com linguagem de fácil compreensão e consequentemente fácil manuseio, o software permite aos discentes e docentes a utilização do programa para verificação da resolução de exercícios, simulações, e consequentemente melhora a compreensão do conteúdo abordado na disciplina.

Como trabalho futuro, pode ser implementado ao software novos módulos como: análise do estado plano de deformação, análise de viga hiperestática, cisalhamento em pinos e tensão em plano inclinado, ampliando assim seu campo de estudo dentro da Resistência dos Materiais.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, NBR 6118. Rio de Janeiro, ABNT, 2014, 238p.
- [2] ARAÚJO, Lucivando Ribeiro et al. Interface matlab/guide como ferramenta no ensino de cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia . xl congresso brasileiro do ensino em engenharia, [S.l.], p. 1-10, set. 2012. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/103905.pdf>>. Acesso em: 06 abr. 2018.
- [3] BARROS, Edlaine Fátima de. Software educacional: critérios a serem levados em conta no processo pedagógico - Revista Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, v.29, nº 159/130, 2003. Disponível em: [https://vpn.fpte.br/cursos/Pos\\_Tecnologia\\_Educacional\\_T1/Aula\\_300110\\_Prof\\_LeonidesJustiano/Software%20educacional%20-%20crit\\_rios.pdf](https://vpn.fpte.br/cursos/Pos_Tecnologia_Educacional_T1/Aula_300110_Prof_LeonidesJustiano/Software%20educacional%20-%20crit_rios.pdf)> Acesso em 05 de Abril de 2014.
- [4] BASTOS, P. S. Pilares de concreto armado. Notas de aula, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, São Paulo 2017
- [5] BEER, Ferdinand P. et al. Mecânica dos Materiais. 5. ed. [S.l.]: AMGH Editora Ltda, 2011. 800 p.
- [6] HIBBELER, R.C. Resistência dos Materiais. 5ª . ed. São Paulo: ABDR, 2003. 690 p.
- [7] LIMA, Walber Medeiros et al. Uma ferramenta computacional para suporte nos processos de ensino e aprendizagem de equações diferenciais parciais. revista de ensino de engenharia, [S.l.], p. 65-74, jan. 2016. Disponível em: <<http://107.161.183.146/~abengeorg/revista/index.php/abenge/article/view/339/522>>. Acesso em: 05 abr. 2018.
- [8] MARTHA, L. F. . Ftool - Two-Dimensional Frame Analysis Tool. 2002.
- [9] MATHWORKS, 2014. Global Optimization Toolbox User’s Guide. Natick, Massachusetts: The Math Works. Inc. Disponível em: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html> Acesso em 10 de abril de 2018.
- [10] PASTANA, Claudionor de Oliveira; NEIDE, Italo Gabriel. A integração do ensino de funções trigonométricas e movimento harmônico simples por meio do software Modellus. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo , v. 40, n. 1, e1402, 2018 . Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172018000100502&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172018000100502&lng=en&nrm=iso)>. acesso em: 05 de abril 2018.

# Capítulo 23

## *Ferramenta computacional de apoio ao ensino em Engenharia de Telecomunicações*

*Leonardo Henrique Gonsioroski*

*Rogério Moreira Lima Silva*

*Amanda Beatriz Cunha dos Santos*

*Jairon Viana Batista*

*Sandra Eloi Ferreira Nogueira*

*Igor Amorim Silva*

*Marcos Jose dos Passos Sa*

*Ana Paula Ferreira Costa*

**Resumo:** Este trabalho apresenta a estratégia didático-pedagógica elaborada pelo grupo de estudos GETICOM da Universidade Estadual do Maranhão para melhorar a compreensão dos conceitos teóricos da disciplina de Redes Móveis e Rádio Acesso do curso de graduação de Engenharia de Computação. Através da plataforma de prototipagem MATLAB foi desenvolvido uma ferramenta computacional de apoio ao ensino-aprendizagem denominada “Cálculos de Parâmetros para o Planejamento de Sistemas Celulares – CPPSC, que facilita ao aluno a simulação de cálculos necessários à concepção de projetos, gerando eficientes resultados no planejamento de uma rede de telefonia celular. O desenvolvimento e a utilização desta ferramenta é importante para a redução de custos e otimização do tempo no planejamento de uma rede móvel além de objetivar o maior interesse do aluno na busca e assimilação do conhecimento.

**Palavras-chave:** Planejamento celular. Redes móveis. Software.

## 1 INTRODUÇÃO

O surgimento da internet juntamente com a evolução tecnológica tornou os serviços de banda larga móvel uma necessidade vital para os usuários de todo mundo. Esse fato, fez crescer de forma exponencial a procura por serviços de comunicação sem fio nos últimos anos, levando as empresas e os centros de pesquisas do setor de telecomunicações, tanto público como privado a buscarem soluções mais eficientes e eficazes para o atendimento dessas demandas. Dentre as soluções encontradas, a atualização do sistema de telefonia móvel vigente e um planejamento eficiente das redes de telefonia celular existentes são consideradas as mais adequadas, gerando a necessidade de profissionais da área de telecomunicações mais bem preparados para conduzirem esse processo.

Dentro deste contexto, o curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) vem buscando excelência de ensino através da implantação de um projeto pedagógico que contempla três áreas de concentração: Engenharia de Software e Tecnologia da Informação, Automação e Controle e Telecomunicações. A opção por um curso com três diferentes áreas de concentração foi realizada com o objetivo de possibilitar a oferta de certificações capazes de dar uma formação diferenciada, contínua e completa aos profissionais formados pelo curso.

Na área de Telecomunicações o curso possui uma grade curricular com diversas disciplinas voltadas para a formação do profissional em comunicações sem fio, sendo que destas, uma das mais importantes, é a disciplina de Redes Móveis e Rádio Acesso cujo objetivo é preparar seus alunos no estudo do processo de implantação e ampliação de Redes Celulares Móveis.

Ao longo dos anos, o plano de ensino da disciplina vem sendo otimizado com base em informações colhidas dos próprios alunos, através de debates de como a disciplina seria melhor aproveitada. A partir desses diálogos aluno-professor, observou-se a necessidade da criação de uma ferramenta que ajudasse a maximizar o estudo e o aprendizado da disciplina, o que culminou na criação do software de simulação “Cálculos de Parâmetros para o Planejamento de Sistemas Celulares” – CPPSC.

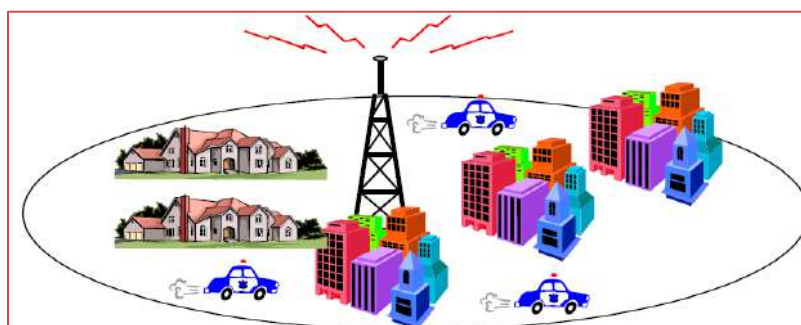
Esta ferramenta foi desenvolvida pelos alunos de graduação do curso, através do projeto de pesquisa, “Estudos da Aplicação das Tecnologias de Banda Larga sem Fio para Promover Inclusão Digital no Estado do Maranhão”, projeto apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), edital UNIVERSAL-01515/16. Hoje a ferramenta é utilizada por professores da disciplina de Redes Móveis e Rádio Acesso, em aulas de simulação e laboratório para apoiar o aprendizado do conteúdo teórico.

## 2 PLANEJAMENTO DE COMUNICAÇÕES CELULARES

Empresas prestadoras de serviços de telecomunicações necessitam realizar bem o planejamento de suas redes de telefonia celular. A complexidade desse planejamento aumentou ao longo do tempo, influenciado pela mudança no conceito celular, aumento por serviços de telecomunicações e evolução das redes de telefonia celular.

No início da telefonia móvel celular, uma rede era composta de um único transmissor de alta potência situado geralmente em um local elevado o qual garantia a cobertura para uma determinada área conforme Figura 1 (MELLO, RODRIGUES, 2002).

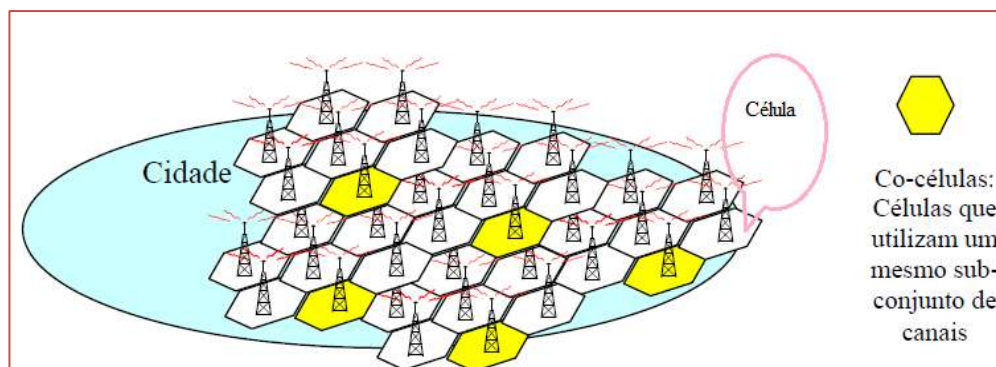
Figura 1 – Sistema móvel convencional



Fonte: MELLO, RODRIGUES, 2018

No entanto, devido a várias limitações, o sistema precisou passar por atualização para se tornar mais eficiente. Neste novo conceito a área iluminada sofre uma divisão em regiões menores e cada uma dessas novas regiões são atendidas por um transmissor de baixa potência. Essas regiões são chamadas de células conforme se observa na Figura 2.

Figura 2: Conceito atualizado de sistema de telefonia móvel



Fonte: MELLO, RODRIGUES, 2002

Esse novo conceito de telefonia celular, juntamente com as soluções de engenharia nas áreas de modulação digital, codificação, técnicas de múltiplo acesso e desenvolvimento tecnológico na área de processamento digital de sinais proporcionou atualmente sistemas de telefonia celulares extremamente eficientes capazes de atender vultuosas demandas de seus usuários com alta velocidade de dados.

O planejamento de um sistema celular para atender as demandas de uma certa região é modelado por um projeto composto por várias etapas. As principais são, a determinação da área de cobertura, modelos de propagação, características dos equipamentos que serão usados, cálculo e balanço do enlace e estudo do plano de reuso de frequências para o referido sistema.

## 2.1 DETERMINAÇÃO DA ÁREA DE COBERTURA

A partir da determinação da área de cobertura é escolhido o modelo de propagação mais adequado para a região, a altura e localização da Estação Rádio Base (ERB), a estimativa do número de usuários da área coberta, o tráfego por célula dentre outras coisas. Para se definir a área de cobertura de uma célula devem-se analisar as características dos equipamentos utilizados tanto na ERB como na estação móvel, além de definir o modelo de propagação mais adequado para o ambiente.

## 2.2 MODELOS DE PROPAGAÇÃO

Deve-se definir o modelo de propagação para que a partir dele, efetuem-se os cálculos para a composição do sistema de cobertura e uma série de parâmetros, como: raio da célula, área de cobertura, potência e altura da antena, níveis de interferência, dentre outros. Os modelos mais utilizados nos sistemas de comunicação por rádio são: Okumura-Hata para macro células, Cost 231 – Hata Model e Walfisch-Ikegami para macro e micro células (RAPPAPORT, 2009).

## 2.3 CARACTERÍSTICAS DOS EQUIPAMENTO

A partir da tecnologia escolhida, e de alguns parâmetros, é necessário a escolha dos equipamentos a serem empregados na utilização do projeto. A escolha deve atender as especificações necessárias para o atendimento da demanda a qual o projeto está relacionado, além de se adaptar ao ambiente no qual será instalado.

## 2.4 CÁLCULO DO ENLACE

O cálculo do enlace é uma das etapas fundamentais no planejamento celular, onde dois importantes parâmetros são calculados para que o engenheiro possa determinar o raio das células, ou seja, a distância mínima entre duas estações rádio base (ERB) que transmitem nas mesmas faixas de frequência. Estes parâmetros são, o Nível do Sinal Recebido e a Potência Efetivamente Irradiada. Com base nesses dois valores é possível encontrar a Perda Máxima de Propagação do sinal irradiado pela Estação Rádio Base e, portanto, a definição do raio máximo da célula.

Outros parâmetros que variam caso a caso na modelagem do planejamento celular, são inseridos no software de forma separada para integrar o cálculo do raio da célula. As equações (1) e (2) são respectivamente expressões finais de cálculo de Perda Máxima de Propagação e Raio da Célula.

$$LP_{\text{máx}} = L_{\text{máx}} - L_{\text{penetração}} - BL - M \quad (1)$$

$$R = 10^{\left( \frac{L_{\text{MAX}} - L_{\text{TC}} - BL - L_o}{10\gamma} \right)} \quad (2)$$

Onde:

$L_{\text{máx}}$  - Perda máxima do enlace

$L_{\text{penetração}}$  - Perda de penetração

$BL$  - Perda no Corpo Humano

$M$  - Margem de Desvanecimento

$L_o$  - Perda no Espaço Livre

$\gamma$  - Constante de perda de propagação

## 2.5 TRÁFEGO TELEFÔNICO NO SISTEMA

Após a determinação do raio da célula, do fator de reuso e da configuração dos clusters, é necessário analisar o tráfego telefônico na área em questão, para a projeção do número de canais que serão utilizados pelo sistema. O número de canais deve atender a um Grau de Serviço (GOS) predeterminado pela operadora de telefonia móvel, usualmente utiliza-se um GOS de 1% ou 2%.

## 3 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE DE SIMULAÇÃO

O planejamento de redes de telefonia celular é uma tarefa complexa, onde se devem fazer muitos cálculos, além de inserir uma série de especificações que deverão ser levadas em conta na hora do planejamento. Atualmente a utilização de softwares é empregada em todas as áreas do mercado de telecomunicações, não só na área de projetos, como também de manutenção, monitoração, tarifação, dentre outros.

Foi escolhido o software MATLAB, para desenvolvimento de uma ferramenta de apoio no planejamento destas redes, visto que na maioria das vezes o aluno universitário da área de engenharia de telecomunicações, já teve algum contato com tal ferramenta na sua vida acadêmica.

### 3.1 SOFTWARE PARA PLANEJAMENTO DE SISTEMAS CELULARES

Com o objetivo de auxiliar o estudante de engenharia na elaboração do planejamento de redes de telefonia celular e também na assimilação dos principais conceitos que estão em torno do desenvolvimento do planejamento de redes móveis, foi desenvolvida a aplicação "Cálculos de Parâmetros para o Planejamento de Sistemas Celulares". O software em MATLAB, efetua uma série de cálculos baseado



nas informações inseridas, onde o mesmo irá obter informações que irão ajudá-lo na análise da viabilidade de um sistema celular.

A aplicação é composta pela tela principal, conforme visto na Figura 3, que é dividida em módulos, onde o usuário irá inserir uma série de dados e solicitar o cálculo de cada parte que compõe o planejamento celular.

### 3.2 TIPO DE SISTEMA

Nesse módulo, Figura 3, apesar de o software exibir três opções de padrões de sistemas celular móveis, GSM, UMTS e LTE, o usuário só poderá escolher, por enquanto, a opção GSM. Já com o padrão habilitado a escolha da frequência de operação do sistema deverá também ser escolhida.

Figura 3 – Cálculos de Parâmetros para o Planejamento de Sistemas Celulares

Fonte: Própria

### 3.3 ESTAÇÃO RÁDIO BASE

Neste módulo são inseridas ou escolhidas informações referentes à estação rádio base associadas ao ganho e perdas. Neste caso, estão cadastrados alguns modelos de antena que já possuem uma configuração básica ou se preferir o usuário poderá escolher a opção personalizada e lançar os valores. Também são inseridas as informações referentes às perdas nos cabos, que estão padronizadas internacionalmente, ou se desejar também poderá personalizar sua escolha.

Figura 4 – Opções de estação rádio base e Cabo pré-definidas

Fonte: Própria

### 3.4 TELEFONE MÓVEL

No módulo telefonia móvel são inseridos os parâmetros da estação móvel. Além de parâmetro como Body loss e a localização da estação, o usuário poderá escolher entre o modulo personalizado ou as classes já definidas para a estação móvel.

Figura 5 – Opções de estação móvel pré-definidas

Fonte: Própria

### 3.5 PROPAGAÇÃO

No módulo de propagação o usuário deverá escolher um modelo de propagação para o espaço livre, o ambiente para que o sistema esteja sendo projetada, a altura média das construções e se os telhados são ou não inclinados. As perdas de propagação e o coeficiente de atenuação são exibidos automaticamente após a execução do cálculo do link

Figura 6 – Parâmetros referentes ao modelo de propagação

Fonte: Própria

### 3.6 PARÂMETROS SISTÊMICOS

Aqui são inseridos parâmetros referentes ao sistema utilizado, deverá ser lançado o tráfego médio por usuário, o GOS e a densidade de tráfego, então após solicitar o cálculo, será informado os parâmetros restantes como: número canais e as portadoras por célula, dentre outros.

Figura 7 – Parâmetros sistêmicos

Fonte: Própria

### 3.7 LINK BUDGET

O módulo de balanceamento do enlace é o local que depois de inserido todas as especificações dos equipamentos envolvidos no sistema, se efetuam o cálculo dos parâmetros de propagação e se obtém a perda no balanceamento do enlace.

Figura 8 – Link Budget

Fonte: Própria

### 3.8 PARÂMETROS REFERENTES À ÁREA DE COBERTURA

Neste módulo verifica-se os parâmetros já inseridos no sistema e a partir daí efetua uma série de cálculos chegando a área total de cobertura do sistema planejado.

Depois de efetuados os cálculos pelo sistema cabe ao usuário observar se os resultados alcançados foram os esperados e se os mesmos estão de acordo com os padrões do sistema móvel em questão, pois o sistema em questão não emite alertas, caso esses parâmetros sejam extrapolados.

Figura 9 – Área total da cobertura

Parametros Referentes a Area de Cobertura

Perdas Utilizadas no Calculo do Enlace

Balaceamento do Enlace

Propagacao Aerea

Corpo Humano

Variacao do Ambiente

Margem de Desvanecimento

Calcula Raio da Celula

**Area Total de Cobertura :**

Raio da Celula:

Area da Celula:

Fonte: Própria

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho trouxe de forma simplificada aspectos conceituais do planejamento de redes de comunicações celulares, para apresentar uma ferramenta computacional que foi desenvolvida para melhorar a compreensão da disciplina de redes móveis e rádio acesso do curso de graduação em engenharia de computação da Universidade Estadual do Maranhão.

O desenvolvimento e utilização do software de “Cálculos de Parâmetros para o Planejamento de Sistemas Celulares”, mostrou-se eficiente e útil como ferramenta de apoio em projetos didáticos para a disciplina de Redes Móveis e Rádio Acesso, pois o mesmo, de modo simples, simula o resultado do planejamento de uma rede realizando cálculos de forma automatizada, apresentando parâmetros importantes no planejamento de uma rede celular para diferentes cenários. Neste sentido, a utilização do software pelos estudantes facilitou não somente a elaboração de projeto de planejamento celular mas também proporcionou uma maior compreensão de conceitos ligados a engenharia de telecomunicações que são de difícil entendimento quando da ausência de exemplos práticos. Desta forma, os alunos puderam perceber o reforço que a ferramenta traz ao ser utilizada na disciplina, despertando maior interesse dos alunos nos conteúdos. A metodologia não somente está centrada na utilização da ferramenta como também na maior interação professor-aluno, aumentando o envolvimento do aluno relacionado ao ensino-aprendizagem. Apesar do software estar em uso há mais de um ano e apresentando ótimos resultados para o aprendizado do conteúdo da disciplina, a mesma vem sendo melhorada e outras funcionalidades sendo implementadas, tais como o uso para os padrões UMTS e LTE.

#### REFERÊNCIAS

- [1] RAPPAPORT, Theodore S.; VIEIRA, Daniel Vieira (trad.). Comunicações Sem Fio Princípios e Práticas. 2ª ed. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil, 2009.
- [2] RON, Carlos Vinício Rodríguez. Planejamento de Sistemas Celulares na Transição para a Terceira Geração. 2003. Dissertação de Mestrado - Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, junho de 2003.
- [3] MELLO, Luiz A. R. da, RODRIGUES, Márcio Eduardo C. Introdução aos Sistemas Móveis Celulares. Disponível em: [http://www.prof-leonardo.com.br/Redes%20Moveis/Apost\\_1\\_PSCCR.pdf](http://www.prof-leonardo.com.br/Redes%20Moveis/Apost_1_PSCCR.pdf). Acesso em: 05 de maio de 2018.
- [4] MATLAB. Disponível em: <https://www.mathworks.com>. Acessado em 25 de março de 2018.
- [5] Rede de telefonia celular. Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede\\_de\\_telefonia\\_celular](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rede_de_telefonia_celular). Acessado em 25 de novembro de 2017.
- [6] ROCHA, Náide de Souza Di Rocha. Gsm - Global System For Mobile Communications. Disponível em: <http://www.wirelessbrasil.org/wirelessbr/colaboradores/naiade/gsm.html>. Acessado em 03 de janeiro de 2018.

