



EDUCAÇÃO NO SÉCULO XXI

Engenharia

50
VOLUME



Editora Poisson
(organizadora)

Educação no Século XXI - Volume 50

Engenharia

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2019

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais
Ms. Davilson Eduardo Andrade
Dra. Elizângela de Jesus Oliveira – Universidade Federal do Amazonas
Msc. Fabiane dos Santos
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
Ms. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E24

**Educação no Século XXI - Volume 50 -
Engenharia/Organização: Editora
Poisson Belo Horizonte-MG: Poisson, 2019**

Formato: PDF

ISBN: 978-85-7042-195-1

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

**1. Educação 2. Ensino Superior 3. Engenharia
I. Título**

CDD-370

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

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Nova proposta de ensino-aprendizagem utilizando a robótica como ferramenta educacional 07

Kleber Dias Moreira, José Hélio de Souza, Luís Paulo Tolentino Fernandes, Marcel Veloso Campos

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.01

Capítulo 2: Robótica educacional como ferramenta de redução da evasão nos cursos de Engenharia Elétrica e de Computação 14

Adriel de Oliveira Freitas, Diego Martins Gomes Saraiva, Francisco Rogério Leite de Macêdo, Vandilberto Pereira Pinto, Rômulo Nunes de Carvalho Almeida, Alane Teixeira Rodrigues, Robson Lopes de Couto

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.02

Capítulo 3: Desenvolvimento de uma plataforma para o aprendizado em Robótica com base no Robô Scara 23

Victor Rafael Bezerra Maciel, Raphael Santana Galdino, Alexsandro Ferreira de Barros Júnior, Rafael Bezerra Correia Lima

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.03

Capítulo 4: Soluções da engenharia de baixo custo, para atender a questões de mobilidade reduzida para pessoas com deficiência 32

Bianca Lima e Santos Figueiredo, Ivonete Maciel Lima Oliveira, Aldi Rui Morais Silva

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.04

Capítulo 5: Construção de um experimento didático para análise de altura manométrica total – AMT 39

Luiz Carlos Cordeiro Júnior, Ruan Miguel de Melo Fenna, Rafael Costa da Silva, Fábio Guedes Alexandre Filho, Jônatas Durante Lopes

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.05

Capítulo 6: Desenvolvimento de sistema de controle de nível no âmbito didático como forma de complemento ao estudo da Teoria de Controle Moderno 47

Victor Rocha Silva, José Marcelo Gracioli Vilas Boas, Creverson Moraes Nazário, Robson Rogério Dutra Pereira, Ronan Marcelo Martins

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.06

SUMÁRIO

Capítulo 7: Formando engenheiros em perspectiva CTS: Um perfil de competências demandadas pelo mercado de trabalho na área têxtil do Vale do Itajaí 55

Brenda Teresa Porto de Matos, Marilise Luiza Martins dos Reis Sayão, Larissa Satomi da Costa

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.07

Capítulo 8: Aprendizagem baseada em projeto em cursos de graduação e qualificação profissional em engenharia: Um relato de experiência..... 73

Mário Lucio Roloff, Eduardo Bidese Puhl, Micheli Cristina Starosky Roloff, Caio César Oba Ramos

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.08

Capítulo 9: Aprendizagem baseada em problemas (PBL): Um relato de experiência em cursos de engenharia da UFSC, Campus Joinville. 83

Elisete Santos da Silva Zagheni, Elyelton Cesar de Souza Lima, Andréia de Fátima Artin, Bruna Lidvina Hoepers, Michele Seferino Tonolli, Thiago Luiz Martins, Giovanni Brighente Silveira, Édina Fernanda Pagani

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.09

Capítulo 10: Atividades complementares: Importância e formação integral de estudantes de Engenharia Química..... 92

Pedro Prates Valério, Daniel Bastos de Rezende, Ana Brandao Belisário, Taís Resende Costa, Marcelo Cardoso

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.10

Capítulo 11: O *Design Thinking* como metodologia de projeto aplicada na Disciplina de Introdução à Engenharia: O projeto “OPENFAB” 100

Claudia Alquezar Facca, Patricia Antonio de Menezes Freitas, Hector Alexandre Chaves Gil, Felipe Perez Guzzo, Ana Mae Tavares Bastos Barbosa

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.11

Capítulo 12: O uso do *Software* geogebra como ferramenta no Ensino de Cálculo Diferencial e Integral I 109

Thelma Pretel Brandão Vecchi, Vinicius Guimarães de Oliveira

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.12

SUMÁRIO

Capítulo 13: A física como contexto para situações de ensino de cálculo, estatística e probabilidade em cursos de engenharia..... 118

Gabriel Loureiro de Lima, Maria Inez Rodrigues Miguel, Lydia Rossana Ziccardi Vieira, Ana Maria Velloso Nobre

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.13

Capítulo 14: Projetos de modelagem integrando conhecimentos ambientais e estatísticos na formação de Engenheiros..... 130

Dilson Henrique Ramos Evangelista, Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki, Cristiane Johann Evangelista

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.14

Capítulo 15: Infraestrutura da tecnologia da informação do Macrolaboratório de Controle Automático da UNL para um ambiente virtual de aprendizagem 136

Jose Leonardo Benavides Maldonado, Hernan Fabricio Alvarado Romero, Jhon Alexandre Calderon Sanmartín, Vilma Estefanía Salinas Nalvay, Luis Roberto Jácome Galarza, Jorge Michael Valarezo Riofrio, Ademar Gonçalves da Costa Júnior

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.15

Capítulo 16: Programa Biogama – Da conscientização ambiental à formação de novos engenheiros de energia 143

Vanessa Alvim Alves, Breno Amadeus Sales Marinho de Sousa, Maria Aparecida Vieira Carvalho, Thiago Carvalho Bezerra de Lima, Andréia Alves Costa, Patrícia Regina Sobral Braga

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.16

Capítulo 17: Avaliação das ações do Projeto Cidadania na Civil..... 150

Júlia Beatriz Saugo Milani, Gustavo Lacerda Dias, Sérgio Luiz Dallagnol, Heloíza Aparecida Piassa Benetti, Normélio Vitor Fracaro

DOI: 10.36229/978-85-7042-195-1.CAP.17

Autores:..... 157

Capítulo 1

Nova proposta de ensino-aprendizagem utilizando a robótica como ferramenta educacional

Kleber Dias Moreira

José Hélio de Souza

Luís Paulo Tolentino Fernandes

Marcel Veloso Campos

Resumo: Para auxiliar os alunos no aprendizado de diversas áreas do conhecimento, a robótica exerce um papel de destaque e de grande aceitação junto ao público jovem, devido sua forma divertida e agradável, através de inúmeras possibilidades de movimentos, luzes e sons, resultando numa maior motivação para os estudos de conceitos multidisciplinares e interdisciplinares. Este trabalho consiste em demonstrar o desenvolvimento de um robô como ferramenta de apoio no processo ensino-aprendizagem, sendo esta aplicada na disciplina de Introdução a Engenharia de Sistemas na Universidade Estadual de Montes Claros e em disseminar este curso superior e sua instituição, como projeto de extensão, em escolas de ensino básico, através das plataformas construídas. Para desenvolvimento, controle e programação do robô foi utilizada a plataforma de hardware e software livre Arduino, no qual será explorado a cultura da programação, da eletrônica básica e da interdisciplinaridade, visando despertar o interesse e o envolvimento dos alunos do ensino básico e superior em várias áreas do conhecimento e popularizar a ciência da tecnologia e da inovação.