# Capítulo 24

## *Utilização de simulação numérica para auxílio do ensino de engenharia e apoio a projetos de TCC*

*Cesareo de La Rosa Siqueira*

*Carlos Eduardo Fontes*

**Resumo:** O emprego de ferramentas de CAE (Computer Aided Engineering) tem se tornado cada vez mais frequente nos mais variados departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento das principais empresas de Engenharia do país. Como se trata de uma ferramenta que proporciona uma maior compreensão dos fenômenos físicos envolvidos nos projetos, torna-se de fundamental importância que a metodologia de ensino dos cursos de engenharia a empregue já nos cursos de graduação. Disciplinas como Transferência de Calor, Mecânica dos Fluidos, Mecânica dos Sólidos, Elementos de Máquinas, Máquinas de Fluxo entre outras podem ser enriquecidas com o emprego destas ferramentas de simulação, ajudando na visualização dos fenômenos e consolidação dos conceitos teóricos fundamentais. Este enfoque acaba sendo complementado pelo TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) onde a interdisciplinaridade é reforçada nas competições consagradas entre os formandos de graduação como BAJA, AERODESIGN entre outras. O presente trabalho trata de apresentar a metodologia de emprego do CAE nos dois últimos anos do curso de Engenharia Mecânica na Universidade São Judas Tadeu, do Grupo Anima, de forma a mostrar como o emprego da ferramenta usada em laboratório como complemento das disciplinas da graduação leva a um amadurecimento para a execução dos projetos de TCC. Os trabalhos empregam o uso das técnicas de CFD (Computational Fluid Dynamics) e FEA (Finite Element Analysis). Versões estudantis gratuitas do programa utilizado, além de propiciar um início amplo aos estudos, ajudam a amadurecer os conceitos complementando o trabalho realizado pelo professor em sala de aula.

**Palavras-chave:** Ensino. Engenharia. Simulação Numérica.

## 1 INTRODUÇÃO

Diversas instituições de ensino no Brasil têm feito um grande esforço no sentido de modernizar o currículo de ensino de engenharia, buscando garantir que seus alunos saiam com uma capacidade crítica de alto nível, tendo experimentado o máximo possível de situações que os aproximem da realidade da indústria que ele irá suportar, seja na sua operação de dia-a-dia, seja nas atividades de inovação que, hoje, são parte indissolúvel da atividade de um engenheiro. A utilização de Laboratórios Virtuais, baseados em Tecnologias CAE (*Computer Aided Engineering*), é a mais poderosa ferramenta hoje existente que pode ajudar neste objetivo.

Além disto, o emprego das tecnologias de CAE é uma realidade em muitas empresas de engenharia do País, de tal forma que os mais variados departamentos de Pesquisa e Desenvolvimento consideram imprescindível o emprego de tais técnicas de forma a complementar os ensaios e experimentos de laboratório e proporcionar um melhor entendimento dos fenômenos físicos envolvidos.

Dentro deste contexto, é de fundamental importância que a metodologia de ensino dos cursos de engenharia passe a incorporar estas técnicas já nos cursos de graduação. O processo de aprendizado de disciplinas fundamentais dos cursos de engenharia tais como Transferência de Calor, Mecânica dos Fluidos, Mecânica dos Sólidos, Elementos de Máquinas, Máquinas de Fluxo, Sistemas Térmicos, entre outros, é fortemente enriquecido pela experiência de visualização de fenômenos proporcionada pelas ferramentas de CAE. O objetivo deste presente trabalho é mostrar a experiência e o sucesso obtidos na melhoria do aprendizado de engenharia, com base no emprego de ferramentas de CAE, nos três últimos anos de cursos de graduação do curso de Engenharia Mecânica na Universidade São Judas Tadeu, o Grupo ANIMA.

## 2 METODOLOGIA PARA ADOÇÃO DA TECNOLOGIA DE CAE NO CURSO DE GRADUAÇÃO

A metodologia de adoção da tecnologia de CAE apresentada neste trabalho se refere ao resultado da experiência feita, ao longo dos três últimos anos, no curso de Engenharia Mecânica da Universidade São Judas Tadeu (Grupo ANIMA). A tecnologia CAE eleita para a experiência foi a fornecida pela suíte de softwares comerciais da ANSYS®, desenvolvido pela empresa ANSYS Inc. ([www.ansys.com](http://www.ansys.com)). As aulas do curso de engenharia mecânica são ministradas em 06 anos no regime de curso anual. Desde o início do desenvolvimento e implementação da metodologia, os alunos passaram a ser, então, expostos no 5º e 6º ano do referido às tecnologias de Simulação Fluidodinâmica (CFD) e de Análise Estrutural por Elementos Finitos (FEA) no contexto das seguintes disciplinas:

Máquinas de Fluxo;

Vibrações e Tópicos de Mecânica Aplicada;

Tópicos de Engenharia Mecânica.

No 6º e último ano do curso, quando o aluno desenvolve o trabalho de conclusão de curso (TCC), o mesmo tem a possibilidade de desenvolver parte ou o trabalho completo de TCC na ferramenta CAE adotada que, inclusive, oferece uma versão estudantil gratuita. A Universidade possui licenças de ensino em seus laboratórios para a aplicação das aulas. A combinação destes dois tipos de licenciamentos foi fundamental para a implantação segura e completa do Laboratório Virtual e para o desenvolvimento dos TCCs. A “Figura 1” a seguir apresenta as ferramentas disponíveis para os alunos de forma gratuita.

Figura 1 – Ferramentas CAE gratuitas disponíveis para os alunos.



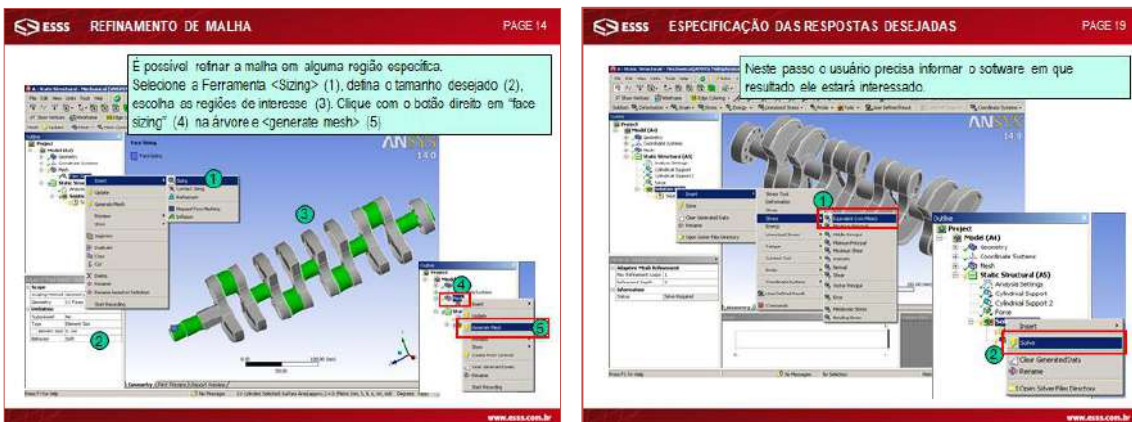
**2.1 MATERIAL INICIAL DE TRABALHO EM SALA DE AULA**

O primeiro contato com a ferramenta CAE começa na disciplina Vibrações e Tópicos de Mecânica Aplicada, em que, semanalmente, os alunos fazem exercícios tutoriais passo a passo. O Laboratório Virtual se baseia fortemente na habilidade da ferramenta didática em permitir que os alunos possam facilmente exercitar variações dos exercícios teóricos e práticos (laboratório físico tradicional) ministrados em sala de aula, desenvolvendo um sentimento físico mais completo de engenharia. Este enriquecimento de conhecimento e “feeling” físico só é viável se estas atividades puderem ser complementarmente executadas nos computadores pessoais dos alunos, em forma de estudos dirigidos. Com base neste princípio de Laboratório Virtual, uma coleção de exercícios de CFD e FEA, envolvendo vários tipos de análises de engenharia presentes no dia a dia de projetos industriais é semanalmente oferecida aos alunos. Esta coleção de exercícios é cuidadosamente selecionada pelos professores responsáveis pelas disciplinas, de forma a permitir o máximo desenvolvimento da versatilidade e sensibilidade de engenharia aos alunos. Alguns exemplos desta coleção de exercícios em que se baseia o método usado de Laboratório Virtual são:

- Análise Estática (FEA); Análise Modal (FEA); Análise Térmica (FEA);
- Análise de Interação Fluido-Estrutura (CFD/FEA);
- Escoamento Externo - perfil NACA (CFD);
- Análise de Fadiga (FEA);
- Turbo demo (Análise CFD em Bomba centrífuga);
- CHT – Transferência de Calor Conjugada Fluido-Estrutura (CFD);
- Revisão de Vibrações (FEA);
- CHLADNI Pattern (modos de vibrar de uma placa plana) - FEA;
- Sistema Massa- Mola (FEA); Sistema Massa- Mola – Amortecedor (FEA);
- Placa sobre Amortecedores (FEA); Vibração de Livre Placa Apoiada (FEA);
- Sistemas Massa-Mola com 2 graus de liberdade (FEA);
- Analise Harmônica de um Virabrequim (FEA).

A “Figura 2” abaixo mostra um exemplo de como os tutoriais passo a passo são fornecidos aos alunos em relação aos exercícios acima mencionados. Além dos tópicos acima existem exercícios complementares para fundamentação e aprofundamento. Estes exercícios são feitos semanalmente no laboratório da Universidade, que dispõe das licenças de ensino, com as quais os alunos podem trabalhar individualmente ou em duplas. As aulas sempre buscam explorar os detalhes numéricos importantes, destacando vantagens e cuidados que as tecnologias virtuais trazem e demandam e, principalmente, explorar o desenvolvimento da sensibilidade de engenharia dos alunos.

Figura 2 – Detalhe do tutorial passo a passo para o 1º exercício de Análise Estática Linear de um Virabrequim, refinamento da malha e pós-processamento de resultados.



## 2.2 ATIVIDADES DE USO DE CAE NOS PROJETOS DE TCC

Após a experiência inicial com o Laboratório Virtual, durante o 5º ano do curso de Engenharia Mecânica, conforme relatado no item 2.1, os alunos são considerados preparados para realizar vários tipos de análises de CFD e FEA para aprimorar sua capacitação para lidar com os possíveis desafios que a vida de engenheiro lhes trará. O primeiro grande teste desta premissa é o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), a partir do 6º ano do curso. Nos seus TCCs, caso queiram, os alunos terão a possibilidade de modelar, no todo ou em parte, os objetos de suas análises, com o apoio do corpo docente envolvido na experiência.

A “Tabela 1” dada a seguir ilustra a evolução do número de trabalhos de CFD e FEA nos últimos 03 anos da disciplina TENGMEC. Nota-se um paulatino crescimento do número de grupos usando em seus projetos as técnicas de CFD, ainda que o uso de FEA ainda seja mais popular e preferido pela maioria dos formandos em Engenharia Mecânica.

Tabela 1 – Evolução dos temas de TCC (CFD ou FEA) nos últimos 03 anos para os alunos do curso de Engenharia Mecânica da Universidade São Judas Tadeu (Grupo ANIMA)

2015	10 trabalhos	FEA (70%), CFD (30%)
2016	12 trabalhos	FEA (67%), CFD (33%)
2017	14 trabalhos	FEA (64%), CFD (36%)

Como parte da disciplina de TCC, em apoio à execução dos trabalhos, é fornecido, no 2º semestre da disciplina, um cronograma de atendimento dos projetos de TCC. A “Figura 3” a seguir ilustra este cronograma. Todos os grupos, durante o processo de construção dos modelos e revisão da modelagem escolhida, têm o suporte técnico de empresa especializada responsável pelo suporte técnico no uso da ferramenta CAE na Universidade São Judas Tadeu. O professor fornece as orientações principais na revisão do modelo e o suporte técnico ajuda a refinar os últimos detalhes. Os alunos gostam muito da experiência de serem tratados como jovens engenheiros reais, carregando a responsabilidade de desenvolver um projeto e buscar eventuais apoios em consultores (professores) ou em suporte técnico das ferramentas usadas. A poderosa combinação de responsabilidade, criatividade e simulação os fazem se desenvolverem rapidamente.

Figura 3 – Exemplo de cronograma de trabalho com os alunos para execução dos modelos no software CAE para os projetos de TCC.

DATA	Atividade
	<b>AGOSTO</b>
18.08	Apresentação das Atividades do Projeto
25.08	Assessoria/Dúvidas/Finais para Escolha do Tema a ser usado em parte ou no todo do TCC para modelagem do software ANSYS, para CFD ou FEA
	<b>SETEMBRO</b>
01.09	Apresentação do Tema Final (10 min por grupo)
08.09	<b>FERIADO</b>
15.09	Apresentação MODELOS
22.09	Apresentação MODELOS
29.09	Apresentação MODELOS
	<b>OUTUBRO</b>
06.10	Resultados preliminares
13.10	<b>FERIADO</b>
20.10	Resultados preliminares
27.10	Resultados preliminares
	<b>NOVEMBRO</b>
03.11	<b>FERIADO</b>
10.11	<b>PROVAS SEMESTRAIS</b>
17.11	<b>Entrega Relatório PowerPoint + Modelos CAD+Ansys</b>

## 2.3 DESTAQUES DE PROJETOS DE TCC USANDO O PROGRAMA CAE

Além da maturidade dos alunos envolvidos, observada pelos participantes do experimento, ao longo destes últimos 03 anos também foi possível notar-se um aumento do grau de amadurecimento dos temas



de projeto final escolhidos. Este fenômeno se manifesta de várias formas, mas notadamente naqueles em que há a possibilidade de construção de protótipos físicos que podem corroborar, ao menos qualitativamente, os resultados obtidos na plataforma de CAE utilizada. Neste sentido, os alunos buscam verificar, nos casos de FEA, as deformações obtidas em campo e comparadas com o modelo computacional, além das distorções angulares em função do carregamento que o equipamento ou que as peças sofrem. Não é trivial observar o surgimento de uma geração de engenheiros que combinam habilidades de simulação, observação, medição controlada e responsável, validação de resultados de simulação e inferência de soluções para os problemas propostos.

Para os casos de CFD há uma dificuldade maior para a validação dos projetos devido ao custo e complexidade dos mesmos no tocante à construção de protótipos físicos. Neste sentido, a observação qualitativa de determinado fenômeno (ocorrência de recirculação, ajuda na estimativa da queda de pressão e como poderia ser melhorada, observação de zonas de turbulência) acaba sendo o caminho adotado. Não obstante, tivemos gratas surpresas quando algum aluno ou grupo, graças às eventuais oportunidades que têm em seus estágios em alguma empresa, ou simplesmente através de contatos pessoais com profissionais da indústria, conseguem ir mais longe e validar os projetos em instalações mais completas, confirmando a validade da experiência numérica e a pertinência dos resultados.

### 3 CASOS DE SUCESSO DO EXPERIMENTO NA UNIVERSIDADE

Um caso de destaque na área de CFD é o exemplo da bomba de sangue de neonatos, que passamos a detalhar no tópico a seguir, realizado no ano de 2016. O ponto de partida para este complexo trabalho foi o tutorial Turbo demo (Análise CFD em Bomba centrífuga), citado no item 2.1. Neste TCC foi construído um protótipo físico para validar os resultados obtidos com o software CAE. O resultado previsto com o CAE encontrou validação no modelo experimental testado em bancada no Instituto Dante Pazzanezzi (Nery et al). Na área de FEA, destacamos o trabalho de 2017 sobre a bicicleta Hubless (Sbarro, Franco), no qual foi feita uma otimização usando o software CAE e posterior construção do protótipo.

#### 3.1 PROJETO DE TCC – BOMBA DE SANGUE PARA NEONATOS

O objetivo deste trabalho foi definir a geometria da aleta de uma bomba de sangue centrífuga paracorpórea para aplicação em neonatos e para bebês de até 10 Kg. Durante o seu desenvolvimento foi utilizado um modelo de aleta baseado na tese de doutorado da Dra. Juliana Leme de 2015 (Nery et al). Estas bombas de sangue foram modeladas tridimensionalmente através de diversos softwares de CAD (Computer Aided Design). Estes modelos foram então preparados e adaptados para simulação no software de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) do pacote de CAE disponível para uso (ANSYS CFX®) para avaliação do desempenho hidrodinâmico. Os rotores foram confeccionados em uma impressora 3D e os protótipos foram montados para realização dos testes In Vitro.

Curvas características foram geradas mostrando pressão e fluxo para diferentes rotações, comparando os dois protótipos. Em seguida, os dados obtidos através da simulação e os dados obtidos através testes In Vitro foram comparados.

A “Figura 4” dada a seguir mostra o modelo em CAD do rotor que foi utilizado para a simulação de CFD e posterior comparação com os casos experimentais de bancada. Após a inclusão do caracol (ou voluta) a geometria foi transferida para o gerador de malhas do software CAE. Já a “Figura 5” mostra a malha computacional e detalhes junto à parede da bomba, fundamental para a boa discretização dos efeitos junto à parede do corpo.

Figura 4 – Rotor de 4 (quatro) aletas simulado em CFD.

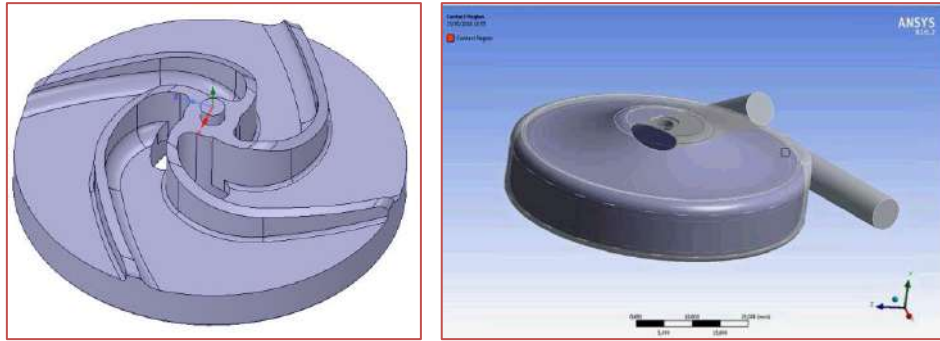
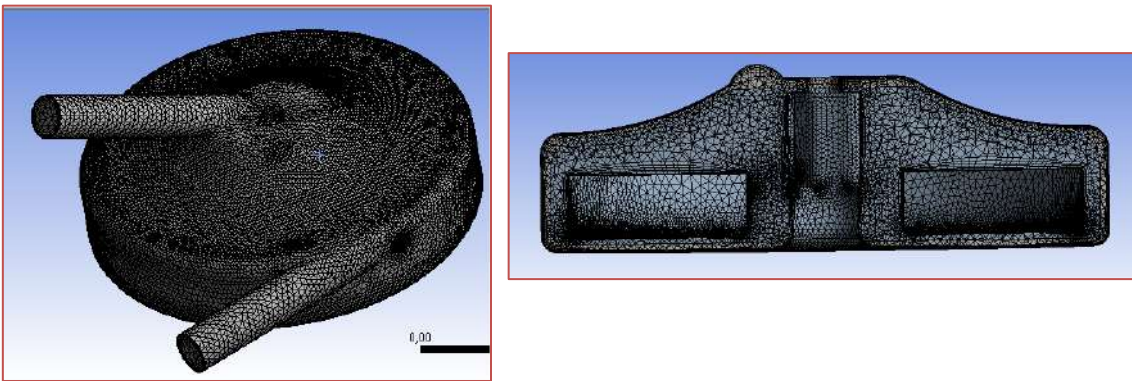


Figura 5 – Malha computacional para o estudo da Bomba de Sangue e detalhes internos.



A “Figura 6” mostra as linhas de corrente do escoamento para o rotor de quatro aletas. A “Figura 7” mostra os vetores velocidade em um plano médio da bomba. Já a “Figura 8” mostra a validação dos resultados experimentais e os resultados numéricos, através da comparação das curvas características do rotor (curva de altura manométrica x vazão, rotação constante).

Figura 6 – Linhas de corrente do escoamento para o Rotor

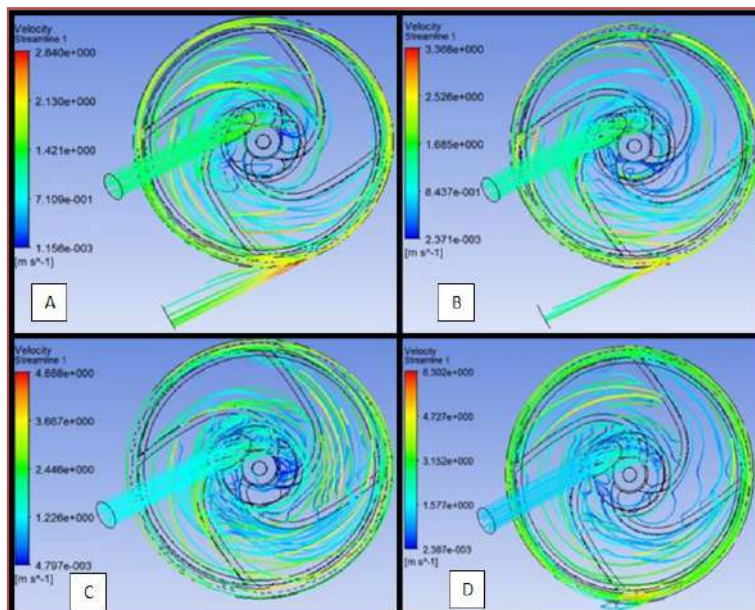


Figura 7 – Vetores velocidade em um plano diametral.

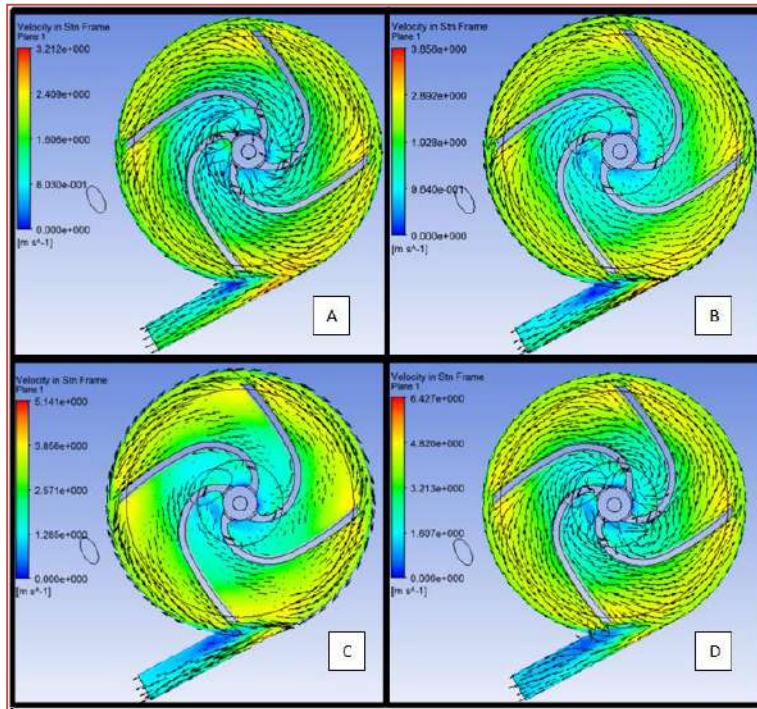
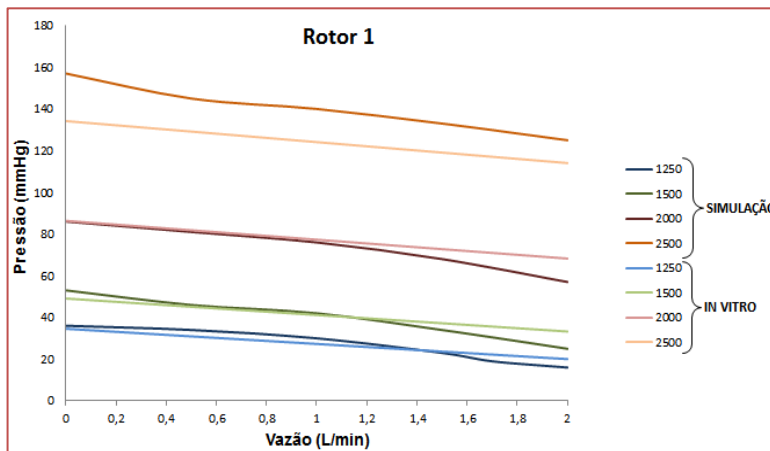


Figura 8 – Curvas características. Comparação entre os resultados numéricos e experimentais.



### 3.2 PROJETO DE TCC – BICICLETA HUBLESS

Conforme pode ser visto na "Figura 9", este conceito criado pelo Engenheiro Italiano Franco Sbarro (Sbarro, Franco) foi apresentado pela primeira vez no salão de automóveis de Genebra em 1989. Visava silenciar o sistema de transmissão, e atrair com seu design fora do padrão.

Figura 9 – Conceito de Franco Sbarro para bicicleta hubless.



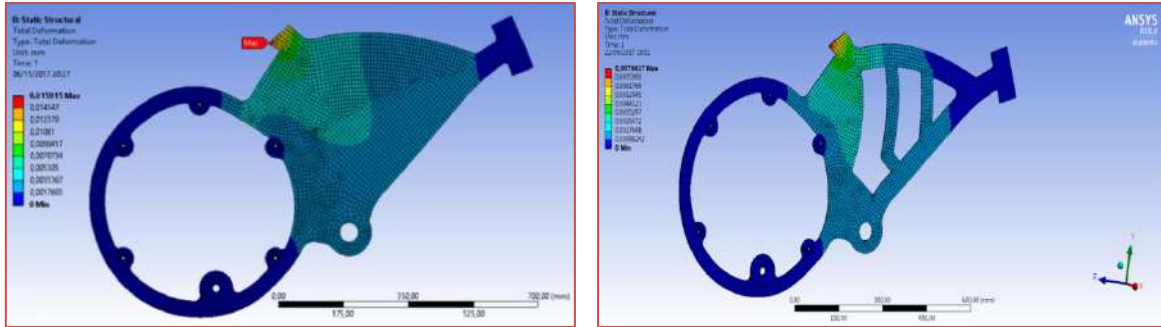
Entre as vantagens do sistema está a diminuição do peso e melhor posicionamento do centro de gravidade (mais baixo), além de proporcionar melhor dirigibilidade. Entre as dificuldades, pode-se enumerar a dificuldade de fabricação e aumento do custo e a exposição os elementos mecânicos. O programa CAE utilizado pelos alunos ajudou a esculpir o quadro da bicicleta, possibilitando que os mesmos pudessem conhecer conceitos de otimização em análises estruturais.

A “Figura 10” mostra o protótipo construído pelos alunos após os resultados das simulações. Destaque-se o impacto do uso da tecnologia de otimização topológica, tão demandada atualmente no mercado de engenharia, à qual os alunos foram expostos e da qual se tornaram usuários e conhecedores. Pode-se observar, a partir da análise da “Figura 11” e “Figura 12”, como são os campos de deformação da estrutura antes e depois da otimização topológica.

Figura 10 – Protótipo construído pelos alunos com a ajuda da simulação CAE e otimização topológica.



Figura 11 – Deformação total do quadro da bicicleta antes (esquerda) e após (direita) o processo de otimização.



#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição principal deste artigo reside no fato de apontar a viabilidade de implementação massiva das tecnologias CAE nas Escolas de Engenharia do país, enriquecendo não só o currículo, como também permitindo um aumento da sensibilidade física dos alunos de engenharia, capacitando-os para desafios reais e modernos. Além da atuação na graduação, o grupo de pesquisa está agora acompanhando a evolução dos grupos de competição da instituição de ensino (Baja, Aerodesign, outros) e esperamos ter notícias interessantes por ocasião dos próximos eventos COBENGE. Além disto, ainda este ano, outra unidade do grupo passará a usar concretamente os resultados e diretrizes oriundas desta experiência.

Finalmente, cabe destacar que há ainda muito que fazer dentro da própria Universidade, incluindo o engajamento de mais profissionais de ensino nestas atividades de Laboratório Virtual e a escolha criteriosa e a participação ativa de bons parceiros tecnológicos de projeto.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio de nossas instituições Universidade São Judas Tadeu e iESSS pelo incentivo e apoio recebido para a divulgação desta experiência com nossa comunidade de engenharia.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Nery, B., Mezzalira, Andrade, G., Cruz, N., Henrique, W. Análise da Geometria da Aleta de uma Bomba de Sangue Centrífuga Paracorpórea para Neonatos através de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD). Universidade São Judas Tadeu, Relatório de TCC, 101 páginas. 2016.
- [2] Sbarro, Franco. Citação de referências [http://sbarro.phcalvet.fr/technique/roue\\_orbitale/roue\\_orbitalegb.html](http://sbarro.phcalvet.fr/technique/roue_orbitale/roue_orbitalegb.html)

# Capítulo 25

## *A difusão da inovação de ideias para o uso do BIM e do CIM nas escolas de engenharia.*

*Ana Cláudia Rocha Cavalcanti*

*Flávio Antonio Miranda de Souza*

**Resumo:** A crescente inserção de novas tecnologias na área do Projeto e da Construção Civil, nas últimas décadas, traz consigo a necessidade de difusão das mesmas na área acadêmica. Nesse sentido, este artigo discute a inclusão do estudo de duas novas tecnologias - O BIM e o CIM, sob dois pontos principais: 1) os meios de difusão do BIM e do CIM nas escolas de Engenharia Civil e, 2) as implicações para o ensino e aprendizagem nas escolas de engenharia. Os novos profissionais no campo da engenharia vêm respondendo às novas demandas tecnológicas num mercado de trabalho em transição acelerada. Diante desse cenário, este trabalho revisa a literatura internacional relacionada à difusão de tecnologias bem como investiga a inserção das mesmas. A relevância do trabalho reside numa análise sistemática acerca de como a difusão de novas tecnologias aplicadas no campo profissional interfere nos conteúdos trabalhados em sala de aula, inovando as práticas acadêmicas, que por consequência, posteriormente contribui para o aperfeiçoamento das dinâmicas do mercado de trabalho.

**Palavras-chave:** Ensino. Engenharia. Simulação Numérica.

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas que se pode observar no contexto da crescente utilização de dados espaciais integrados à semântica da forma para o uso de modelagem 3D da informação para a aplicação do gerenciamento com qualidade de cidades seria a interoperabilidade (GROOT and McLAUGHLIN, 2000), de modo que um sistema universal teria que ser adotado pelos seus usuários. Para tanto, os fabricantes de programas computacionais têm disponibilizado no mercado diferentes programas, desde a criação de um SIG 3D a programas de modelagem da forma.

No campo da construção civil, costuma-se utilizar sistemas de gerenciamento de informação usando os conceitos do BIM, mas que também apresentam problemas de interoperabilidade. Modelos conceituais, sistemas e formatos de dados diversos dificultam a troca de plataformas em diferentes lugares (PAUWELS, 2014).

Uma vez que os sistemas de modelagem da informação tridimensional objetivam o gerenciamento desses dados de forma rápida, segura e eficiente, ainda há muito trabalho a ser realizado para integrar as diferentes formas de armazenar e manipular tais dados. Inúmeras são as tentativas de padronizar o *modus operandi* desses sistemas visando o gerenciamento de informações e, este trabalho aponta que, nesse processo envolvem formas de difusão de ideias que afetam os meios pelos quais as informações são geradas e gerenciadas. Dessa forma, este trabalho consiste na análise sistemática acerca da difusão de ideias para compreender os limites e potencialidades desses modelos, assim como de suas adoções em modelos gerenciais de cidades.

Os dados disponíveis para o gerenciamento de cidades por meio da modelagem 3D podem estar armazenados em diferentes formas, além de conterem níveis de detalhamentos distintos, o que dificultam os usos visando a comparabilidade desses dados ao longo do tempo. Por outro lado, quando existentes, os dados de edificações mais recentes ou de regiões das cidades mais recentes podem apresentar modelos tridimensionais associados, enquanto que áreas das cidades mais antigas, muito comumente, não estão nem sequer representadas digitalmente. Por vezes, também, as áreas mais antigas não possuem bancos de dados associadas que poderiam ser integradas em modelos 3D.

Muitos são os problemas para a formação de um banco de dados e suas formas de atualizações. A modelagem 3D das edificações por si, já representa um entrave à sua completude enquanto ferramenta eficaz de planejamento e gestão devido à quase inexistências desses modelos. No que se refere ao gerenciamento das cidades, este cenário é ainda pior, pela quase inexistência de banco de dados dessa natureza nas cidades brasileiras. Mesmo assim, já se tem evidenciada a crescente demanda por gerenciamento de cidades com o uso de modelos digitais 3D. Em muitas vezes, a gestão de cidades, nos moldes tradicionais, já carece de dados pré-existentes, além da ausência de sistemáticas atualizações destes. Portanto, a tomada de decisão baseada na constante comparação de dados parece ser uma realidade ainda distante para grande parte das cidades brasileiras.

Os órgãos de planejamento e gestão de cidades dificilmente encontram-se estruturados com equipamentos que suportem bancos de dados extensos. As redes de Internet, quando existentes, nem sempre operam de forma constante e com qualidade. Os técnicos e suas repartições nem sempre estão interligados fisicamente, nem administrativamente. De fato, as realidades físico/institucional não correspondem às realidades de órgãos e sistemas equivalentes em países aonde os sistemas de gerenciamento de edificações, ou de cidades vêm sendo implementados. Mesmo assim, podem-se evidenciar canais de difusão dessas ideias que aos poucos criam demandas e justificam inovações.

A adoção de novas ideias e de ferramentas computacionais tem sido advogada em inúmeras formas e em diferentes países (RUSCHEL et al, 2013). Para que estas ocorram de forma universal há necessidade da difusão de inovações por meio de universidades, congressos acadêmicos, entre outros.

A difusão de inovações é bastante discutida no campo das inovações tecnológicas, assim como no campo das políticas públicas. Este trabalho consiste na exploração desses conceitos para ampliar nosso conhecimento sobre as implicações das inovações diante das crescentes demandas no uso de ferramentas computacionais para o gerenciamento com qualidade de cidades por meio do *City Information Modelling* (CIM).

Assim sendo, este artigo tem como objetivo discutir o tema da difusão (IKENBERRY, 1990; ROGERS, 1995) abordando duas questões centrais: 1) A difusão de ideias na área de tecnologia da informação para as

ações na escala urbana, examinando o caso do CIM e, como sua aplicação ainda não é em grande escala, 2) como isto está ocorrendo na prática no campo das políticas públicas para a gestão com qualidade de cidades.

O trabalho faz uso de uma metodologia qualitativa por meio da revisão bibliográfica e discute os meios de difusão da inovação de ideias no campo da gestão das cidades com qualidade, por meio da associação dos princípios do BIM e do CIM como ferramentas de gestão.

## 2. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO SETOR DA INFORMAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

No campo das inovações tecnológicas no setor da informação para a construção civil, conceitos como Controle de Qualidade Total (*Total Quality Control* - TQC) são fundamentais para justificar inovações no campo gerencial, entre outros. Um dos princípios básicos da qualidade total consiste no constante aperfeiçoamento de processos sistêmicos para atingir eficiências cada vez mais primorosas (OSWALD; BURATI, 1992; FISHER et al, 1995).

Vale salientar que a qualidade é comumente relacionada ao mérito especial, excelência ou alto status. Entretanto, no campo da engenharia civil, de acordo com (ASHFORD, 2003) a qualidade envolve os conceitos de cumprimento de um requisito definido, de custo-benefício, de adequação a um fim, ou ao conceito de satisfação do cliente. Dentro desses princípios que trataremos a qualidade na construção civil, e mais especialmente na cidade.

Primeiramente, com o objetivo de aprimoramento da qualidade e eficiência na construção civil, o BIM vem sendo amplamente estudado (EASTMAN et al, 2008) e difundido (GRZYBEK et al, 2010; PAUWELS, 2014).

O BIM, fundamentado em princípios de linguagem baseados na modelagem orientadas para objetos, foi desenvolvido e vem sendo aperfeiçoado para capturar a semântica de objetos físicos, reais, e para compartilhar as informações desses produtos que visem solucionar problemas de uso e manutenção de edificações ao longo do tempo, entre os usuários de ferramentas e tecnologias gerenciais do tipo BIM (EASTMAN et al, 2008).

As análises a respeito da implantação de sistemas que possibilitam o planejamento das cidades de forma tridimensional concluem que a aplicabilidade de tais sistemas é elevada, mesmo considerando os pontos negativos. Contudo, é necessário que os dados sejam coletados e armazenados de forma que sejam acessíveis e atualizados, ao mesmo tempo em que sejam comparáveis numa série histórica.

O *City Information Modeling*, mesmo não tendo simulações perfeitas, apresenta várias vantagens, pois trata-se de uma ferramenta que pode ser atualizada constantemente quanto às informações espaciais e físicas. Além disso, o sistema em 3D presente na modelagem CIM é mais preciso do que nos modelos 2D e contém diversas informações em um único programa. Do ponto de vista da informação para tomada de decisão ligada ao campo do urbanismo, segundo Todor Stojanovski, a inovação corresponderia à uma mudança do plano para ação, o que relaciona Informação e teoria que pertencem à esfera científica, em contraste com a ação e regulação, que estão na esfera política. (STOJANOVSKII, 2013, p. 7). Nesse sentido, pode-se afirmar que o CIM diz respeito à esfera científica, mas serve como base para a esfera política.

## 3. AS INOVAÇÕES NAS IDEIAS

As ideias são a matéria-prima que dão origem ao conhecimento (SOWELL, 1980), mas que, por existirem em abundância, tornam o processo de produção do conhecimento mais difícil, pois envolve escolhas e tomadas de decisões na seleção dessas, incluindo a classificação e autenticação das ideias. Apesar de todos os problemas que estão associados à taxonomia, dependendo de quem classifica o quê, e como uma ideia é classificada, a classificação de algo pode não corresponder a uma realidade aproximada da coisa classificada.

Assim sendo, Sowell (SOWELL, 1980) aponta que as ideias podem ser classificadas quanto ao processo de autenticação destas, incluindo: 1) as que são sistematicamente preparadas para autenticação (teorias), 2) as que não derivam de nenhum processo sistemático (visões), 3) as que não sobrevivem a processos de autenticação (ilusões), 4) as que se eximem de processos de autenticações (mitos), 5) as que já passaram por processos de autenticação (fatos), e 6) as que não serão autenticadas (falsidades).

Os processos de autenticação das ideias, objetivando a produção do conhecimento, são variados e podem envolver procedimentos sistemáticos de verificação por meio de testes da estrutura lógica da teoria para



sua consistência interna, ou a partir da observação de fatos no mundo real para testar sua consistência externa. Por outro lado, a autenticação das ideias pode partir de decisões baseadas no consenso, nas emoções ou nas tradições. E nestas bases pode significar a aprovação de um determinado grupo em um determinado tempo, ou ainda a aprovação de um determinado grupo que se vê como guardião de uma verdade particular, sendo tal grupo pertencente a uma elite que detém uma verdade que realmente interessa (SOWELL, 1980).

As ideias representam fatores que determinam as tomadas de decisão a partir da compreensão das ideias e da geração do conhecimento. As ideias são embutidas de valores determinados por indivíduos ou grupo de indivíduos, e ajudam a explicar o produto das políticas por serem determinantes importantes das políticas públicas. Entretanto, as ideias são filtradas e transformadas em conhecimento, que pode determinar as tomadas de decisão. As ideias por si não representam os determinantes das decisões, uma vez que estas estão relacionadas também com os interesses que motivam as pessoas ou instituições, sendo ambos relevantes para explicar as causas das tomadas de decisão. Nesse sentido, as ideias são consideradas como fator de geração do conhecimento para auxiliar na identificação de problemas que devem ser solucionados e que, para tanto, necessitam de ações de colaboração entre os atores para encontrarem uma solução (HAAS, 1992).

Nesse processo, há uma explícita ação de articulação entre os interesses dos atores envolvidos, que levam a atingir riscos mínimos para o sucesso. A concepção de que os indivíduos determinam suas decisões, baseadas numa perspectiva de maximização de seus ganhos, pode minimizar o papel das ideias (GOLDSTEIN; KEOHANE, 1993), uma vez que essas não seriam medidas. Além deste aspecto, há motivações econômicas para a produção e acumulação do conhecimento; uma vez que há uma minimização das necessidades na duplicação de produção de conhecimento que pode orientar a tomada de decisões e na difusão dessas ideias.

Neste sentido, a difusão de inovações de ideias parece fundamental para a compreensão do fenômeno estudado neste trabalho. Portanto, a próxima seção discute sobre a Teoria da Difusão para elucidar os conceitos necessários para seu melhor conhecimento.

#### 4. DIFUSÃO DE INOVAÇÕES DE IDEIAS

O conceito de difusão tem sido frequentemente analisado em perspectivas da difusão como um produto, ou a difusão como um processo (ELKINS, 2005). No campo da abordagem da difusão como um produto, podem-se relacionar termos como isomorfismo (DIMAGGIO; POWELL, 1991), convergência (KERRL, 1983), ondas (HUNTINGTON, 1991), entre outros. Por outro lado, no campo da difusão como processo, pode-se relacionar também o efeito demonstração (HUNTINGTON, 1991), imitação (JAKOBY, 2000), transferência de política (DLOWITZ, 2000), ou ainda efeito *bandwagoning* (IKENBERRY, 1990), entre outros.