Palavras-chave: Robótica, Hardware livre, Software livre e Arduino.

1. INTRODUÇÃO

Novas metodologias de ensino têm sido exploradas com o uso de tecnologias, sendo esta uma nova temática que deverá ser mais utilizada para melhorar a forma de conduzir o ambiente educacional. No Brasil embora haja tecnologias que possam influenciar de forma positiva na aprendizagem, infelizmente há uma barreira significativa que impede o avanço nessa área, que é justamente a falta de incentivo e de experiência para conduzir da melhor forma possível o seu uso. Em determinados países os incentivos na área da robótica vêm trazendo grandes avanços na área educacional, pois a mesma facilita o entendimento sobre múltiplos campos do conhecimento. De acordo (SALOMON, 1993) inquestionavelmente, o progresso científico e tecnológico tem gerado, a longo prazo, muitos benefícios aos países industrializados e, recentemente, para os países em desenvolvimento. Isso ajuda no processo ensino-aprendizagem, pois o professor com auxílio dos robôs tem total capacidade de promover uma melhora na qualidade de suas aulas, despertando o interesse dos seus alunos e contribuindo para popularizar a ciência e a diminuição da evasão escolar, principalmente, nos anos iniciais da engenharia.

Para incentivar e demonstrar o desenvolvimento da robótica voltado para educação foi realizada o desenvolvimento de um robô utilizando hardware e software livre com alguns componentes básicos para sua locomoção e interatividade com o meio, podendo ser utilizado em vários desafios de forma divertida e ao mesmo tempo educativa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O protótipo foi desenvolvido em Arduino e a programação realizada na própria IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino, utilizando o ambiente de programação visual *Ardublock*, que permite ao usuário a programação com blocos de códigos pré-definidos. O Arduino é uma plataforma de hardware e software livre utilizada para criação de projetos. Esta plataforma tem mostrado um importante potencial didático e pode ser aplicado na educação em seus mais diversos níveis, auxiliando na criação de vários projetos que necessitem de tecnologia de hardware em algum aspecto. Por ser uma ferramenta simples e dinâmica, seu uso pode variar entre atividades escolares práticas e projetos considerados complexos.

2.1. BENEFÍCIOS PEDAGÓGICOS DA ROBÓTICA

A robótica no seu âmbito educacional busca trazer de forma divertida e lúdica o conhecimento de algumas disciplinas, que muitos alunos apresentam dificuldades e resistência no seu aprendizado. Através da robótica é possível trabalhar com os alunos a prática de conceitos teóricos.

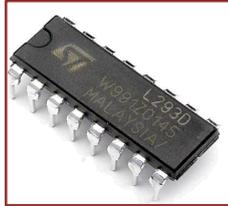
Segundo (MUBIN et al., 2013), a robótica está iniciando um processo de integração no dia a dia das nossas vidas, ambos em casa ou na escola. Este impacto social é mais absorvido pelas crianças e jovens onde os robôs podem ser usados para o desenvolvimento e crescimento intelectual. Como consequência, uma grande atenção tem sido dada sobre como os robôs de fins educacionais podem ser integrados à vida escolar dos jovens. Com o contínuo advento da tecnologia, vale a pena entender o potencial dos robôs como ferramenta adicional para uma aprendizagem mais promissora e eficaz.

As principais vantagens pedagógicas da robótica são: Desenvolver o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos; favorecer a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como: matemática, física, eletricidade, eletrônica e mecânica; aprimorar a motricidade por meio da execução de trabalhos manuais; permitir e testar em um equipamento físico o que aprenderam utilizando na teoria ou em programas “modelos” que simulam o mundo real; transformar a aprendizagem em algo positivo, tornando bastante acessível os princípios de Ciência e Tecnologia aos alunos; estimular a leitura, a exploração e a investigação; preparar o aluno para o trabalho em grupo; estimular o hábito do trabalho organizado, uma vez que desenvolve aspectos ligados ao planejamento, execução e avaliação final de projetos (NETTO, 2016).

2.2. ESTRUTURA FÍSICA

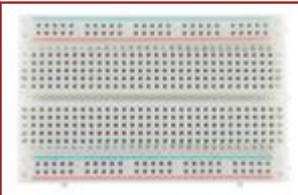
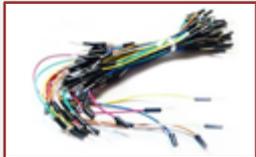
Para a montagem do robô foi utilizado a placa Arduino Uno, sensores, motores, leds e alguns outros componentes como listados na tabela 1.

Tabela 1 - Componentes utilizados para desenvolvimento do robô.

Quantidade	Descrição	Imagem do componente
1	Kit Chassis Completo para Smart Car Arduino	
1	Arduino Uno	
1	Circuito Integrado L293D	
1	Sensor Ultrassônico	
1	Servo Motor	
1	Buzzer	

(continuação)

Tabela 1 - Componentes utilizados para desenvolvimento do robô.

Quantidade	Descrição	Imagem do componente
1	Protoboard com 400 furos	
2	Leds	
2	Resistores 100 Ohms	
30	Jumpers	
1	Suporte para bateria 9v	
1	Bateria 9v	

2.3.FERRAMENTAS DE PROGRAMAÇÃO

A própria IDE do Arduino possui uma linguagem própria que utiliza como base a linguagem C e C++, e ainda permite a introdução de ambiente de programação visual, como a Ardublock, onde é possível criar programas através da montagem de blocos já definidos, não necessitando assim digitar estruturas de códigos. Com este ambiente é possível realizar a programação de alguns componentes listados na tabela 1.

O software Ardublock é uma aplicação gráfica desenvolvida em Java que é executado dentro da IDE do Arduino e utiliza blocos de funções prontas, sendo equiparados a funções de uma linguagem de programação, possuindo assim uma vasta possibilidade de utilização e aplicação. Este aplicativo é uma maneira muito conveniente que leva as pessoas a começarem a aprender a programar. (BENHISSI, 2014).