Como apontado por Rogers (ROGERS, 1995), a difusão refere-se ao processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais ao longo do tempo entre membros de um sistema social.

A comunicação é um processo pelo qual os participantes criam e compartilham informações para obter a compreensão comum sobre um determinado fenômeno, que detém características de novidade. Os participantes necessitam ser atualizados ao longo do tempo pelo acesso constante à informação, para assim reduzir as incertezas quanto às novidades dos acontecimentos. Normalmente, uma nova ideia ou prática entra em uma comunidade a partir de uma fonte externa. Entretanto, a adoção da inovação acontece pelo contato interpessoal de uma rede de atores. E como pode ser esperado, há sempre aqueles que adotam a inovação assim que ela é introduzida, e há outros que apresentam certa resistência e aguardam para ver os resultados antes de decidir adotá-la. Ao longo do tempo, o número de pessoas que adotam a inovação aumenta, até que o público alvo em potencial, para a aceitação da ideia, é saturado (CAVALCANTI; DE SOUZA, 2011).

Segundo a teoria da difusão das inovações, sua adoção passa por cinco estágios: conhecimento, persuasão, decisão, implementação e adoção. Isso seria explicado porque é necessário que haja conhecimento sobre a nova ideia (conhecimento). Para que isso ocorra, é necessária a adoção de programas de disseminação para ampliar o conhecimento sobre o fenômeno (persuasão). Uma vez que as pessoas passam a conhecer a nova ideia, intencionalmente tomam uma decisão quanto a experimentar ou não a inovação (decisão). A partir de então, é necessária a aplicação da inovação (implementação). Caso a prática leve a resultados positivos, os indivíduos tendem a adotá-la em sua rotina (adoção). E em diversos estudos sobre difusão (ROGERS, 1995) esses estágios têm sido condensados em três: conhecimento, atitudes, e práticas. A

adoção da difusão seria então influenciada pela forma como a inovação é percebida, assim como em função das características da organização e de seu público alvo.

As características das instituições que afetam a adoção de uma inovação incluem o grau de centralização de poder e controle da organização; a complexidade referente à capacidade técnica; a formalização dos processos por regras e procedimentos; a interconectividade dos sistemas de atores e suas redes, e a disponibilidade dos recursos presentes numa organização. Ao longo do tempo, as instituições têm assumido papéis que levariam a duas formas de agir no processo de difusão: 1) a difusão das inovações aconteceria por mecanismos clássicos de coação (*enforcement*), tais como sanções, embargos, ou mesmo uso da força, e se fundamentam na tradição da economia política das teorias dos jogos e das ações coletivas (OLSON, 1971; AXELROD, 1984), em que os atores se configurariam como racionais, que pesam os custos e benefícios de suas possíveis escolhas ao tomarem decisões em situações de coerção coletiva, e 2) a difusão aconteceria por mecanismos mais dinâmicos de negociações (*management*) entre os atores, que utilizam estratégias de resolução de problemas, interpretação de regras e transparência (HAAS, P., 1990) objetivando a capacitação dos atores e conseqüente aceitação das inovações, em vez de utilizarem ações visando à imposição daquelas pela coação de um grupo de atores sobre outros.

A Teoria da Difusão (ROGERS, 1995; IKENBERRY, 1990; HAAS, 1992); utiliza ferramentas apropriadas a lidar com questões numa escala macro. Sendo bastante apropriada para compreender como as relações entre os atores acontecem numa perspectiva entre instituições. Uma abordagem qualitativa, entretanto, é bastante apropriada para investigar relações numa micro escala, para comparar e contrastar visões de mundo dos atores em ambas escalas – das instituições e dos atores individualmente; a partir da compreensão do fenômeno como ele acontece na escala micro.

A necessidade de uma linguagem comum entre os atores e instituições está muito bem apresentada por Rogers, uma vez que a relação entre os difusores da inovação e os receptores acontece mais apropriadamente quando esses comungam de “significados comuns, uma linguagem subcultural mútua, e são semelhantes em relação às características sociais e pessoais” (ROGERS, 1995) (p. 19). Isto propiciaria um sistema social que favorece um ambiente para recepção de inovações, onde certo grupo de indivíduos ou instituições serviria de emissores ou transmissores de inovações; outro grupo adotaria a inovação que foi transmitida através de canais de difusão que podem consistir de pessoas ou algum tipo de mídia que liga o transmissor ao que adota a inovação.

## 5. GESTÃO DE PROJETOS PARA AS CIDADES

No campo da gestão de projetos para a construção, cada vez mais se necessita de um aperfeiçoamento gerencial que seja mais eficiente, com qualidade e inovativo. Frequentemente, nesse setor, se lida com limitações de tempo para sua realização, mas que envolve o gerenciamento do ciclo de vida das edificações (HENDRICKSON, 2000). Um dos aspectos mais importantes nos resultados dos projetos que afetam seus ciclos de vida reside nas decisões adotadas no início de sua concepção, pois afetarão os custos de manutenção, a operação e funcionamento dos edifícios, etc. Nessa etapa, as decisões que aparentemente são de ordem arquitetônica, devem ser baseadas também em avaliações econômicas que afetarão o adequado financiamento das edificações, além do ambiente social e regulatório, das considerações tecnológicas, entre outras. Tais características envolvem habilidades de gestão que os arquitetos não costumam se apropriar, e isso tem comprometido os custos operacionais do ciclo de vida dos edifícios, e conseqüentemente, das cidades.

No campo da gestão da construção dos edifícios, o uso de BIM é relativamente recente, portanto, a grande maioria das edificações existentes nas cidades não foi concebida nestes preceitos (EL-MEKAWY, 2010). De fato, internacionalmente, muito pouco tem sido feito nesse processo na última década, e no Brasil, por ser ainda incipiente o seu uso, não se tem uma ideia de sua abrangência, mas pode-se arriscar afirmar que deve ser muito insignificante o número de projetos que sejam realizados por meio de sistema BIM.

No campo da educação, como relevante vetor de difusão de inovação de ideias (IKENBERRY, 1990), este trabalho chama atenção para a relevância do tema e as disciplinas que podem ter integração. É importante pontuar que professores precisam tornar-se profissionais com visão integrada, compreendendo que um entendimento mais profundo de sua área de formação não é suficiente para o processo de ensino interdisciplinar. Faz-se necessário, portanto, apropriar-se também das múltiplas relações conceituais que sua área de formação estabelece com as outras ciências apontadas neste trabalho.

As cidades têm vivenciado um processo de crescimento sem precedentes nas últimas décadas e o volume de informações necessárias para sua gestão tem ficado cada vez maior. O grau de complexidade da

interação desses dados também tem sido um dos principais entraves, principalmente no setor da modelagem tridimensional das cidades como uma alternativa para aperfeiçoar a gestão de dados para a tomada de decisões.

Os sistemas de modelagem de informação estão sendo muito requisitados, tais como o sistema usado para o *City Information Modeling* (CIM), uma vez que ele serve para gerenciar todos os tipos de infraestrutura incluindo pontes, estradas, túneis, prédios, entre outros. Além disso, esse sistema se configura como um jeito mais fácil de gerenciar projetos urbanos muito complexos de forma integrada e sustentável, uma vez que precisa da colaboração de vários setores e evita o desperdício. Por causa desses fatores, muitas construções já foram feitas utilizando essa ferramenta.

*City Information Modelling* é concebido e discutido como um sistema de blocos com relações dinâmicas ou conexões que definem e redefinem territórios. O CIM é análogo ao BIM (*Building Information Modeling*) só que em escala maior (STOJANOVSKII, 2013), pois engloba a cidade e é considerado uma evolução do Sistema de Informação Geográfica (SIG). O CIM usa o conceito de cidade relacionado ao espacial e ao das relações entre as pessoas e objetos, uma vez que, diferentemente de outros modelos, não é apenas um instrumento para ver os projetos, mas também apresenta uma série de dados associados ao sistema. Como existe uma gama de informações que pode ser acrescentada no programa, esse sistema divide a cidade em blocos que apresentam fronteiras, conexões e especificações internas que estão interligados. Do mesmo modo, existem vários tipos de conexões entre os blocos e essas subdivisões são chamadas de tags. Assim, a junção de todos esses blocos e conexões forma a cidade.

Logo, conclui-se que os sistemas de modelagem 3D são excelentes ferramentas para o planejamento e a construção das cidades, tanto na parte subterrânea quanto na parte acima do solo, sendo eficiente na visualização das obras e na junção dos dados. Porém, na representação em 3D torna-se necessária a descrição da composição da cidade, desde os limites da região e sua vegetação até os sistemas de água, transporte, estrada (ZIURIENE et al, 2006), entre outros. A utilização de programas que possibilitem a visão espacial do relevo ou que comportem as informações necessárias é primordial no desenvolvimento desses projetos tridimensionais.

No entanto, além dos benefícios trazidos, existem alguns fatores negativos como o tempo necessário para o levantamento e cadastro dessas informações, assim como a necessidade de qualificação de mão de obra para o desenvolvimento do projeto. Dessa forma, investimentos no setor da formação profissional são necessários e buscam acompanhar os graus de evolução das inovações tecnológicas. Como os processos de inovação são cada vez mais frequentes e rápidos, há uma necessidade crescente de atualização profissional, criando demandas constantes, oriundas dessas inovações.

Por exemplo, o uso de ferramentas operando sistemas de informação para as cidades tem passado por significativos avanços por meio de Sistemas de Informações Geográficas que referenciam localizações por meio de coordenadas e agregam informações por meio de camadas de atributos, localizadas geograficamente. No caso do uso do CIM, o sistema possui sua própria forma de referenciar os espaços em blocos, agregando informações tridimensionais de modelos localizados em matrizes bidimensionais da cidade ou dos territórios (STOJANOVSKII, 2013). Muito ainda há de ser utilizado e experimentado para que se possa evoluir no conceito e no uso dessa ferramenta como forma de gerenciar cidades, tanto para auxiliar na tomada de decisões em situações previstas e imprevistas, como também para objetivar o controle urbano e a expansão dos serviços públicos.

## 6. CONCLUSÕES

A implantação de sistemas que possibilitam o planejamento das cidades de forma tridimensional pode ser bastante utilizada, pois o potencial da aplicabilidade de tais sistemas é elevado, mesmo considerando os pontos negativos acima relatados. Contudo, é necessário que os dados sejam coletados e armazenados de forma que sejam acessíveis, constantemente atualizados e possuam interoperabilidade em diferentes plataformas, ao mesmo tempo em que sejam comparáveis numa série histórica.

A prática profissional no campo da engenharia civil tem passado por intensas transformações, enquanto que os conteúdos da geometria descritiva têm se mantido estáticos. Entretanto, como apontando neste trabalho, as aplicações desses conteúdos têm sido alteradas por meio do uso de ferramentas computacionais gráficas. Neste trabalho foram abordadas experiências com uso de mídia tradicional, lápis e papel, destacando as dificuldades de aproximação dos conteúdos da geometria clássica aos interesses dos alunos e às aplicações práticas de resolução de problemas aplicados à engenharia civil.

Mesmo quando os estudantes apresentaram altos índices de sucesso na resolução de problemas gráficos, as abstrações exigidas para o uso de resolução de problemas por meio da geometria clássica serviu para desafiar os conhecimentos e a antecipação de resultados em resolução gráfica, além do esperado, atuando como estratégia para desenvolver a visão espacial dos estudantes de forma bastante satisfatória. Por outro lado, o uso de ferramentas computacionais é excelente para auxiliar no aumento desse potencial, não devendo ser substitutivas das capacidades mentais de raciocínio para resolução de problemas que demandam raciocínio espacial por meio da geometria gráfica, otimizando o potencial exploratório de resolução de problemas gráficos, principalmente nas etapas de aprimoramento de modelos tridimensionais.

Conclui-se que, ao longo dos anos, houve um aumento de exigência no ambiente corporativo que demanda dos profissionais componentes de sua formação que não são relacionados ao conhecimento técnico apenas, incluindo habilidade para desenvolver trabalhos colaborativos, e esse trabalho auxiliou na produção do debate no campo da geometria descritiva aplicada ao curso de engenharia civil por meio de estratégias de resolução de problemas baseados em projetos colaborativos. A implantação de sistemas que possibilitam o planejamento das cidades de forma tridimensional pode ser bastante utilizada, pois o potencial da aplicabilidade de tais sistemas é elevado, mesmo considerando os pontos negativos acima relatados. Contudo, é necessário que os dados sejam coletados e armazenados de forma que sejam facilmente acessíveis, facilmente atualizados e possuam interoperabilidade em diferentes plataformas, ao mesmo tempo em que sejam comparáveis numa série histórica.

Os entraves administrativos, as limitações físicas e institucionais, além das infraestruturas deficientes das instituições ainda representam um grande e relevante entrave para a implantação de sistemas de gerenciamento de cidades por meio de modelagem da informação. Estes entraves não podem ser negligenciados.

Para se medir os impactos do uso do CIM como ferramenta em uma escala maior, a médio ou longo prazo, se faz necessário o seu conhecimento bem como os meios de sua difusão para os futuros profissionais no campo da construção civil, e da gestão de cidades e as reais implicações destes para processos de capacitação institucional oriundos das demandas geradas pelas inovações tecnológicas. As inovações tecnológicas não podem ser advogadas sem hesitação, uma vez que demandam soluções básicas de adoção de sistemas que funcionem em diferentes plataformas.

O potencial de aperfeiçoamento nos sistemas de gerenciamento de cidades por meio da modelagem computacional 3D é inestimável, porém muito se faz necessário estudar e experimentar para aperfeiçoar esses modelos. Além disso, ainda faz-se necessário realizar trabalhos integrados visando à interoperabilidade de ferramentas de manipulação da informação, tais como BIM e CIM.

Assim sendo, a aplicação dessas ferramentas podem alcançar um importante patamar no campo da construção civil e na gestão das cidades, ao promover interações teórico-metodológicas que poderão aprimorar a gestão da informação cada vez mais associadas a produção do conhecimento por meio de novas tecnologias, em ambientes de estruturas corporativas que demandam trabalhos colaborativos e integrados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Maria Gabriela de Araújo Specht, à Maria Mirelle Cassimiro dos Reis e à Maria Julia Lima.

## REFERÊNCIAS

- [1] ASHFORD, J. The management of quality in construction. 4 ed. London: E & F.N. Spon. 2003.
- [2] AXELROD, R., The Evolution of Cooperation, New York, Basic Books, 1984.
- [3] CAVALCANTI, A. e DE SOUZA, F., Quando programas levam ao planejamento: difusão de ideias gerando conflitos na metrópole. Anais do Colóquio METROPOLES DAS AMÉRICAS: DESIGUALDADES, CONFLITOS E GOVERNANÇA, Montreal, 3 e 4 de outubro de 2011.
- [4] DIMAGGIO, P. and POWELL, P. The iron cage revisited: Institutional isomorphism collective rationality in organizational fields. In: POWELL, P. and DIMAGGIO, P. (Eds.) The New Institutionalism in organizational analysis. Chicago: Chicago University Press. 1991.

- [5] DOLOWITZ, D. P. and MARSH, D. Learning from abroad: the role of policy transfer in contemporary policy making. *Governance*, Vol. 13, No. 1, 2000, pp. 5-24.
- [6] EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Architects, Engineers, Contractors, and Fabricators*; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA, 2008.
- [7] ELKINS, Z. and SIMMONS, B. On waves, clusters, and diffusion: a conceptual framework. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*. Vol. 598, No. 1, 2005. pp. 33-51.
- [8] EL-MEKAWY, M. *Integrating BIM and GIS for 3D city modelling The Case of IFC and City GML*, Stockholm, Royal Institute of Technology (KTH). 2010.
- [9] FISHER, D.; MIERTSCHIN, S.; POLLOCK Jr., D. Benchmarking in construction industry. In *Journal of Management in Engineering*. Nº 11, pp. 50-57. 1995.
- [10] GOLDSTEIN, J. and KEOHANE, R. (Eds.) *Ideas and foreign policy: beliefs, institutions and political change*. Ithaca, Cornell University Press, 1993.
- [11] GROOT, R., and McLAUGHLIN, J., *Geospatial Data Infrastructure - Concepts, Cases, and Good Practice*. Oxford: Oxford University Press. 2000.
- [12] GRZYBEK, H., XU, S., GULLIVER, S., FILLINGHAM, V. Considering the feasibility of Semantic Model Design in the built environment. *Buildings*, Nº 4, pp. 849879, 2014. [10] ISO 29481-1: *Building Information Modelling- Information Delivery Manual-Part 1: Methodology and Format*; International Organisation for Standardization: Geneva, Switzerland, 2010.
- [13] HAAS, E. *When knowledge means power: three models of change in international organizations*. Berkeley: University of California Press, 1990.
- [14] HAAS, P. Introduction: epistemic communities and international policy coordination. *International Organization*. Vol. 46, No. 1, 1992, pp. 1-35.
- [15] HENDRICKSON, C. *Project Management for Construction. Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects and Builders*, 2 ed. Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 2000.
- [16] HUNTINGTON, S. *The third wave: Democratization in the late twentieth century*. Norman: University of Oklahoma Press, 1991.
- [17] IKENBERRY, G. J. The international spread of privatization policies: inducements, learning, and 'policy bandwagoning'. In: SULEIMAN, E. and WATERBURY, J. (Orgs.). *The political economy of public sector*. Boulder, Co.: Westview, 1990, pp. 88-110.
- [18] JAKOBY, W. *Imitation and politics: Redesigning modern Germany*. Ithaca: Cornell University Press, 2000.
- [19] KERR, N. L. Motivations losses in small groups: a social dilemma analysis. *Personality and Social Psychology*. Vol. 45, 1983, pp. 819-828.
- [20] OLSON, M. *The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups*, Harvard University Press, 1971.
- [21] OSWALD, T.; BURATI, J. *Guidelines for implementing total quality management in the engineering and construction industry*. Bureau of Engineering Research, University of Texas at Austin, 1992.
- [22] PAUWELS, P. Supporting decision-making in the building life-cycle using linked building data. *Buildings*, Nº 3, pp. 549-579, 2014.
- [23] ROGERS, E. M. *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press, 4th Edition, 1995.
- [24] RUSCHEL, R. C.; ANDRADE, M.; MORAIS, M. O ensino de BIM no Brasil: onde estamos? *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 151-165, abr./jun. 2013.
- [25] SOWELL, T. *Knowledge and decisions*. New York: basic Books, 1980.
- [26] STOJANOVSKI, TODOR. *City Information Modeling (CIM) and Urbanism: Blocks, Connections, Territories, People and Situations*. ANAIS de SimAUD 13- Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture & Urban Design, San Diego, 2013.
- [27] ZIURIENE, R. MESLIUTE, R. MAKUTENIENE, D. Development of 3D city model applying Cadastral Information. *Geodesy and Cartography*, Vol XXXII, No 2. 2006.

# Capítulo 26

## *Aplicação de ABP e interdisciplinaridade no desenvolvimento e controle de um manipulador robótico.*

*Afonso Henriques Fontes Neto Segundo*

*Joel Sotero da Cunha Neto*

*Reginaldo Florencio da Silva*

*Halisson Alves de Oliveira*

*Átila Girão de Oliveira*

*Victor Freitas Vince Alves*

**Resumo:** O objetivo deste trabalho é relatar práticas de aprendizagem baseada em projetos envolvendo alunos de duas disciplinas chaves para o curso de Engenharia de Controle e Automação: Controladores lógicos programáveis (CLP) e Robótica. O projeto elaborado consiste da concepção, modelagem, desenvolvimento das cinemáticas e controle de um manipulador robótico. O trabalho visa a aplicação da Aprendizagem Baseada em Projetos juntamente com a interdisciplinaridade, ou seja, duas disciplinas atuando em conjunto para proporcionar uma melhor aprendizagem para os alunos. O trabalho foi desenvolvido com sucesso pelos alunos e durante a aplicação do projeto foi possível notar o desenvolvimento de várias habilidades como, por exemplo, espírito de equipe, liderança, capacidade de resolver problemas, capacidade de tomada de decisões e gestão de projeto. Foi considerada, assim, ótima experiência, tanto para os alunos quanto para os professores e provando, sim, que o ABP mostra-se um método muito bom no processo de ensino/aprendizagem dos alunos, mesmo aplicado em projetos interdisciplinares.

**Palavras-chave:** Engenharia de Controle e Automação. Interdisciplinaridade. Aprendizado baseado em Projetos. Controladores Lógicos Programáveis. Robótica.

## 1. INTRODUÇÃO

A prática da interdisciplinaridade aparece na literatura, com certa frequência, a partir da década de 1960 e vem se intensificando até os dias atuais. No Brasil, oficialmente, surge na edição da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) (DOU, 1971) e desde então, sua presença no cenário educacional brasileiro tem se intensificado (BRASIL, 2002).