2.4.MONTAGEM E APRESENTAÇÃO

Como o projeto foi proposto para ser uma ferramenta educacional desenvolvida pelos alunos de graduação de ano inicial, mas utilizados pelos estudantes da educação básica, teve-se o cuidado de escolher uma estrutura mecânica e eletrônica mais simples possível, com a devida preocupação com a aparência do robô. Então, foi construída uma face atrativa e lúdica feita de isopor para despertar a atenção das crianças, conforme apresentado na Figura 1. Na figura 2, o robô montado é apresentado com indicações e nomes dos componentes utilizados, com a finalidade de ensinar o nome das peças.

Figura 1 – Frente do Robô.

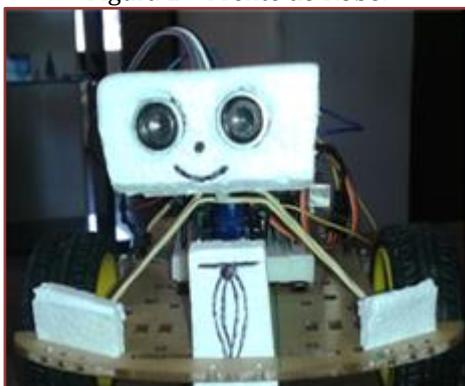
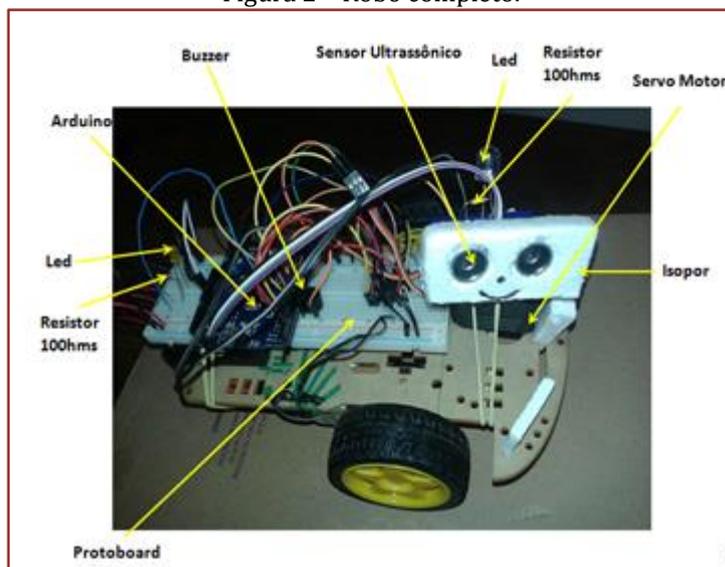


Figura 2 – Robô completo.



O robô foi montado e apresentado no evento denominado Arduino Day na cidade de Janaúba-MG. Uma palestra foi ministrada para alunos e professores falando sobre a implantação da robótica nas escolas, de acordo ilustrado pela figura 3, no qual foi muito aceito pelos ouvintes. Também na Escola Adventista de Montes Claros-MG foi ministrada uma aula com foco na popularização da ciência da tecnologia e da Inovação, conforme apresentado na figura 4. Nesta oportunidade o robô foi utilizado com caráter interdisciplinar mostrando aos alunos a importância sobre os pontos cardeais da disciplina de geografia.

Figura 3- Apresentação no Arduino Day.



Figura 4 - Apresentação na Escola Adventista.



3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi realizada a construção de um robô para ser utilizado na educação, com a finalidade de aprimorar a prática do ensino de disciplinas teóricas e despertar o interesse dos alunos em aprender sobre robótica e disciplinas afins. Também é importante destacar que o projeto promove a inclusão digital e desperta os alunos para a área de ciência e tecnologia. Desta forma, nota-se que a melhor maneira para conduzir essa experiência foi introduzi-la na educação básica, através dos alunos de graduação, pois ambos os estudantes, universitários e de ensino básico serão beneficiados por estarem inseridos neste ambiente de tecnologia e inovação e no processo de ensino-aprendizagem.

Na Universidade, onde o projeto teve origem, obteve-se a experiência de inserir a robótica de maneira interdisciplinar como incentivo para as disciplinas futuras e desta forma pretende-se como trabalho futuro capacitar os professores de diversas áreas para que possam utilizar o robô em suas aulas e colher os seus benefícios.

4. AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a aqueles amigos e professores que acreditaram no projeto e todos que nos apoiaram de forma direta e indireta. Também às instituições que nos deram a oportunidade para apresentação deste projeto.

REFERÊNCIAS

- [1] Alimisis, Dimitris; Boulougaris, George. Robotics in physics education: fostering graphing abilities in kinematics. Proceedings of 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education, Padova, p. 2-10, 2010.
- [2] Arduino. What is Arduino?. Disponível em: <<http://arduino.cc>> Acesso em: 15 Jun. 2016.
- [3] Benhissi, M. Visual Programming Languages and Ardublock. Disponível em: <<http://blog.ardublock.com/2014/09/04/visual-programming-languages-and-ardublock>> Acesso em: 15 Jun. 2016.
- [4] Jamieson, P. Arduino for Teaching Embedded Systems. Are Computer Scientists and Engineering Educators Missing the Boat?. International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering, Las Vegas, p. 16-19, July 2011.
- [5] Mubin, O. et al. A Review of the Applicability of Robots in Education. Technology for Education and Learning, v. 1, n. 1, 2013.
- [6] Netto, A. V., Robótica na educação. Disponível em: <<http://www.xbot.com.br/robotica-na-educacao/>> Acesso em: 15 Jun. 2016.
- [7] Ortolan, I. T. Robótica Educacional: uma experiência construtiva. 2003. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- [8] Pocho, C. L.; Aguiar, M. M.; Sampaio, M. N.; Leite, L. S. Tecnologia Educacional: Descubra suas possibilidades na sala de aula. Vozes, Petrópolis, 2004.
- [9] Salomon, Jean-Jacques; Sagasti, Francisco; Sachs-Jeantet, Celine. Da tradição à modernidade. Estudos Avançados, v. 7, n. 17, p. 07-33, 1993.
- [10] Zilli, S. R. A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas. Dissertação de Mestrado. 2004. Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

Capítulo 2

Robótica educacional como ferramenta de redução da evasão nos cursos de Engenharia Elétrica e de Computação

Adriel de Oliveira Freitas

Diego Martins Gomes Saraiva

Francisco Rogério Leite de Macêdo

Vandilberto Pereira Pinto

Rômulo Nunes de Carvalho Almeida

Alane Teixeira Rodrigues

Robson Lopes de Couto

Resumo: Nas Universidades brasileiras, particularmente nos cursos de engenharia elétrica e de computação ainda é notório o alto índice de evasão de alunos devido ao grande número de disciplinas de cálculo, física e lógica de programação que definem os dois primeiros anos. Atualmente os alunos dos cursos de tecnologia necessitam de uma forma de aprendizado que envolva os conhecimentos teóricos adquiridos em aulas com a prática. Diante desse cenário o presente trabalho visa introduzir aplicações gerais de robótica através do Kit Robô 2WD utilizando plataforma Open Source e Hardware Livre com o objetivo de dinamizar as técnicas de ensino-aprendizagem com o intuito de estimular os alunos a permanecerem nos cursos de engenharia elétrica e de computação da Universidade Federal do Ceará-Campus de Sobral, reduzindo assim o alto índice de evasão.

Palavras-chave: Robótica Educacional, Ensino, Aplicação, Engenharia, Motivação.

1. INTRODUÇÃO

O índice de desistência nos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação é extremamente alto nas universidades como um todo. Em 2011, o número de vagas ofertadas anualmente para os cursos de engenharias era de 247 mil, no entanto, somente 40 mil profissionais concluíam o curso por ano (FILHO, 2012). A situação fica mais crítica quando se analisa apenas os profissionais que se formam no curso de engenharia elétrica. De acordo com o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea) do total de profissionais registrados, 1.003.387, apenas 12,16% são engenheiros eletricitas, ao passo que 20,16% são profissionais da engenharia civil (PINTO, 2012). Um dos motivos dessa evasão se dá devido à falta de motivação por estudar apenas a teoria e não ver uma aplicabilidade nos primeiros anos do curso. É visando reduzir essa desmotivação que o ensino da robótica em âmbito universitário é aplicado.

BUCKHAULTS (2009) Apresenta um projeto, denominado FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology), o qual constitui em uma competição internacional de robótica destinada a inspirar os alunos do ensino médio a seguirem carreiras em ciência e tecnologia. Através de um desafio realizado anualmente, os alunos (em equipe) projetam robôs para competir com outras equipes de todo mundo. Observa-se que cada um dos trabalhos citados utiliza uma abordagem diferente de ensino, no entanto, possuem o objetivo comum de utilizar a Robótica como instrumento que pode despertar o interesse pela área tecnológica.

BENITTI ET AL (2010) destaca que várias iniciativas vêm surgindo, principalmente por universidades americanas, visando atrair alunos do ensino básico às áreas de Engenharia e tecnologia através da utilização da Robótica como ferramenta motivacional.

BROCKVELD JR ET AL (2011) destaca que a falta de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro vem preocupando os principais setores governamentais e industriais. Desta forma, aumentar o interesse de jovens para cursos de engenharia é uma ação afirmativa.

No estudo da robótica, BACAROGLO (2005) salienta que o importante dentro de uma dinâmica de trabalho com alunos em uma aula é criar condições para discussão e promover abertura, de modo que todos os alunos e professores participem apresentando sugestões na resolução dos problemas. Destaca também a importância de se criarem problemas para serem solucionados, pois as dificuldades servem para explorar a capacidade do aluno. Podemos ainda sintetizar os principais estímulos obtidos através desta prática pedagógica (ROBÓTICA EDUCACIONAL, 2006):

- 1- Desenvolvimento do raciocínio e lógica na construção de protótipos que simulem a realidade;
- 2- O desenvolvimento de aspectos ligados ao planejamento e organização de projetos;
- 3- Capacidade de análise no estudo de engrenagens e sistemas complexos de modo a compreender o seu funcionamento;
- 4- A criatividade na produção dos robôs; Capacidade de solução de problemas;
- 5- A autonomia;
- 6- Cooperação;

Os *kits* abordados por esse trabalho, têm como base microcontroladores, que possuem uma gama de abordagem extremamente abrangente e podem ser utilizados em diversas áreas. O estudo desse mecanismo mostra uma diversidade matemática que pode ser estudada de formas cada vez mais criativas. NASCIMENTO (2002) afirma que a robótica é uma área multidisciplinar que se vale dos conhecimentos de outras ciências para a criação do robô. Desta forma tem-se inerentemente um projeto interdisciplinar onde o aluno aplica de forma prática o conteúdo e pesquisa de acordo com sua necessidade e interesse. As ideias e pesquisas proporcionam a curiosidade pela investigação, o que leva ao desenvolvimento intelectual do aluno.

O arduíno, por ser baseado em um microcontrolador, é uma plataforma de fácil aprendizado e aplicação, não sendo necessário um alto conhecimento em eletrônica digital. Tendo em vista que a sintaxe da linguagem de programação utilizada se assemelha ao C/C++, o mesmo, pode ser reprogramado facilmente quantas vezes for necessário, modificando assim a sua utilização de acordo com a necessidade do usuário.

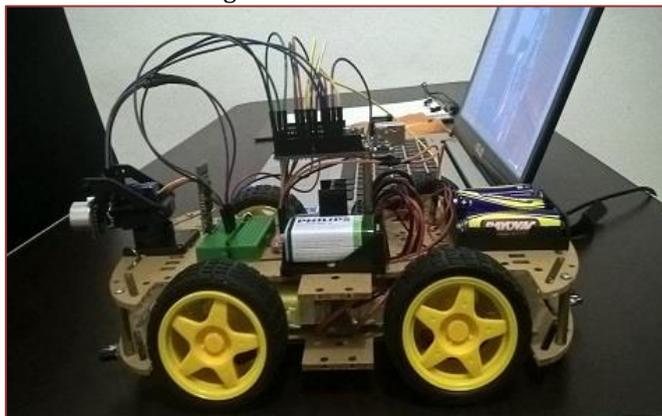
O presente trabalho visa introduzir aplicações gerais de robótica através do *Kit Robô 2WD* utilizando plataforma arduino com o objetivo de dinamizar as técnicas de ensino-aprendizagem

e também motivar os alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Engenharia da Computação da Universidade Federal do Ceará, Campus Sobral, de modo a reduzir a evasão. Assim como, incentivar o aumento do número de engenheiros que se formam por ano, quanto fazer com que esses profissionais cheguem ao mercado de trabalho com uma boa qualificação.

2. KIT ROBÔ 2WD UTILIZANDO PLATAFORMA ARDUÍNO

O kit *Robô 2WD* é um kit de robótica didática desenvolvido a partir de plataforma *Open Source* e Hardware livre que proporciona programação e prototipagem de robôs. O robô é composto por um arduino UNO, que por sua vez é uma placa didática de prototipagem eletrônica, as características são: 14 entradas/saídas digitais (dos quais 6 delas podem ser utilizadas como saídas PWM); 6 entradas/saídas analógicas, microcontrolador *ATmega 328P*; 1 entrada para conexão USB. Além do arduino o kit possui dois tipos de sensores descritos a seguir: dois sensores óptico reflexível que por sua vez é composto por um led infravermelho (emissor) e um foto transistor (receptor) utilizado na identificação da frequência refletida por um determinado objeto ou superfície, por meio de escalas que relacionem esta frequência com sua respectiva cor, sendo viável a definição de qual é a cor de um dado objeto ou superfície; e um sensor ultrassônico, que pode medir a distância dos objetos próximos ou identificar a presença de obstáculos sem a necessidade de contato.