Para (MAINES, 2001) a interdisciplinaridade se apresenta como “um instrumento pedagógico capaz de superar esse distanciamento/fragmentação entre as disciplinas no ensino de engenharia” e ressalta que essa definição posta não encontra suporte em nenhum pesquisador do tema. Entretanto a visão que a maioria dos docentes de engenharia tem sobre o assunto não vai muito além dessa definição. Ainda para (MAINES, 2001) a compreensão do que é interdisciplinaridade ganha amplitude a medida que se estuda o assunto. A valorização deste método tem crescido ainda mais com o passar do tempo. Em maio de 2003, as Academias Nacionais Americanas e a fundação W.M. A Keck anunciaram a Iniciativa *National Academies Keck Futures*, um programa que busca praticar todo o potencial da pesquisa interdisciplinar, onde, eles visam a quebra dos paradigmas conceituais buscando trazer mais benefícios a pesquisa (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 2005).

Já nos tempos atuais temos vários trabalhos que usufruem da interdisciplinaridade como, por exemplo, o trabalho de (RAIA, 2017) que descreve a aplicação de dois trabalhos interdisciplinares, um envolvendo disciplinas do curso de engenharia mecânica e outro envolvendo diversas áreas distintas, como Psicologia, Ciência da computação, Tecnologia da informação, Engenharias elétrica e mecânica, Física e Fisioterapia mostrando que a esse conceito não só serve para superar o distanciamento entre as disciplinas do curso de engenharia, e sim para agregar áreas de conhecimentos diferentes para a realização de um objetivo maior.

Um outro exemplo é o de (CARVALHO, 2006) que aplicou a interdisciplinaridade junto com a Aprendizagem baseada em projeto (ABP ou PBL em inglês), conseguindo resultados satisfatórios de aprendizado nos alunos de um semestre na Licenciatura em Engenharia e Gestão Industrial na Universidade do Minho, Portugal.

A aprendizagem baseada em projetos é um modelo de ensino que permite que os alunos experienciem questões e problemas reais, podendo assim desenvolverem em conjunto uma solução para o tal. (BARREL, 2010; BENDER, 2015 ). Visto que existem dificuldades por parte das escolas, em todo mundo, de desenvolverem métodos eficazes de ensino durante períodos de orçamentos reduzido, muitos defensores da educação têm recomendado a ABP como uma eficaz abordagem para o ensino pois, essa abordagem traz altos níveis de envolvimento e desempenho dos alunos (BARELL, 2007; BENDER 2015)

Este trabalho vem com o objetivo de desenvolver um projeto interdisciplinar, ligando duas disciplinas muito importantes do curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade de Fortaleza, Controladores lógicos programáveis (CLP) e Robótica. Esse trabalho se deu início com um projeto da disciplina de robótica que foi a modelagem, fabricação e controle de um braço robótico com seis graus de liberdade baseado no controlador Arduino. Aproveitando o interesse de vários alunos, em ambas disciplinas no projeto, os professores das duas disciplinas resolveram desenvolver um projeto interdisciplinar onde consiste não só no mais no braço, mas agora o controle será feito também pelo CLP através de uma Interface Homem Máquina (IHM).

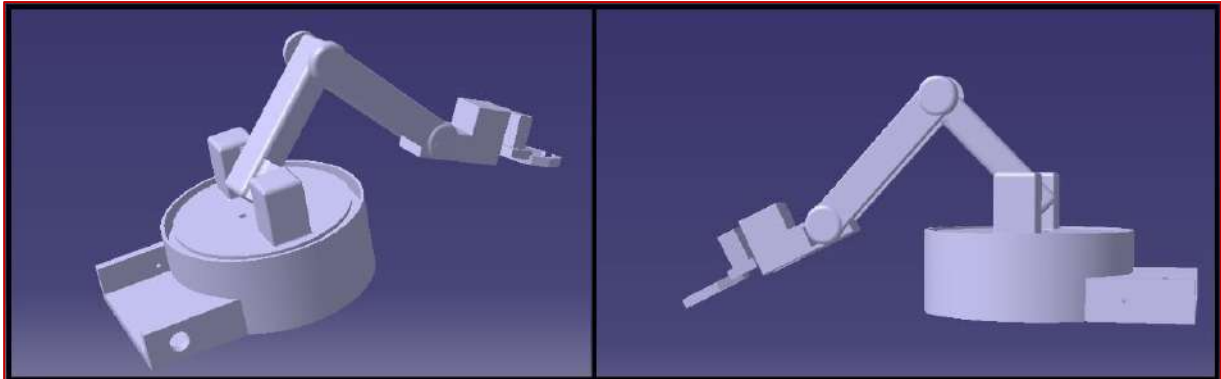
## 2. DESENVOLVIMENTO DO BRAÇO

O foco deste trabalho não é a criação do braço, mas sim a possibilidade da interdisciplinaridade por ele fornecido, porém é importante e engrandecedor ilustrar resumidamente sobre o desenvolvimento do braço robótico, batizado pelos alunos de Jeri-Mun. Neste capítulo será apresentado, de forma sucinta, a modelagem, cinemática e programação do Jeri-Mun.

### 2.1 MODELAGEM DO MANIPULADOR

O manipulador é formado por um conjunto de corpos conectados em cadeia por juntas, esses corpos são chamados de elos. A fim de imprimir todas as peças do manipulador, foi utilizado o software CATIA V5 para fazer a modelagem 3D do braço, elo por elo, ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Montagem do Jeri-Mun no CATIA.



Fonte: O autor

Após a impressão de todas as partes do Jeri-Mun, foi feita a montagem do braço com os servos e a ligação dos respectivos sinais com o controlador. Na Figura 2(a), pode-se ver o braço finalizado, lado a lado com uma caneta para dar uma melhor ideia de dimensão e na Figura 2(b) tem-se o braço em sua posição de repouso, estado zero.

Figura 2. Fotos do Jeri-Mun finalizado



Fonte: O Autor

## 2.2 CINEMÁTICA

Cinemática é o ramo da física que estuda o movimento dos corpos, sem se preocupar as referências como massa e força, por exemplo. Para manipuladores robóticos, temos duas grandes áreas, a cinemática direta e a inversa.

A cinemática direta permite determinar a posição e orientação do efetuador, no caso a garra, em função das variáveis das juntas do manipulador em relação a sua base. Ou seja, é possível obter as coordenadas  $(x,y,z)$  da garra, utilizando as angulações de cada junta e o comprimento de cada elo. (COCOTA, 2013)

Para realizar a cinemática direta, a convenção de Denavit-Hartenberg foi utilizada, já que a mesma permite a obtenção da posição e da orientação da ferramenta e estabelece, dentre outras coisas, que o comprimento e a torção de um elo qualquer dependem das juntas adjacentes. Dessa forma o sistema fica totalmente interdependente e a movimentação de qualquer junta impacta na posição da ferramenta. (COCOTA, 2013)

A cinemática inversa faz exatamente o contrário da cinemática direta, ou seja, a partir da posição desejada em coordenadas  $(x, y, z)$  obtêm os ângulos necessários para o robô alcançar essas coordenadas, consistindo em descobrir as variáveis de junta. (OLIVEIRA, 2017a)



A cinemática inversa torna-se complexa pois envolve equações cinemáticas não lineares, referindo-se ao cálculo de todos os possíveis conjuntos de ângulos das juntas para atingir determinada posição, podendo possuir múltiplas soluções. (OLIVEIRA, 2017b)

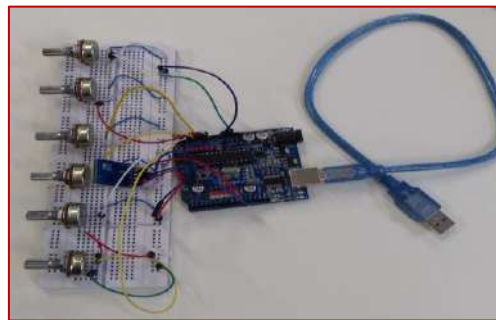
### 2.3 FUNCIONAMENTO

O Jeri-Mun é controlado através da comunicação mestre-escravo entre dois Arduinos Uno. O escravo está ligado na base do braço, como comentado e ilustrado anteriormente na Figura 1.1(C), e o mestre não está fixo em nenhum canto já que é utilizado para enviar os comandos para o manipulador de forma remota.

Foi utilizada uma comunicação Bluetooth para efetuar a transferências das informações. As informações são transmitidas sempre de forma unidirecional, do mestre para o escravo.

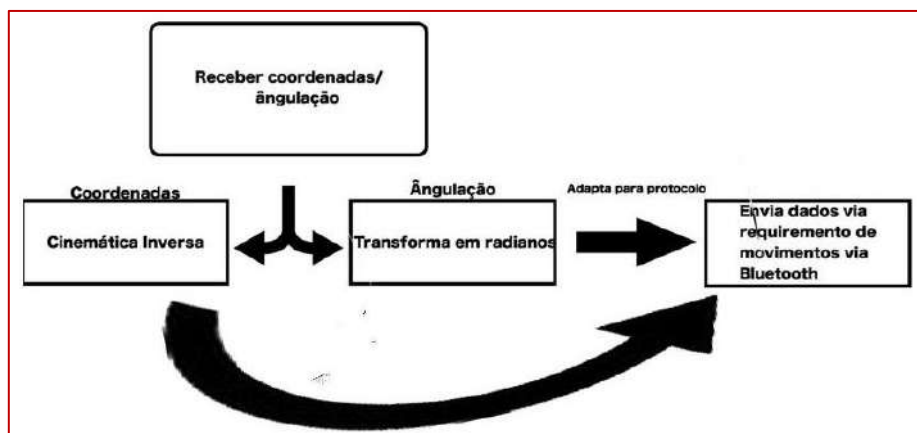
O Arduino mestre (Figura 3) inicia seu fluxo de informação quando recebe alguma informação a ser transmitida. Essas informações podem ser dadas de 3 maneiras, recebendo as informações das angulações pela serial, recebendo as coordenadas  $(x,y,z)$  pela serial ou pela leitura dos sinais analógicos (potenciômetros), convertendo-os para angulações proporcionais aos sinais. Como as informações a serem transmitidas são sempre as angulações em radiano, é necessário fazer a cinemática inversa, caso a informação recebida pelo mestre esteja em coordenadas. Essa lógica está ilustrada no fluxograma da Figura 4.

Figura 3. Arduino mestre com controle via analógicas



Fonte: O autor

Figura 4. Fluxograma das informações no Arduino mestre.



Fonte: O Autor

O Arduino escravo, que está conectado diretamente ao Jeri-Mun, recebe as informações por bluetooth e aplica a cinemática direta nos ângulos para verificar se é uma coordenada válida e, se for, envia os ângulos para os servo motores. Essa lógica está ilustrada na Figura 5.

Figura 5. Fluxograma das informações no Arduino escravo.



Fonte: O autor

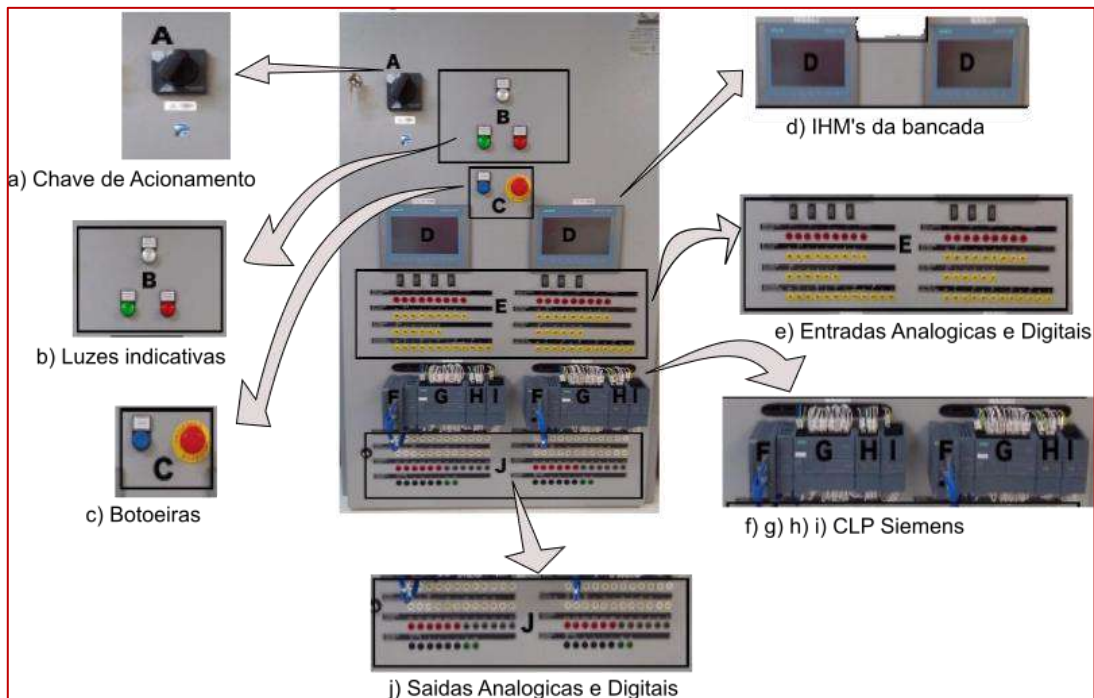
### 3. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

A integração foi feita através de uma bancada didática no laboratório de Controladores Lógicos Programáveis da Universidade de Fortaleza. A programação no CLP e a interação de dados disponíveis na IHM foram desenvolvidas para salvar posições e executar posições previamente salvas do braço robótico.

#### 3.1 BANCADA DIDÁTICA

Nas práticas laboratoriais da disciplina de controladores lógicos e programáveis (CLP) é utilizado uma bancada didática, ilustrada na Figura 6, para fins educacionais. Nessas bancadas são utilizados CLP's da Siemens S7-1200. Visando facilitar o acesso de entradas e saídas do controlador, as portas são ligadas as bornes fêmeas de cabo banana. Além disso, tais conexões possuem proteções necessárias para evitar surtos possivelmente ocasionados por alunos da universidade ou falhas na rede.

Figura 6. Bancada didática de CLP



Fonte: O autor

Na Figura 6 é possível observar a bancada didática da Universidade. Na Figura 6(a) se encontra a chave de acionamento para energização da bancada. Conseqüentemente na Figura 6(b) se tem luzes indicativas do estado elétrico atual, se estiver acionada sem estar em estado de emergência, a luz verde está acesa. Na

Figura 6(c) é a demonstração das botoeiras de emergência, para energização e desenergização da bancada, caso necessário. Já na Figura 6(d) é possível observar as IHM's da bancada. Para fazer a comunicação entre os CLP's, IHM's e o computador, é necessário um switch, ilustrado na Figura 6(f), que também interligar todos os dispositivos na rede. Na Figura 6(e) temos as entradas digitais e analógicas do CLP (bornes amarelos) e os bornes dos botões pulsadores (bornes vermelhos).

Na Figura 6(g) observa-se o CLP S7 1200 da *Siemens*. Tais CLP's foram escolhidos para a utilização na bancada devido seu custo benefício, em relação a robustez e custo de aquisição. Na Figura 6(h) e 6(i) são, respectivamente, os módulos de expansão das entradas e saídas analógicas do controlador, proporcionando assim uma maior gama de atividades possíveis para as práticas do laboratório na disciplina. Encontra-se demonstrados na Figura 6(j) os bornes de saída analógicas e digitais (bornes brancos), saídas de tensão contínua 24 volts (bornes vermelhos e pretos da terceira linha) e de rede trifásico (última linha).

### 3.2 INTEGRAÇÃO COM BRAÇO ROBÓTICO

A prática de controle do braço robótico utilizando os CLP's consiste em criar um código e uma interface que proporcione o movimento dos 5 eixos de liberdade do braço e disponibilize a possibilidade de salvá-los e selecioná-los quando o usuário necessitar. Para a programação do CLP e da IHM é utilizado o software Portal TIA V13, plataforma própria dos controladores da *Siemens*. Essa plataforma consiste em um facilitador na configuração do seu sistema, a rede de comunicação dos sistemas é padronizada em profinet e precisa apenas do endereçamento dos equipamentos através de seus IP's locais. A programação no software envolve a manipulação de 'Tags' que podem ser entrelaçadas, unindo a programação da interface com a do controlador. Isso é feito através da linguagem Ladder. As Tags de saída também são definidas pelo software e precisam ter seus endereçamentos conhecidos. Cada endereçamento dos módulos pode ser consultado na área de configuração da rede.

O sistema de interface da prática consiste em uma tela que disponibiliza a escolha do eixo de controle e o comando que será aplicado nele, assim como na Figura 7. Para isso, o aluno teve que criar várias telas subsequentes, representado na Figura 7(a), que configurem a movimentação dos eixos utilizando botões de incrementam e decrementam o valor utilizado na saída, movendo o braço. Em seguida é possível guardar a posição do movimento realizado, referente a Figura 7(c), e reproduzi-lo quando necessário, referente a Figura 7(b). Para salvar a posição do eixo é preciso criar um 'Data Block' que compõe um conjunto de variáveis especiais no software, onde pode ser implementada a lógica de varredura de dados utilizando 'Arrays'. A programação consiste em pegar o momento em que o armazenamento seja necessário e mover os valores implementados na saída para a área selecionada no Data block. O software possui um bloco 'Move' que transporta o valor atual da tag para o endereço de memória escolhido.

Figura 7. Interface para controle do Jeri-Mun



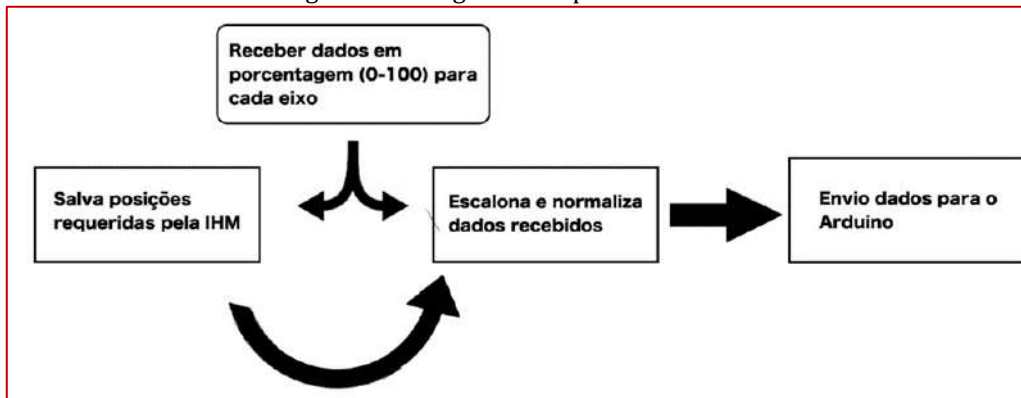
Fonte: O autor

A proposta do projeto consiste em ter a possibilidade de salvar 9 conjuntos de movimentos distintos, cada conjunto de movimento compõe uma posição diferente para cada eixo. Para isso, o aluno teve que criar 9

conjuntos de 'Array' diferentes e implementar a lógica de mover os dados no momento desejado para cada um separadamente. Permitindo, assim, que valores de variáveis transitórias possam ser facilmente armazenados.

O controle dos eixos ocorre em essência na interpretação do sinal de saída analógico proporcionado pela programação. Os sinais analógicos do controlador são escalonados através de blocos disponíveis pela plataforma, SCALE\_X e NORMAL\_X, para que apresentem valor real na saída, esse escalonamento acontece no sinal convencional de tensão que varia entre 0 a 10 V. Para esse projeto, o valor de tensão permitido para o escalonamento é apenas de 0 a 5 V, para que o Arduino consiga interpretar o sinal sem que haja a necessidade de circuitos auxiliares e nem o comprometimento das entradas do controlador.

Figura 8. Fluxograma simplificado do CLP

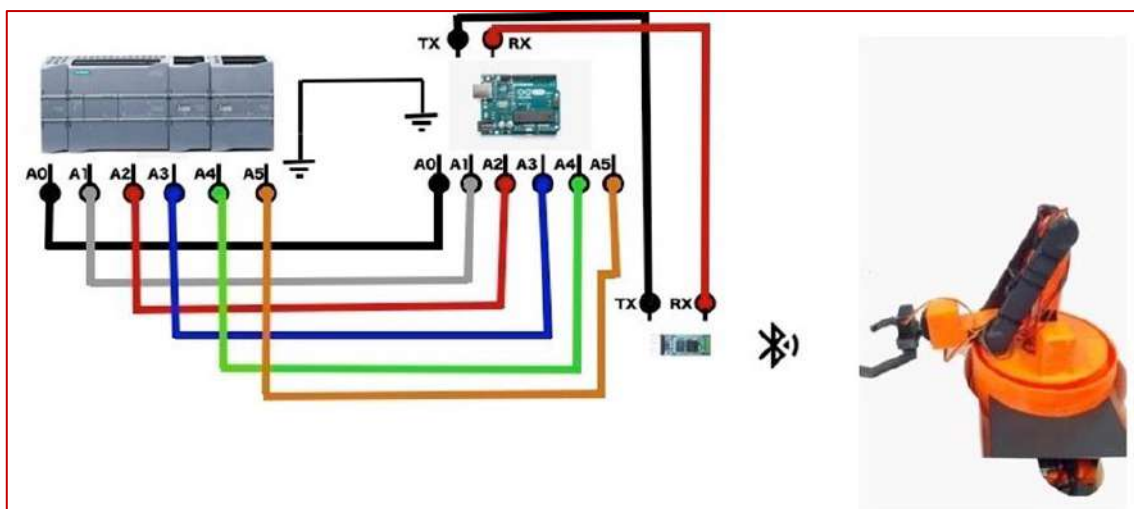


Fonte: O autor

A lógica geral do sistema resume-se em criar telas interativas para proporcionar a modificação de cada variável da saída com botões criados na interface, para cada incremento feito na interface o valor é rebatido fielmente na saída. Através da mesma interface, o usuário escolhe qual das memórias criadas em Data Block ele deseja armazenar seus movimentos para então poder aplicar o mesmo movimento na saída futuramente. Para enviar os valores salvos para a saída é necessária a normalização e o escalonamento dos dados. A normalização ocorre com a passagem do dado de modo inteiro para real, passando esse valor de uma variação de 0 a 100 para uma variação de 0 a 1, proporcional. E o escalonamento pega o valor real (entre 0 e 1) referente a essa porcentagem e o transforma em nível lógico variável de 0 a 13824. Como fabricante Siemens padronizou suas entradas e saídas analógicas com um valor máximo inteiro de 27648, no software foi utilizado a metade disso para a valor máximo da saída analógica se a metade do que seria originalmente, passando de uma saída 0-10V para uma saída 0-5V. Uma versão resumida do processo está ilustrada na Figura 8.