Figura 1: Kit Robô 2WD



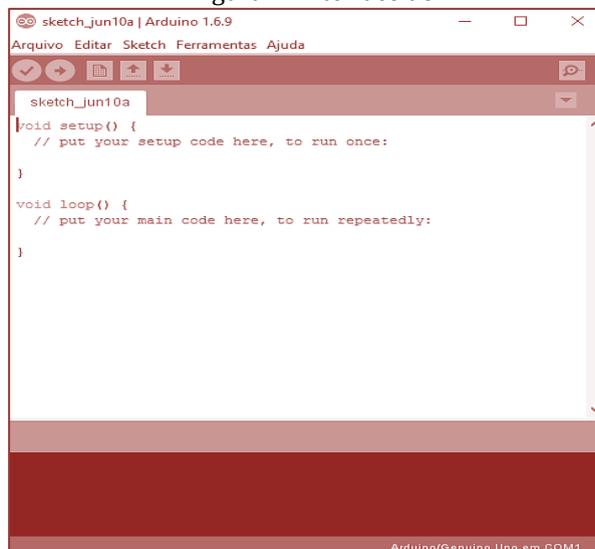
3. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO ARDUINO

Sendo o Arduino uma plataforma de código aberto (hardware e software) criada com o fim de facilitar o contato do estudante com a eletrônica aplicada e com a programação, faz-se uso de um software IDE (*Integrate Development Environment*) livre, onde é feita a programação conhecida como *sketch*. A linguagem de programação é modelada a partir da linguagem *Wiring*. Entre as principais funcionalidades do IDE estão: escrever o código do programa, salvar o código, compilar o código, carregar o código compilado para o hardware.

As duas principais partes (funções) da programação do Arduino são: `void setup()` e `void loop()`. No `void setup()` devem ser definidas configurações iniciais do programa que serão executadas somente uma vez, no momento que se inicia o programa. No `void loop()` deve conter toda programação desenvolvida pelo projetista que descreverá o que se deve ser executado pela placa durante seu funcionamento. Este fica executando repetidamente.

Entre diversas vantagens, uma que merece destaque é a vasta biblioteca disponível. Essas bibliotecas são conjuntos de códigos criados por usuários para determinada funcionalidade. A comunidade de usuários compartilha essas bibliotecas, permitindo assim, que outros usuários façam uso para a mesma ou funcionalidades análogas. Dessa forma se economiza tempo e possibilita aprimorar projetos deixando-os mais sofisticados.

Figura 2: Interface do IDE



4. METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DE ATIVIDADES

O curso de robótica será ministrado nos semestres iniciais dos cursos de engenharia com o objetivo de fornecer aos alunos o primeiro contato com aplicações das disciplinas de cálculo, programação e física dentro da engenharia. Com o curso de robótica os alunos obterão noções básicas em Eletrônica, serão apresentados problemas como os propostos em edições anteriores de competição de robótica para serem resolvidos utilizando conhecimentos de física, programação e cálculo através do Robô 2WD.

As atividades serão apresentadas aos alunos utilizando a seguinte metodologia de aplicação:

1. Será apresentado o kit *Robô 2WD*, principais componentes, motores, sensores, peças de encaixe, módulo de programação. Um ponto interessante dessa etapa é que os próprios alunos serão responsáveis pela organização de todas as partes móveis do kit, ou seja, foi promovida uma familiaridade, naturalidade com o kit, desmistificando a dificuldade e diminuindo a distância e o sentimento de "impossibilidade" em relação a montagem.
2. Aplicaremos os conceitos teóricos de programação para fins de controle do robô, onde serão utilizadas as mesmas sintaxes apresentadas na disciplina de programação computacional.
3. Será apresentado a IDE (*Integrate Development Environment*), que é um software livre que permite a sua interação com o arduino, que por sua vez relaciona cada comando com sua respectiva peça física do kit.
4. Será apresentado os conceitos físicos e matemáticos existentes nas bibliotecas responsáveis pelo controle de determinados sensores. Como por exemplo efeito *Doppler* e suas funções para cálculo de distância, princípio utilizado no sensor ultrassônico.
5. Será apresentado aos alunos desafios de olimpíadas e competições de robótica, para estimular o trabalho em equipe, trabalhar o raciocínio lógico e a capacidade de resolver problemas levando em consideração a variável de tempo.

4.1 ATIVIDADES PROPOSTAS

As atividades propostas serão ministradas nas dependências do curso de Engenharia Elétrica da UFC Sobral com duração de 120 horas distribuídos em um ano letivo, equivalente a 1º e 2º semestre.

Adiante, na “Tabela 1”, pode-se observar melhor como os módulos estão divididos em unidades de forma a proporcionar um ensino gradual.

Tabela 1: Módulo de aprendizagem proposto

MÓDULOS	CONTEÚDO
MÓDULOS I: Introdução a Robótica	Unidade 1: Introdução a Robótica Unidade 2: Robótica Educacional Unidade 3: Aplicações da robótica na engenharia
MÓDULOS II: Hardware e Software do Robô 2WD	Unidade 1: Introdução a eletrônica Unidade 2: Introdução a arduino Unidade 3: Programação em arduino Unidade 3: Conhecendo os componentes para montagem Unidade 4: Montagem do protótipo
MÓDULOS III: Atividades práticas aplicando conteúdos de programação, física, e cálculo adquiridos em sala de aula.	Unidade 1: Siga em frente Unidade 2: Vai e volta Unidade 3: Pare na faixa Unidade 4: Olha o muro Unidade 5: Segmento de referência Unidade 6: Desvio de obstáculo

Serão realizadas diversas competições entre os alunos, onde ao final do curso será atribuído uma nota ao aluno levando em consideração o trabalho em equipe, raciocínio lógico, criatividade para resolução de problemas e organização. Um detalhe importante que podemos frisar é: para que haja um bom desempenho nas competições os alunos devem dominar bem conceitos teóricos adquiridos em sala de aula, um motivo a mais para o aluno estudar o conteúdo teórico de forma mais dinâmica, além de ter que lidar com o tempo de execução procurando soluções mais rápidas, que é algo importante em provas na engenharia.

4.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A seguir serão descritas as atividades propostas para aos alunos.

4.2.1 PRÁTICA 1: SIGA EM FRENTE POR UM DETERMINADO TEMPO.

Esta prática tem como objetivo fazer com que o *robô 2WD* se movimente para frente de modo que pare após um determinado tempo. Sendo permitido na programação da função principal apenas sintaxes apresentadas na disciplina de programação computacional.

4.2.2 PRÁTICA 2: SIGA EM FRENTE E RETORNE PARA O MESMO LUGAR

Essa prática tem como objetivo fazer o robô se movimente para frente de modo que pare após um determinado tempo e voltar para o ponto de partida da maneira mais simples possível. Nesta prática o aluno já começa a trabalhar o raciocínio lógico e a capacidade de resolver problemas levando em consideração a variável de tempo.

4.2.3 PRÁTICA 3: SIGA EM FRENTE E PARE NA FAIXA.

Nesta prática deve-se fazer o *robô 2WD* se movimentar para frente e parar assim que detectar uma faixa de cor estipulada no desafio. Nesta prática o aluno terá que lidar indiretamente com conceitos físicos de óptica, no que diz respeito à frequência do espectro de cores por intermédio do sensor óptico reflexivo, além de ter que impor condições utilizando loop infinito tarefa que exige muito raciocínio lógico.

4.2.4 PRÁTICA 4: SIGA EM FRENTE E PARE NO OBSTÁCULO.

Nesta prática, deve-se fazer o robô percorrer um caminho retilíneo e ao se deparar com um obstáculo, deve desviar do mesmo. Para isso, utilizar-se-á do sensor ultrassônico. Nesta prática o aluno terá a

oportunidade de aplicar o conceito físico: efeito *Doppler* para cálculo da distância entre o robô e o obstáculo.

4.2.5 PRÁTICA 6: SIGA A REFERÊNCIA

Nesta etapa das atividades, o aluno deverá fazer com que o robô siga um percurso composto por faixas de uma determinada cor, onde o robô não pode desviar-se da faixa até que conclua o percurso. Nessa atividade tem-se um maior grau de dificuldade, na qual serão utilizados a maioria, se não todos os conhecimentos adquiridos durante o curso. Para que a tarefa seja realizada com sucesso, o aluno deverá programar o robô 2WD equipado com os sensores de cor para seguir perfeitamente a faixa na cor especificada no desafio, com curvas para a direita e esquerda.

4.3. RESULTADOS ESPERADOS

Uma pesquisa foi realizada entre 86 alunos de engenharia para saber qual a opinião deles sobre o estudo de robótica durante a graduação e a sua importância na vida atual. A mesma foi feita através de formulários eletrônicos que foram divulgados em sala de aula pelos professores.

As perguntas do formulário, seguidas de suas respostas, podem ser observadas nos gráficos que seguem. Para a pesquisa foram atribuídos pesos para cada tipo de resposta, com exceção das perguntas com apenas duas alternativas. Os pesos são os seguintes: 1. Desprezível; 2. Importância baixa; 3. Importância média; 4. Importância alta; 5. Importância muito alta.

Gráfico 4.3.1: Qual seu curso?

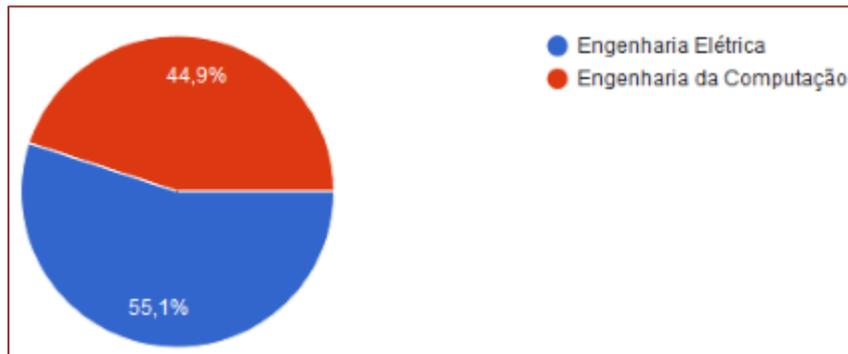


Gráfico 4.3.2: Você cursa entre o 1º e o 4º semestre?

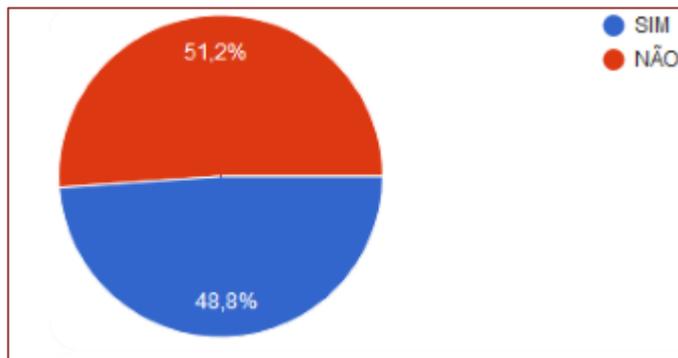


Gráfico 4.3.3: Na sua opinião, qual o nível de importância da robótica para a sociedade atual?

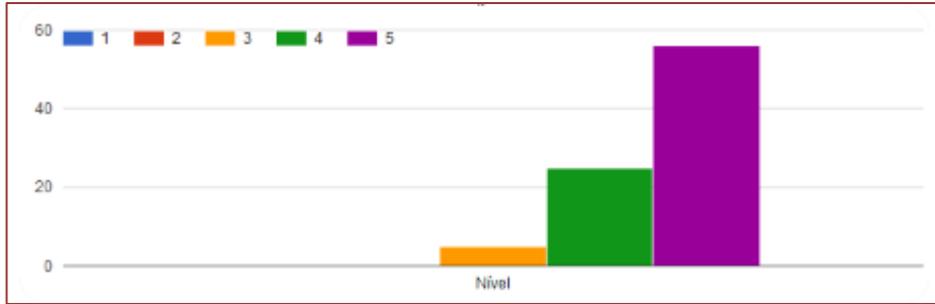


Gráfico 4.3.4: Qual o seu nível de interesse em estudar robótica?

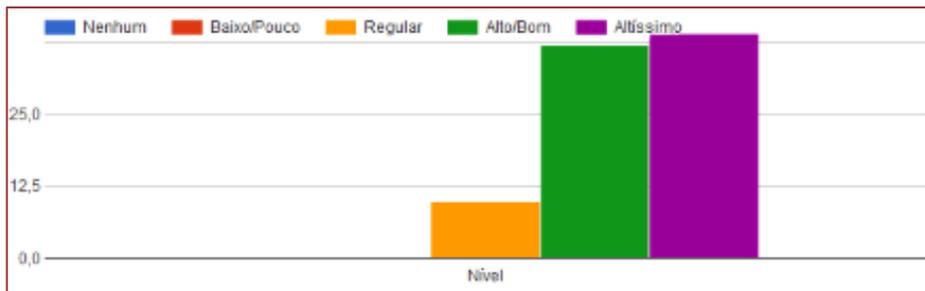


Gráfico 4.3.5: Você tem interesse em participar de olimpíadas ou competições de robótica?