Após solicitada as condições via IHM pelo usuário o, CLP envia pulsos elétricos de 0 a 5 V para o Arduino. Cada porta conectada entre o CLP e o Arduino é um eixo do braço robótico. O Arduino receberá os comandos de 0 a 5 V e transformará em graus para os seus respectivos eixos. A ligação é feita de acordo com a ilustração da Figura 9.

Figura 9. Integração CLP-Arduino



Fonte: O autor

Para um efetivo entendimento do sinal, é necessário referenciar a saída analógica do CLP com as entradas analógicas do Arduino, interligando os *grounds*. O Arduino, por sua vez, após a interpretação dos comandos elétricos recebidos pelo CLP, reorganiza esses ângulos e envia por bluetooth para o Arduino do braço robótico. Assim, o braço robótico executará os movimentos requeridos caso sejam validados.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sucesso do projeto dá-se primordialmente ao engajamento da equipe de alunos que ficaram responsáveis pelo desenvolvimento do tal, os professores ficaram apenas com o papel de orientar e mediar os conhecimentos necessários para as atividades, cabendo aos alunos a execução das mesmas.

A utilização da metodologia de ABP mostrou resultados bastante satisfatórios em ambas as disciplinas, tanto com o aumento do interesse dos alunos, por estarem desenvolvendo algo que possui aplicações reais, mesmo que em tamanho reduzido, por conta própria. Notou-se também uma empolgação por parte dos alunos por estarem no controle da situação e não apenas como ouvintes em uma sala de aula, assim estavam sempre buscando conhecimento e abordando os professores para tirarem dúvidas para o aprimoramento do projeto.

A integração das disciplinas também foi considerada um sucesso, pois foi feito o controle do braço robótico através do CLP, mostrando para os alunos como é possível a integração de disciplinas aparentemente distintas em projetos reais.

Durante a aplicação do projeto foi possível notar o desenvolvimento de várias habilidades como, por exemplo, espírito de equipe, liderança, capacidade de resolver problemas, capacidade de tomada de decisões e gestão de projeto, sempre motivando os alunos a procurarem novas conexões entre as disciplinas e incentivando a procurarem conexões com outras disciplinas também.

Considerando tudo posto, foi considerado que o projeto foi uma ótima experiência, tanto para os alunos quanto para os professores e provando, sim, que o ABP mostra-se um método muito bom no processo de ensino/aprendizagem dos alunos, mesmo aplicado em projetos interdisciplinares.

#### REFERÊNCIAS

- [1] BARELL, J. Problem-based learning: The foundation for 21st century skills. In: BELLANCA, J.; BRANDT, R. (Orgs.). 21 st century skills: Rethinking how students learn. Bloomington: Solution Tree Press, 2010. P. 175-199.
- [2] BENDER, Willian N. Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI. Penso Editora, 2015.

- [3] BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Resolução CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002.
- [4] COCOTA, José Alberto Naves *et al.* Desenvolvimento de um robô antropomórfico com punho esférico para práticas de robótica com alunos de graduação. *Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics*, v. 1, n. 1, 2013.
- [5] DOU, Diário Oficial da União, Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências, LEI Nº 5.692, Seção 1 - 12/8/1971, p. 6377, ago. 1971
- [6] DOU, Diário Oficial da União, Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, LEI Nº 9394, dez. 1996
- [7] MAINES, Alexandre. Interdisciplinaridade e o ensino de engenharia. In: XXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE. Porto Alegre, RS. Anais. 2001.
- [8] NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. FACILITATING INTERDISCIPLINARY RESEARCH. WASHINGTON, D.C.: The National Academies Press, 2005. Disponível em: <https://www.nap.edu/read/11153/chapter/1>. Acesso em: 25 abr. 2019.
- [9] OLIVEIRA, Italo Fernando Rodrigues de. Otimização do controlo de um robô quadrúpede usando ferramentas do MATLAB Simulink. 2017a. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto, Porto.
- [10] OLIVEIRA, Jonatan de. Projeto e construção do protótipo de um robô articulado com três graus de liberdade acionado por motores elétricos. 2017b. Monografia (Engenharia Mecânica) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí.
- [11] RAIÁ, Fabio *et al.* A prática da interdisciplinaridade nos projetos acadêmicos. In: XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2017, Porto Alegre. Anais. Joinville, 2017.

Autores

**ABNER SOUSA NASCIMENTO**

Graduando em Engenharia da Computação pela Universidade Federal do Ceará. Foi bolsista do Programa de Educação Tutorial (2015-2017), no qual atuou em projetos de ensino, pesquisa e extensão. Foi monitor voluntário em Técnicas de Programação (2018). Atualmente desenvolve pesquisa na área de Aprendizado de Máquina, com ênfase em visão computacional, processamento de imagens e reconhecimento facial.

**AFONSO HENRIQUES FONTES NETO SEGUNDO**

Engenheiro de Controle e Automação com mestrado em Ciência da Computação. Sólida experiência nas áreas de Automação Residencial, Desenvolvimento de Produto e Robótica. Atualmente atua como empresário no ramo de desenvolvimento de sistemas autônomos, além de professor e pesquisador da Universidade de Fortaleza (UNIFOR).

**ALBERTO GRANGEIRO DE ALBUQUERQUE NETO**

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Campina Grande (2012), Especialização em Ciências ambientais. Belchior (2013). Ensino Profissional de nível técnico em Curso técnico em edificações e curso Técnico em Eletromecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, IFPB.

**ALDECIR ALVES DE ARAÚJO**

Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará (UFPA), Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ). Atualmente é Professor EBTT D IV - 3 do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), onde atualmente ocupa o cargo de Coordenador do Curso Técnico de Mecânica do Campus Maracanã-CEFET/RJ.

**AMANDA BEATRIZ CUNHA DOS SANTOS**

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade CEUMA e Tecnóloga em Eletromecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA. Tem experiência em projetos de pesquisa; coordenou a Liga Acadêmica de Engenharia Estrutural da Universidade CEUMA como também esteve na liderança dos congressos de Inovação Tecnológica e Sustentabilidade da Universidade; participou durante 2 anos do programa CREA - JR. Atualmente cursa mestrado em Engenharia de Computação e Sistemas pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA

**ANA BEATRIZ SALES TEIXEIRA**

Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade de Fortaleza - UNIFOR. Em 2017, foi bolsista Voluntária pela Universidade de Fortaleza sob o projeto intitulado "Avaliação da percepção ambiental em uma população de discentes de uma universidade particular: um estudo de caso". No mesmo ano, tornou-se bolsista Institucional (PAVIC-UNIFOR) sob o projeto intitulado "Elementos climáticos, arborização e conforto térmico no campus da Universidade de Fortaleza". Ainda, foi monitora Voluntária pela Universidade de Fortaleza (PROMOV/UNIFOR) da disciplina de Geologia Aplicada à Engenharia. Atualmente é bolsista Institucional pela Universidade de Fortaleza (PROBIC/CNPQ) com o projeto "Diagnóstico e monitoramento das condições tróficas e



sanitárias da lagoa da Unifor", monitora Voluntária pela Universidade de Fortaleza (PROMOV/UNIFOR) da disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental e Sanitária e membro da Rede BRASPOR de Pesquisadores.

#### **ANA CAROLINA ZIMMERMANN**

Engenheira de Produção pela Universidade de Brasília é cofundadora do Laboratório Aberto de Brasília - LAB. Atuou no Movimento Empresa Júnior como Consultora de sua EJ, Diretora de Gestão de Pessoas da Federação de Empresas Juniores do DF - Concentro, Coordenadora de Educação Empreendedora da Brasil Júnior - Confederação Brasileira de Empresas Juniores e Embaixadora responsável por Global Public Affairs na JADE - Confederação Europeia de Empresas Juniores. Foi embaixadora CHOICE pela Artemisia, multiplicadora do LabX e integrante do Núcleo de Brasília da Fundação Estudar. É Master Coach pela SLACoaching .

#### **ANA CLAUDIA GONDIM DE MEDEIROS**

Graduada em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1988) e Mestrado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (1995). Atualmente leciona Operações Unitárias no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA).

#### **ANA CLAUDIA ROCHA CAVALCANTI**

Professora Associada 2 do Departamento de Expressão Gráfica. Professora permanente do Programa de Pós-graduação em Direitos Humanos (PPGDH) da Universidade Federal de Pernambuco. É Pesquisadora e coordenadora do Laboratório de Estudos em Tecnologia de Representação Gráfica (LABGRAF) da UFPE.

#### **ANDRÉ FELIPE DE ALMEIDA XAVIER**

Mestre em Gestão Social, Educação e Desenvolvimento Local pelo Centro Universitário UNA. Possui especialização em Matemática Financeira e Estatística pelo Instituto IBE/FACEL (2012); Licenciatura Plena em Matemática pela Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais (2011) e graduação em Administração pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2004). Professor de Matemática, GAAL e Estatística da Faculdade Pitágoras Betim. Professor contratado de forma esporádica das turmas de pós-graduação do Instituto IBE/FACEL e professor de matemática - Obra Social Madre Gertrudes. Possui experiência em Estatística e Probabilidade, Matemática financeira, Geometria analítica e Álgebra Linear, Matemática Básica e pré-cálculo no Centro Universitário UNA. Desenvolvimento de metodologias ativas de aprendizagem na forma de games para as aulas de Cálculo Diferencial, Cálculo Integral e Geometria Analítica.

#### **ANDREA CRISTINA DOS SANTOS**

Doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC - 2008). Mestrado em Engenharia Mecânica pela UFSC (2004) e graduação em Engenharia Química com Habilitação em Engenharia de Alimentos pela UFSC (1997). Possui experiência na indústria na área de qualidade de produto e processo. Atualmente é professora do Departamento de Engenharia de Produção da UnB, atuando também no programa de pós-graduação em Sistemas Mecatrônicos do Departamento de Engenharia Mecânica. Atua na área de pesquisa de Engenharia de Produto: processo de desenvolvimento de produtos, metodologia de projetos, métodos, técnicas e ferramentas de apoio ao PDP, desenvolvimento

colaborativo de produtos, tecnologias apropriadas e gerenciamento da cadeia de suprimentos. Coordenadora do Laboratório Aberto de Brasília.

### **ANDREA CRISTINA MICHELUCCI MALANGA**

Doutora e Mestre em Administração. Pesquisadora na área de Inovação e Qualidade. Pesquisadora responsável pelo Grupo de Pesquisa CNPQ voltado Inteligência Artificial e Sustentabilidade nas Relações. Tese voltada ao desenvolvimento de Modelo para Avaliação de Inovação em serviços de Tecnologia e Educação a distância.

### **ANNA CRISTINA BARBOSA DIAS DE CARVALHO**

Formada em Engenharia Mecânica pela Universidade de Fortaleza (1989), Fez Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo (1997) e Doutorado em Engenharia (Engenharia de Produção) pela Universidade de São Paulo (2002). Atualmente Diretora da FATEC Itaquera. É professora da FATEC Carapicuíba e Fatec São Bernardo. Foi Diretora da FATEC Zona Leste. É Consultora na área de gestão e logística. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração da Produção, atuando principalmente nos seguintes temas: simulação, ensino, bsc, cadeia de suprimento e ensino em engenharia. Trabalhou como Professora da Faculdade Impacta. Foi Membro da Núcleo Docente Estruturante desta faculdade. Foi Membro da Congregação da FATEC Carapicuíba, Fatec São Bernardo, Fatec Zona Leste e da Fatec Itaquera. Revisora do Enegep, Simpoi, Revista RAI, Avaliadora Ad Hoc da FACEPE. Diretora de Apoio as Redes de Educação da Secretária de Educação Básica do MEC

### **ÁTILA GIRÃO DE OLIVEIRA**

Formado em Mecatrônica Industrial pelo IFCE e Mestre em Engenharia Elétrica pela UFC. Foi professor no IFCE de 2013 a 2014, tanto no ensino técnico e integrado, quanto no ensino superior. Atualmente é professor e coordenador pedagógico no curso de Eng. de Controle e Automação da Universidade de Fortaleza (Unifor). Ministrou em cursos de Engenharia as disciplinas de Circuitos Elétricos, Análise de Circuitos Elétricos, Eletrônica Básica, Sistemas Lógicos e Digitais, Microprocessadores e Sistemas Digitais Avançados.

### **BRUNO CAVALCANTE MOTA**

Estudante do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará (UFC). Em 2018 foi bolsista do Programa de Iniciação à Docência na disciplina de Projeto e Construção da Superestrutura Viária, ofertada pelo Departamento de Engenharia de Transportes no referido curso. Atuou como bolsista de extensão na Seara da Ciência (órgão de divulgação científica e tecnológica da UFC), ministrando aulas de Física para alunos do ensino médio da rede pública de ensino de Fortaleza. Já foi bolsista da Secretaria de Tecnologia da Informação e voluntário no Programa de Aprendizagem Cooperativa em Células Estudantis, com uma célula de estudos acerca da disciplina de Análise e Planejamento do Sistema de Transportes.

### **CARLOS EDUARDO FONTES**

Engenheiro químico, formado na Escola de Química da UFRJ. Especializou-se em simulação fluidodinâmica (CFD) e desenvolveu seu Mestrado e Doutorado na área de escoamento reativo de polímeros. Trabalhou vários anos na área de projetos de engenharia e, desde 2008, exerce funções de gerenciamento na empresa brasileira ESSS. Atualmente lidera a equipe da ESSS responsável pelo relacionamento acadêmico da empresa com universidades e centros de

pesquisa em toda a América Latina. Lidera também a equipe de treinamento e capacitação da ESSS.

### **CAROLINE SERRÃO DA CUNHA**

Estudante do último ano de Engenharia de Controle e Automação no CEFET/RJ. Já atuou na área administrativa do projeto de extensão Baja-SAE e começou uma pesquisa pelo PIBIC, ambos no CEFET/RJ. Participou do Laboratório de Inovações Tecnológicas, do CEFET/RJ, modernizando processos tecnológicos e fazendo equipamentos em tecnologia assistiva, a fim de atender pessoas com deficiências. Hoje é estagiária de engenharia de sistemas na empresa Ares Aeroespacial e Defesa.

### **CESAREO DE LA ROSA SIQUEIRA**

Engenheiro Naval pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1991), com Mestrado (1995) e Doutorado (1999) em Engenharia Naval e Oceânica pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. É Professor Universitário para cursos de Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Engenharia da Computação e Engenharia de Telecomunicações desde 2000 e Professor para cursos de Engenharia Mecânica desde 2010. É Professor da Universidade São Judas Tadeu desde 2010 e Gerente de Desenvolvimento de Negócios da ESSS desde 2006. Possui mais de 60 trabalhos publicados.

### **CLAUDIA CUNHA TORRES**

Pedagoga. Doutora em Educação

### **CLÁUDIA SANTOS SALIM**

Doutoranda em Engenharia de Materiais na EEL/USP. Mestre em Engenharia Química pela EEL/USP e Engenheira de Alimentos pela UFLA. Trabalhou com Gestão de Qualidade para alimentos e Insumos Farmacêuticos Ativos. Atualmente suas áreas de pesquisa são Polímeros - Polimersomos/nanorreatores e Ensino - Aprendizado baseado em problemas.

### **DALTON LUIZ LEMOS II**

Doutor em Engenharia Civil (2010), pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Civil, 2003 (UFSC). Graduado em Engenharia Civil, 2000, (UFSC). Professor do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IF-SC) desde 2006, lotado no Departamento Acadêmico de Construção Civil. Pesquisador nas áreas de Agrimensura, BIM, Laser Scanning (Varredura a Laser), Geodésia, GNSS, Cadastro Técnico Multifinalitário, Sensoriamento Remoto, Fotogrametria, Unidades de Conservação, Sistemas de Informações Geográficas, Educação a Distância, Ambiente Virtual de Aprendizagem, Tecnologia da Informação e Comunicação.

### **DANIEL BASILIO MARCELO**

Gerente de Projetos, Analista de Sistemas, Professor de Gerenciamento de Projetos na Faculdade SATC, Instrutor de MSProject 2016, Administrador MSProject Server EPM e Vice-presidente do PMI-SC. Pós-Graduado em Gerenciamento de Projetos e Graduado em Sistemas de Informação. Experiência em empresas de desenvolvimento de sistemas ERP, utilizando metodologias PMBOK, Programação Powerbuilder e banco de dados Sybase, MSSQL Server e MySQL. Inglês Intermediário. Disponibilidade para viagens.

**DANIEL DIAS SILVESTRE**

Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade de Fortaleza - UNIFOR. Em 2018, foi monitor Voluntária pela Universidade de Fortaleza da disciplina de Introdução à Engenharia Ambiental e Sanitária. Em 2017, foi bolsista Institucional pela Universidade de Fortaleza sob o projeto intitulado “Análise da contaminação por Metilmercúrio, estudo clínico em camundongos”; (PROBIC/UNIFOR). Em 2016, foi estagiário na Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente ? SEUMA, em Célula de Políticas Ambientais ? CPA. Em 2015, tornou-se bolsista Voluntario sob o projeto intitulado “Análise Qualitativa Químico-física e bacteriológica da água do Rio Cocó”; (PAVIC/UNIFOR). Em 2014, fez parte da bancada julgadora na 12ª edição da Exposição Christus de Ciências e Tecnologia ? EXCETEC. Atualmente, estagiário na empresa Unimed Fortaleza.

**DAYANA TREVISAN**

Graduada em Engenharia Civil pela AELBRA - Associação Educacional Luterana do Brasil (2013-2018)

Mestranda em Ciência da Engenharia, menção Engenharia Estrutural, Sísmica e Geotécnica (2019-2021)

**ÉDLER LINS DE ALBUQUERQUE**

Graduação em Engenharia Química - UFAL (1999), doutorado (2007) e mestrado (2002) em Engenharia Química - UNICAMP, especializações em Eng. de Processos Químicos (UFAL 1999) e Eng. Ambiental (UNICAMP 2002). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA.

**ELAINE CRISTINE DE SOUSA LUIZ**

Possui graduação em Administração pela Faculdade Carlos Drummond de Andrade (2009) e mestrado em Educação pela Universidade Cidade de São Paulo (2017). Atualmente é professor do Centro Universitário Salesiano São Paulo e professor titular do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em Administração, atuando principalmente nos seguintes temas: educação, empreendedorismo e responsabilidade social.

**EMANUEL SANTOS JUNIOR**

Graduado em Licenciatura Plena em Física (UFPR), Doutor em Ciências em Engenharia Metalúrgica e de Materiais (COPPE/UFRJ), atua como pesquisador e docente em cursos de graduação em Engenharia. Leciona a disciplina Resistência dos Materiais I no curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA). Além de pesquisador nas áreas de Recobrimentos Protetores, Superfícies e Filmes Finos, também tem atuado na área de pesquisa em Ensino de engenharia.

**ESLY CÉSAR MARINHO DA SILVA**

Licenciado em Ciências, Engenheiro Mecânico, Mestre em Engenharia Mecânica e Doutor em Engenharia Mecânica. Atualmente professor do Instituto Federal da Bahia, campus Simões Filho.

### **EUCLIDES MARTINS OLIVEIRA NETO**

Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Paulista (2009). Técnico em Eletrônica pela ETEC (Centro Paula Souza). Especialista em desenvolvimento de sistemas de testes e sistemas de controle e aquisição de dados. Atuou em empresas multinacionais nas áreas: automotiva, linha branca, sistemas de testes para acústica e vibração. Atualmente é proprietário de empresa de desenvolvimento de sistemas de testes.