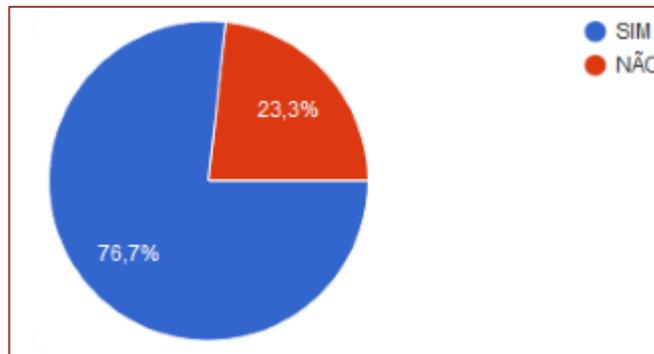


Gráfico 4.3.6: Na sua opinião, qual o nível de importância do uso da robótica com o objetivo de dinamizar as técnicas de ensino-aprendizado das disciplinas de programação, cálculo e física, de modo a diminuir a evasão nos cursos de engenharia?

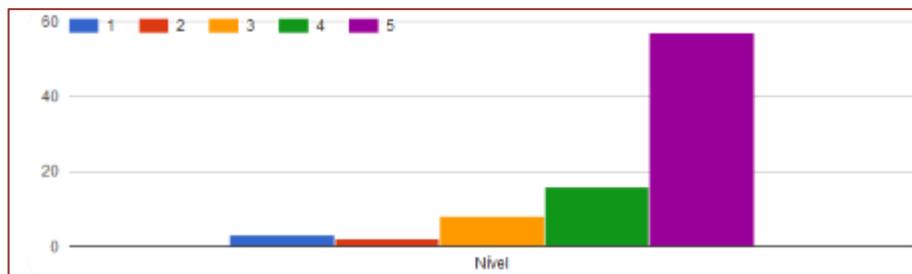
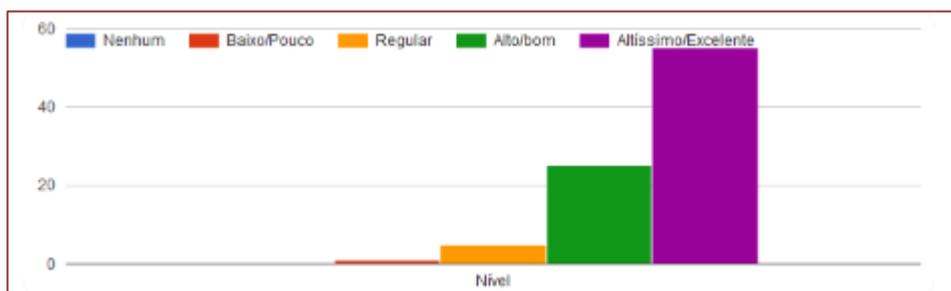


Gráfico 4.3.7: O uso da robótica como ferramenta de relação entre teoria e prática nos semestres iniciais influenciaria na motivação do aluno a permanecer no curso. Na sua opinião, qual seria o nível dessa influência?



Como pode ser observado no gráfico 4.3.3, pode-se perceber que a grande maioria do público alvejado compartilha da ideia de que a robótica é de grande importância para os dias atuais. Dos 86 entrevistados, 55 consideram o estudo da robótica como muito importante e 25 como importante. Devido à tamanha importância dada, cerca de 76% dos alunos também demonstraram interesse em participar de competições envolvendo o tema.

O interesse dos alunos em estudar robótica é altíssimo, assim como sua opinião positiva sobre o impacto causado por esse estudo na evasão dos cursos de engenharia. Apenas 5 estudantes consideraram que o impacto não seria tão relevante, como mostrado no gráfico 4.3.6.

Logo, com este trabalho, é esperado que os universitários se sintam mais motivados a permanecer nos cursos de engenharia e que se sintam instigados a pesquisar mais e se aprofundar na plataforma arduino.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho tem como objetivo utilizar a Robótica Educacional como técnica de ensino-aprendizagem com intuito motivar os estudantes dos semestres iniciais dos cursos de engenharia elétrica e de computação da UFC-Sobral de modo a reduzir a evasão.

As atividades desenvolvidas e aplicadas no presente artigo proporcionam aos alunos calouros um primeiro contato com aplicações das disciplinas de programação computacional, física e cálculo dentro da engenharia.

O cenário na área de Tecnologia da Informação (TI) é positivo e o setor tem crescido demasiadamente. Na crise, muitas empresas estão tentando se adequar à nova realidade e na busca pelo aumento na eficiência empresarial apostam nesse campo.

Outro profissional que merece destaque é o engenheiro eletricista. Devido à expansão do setor elétrico, várias oportunidades de emprego têm surgido no Brasil.

Garantir a permanência dos alunos nesses cursos de graduação e estimular a entrada de novos passou a ser estratégico para a retomada do crescimento do país.

Nesse ponto, a robótica educacional é uma ferramenta com grande potencial para atingir tais objetivos, tendo em vista a pesquisa realizada neste trabalho pode-se concluir que os alunos se mostram bastante entusiasmados com as propostas de atividades. Isso comprova o caráter motivacional da robótica como ferramenta no ensino e disseminação dos cursos de Engenharia Elétrica e da Computação. Com o auxílio da robótica podemos incentivar a criatividade, raciocínio lógico, interesse e confiança dos alunos com o objetivo de torná-los futuramente divulgadores do projeto e colaborar no ingresso e permanência de novos alunos nos cursos de engenharia elétrica e da computação da UFC-Sobral.

AGRADECIMENTOS

Os autores do presente artigo agradecem à Pró-Reitoria de extensão pelo incentivo financeiro, à Secretaria de Educação de Sobral na pessoa do professor Herbert e aos professores: Vandilberto Pereira

Pinto, Rômulo Nunes de Carvalho e Jermana Lopes de Moraes pela iniciativa do projeto robótica educacional.

REFERÊNCIAS

- [1] Arduíno. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/main/arduinoBoardUno>>. Acesso em: 10 de maio de 2017.
- [2] Benitti, F.B. Vavassori; Vahldick, A; Urban, D.L; Krueger, M.L; Halma, A: Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: CSBC- XXIX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, Ufrgs, 2009
- [3] Buckhaults, C:Increasing computer science participation in the First robotics competition with robotsimulation. In: Proceedingsofthe47thAnnualSoutheastRegionalConference,Clemson,Sout h Carolina (2009).
- [4] Cesar, Antonio; Silva, Alexandre; Universidade Estadual Paulista, Campus de Sorocaba, A robótica como motivação para as áreas de ciência e tecnologia, 2006 1p,il.
- [5] Filipeflop. Disponível em: <<http://www.filipeflop.com/pd-6b912-sensor-optico-reflexivo-tcrt5000.html>> Acesso em: 10 de maio de 2017.
- [6] Nascimento, Paulo C.Inteligência Artificial. Disponível em:<http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/fev2002/unihoje_ju170pag04.html>. Acesso em: 15 de maio de 2017
- [7] Pinto, Harley. TecHoje. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1303>. Acesso em: 15 de maio de 2017
- [8] Robótica educacional. Disponível em: <<http://www.doaluno.com.br/servicos/projetorobotica/ProjetoRobotica.asp>>. Acesso em: 15 de maio de 2017.