### **EVANDRO MINUCE MAZO**

Superintendente do Instituto Euvaldo Lodi – Bahia. Mestre em Benchmarking pela Universidade Federal de Santa Catarina (2003) e Graduado em Engenheiro de Produção Mecânica (1999) pela mesma instituição. Doutorando em Gestão e Tecnologia Industrial, como foco em aprendizagem, pelo SENAI-CIMATEC. Atuação em projetos de desenvolvimento regional, projetos de adensamento de cadeias produtivas, desenvolvimento e aplicação de ferramentas de benchmarking, projetos de fomento ao associativismo. Atualmente, com superintendente do IEL/BA, tem como principais atribuições: desenvolver alianças estratégicas com parceiros de negócios, desenvolver pessoas e garantir a perenidade da instituição. Passagem por diversas instituições: Instituto Euvaldo Lodi – regionais de Santa Catarina, Bahia e Nacional, UNCTAD / ONU, Agência Alemã de Cooperação Internacional – GIZ, Confederação Nacional da Indústria - CNI, Centro das Indústrias do Estado da Bahia - CIEB, entre outras. Formação em Coaching, pela Sociedade Latino Americana de Coaching – SLAC. Vice-Presidente do conselho deliberativo e Diretor de Marketing na Junior Achievement Bahia – JA BA ([www.jabahia.org.br](http://www.jabahia.org.br)) – investidor social, de 04/2012 até hoje.

### **FÁBIO LÚCIO DE ALMEIDA SOUSA JÚNIOR**

Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará campus Sobral. Bolsista do Programa de Aprendizagem Cooperativa em Células Estudantis como formador em aprendizagem cooperativa. Membro fundador do Centro Acadêmico de Engenharia Elétrica de Sobral. Membro do Time Enactus UFC - Sobral. Foi monitor da disciplina de Eletrônica Digital nos anos de 2017 e 2018.

### **FERNANDO PAIVA SCARDUA**

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade de Brasília (1991), mestrado em Ciências Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (1994), doutorado em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília (2003) e Pós-Doutorado pelo Institut de Recherche pour le Développement, França (2006). Atualmente é professor Associado da Universidade de Brasília. Tem experiência na área Ambiental, com ênfase em Avaliação de Políticas e Planejamento Governamentais, atuando principalmente nos seguintes temas: Gestão Ambiental, Política Ambiental, unidades de conservação, licenciamento ambiental, Recursos Florestais, Recursos Hídricos e políticas públicas.

### **FLAVIO ANTONIO MIRANDA DE SOUZA**

Professor Titular do Departamento de Expressão Gráfica e Professor permanente do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano (MDU) da Universidade Federal de Pernambuco. Vice coordenador do Laboratório de Tecnologias de Investigação da Cidade (LATTICE/UFPE). Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Pernambuco (1990), mestrado em Desenho Urbano - Oxford Brookes University (1994) e doutorado em Planejamento Urbano - Oxford Brookes University (1998). pós-doutorado em

políticas públicas na University of Texas at Austin (2002). Professor Visitante, Teresa Lozano Long Institute of Latin American Studies (LILLAS), University of Texas at Austin (2002). Professor Visitante, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires (2014). Membro do RC43 ? Housing and the Built Environment, International Sociological Association desde 2002. Presidente do RC43 desde janeiro de 2019. Tem experiência na área de Planejamento Urbano e Regional, com ênfase em Aspectos Sociais do Planejamento Urbano e Regional, atuando principalmente nos seguintes temas: políticas públicas, habitação urbana de interesse social, arranjos institucionais e gestão pública, desenvolvimento sustentável, e posse da terra.

#### **FRANCISCO HEBER LACERDA DE OLIVEIRA**

Doutor em Engenharia de Transportes pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, da Universidade Federal do Ceará. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia de Transportes, da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência em Docência no Ensino Superior e em Planejamento do Transporte Aéreo, Operação, Manutenção e Reabilitação de Infraestruturas Aeroportuárias, especialmente em pavimentos de pátios e de pistas de pouso e decolagem.

#### **FRANCISCO MAURO FALCÃO MATIAS FILHO**

Graduando em Engenharia de Computação pela Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral. Atua no desenvolvimento de sistemas de contagem automática de objetos utilizando técnicas de Processamento Digital de Imagens e Visão Computacional. Trabalha no desenvolvimento de chatbots para a plataforma Messenger do Facebook.

#### **FRANCISCO THALES ROCHA SOUSA**

Graduando de Engenharia de Computação pela Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral. Trabalha com o desenvolvimento de um scanner a laser para geração de mapas tridimensionais de um ambiente. Atua também no desenvolvimento de chatbots para a plataforma Messenger do Facebook.

#### **GUILHERME OLIVEIRA DE SOUZA**

Atua como docente no Ensino Superior desde 2006 e é, atualmente, Professor Adjunto do Centro Universitário SENAI CIMATEC onde, desde 2010, coordena o curso de Engenharia Mecânica. Leciona disciplinas em cursos de graduação, especialização, mestrado e doutorado e é um entusiasta da Educação Baseada em Projetos. A sua formação é de doutor em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA (2011), título que obteve após ter se graduado em Engenharia Mecânica, pela UFBA em 2003, e de ter se tornado mestre em Engenharia Mecânica, pela UFSC em 2006.

#### **GUSTAVO DE LUCCA**

Atualmente é doutorando no Programa de Pós Graduação em Engenharia pela UFRGS (Capes 7) e Coordenador do Curso de Engenharia da Computação da Faculdade SATC. Possui Mestrado em Engenharia, com aplicação de Extensometria no Processo de Estampagem Incremental. É Graduado em Ciência da Computação pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (2009), e pós graduado em Segurança da Informação pela Faculdade SENAC (2011). Atualmente é Gerente de Infraestrutura de TI e Professor do Curso de Engenharia da Computação da Faculdade SATC. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com

ênfase em Redes de Computadores, Servidores e Segurança da Informação, atuando principalmente no seguinte tema: Plataforma Servidores Microsoft, Infraestrutura de Redes CISCO, Projetos de Redes LAN, MAN e WAN. Atualmente trabalha em linha de pesquisa em Extensometria, aplicado a Processos de Fabricação Mecânica (Estampagem Incremental).

### **HALISSON ALVES DE OLIVEIRA**

Possui graduação em Engenharia Eletrônica pela Universidade de Fortaleza (2004), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará (2007). Atualmente é professor na Universidade de Fortaleza na área de eletrônica de potência e acionamento de máquinas. Tem experiência na área de Automação Residencial e Predial, Engenharia Elétrica, Engenharia, Eletrônica, com ênfase em Circuitos Eletrônicos e Eletrônica de potência, atuando principalmente nos seguintes temas: UPS, Conversores estáticos, Inversores, Condicionadores de Energia, acionamento de máquinas, automação e Controle.

### **HUGO RICARDO AQUINO SOUSA DA SILVA**

Graduado em Engenharia Civil pela UNAMA - Universidade da Amazônia (1995); Mestre em Estruturas pela UFPA - Universidade Federal do Pará (2017); Pós Graduado em Geografia Ambiental (2003); Pós Graduado em Estruturas de Concreto e Fundações; Professor Mestre da AELBRA - Associação Educacional Luterana do Brasil.

### **IGOR AMORIM SILVA**

Graduado em Engenharia da Computação pela Universidade Estadual do Maranhão. Atuou e contribuiu em diversos projetos e trabalhos de pesquisa nas áreas: Computação em Nuvem, WebGIS, Robótica, Impressão 3D, Computação Gráfica, Internet das Coisas, Métodos Numéricos, Mobilidade, Lógica Fuzzy, Canal Rádio Móvel, Engenharia de Software, Segurança em Internet das Coisas no cenário de Computação em Nuvem. Atualmente é membro do grupo de pesquisa GETICOM, membro do projeto de pesquisa URCA, membro do grupo de trabalho em Segurança em Internet das Coisas para Computação em Nuvem pela Cloud Security Alliance também atuando como contribuidor no framework "OWASP Secure Medical Device Deployment Standard Version 2.0". Possui abrangente conhecimento das áreas e ferramentas: Computação em Nuvem, Internet das Coisas, Engenharia de Software, Métodos Numéricos, Computação Gráfica com OpenGL e WebGL, Matlab, CUDA

### **JAIRON VIANA BATISTA**

Possui Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Maranhão (2011) com ênfase em Telecomunicações. Interesse em: Engenharia de Telecomunicações e Redes de Computadores.

### **JANE RANGEL ALVES BARBOSA**

Doutorado em Filosofia (UFRJ), Mestrado em Educação (UNIGRANRIO), Especialização em Administração Escolar, Orientação Educacional, Supervisão Escolar e Didática do Ensino Superior (SOMLEY). Graduação em Pedagogia em Magistério das Matérias Pedagógicas do Ensino Médio (UFF); Graduação em Orientação Educacional pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Nova Iguaçu. Atualmente é pesquisadora nas áreas de políticas públicas e gestão educacional, bem como, avaliadora do INEP para atos de Autorização, Reconhecimento e EaD. Tem experiência na área de Educação em nível de graduação e pós-graduação no

ensino presencial e à distância, com ênfase em docência e política e administração da educação.

### **JERMANA LOPES DE MORAES**

Professora da Universidade Federal do Ceará (UFC), campus Sobral. Leciona nos cursos de Engenharia da Computação e Elétrica nas disciplinas que possuem ênfase em sistemas embarcados. Possui graduação em Mecatrônica Industrial pelo Instituto Federal do Ceará (2014), mestrado em Engenharia de Telecomunicações pelo IFCE (2017), na área de processamento digital de sinais. Atuou em empresas entre 2011 e 2014, nas áreas industriais e de desenvolvimento de hardware e software. Atualmente, atua no desenvolvimento de projetos tanto pela UFC como pelo IFCE nas áreas de Engenharia Biomédica, Tecnologias Assistivas, Robótica, Internet das coisas e automação em geral.

### **JOÃO BATISTA LIMA DE SOUSA SEGUNDO**

Acadêmico em Engenharia Civil pela faculdade Santa Maria de Cajazeiras-PB. Atualmente atuo como vendedor no supermercado Jericoense desde 2016, faço parte do projeto de Pesquisa e Extensão Diagnóstico do Saneamento Básico na cidade de Cajazeiras-PB da própria faculdade, estagiário da prefeitura municipal Pombal-PB. Através do projeto tive a oportunidade de ter um artigo aceito para publicação no CONGESTAS 2018. Além de outros trabalhos aceitos no ENCA 2017, evento promovido pela própria instituição todo ano e outro no Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia 2018.

### **JOEL SOTERO DA CUNHA NETO**

Engenheiro de Controle e Automação pela Universidade de Fortaleza (2014) e Mestre em Informática Aplicada pela Univesidade de Fortaleza (2017). Atualmente é Doutorando de Informática Aplicada pela Universidade de Fortaleza e Professor dos cursos de Engenharia Elétrica, Eletrônica, Computação e Controle e Automação na Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Coordena o Grupo de Estudo em Automação e Robótica (GEAR) na Universidade de Fortaleza. Tem experiência nas áreas de Automação Industrial e Residencial, Industria 4.0, Robótica, Sistemas Embarcados e Sistemas Inteligentes.

### **JOSÉ CARLOS REDAELLI**

Possui graduação em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Campinas (1977) e Mestrado em Engenharia Civil (2016) com a dissertação; Avaliação de Diferentes Estratégias de Aprendizagem entre Alunos da Graduação, Pós-Graduação e Especialização da Engenharia Civil-Área de Transportes: Aprendizagem Autorregulada. Atualmente é aluno regular de doutorado em Engenharia Civil - Transportes na Universidade Estadual de Campinas - Unicamp (2019).

### **JOSÉ JORGE MENDES DE FREITAS**

Engenheiro Mecânico. Mestre em Engenharia Mecânica. Doutor em Engenharia Mecânica

### **JOSÉ MARCOS RODRIGUES FILHO**

Graduado em Engenharia Civil. Pós Graduado em Gerência de Cidades (FAAP), Educação Matemática (UBM), Engenharia Urbana (UFRJ), Mestrado em Ciências de Ensino da Saúde e Meio Ambiente (UniFOA), atua há 37 na gestão de Escritório Técnico de Engenharia, com



projetos estruturais em vários Estados do país; como Coordenador do Curso de Engenharia Civil do UniFOA, atuando como pesquisador em Mobilidade Urbana com ênfase para Pessoas com deficiência.

### **JOSÉ MATHEUS LACERDA XAVIER**

Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Santa Maria (FSM). Atualmente atuo como Auxiliar Administrativo da empresa RALIGO CONSTRUÇÕES.

### **JOSÉ RAMON NUNES FERREIRA**

Possui curso técnico em Eletromecânica(2007), técnico em Informática (2007) e graduação CST em Automação Industrial pelo IFPB. Especialista (2016). Mestrando em Energias Renováveis pela UFPB. Pesquisador nas áreas relacionadas: Eletrônica de Potência; Programação Orientada a Máquinas; Arduino; Sistemas de Controle; Energias Renováveis.

### **JOSIANE DO SOCORRO AGUIAR DE SOUZA**

Docente do curso de Engenharia de Energia na UnB/FgA. Doutora e mestre em Desenvolvimento Sustentável pela Universidade de Brasília - UnB, Especialista em Sensoriamento Remoto pelo INPE, Graduada em Licenciatura e Bacharelado Em Geografia pela Universidade Federal do Amapá. Tem experiência na área de Sustentabilidade, energia e dinâmicas territoriais. Tem interesse em energia, ordenamento territorial, desenvolvimento sustentável, indicadores, gestão ambiental e planejamento.

### **JOVANI CASTELAN**

Coordenador Geral e Professor da Faculdade SATC (Criciúma/SC). Graduado em Licenciatura em Desenho (UDESC), Especialista em Automação Industrial (CTAI/UFSC); Especialista em Design (SATC/UFSC); Doutor em Engenharia de Minas, Materiais e Metalurgia (LdTM/PPGE3M/UFRGS), na linha de pesquisa de Engenharia Biomédica, com titulação de PhD validada pela Universidade de Aveiro/Portugal . Estágio Pós-doutoral no LdTM/UFRGS/CNPq. Representante Institucional, dirigente e líder de grupos de pesquisa do CNPq. Líder do Grupo de Pesquisa Laboratório de Prototipagem e Fabricação Digital. Tem experiência na área de Educação superior, atuando principalmente nos seguintes temas: docência, coordenação de curso, coordenação de ensino e formação de recursos humanos para docência superior.

### **JULIANA FERREIRA DE VALES**

Possui graduação em Logística com ênfase em Transportes pela Faculdade de Tecnologia da Zona Leste FATEC (2007), e Licenciada em Pedagogia (2010), possui pós-graduada em Engenharia de Produção (2015). Atualmente é professora do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza e Universidade Brasil como professora de Logística e Administração. Atualmente é coordenadora da Classe Descentralizada da ETEC da Zona Leste - CEU Azul da Cor do Mar. Foi professora do SENAC de cursos livres e atuando no VIA RÁPIDA EMPREGOS. Atualmente é aluna regular de Mestrado em Engenharia Civil área de atuação Transportes pela UNICAMP.

## **JULIO CESAR FERREIRA DOS PASSOS**

Foi Mediador Pedagógico da área de Engenharia de Produção da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP). Atuou como profissional nas áreas de Supply Chain e Engenharia de Produção exercendo atividades de análise da cadeia de suprimentos e processos produtivos, envolvendo rentabilidade das operações, projetos sistemas logísticos e transportes, análise custos e processos industriais (Votorantim e DHL). Obteve a Especialização em Engenharia de Produção (2015) na PUC Minas, Aperfeiçoamento em Educação a Distância e Metodologias Ativas (ABP) em (2016) e Mestrado (2018) em Engenharia Civil - Transportes pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Atualmente cursa Licenciatura em Matemática na Faculdade Anhanguera Educacional. Na Graduação (2005) concluiu Tecnologia Logística pela Faculdade de Tecnologia (FATEC). Formou-se em Automação Industrial - Mecatrônica (2002). Foi Professor da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (2012 a 2013) no curso de Logística e Transportes. Foi Professor em cursos de Graduação em Engenharia Civil e Pós-Graduação em Gestão Empresarial, Projetos e Operações Logísticas (2016) nas Faculdades Jaguariúna e Max Planck, respectivamente. Ministrou disciplinas de Administração da Produção e Gestão da Cadeia de Suprimentos na Faculdade Anhanguera. Atualmente é redator e produtor de conteúdo das áreas de Engenharia de Produção, Inovação Tecnológica e Supply Chain de Cursos de Pós-Graduação EAD. Realiza também pesquisas no Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes (LALT) da Unicamp. Durante sua atuação como mediador pedagógico orientou Projetos no curso de Engenharia de Produção aplicando metodologias ativas de aprendizagem tais como Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), Design Thinking e sessões de Fishbowl. Publicou diversos artigos em periódicos especializados e trabalhos em anais de eventos. Participa de eventos nacionais e internacionais de sua área de atuação. Em seu canal do YouTube dissemina e produz conteúdo das áreas de Engenharia, Cálculo, Matemática, Design Thinking e Gestão de Operações. É membro de bancas examinadoras de trabalhos de conclusão de curso e mentoria em sessões de Fishbowl. Atua principalmente nos seguintes temas: Metodologias Ativas de Aprendizagem, Design Thinking, Transporte, Logística, Engenharia de Produção e de Transportes.

## **LEONARDO HENRIQUE GONSIOROSKI**

Doutor em Engenharia Elétrica na PUC-RJ, na área de Concentração de Eletromagnetismo Aplicado aos Sistemas de Comunicações Móveis sem Fio. Concluiu o Mestrado em Engenharia Nuclear pelo Instituto Militar de Engenharia em 2002. Em 1998 graduou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Maranhão. Tem ainda dois cursos de extensão na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em Redes de Telecomunicações (2001) e Sistemas de Comunicações Pessoais (2001) e Atualmente é Professor Adjunto da Escola Naval das Disciplinas de Controle e Automação, onde ministra disciplinas de Controle e de Automação de Sistemas Eletrônicos, Mecânicos e de Armas. É também pesquisador do INMETRO na área de Telecomunicações e participa do grupo de rádio-propagação do CETUC da PUC-Rio, no desenvolvimento de projetos e consultoria de telecomunicações. É também coordenador de Cursos de Pós-Graduação da Universidade Estácio de Sá, coordenando as atividades acadêmicas e pedagógicas dos cursos de pós-graduação latu-sensu em Instalações Elétricas de BT e MT e também em Telecomunicações com ênfase em Planejamento de Redes e Comunicações Móveis. Trabalhou anteriormente como Professor RTI do departamento de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Gama Filho de 2009 a 2014, onde ministrou disciplinas de Controle I e II, Telecomunicações aplicadas a Engenharia de Controle, Eletrônica de Potência e Princípios de Telecomunicações. No âmbito executivo atuou como Gerente Nacional de Pós Vendas da APC by Schneider Electric. Auditoria de serviço pós-venda entregue por revendedores autorizados, Gerenciamento de Return Merchandise Authorization de todo o Brasil, Gerência de projetos e gestão de problemas, PDCA,

implantação de indicadores de desempenho, estabelecimento de metas e gestão financeira da área. Foi durante 6 anos Gerente Regional das áreas Comercial e de Pós-Vendas da Autotrac Comércio e Telecomunicações, empresa provedora de serviços de Rastreamento de Veículos via Satélite e via Celular. Responsável pela técnica de pré-vendas e atividades de pós-vendas desenvolvendo projetos comerciais complexos e de grande porte, estratégias de vendas, prospecção de novos negócios, projetos de soluções de logística de transporte de cargas aos clientes e parceiros e expertise em estratégias de melhoria da satisfação do cliente e rentabilidade do negócio.

### **LEONARDO HOLANDA LIMA**

Leonardo Holanda Lima é acadêmico de Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade de Fortaleza (UNIFOR). Bolsista PAVIC/UNIFOR em 2016. Bolsista pela CAPES/CNPQ em 2017. Monitor voluntário da disciplina de Ecossistemas Marinhos e Ambientes Costeiros em 2017 e monitor voluntário pela Universidade de Fortaleza da disciplina de Geologia Aplicada a Engenharia em 2018. Atualmente bolsista institucional pela Universidade de Fortaleza (PROBIC/UNIFOR) e monitor de ecossistemas marinhos e ambientes costeiros 2019.1. Membro da Rede BRASPOR de Pesquisadores. Conhecimento em geoprocessamento (ArcGIS), impactos na zona costeira e análise de risco costeiro. Criador do Perfil do Greenews, rede social voltada as questões ambientais.

### **LUIZ CARLOS DE CAMPOS**

Graduado em Física pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1970), Mestrado em Física Nuclear pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1981), Doutorado em Tecnologia Nuclear – Aplicações pela Universidade de São Paulo - INEN/CNEN/USP - (2002), Especialização em Exploring Space: the Classroom Connection, pela University of Alabama in Huntsville, USA, (1997) e Pós Doutorado em “Interdisciplinary Projects of Engineering Education Learning”, University of Minho, Portugal (2013). Tem experiência em Metodologias Ativas de Aprendizagem em Educação em Engenharia.

### **MANUEL ANTONIO PIRES CASTANHO**

Possui graduação em Tecnologia Mecânica pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo Unesp (1989), mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade São Francisco (2003), doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas-Unicamp (2013). Atualmente é Pesquisador II do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Metrologia Mecânica, atuando principalmente nos seguintes temas: gestão, calibração, sistemas de medições, rastreabilidade e garantia da qualidade. Experiência área de materiais em Solidificação de metais e ligas nos seguintes temas: solidificação unidirecional de metais e ligas em regime transitório de extração de calor.

### **MARCELA CRISTINA DE OLIVEIRA REY**

Graduanda em Engenharia de Produção pela Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de Produção (EEL/USP). Assessora de Gestão de Pessoas no Centro Acadêmico de Engenharia de Produção (CAEP) e voluntária no educacional do Projeto Criança Feliz (PCF).

### **MÁRCIA THELMA RIOS DONATO MARINO**

Graduação em Geologia pela Universidade de Fortaleza - UNIFOR (1984) , Especialização em Mapeamento Geológico pela Universidade Federal de Minas Gerais (1985), Mestrado e Doutorado em Geologia pela Universidade Federal do Ceará (2004/2014). Coordenou os cursos de Especialização em Gestão Ambiental e MBA em Perícia e Auditoria Ambiental da UNIFOR. Professora Adjunto-6 da UNIFOR, cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Civil. Experiência na área de Geociências, atuando, principalmente nos temas: impactos ambientais na zona costeira, morfodinâmica e ecossistemas costeiros, estudos ambientais e gestão ambiental. Membro da Rede BRASPOR de pesquisadores. . Editora da Revista Tecnologia (UNIFOR). Membro do Comitê de Ética da UNIFOR.

### **MARCO ANTONIO CARVALHO PEREIRA**

Engenheiro Químico e Mestre em Engenharia de Materiais pela FAENQUIL. Doutor em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da USP. Professor na Escola de Engenharia de Lorena da USP Professor em disciplinas de Engenharia de Produção e Engenharia da Qualidade. Atua nas áreas de Educação Empreendedora e Educação em Engenharia. Tem como foco o desenvolvimento de competências através de metodologias ativas de aprendizagem.

### **MARIA RAQUEL LOPES DE COUTO**

Graduanda de Engenharia de computação pela Universidade Federal do Ceará, campus Sobral. Bolsista do programa PIBITI desenvolvendo pesquisa sobre processamento digital de imagens e suas aplicações na indústria.

### **MARIA SANTOS COELHO**

Graduanda em Engenharia Química pelo Instituto Federal da Bahia (IFBA), já atuou como bolsista de Iniciação Científica através do simulador de processos químicos, PRO/II, e na área ambiental com a ferramenta Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Possui formação técnica em Petroquímica pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI).

### **MARIA VITORIA DUARTE FERRARI**

Professora Associada da Faculdade UnB Gama (FGA-UnB), Vice Coordenadora do LACIS (Laboratório do Ambiente Construído Inclusão e Sustentabilidade) da FAU/CDS/FGA-UnB, com dois eixos de pesquisa: Inovação e Sustentabilidade da Cadeia Produtiva da Indústria da Construção e Sistemas e Tecnologia de Gestão Ambiental, membro da equipe do Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído (PISAC). Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (1984), Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina (1997) e Doutora em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa (2004). Experiência docência de ensino superior, metodologias ativas, educação ambiental e formação de redes colaborativas para o exercício da responsabilidade ambiental e social, gestão integrada (ambiente, qualidade, saúde e segurança e responsabilidade), treinadora auditora líder e consultora em certificação ambiental, florestal e cadeia de custódia.

### **MARIANA BRETTAS MARTUSCELLI**

Estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação da Unidade Maracanã do CEFET/RJ. Foi membro do projeto de extensão Baja-SAE, atuando na área de Eletrônica. Atualmente é monitora da disciplina de Automação de Sistemas e membro do Laboratório de Inovações Tecnológicas do CEFET/RJ, atuando no desenvolvimento e execução de projetos que utilizam tecnologia assistiva.

### **MARINA RODRIGUES BROCHADO**

Professora Titular do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ. Possui graduação em Engenharia Civil pela Faculdade de Engenharia Souza Marques, Mestrado em Engenharia de Transportes e Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Pós-Doutorado na Ecole Nationale de L' Aviation Civile. É líder do Grupo de Pesquisa : Meio Ambiente e Eficiência Energética - MAEEN (CNPq/CEFET/RJ). Tem experiência em engenharia de transporte nos temas: planejamento de rodovias e de aeroportos, e na engenharia de produção nos temas: inovação e gestão da tecnologia, gerência da informação, gestão da qualidade, gestão ambiental e planejamento das instalações. Interesse na área de educação e tecnologia em especial metodologias ativas de aprendizagem.

### **NATHALIA SANTOS DO NASCIMENTO**

Aluna de Engenharia de Controle e Automação no CEFET/RJ. Participa do Laboratório de Inovação Tecnológica realizando projetos na área de Automação com a orientação do Prof. Paulo Lúcio Aquino. Possui experiência como monitora da disciplina de Física Térmica do departamento de Física do CEFET/RJ. Participa da equipe de Aeromodelismo do CEFET/RJ atuando na área de Estabilidade e Controle.

### **ORLANDO FONTES LIMA JR**

Professor Titular do Departamento de Geotecnia e Transportes da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da UNICAMP. Obteve a Livre Docência (2004) na UNICAMP, o Doutorado (1995) e Mestrado (1988) em Engenharia de Transportes pela Universidade de São Paulo. Na Graduação (1982) concluiu Engenharia Naval pela Universidade de São Paulo. Realizou Pós-Doutorado na Universidade Estadual de Campinas (2006) e na Bournemouth University (2007). Foi Professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (1990 a 1996). Atualmente é vice coordenador de Extensão e Eventos da FEC/UNICAMP e coordena o Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes (LALT).

### **OSCAR JOÃO ABDOUNUR**

possui graduação em Engenharia Eletrônica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1986); mestrado em Matemática pela Universidade de São Paulo (1993); doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo (1997); pós-doutorado em História da Ciência no Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte em Berlim (2001), onde recebeu o prêmio Lorenz Krüger oferecido a pesquisas relacionando história e filosofia da ciência; e pós-doutorado em História e filosofia da ciência no Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte (2008) em Berlim. Atualmente é professor associado/livre-docente (livre-docência em 2003) do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, onde coordena o grupo de pesquisa Epistemologia, Didática e História da Matemática; pesquisador visitante frequente no Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte em Berlim desde 2001 para fins de desenvolvimento de projetos comuns relacionados ao Desenvolvimento Histórico das relações

entre matemática e música, bem como à Globalização do conhecimento matemático; bolsista de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; consultor ad hoc da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, da Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco; parecerista da revista da sbhc da Sociedade Brasileira de História da Ciência; consultor ad hoc do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -- CNPq -- e consultor ad hoc da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior ? CAPES. Tem experiência na área de História, Epistemologia e Didática da matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: interrelações históricas entre matemática e música, história da matemática, teorias de razão e proporção, heurística e pensamento analógico, globalização e internacionalização do conhecimento matemático e educação matemática. Além disso, coordena o projeto da exposição intitulada "Matemática e Música" a ser realizada no Museu Parque Cientec, com apoio do CNPq como parte dos Projetos de Difusão e Popularização da Ciência e Tecnologia. Em 2012, foi promovido para Professor Associado 2 e em 2013, para Professor Associado 3 da Universidade de São Paulo.

### **OYRTON AZEVEDO DE CASTRO MONTEIRO JUNIOR**

Possui graduação Bacharelado em Química pela Universidade de Fortaleza (1989), especialização em Metodologia do Ensino de Química pela Universidade Estadual do Ceará (1992) mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba (1995) e doutorado em Química Inorgânica pela Universidade Estadual de Campinas (1999). Atualmente é professor titular da Universidade de Fortaleza, no curso de graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária e no Mestrado Profissional em Ciências da Cidade, Coordenador do curso de Eng. Ambiental e Sanitária da UNIFOR, Coordenador do Núcleo de Pesquisa do CCT, Conselheiro do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará (COEMA), conselheiro do Conselho de Recursos Hídricos do Ceará (CONERH), membro da Câmara Setorial da Indústria Química do Ceará, Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental do Ceará (CIEA-CE), foi membro da Agenda 21 do Município de Fortaleza. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química Inorgânica, Ambiental e Biopolímeros, atuando principalmente nos seguintes temas: biopolímeros; modificação química de sílica gel, vidro, LCC, quitina e quitosana para adsorção de metais pesados e proteínas; calorimetria; tratamento de águas e efluentes; aproveitamento, reuso e tratamento de resíduos sólidos; líquido da castanha de caju LCC. Atualmente é líder do Grupo de Pesquisa de Materiais da UNIFOR e coordenando os seguintes projetos: Modificação química da quitina, quitosana, sílicas e esferas de vidro para adsorção de metais pesados; Desenvolvimento de uma nova metodologia para o aproveitamento do lodo (ANEEL/ENDESA); Avaliação dos resultados da Aplicação da Abordagem de Produção mais Limpa no Processo de Modelagem de um Consórcio Empresarial de Responsabilidade Socioambiental (RSA). Participa dos projetos: Estudo e desenvolvimento de hidrogéis nanoparticulados de quitosana com polissacarídeos aniônicos para liberação controlada de fármacos; Programas Pró-Sustentabilidade multi-organizacionais.

### **PALOMA DE OLIVEIRA CAMPOS XAVIER**

Doutoranda em Modelagem Matemática e Computacional pelo Centro Federal Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG); Mestre em Modelagem Matemática e Computacional pelo CEFET-MG (2014) ; Especialista em Matemática Financeira e Estatística no Instituto Brasileiro de Ensino (2012); Especialista em Gestão Financeira pela PUCMG (2009); Possui Licenciatura Plena em Matemática pela UTRAMIG (2011); Graduada em Ciências Econômicas pela PUCMG (2007); Atualmente Leciona Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Geometria Analítica e

Álgebra Linear, Estatística e Probabilidade para os cursos de Engenharia, Sistemas de Informação e Graduação Tecnológica do Centro Universitário Una.

### **PAULO LÚCIO SILVA DE AQUINO**

Professor Titular do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ. Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Mestrado em Engenharia Elétrica pelo IME e Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atualmente é chefe do Departamento de Engenharia de Controle e Automação da Unidade Maracanã do CEFET/RJ.

### **PAULO URBANO AVILA**

Doutorando no Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências na USP - Universidade de São Paulo (FEUSP/IFUSP/IMEUSP). Mestrado em Engenharia Elétrica pela UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas (tema: Desenvolvimento de equipamento de simulação e calibração para aplicações automotivas embarcadas). Bacharelado e Licenciatura em Física. PUC Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Pós-Graduação (Lato Sensu) em Magistério para o Ensino Superior no Centro Universitário Belas Artes São Paulo. Lecionou no Centro Universitário Belas Artes de São Paulo (nos cursos de Design, Relações Internacionais, Rádio e TV, Música e Fotografia); Faculdade de Tecnologia SENAI – Sistemas Automotivos Pós Graduação (Lato Sensu) Anhanguera Educacional (Engenharia Automotiva e Ergonomia) Pós Graduação (Lato Sensu) do SENAI (Motor de Combustão Interna). Membro Comitê de Educação do Congresso SAE Brasil - Society of Automotive Engineers, da SBF - Sociedade Brasileira de Física e do Centro de Estudos IPAE Instituto de Pesquisas e Administração da Educação. Professor na Faculdade Sumaré e na FATEC.

### **PEDRO BRAGA DA SILVA**

Acadêmico em Engenharia Civil pela faculdade Santa Maria de Cajazeiras-PB. Integrante do projeto de Otimização de estruturas utilizando algoritmos genéticos híbridos em linguagem de programação. Monitor acadêmico das disciplinas Resistência dos Materiais e Cálculo I.

### **RAFAEL WANDSON ROCHA SENA**

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (2012); Mestre em Engenharia Civil em Estruturas pela Universidade Federal do Ceará (2015). Especialista em Docência no Ensino Superior (2017). Atualmente professor do curso de Engenharia Civil na Faculdade Santa Maria (Cajazeiras-PB).

### **RAPHAELL MACIEL DE SOUSA**

Possui o curso técnico em Eletromecânica (2008) e graduação no CST em automação industrial pelo IFPB\Cz (2008), especialista (2009), mestre (2011) e doutor (2014) em engenharia elétrica e computação pela UFRN. Graduação em Engenharia da Computação pela Uninter (2018 - em andamento). Desde de 2009 é professor do IFPB\Cz, atualmente é coordenador do GPCAR (Grupo de Pesquisa em Controle, Automação e Robótica). Seus interesses em pesquisas estão relacionados com robótica móvel, teoria de controle, machine learning, visão computacional, self-driving cars e drones.

**REGINALDO FLORÊNCIO DA SILVA**

Possui graduação em Engenharia de Controle e Automação pela Universidade de Fortaleza (2018). Atualmente é aluno de mestrado (primeiro semestre) no curso de Engenharia de Software na Universidade Estadual do Ceará e pesquisador no Instituto de Desenvolvimento Estratégia e Conhecimento (IDESCO) na área de acessibilidade no chão de fábrica.

**RENELSON RIBEIRO SAMPAIO**

Pós-Doutorado no Departamento de Sociologia, University of Wisconsin Madison, Doutorado (PhD) na área de Economia da Inovação no Science Policy Research Unit - SPRU, University of Sussex, Inglaterra (1986), Mestrado (MSc) em História e Estudos Sociais da Ciência - University of Sussex, Inglaterra (1979). Pós-graduação em Física Matemática Departamento de Matemática / Física na Universidade de Brasília 1974-75), Física - Departamento de Física da UFMG (1970/73). Professor Associado no Centro Universitário SENAI CIMATEC, Linhas de pesquisa: Geração e disseminação de conhecimento e Modelagem de dinâmica de sistemas.

**ROGÉRIO MOREIRA LIMA SILVA**

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Maranhão (2000), Mestrado em Telecomunicações pelo Instituto Militar de Engenharia (2004) e Doutorado em Telecomunicações pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (2011). Atualmente é Professor Adjunto I na Universidade Estadual do Maranhão . Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: Redes de Comunicações Móveis , Sistemas Rádio, Caracterização de Canal de Rádio Propagação Móvel

**RÔMULO NUNES DE CARVALHO ALMEIDA**

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará (2005). Mestre na área de Controle de Processos pela Universidade Federal do Ceará (2007). Atualmente é professor efetivo do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Ceará do Campus de Sobral e contribui como pesquisador no Grupo de Pesquisa Automação e Robótica da UFC. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Engenharia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: Controle de Processos industriais, Máquinas Elétricas e Identificação de Sistemas.

**SAMUEL ASSIS DOS SANTOS**

Acadêmico em engenharia civil pela FSM, Faculdade Santa Maria, Cajazeiras PB. Atua como técnico em edificação na empresa Execut, graduado pelo IFPB, Sócio proprietário da SS engenharia.

**SANDRA ELOI FERREIRA NOGUEIRA**

Possui graduação em Matemática pelo Instituto Federal do Maranhão(2003). Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Matemática Aplicada.

**SAYONARA NOBRE DE BRITO LORDELO**

Graduada em Pedagogia (1995), com Mestrado em Educação pela Universidade Federal da Bahia (2006) e Doutorado em Educação pela Universidade Federal da Bahia (2011). Na Secretaria de Educação do Estado da Bahia atua como coordenadora pedagógica em escolas da Rede Estadual de Ensino. No Centro Universitário SENAI CIMATEC atua como professora



adjunta, e coordenadora pedagógica nos cursos de graduação. Na área de educação possui experiência em vários temas, a citar: Formação de Docentes, Projetos Educacionais para ONGs, Metodologia do ensino, Pedagogia nas Organizações, Gestão Escolar, Educação de Jovens e Adultos, Avaliação Educacional, Docência no Ensino Superior, EAD, Coordenação Acadêmica, Elaboração de cursos de graduação bacharelados e tecnológicos.

### **SOLANGE DIAS DE SANTANA ALVES**

Historiadora. Doutoranda em História Social

### **SUELLY HELENA DE ARAÚJO BARROSO**

Engenheira Civil pela UFC. Pós-Doutora pela NCSU/USA. Mestre e Doutora em Engenharia de Transportes pela USP. É Professora Associada da UFC. Atua na área de pavimentação com ênfase em solos, imprimação, revestimentos delgados e uso de resíduos. Foi coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes (PETRAN), tendo implantado o Programa de Doutorado desta Pós-Graduação. É orientadora de mestrado e doutorado do PETRAN. É Coordenadora da área de Solos do Laboratório de Mecânica dos Pavimentos (LMP) da UFC. É Coordenadora e membro de equipe de vários projetos financiados pela Petrobras, Finep, CNPq, FUNCAP, dentre outros, na área de pavimentação.

### **TARSO BARRETTO RODRIGUES NOGUEIRA**

Graduado em Engenharia Mecânica pela Escola Politécnica (1992) da UFBA, com especialização em Tecnologias de Integração da Manufatura (UFBA) e mestrado em Mecatrônica pela Universidade Federal da Bahia (2007). Atualmente, é Pró-Reitor de Graduação do Centro Universitário SENAI CIMATEC, onde também é o Procurador Institucional. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Metrologia, Engenharia Reversa e Certificação Profissional. Dedica-se à pesquisa em habilidades sociais na formação do engenheiro, tema de seu doutorado.

### **TATIANA GESTEIRA DE ALMEIDA FERRAZ**

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Bahia (1998) e com Formação Pedagógica pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2009). Possui mestrado em Engenharia Civil (Engenharia de Estruturas) pela Universidade de São Paulo (2001) e MBA Executivo em Gestão Empresarial da Construção (2008). É doutoranda em Gestão e Tecnologia Industrial no Centro Universitário SENAI CIMATEC, desenvolvendo pesquisa sobre o tema construção e avaliação de competências no ensino de engenharia. Atualmente é Pró Reitora Administrativo Financeira do Centro Universitário SENAI CIMATEC.

### **VANDILBERTO PEREIRA PINTO**

Atualmente é professor Adjunto IV do curso de Engenharia Elétrica e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Computação da UFC (PPGEEC-UFC) da Universidade Federal do Ceará no Campus de Sobral. Realizou o estágio de Pós-doutorado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA (2017).Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará (2012), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará (2007),Especialização em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará (2004),graduação em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (2001),formação Técnica e tecnológica Pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará em Telecomunicações (1998). Tem experiência sistema de potências, fontes alternativas, Controle e Automação Industrial,

controle de sistemas eólicos, Robótica, otimização e teoria de controle atuando principalmente nos seguintes temas: controle ótimo e Robusto, Estimação, Filtro de Kalman, Inteligência artificial (IA), restrições tipo desigualdades matricial linear (LMI), sistemas eólicos, Robótica Móvel e detecção e diagnóstico de falhas em sistemas dinâmicos.

#### **VICTOR FREITAS VINCE ALVES**

Membro do grupo estudos e pesquisa em automação e robótica da universidade de Fortaleza (UNIFOR). Participação na pesquisa e desenvolvimento de um sistema de mapeamento remoto usando conhecimento slam e sistema operacional ROS (2017.2). Monitor da disciplina de Controladores Lógicos e Programáveis (CLP) da Universidade de Fortaleza durante o ano de 2018. Pesquisador bolsista da Universidade de Fortaleza pelo período de (2018.2) e (2019.1).

#### **WASHINGTON DE MACEDO LEMOS**

Pesquisador da área de educação e processos de tomada de decisão. Engenheiro de produção pela UERJ, Mestre em Gestão e Inovação pela COPPE/UFRJ e doutorando em Processo decisório na COPPE/UFRJ. Coordenador do curso dos cursos de Administração e Logística da AEDB e do Grupo de Estudos em Metodologias Ativas de Ensino-aprendizagem da AEDB (GEMAA).

#### **WESLEN NERI DE LIMA**

Graduado em Engenharia Civil (UniFOA), Especialização em Topografia e Sensoriamento Remoto (UCAM), atua como engenheiro civil e docente em cursos de graduação em Engenharia Civil e Pós graduação em cálculo estrutural. Leciona as disciplinas Concreto Armado I, Concreto Armado 2, Estruturas Especiais e Protendidas, Isostática, Estrutura de Aço e Madeira e Topografia e Geodésia no curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB/FERP), também leciona as disciplinas Modelagem computacional em Instalações Prediais, Modelagem Computacional em Estruturas Prediais e Topografia 1 e 2 no curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Volta Redonda (UniFOA). Além de Engenheiro Civil atuante nas áreas de Concreto Armado e Estruturas Metálicas.

#### **YUSSEF PARCIANELLO**

Possui graduação em Sistemas de Informação pela Universidade Luterana do Brasil (2010), especialização em Desenvolvimento de Soluções Corporativas Web pela Universidade Luterana do Brasil (2012), em Mídias na Educação pelo Instituto Federal de Santa Catarina (2018) e em Docência para a Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Santa Catarina (2019). Atualmente é professor de informática do Instituto Federal de Santa Catarina - Campus São Miguel do Oeste.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7042-083-1



9 788570 420831