Capítulo 3

Desenvolvimento de uma plataforma para o aprendizado em Robótica com base no Robô Scara

Victor Rafael Bezerra Maciel

Raphael Santana Galdino

Alexsandro Ferreira de Barros Júnior

Rafael Bezerra Correia Lima

Resumo: A necessidade por redução de custos e aumento na eficiência são uma realidade no setor produtivo, sendo a robótica uma área cada vez mais fundamental na indústria 4.0. A metodologia focando no modelo para o desenvolvimento de um projeto, o Model-Based Design (MBD), e o uso de simulações computacionais são alguns modos de testar, gerenciar e desenvolver sistemas complexos. Neste cenário, torna-se de extrema importância que o ensino em engenharia explore novas ferramentas de ensino. Desta forma, neste trabalho é abordado o emprego do MBD ao desenvolvimento de um robô Scara, criando-se uma plataforma para ensino. São apresentados a modelagem da cinemática do robô, além de aspectos relacionados a simulação e projeto utilizando a metodologia Model-Based Design com a biblioteca Simscape do Simulink. Ao fim do projeto, comparativos entre o modelo e o robô construído foram feitos, além da criação de uma interface gráfica no ambiente App Designer.

Palavras-chave: Robótica. Model-Based Design. Simscape. MATLAB.

1. INTRODUÇÃO

A globalização impõe novos desafios à indústria, pois acirra ainda mais a competição, aumenta a pressão por produtos mais baratos e individuais, que usam tecnologias cada vez mais complexas. A solução que a indústria 4.0 propõe é um sistema de produção mais flexível, com altos níveis de conectividade e automação (RUSSWURM, 2014). Tendo em vista este cenário, é incontestável que a formação em engenharia deve abordar as tendências de modernização dos sistemas de produção, objetivando formar e capacitar profissionais preparados para lidarem com os novos paradigmas, sobretudo no que diz respeito ao projeto, desenvolvimento e implementação de sistemas robóticos.

Sistemas robóticos são cada vez mais empregados no ambiente industrial, pois são capazes de reduzir custos e aumentarem os níveis de produtividade. Contudo, robôs são máquinas complexas e muitas vezes caras, tornando muitas vezes inviável a construção de protótipos para testes e para o ensino em universidades e escolas de engenharia. Deste modo, o emprego de modelos computacionais, simulação e plataformas de ensino são de extrema importância para a formação do engenheiro em conformidade com o perfil do profissional da indústria 4.0.

Uma metodologia que pode ser aplicada para o desenvolvimento de novas tecnologias, incluindo robôs, é o *Model-Based Design* (MBD). O MBD é uma abordagem centrada no modelo para o desenvolvimento de sistemas dinâmicos e complexos. Por não necessitar de protótipos para o teste e implementação de um produto, esta abordagem reduz consideravelmente os custos, podendo ainda ser utilizado para fins didáticos (AARENSTRUP, 2015).

O objetivo deste trabalho é descrever o desenvolvimento de uma plataforma de ensino em robótica baseado no robô de montagem *Scara* sob a perspectiva do *Model-Based Design*, com o uso de visão computacional. Para tanto, empregou-se as ferramentas disponíveis no ambiente *Simulink*, com ênfase na *toolbox Simscape*. O *Simscape* é uma biblioteca de blocos para modelagem de sistemas dinâmicos que fornece simulações por meio de redes físicas.

O conteúdo deste artigo está dividido da seguinte forma. A seção 2 descreve a constituição do robô *Scara* construído, detalhando os componentes utilizados. A seção 3 introduz conceitos de visão computacional. A seção 4 conceitua brevemente *Model-Based Design*, citando ainda a modelagem cinemática do braço e apresentando a biblioteca *Simscape* e a interface gráfica da plataforma. A seção 5 analisa os resultados obtidos experimentalmente, comparando-os com os resultados verificados no modelo. A seção 6 contém as considerações finais e conclusões do trabalho, além dos agradecimentos.

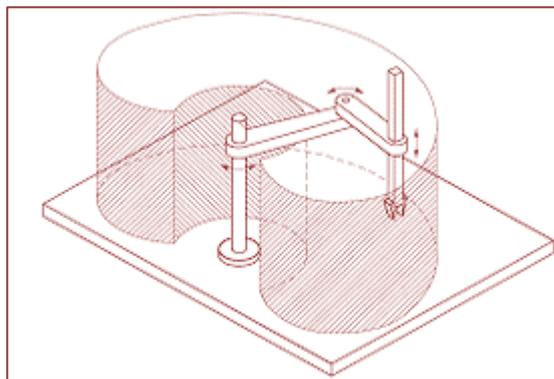
2. CONSTITUIÇÃO DO ROBÔ

2.1 ROBÔ SCARA

Scara é o acrônimo em inglês para *Selective Compliance Assembly Robot Arm* e significa braço robótico para montagem de conformidade seletiva. Rápidos e compactos, robôs *Scara* são versáteis, apresentando bom desempenho em operações de montagem de componentes de pequenas dimensões e transferência de peças entre células (MAKINO, 1982).

Em geral, este tipo do robô apresenta duas juntas de rotação dispostas em paralelo, obtendo-se um movimento em um plano, podendo ainda dispor de uma junta prismática perpendicular a esse plano. Por tais características, equipamentos desta espécie possuem um volume de trabalho aproximadamente cilíndrico, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Volume de trabalho típico de um robô *Scara*.



Fonte: Venditelli (2016)

2.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A estrutura física do robô *Scara* construído assemelha-se à apresentada na Figura 1. A coluna central do braço é composta por um tripé de aço, fixada ao primeiro elo com o auxílio de um suporte plástico fornecido pelo fabricante dos motores. Cada elo é feito de duas placas de fibra de vidro, cada uma com 17 cm de comprimento e 2,5 cm de largura. Além disso, estão presentes nas juntas de rotação atuadores AX-12A, que são abordados na subseção 2.3. Em razão de aspectos construtivos do robô, os motores possuem limitações quanto ao seu movimento, ficando a primeira e a segunda junta restritas a rotacionar 102° e 150° , respectivamente.

O robô contém ainda uma câmera USB *Dlink* DSB C-120, posicionada acima do braço utilizando um suporte em L invertido em aço, com 25 cm de comprimento e 52 cm de altura. É mostrada na Figura 2 a estrutura física do robô *Scara*.

Figura 2 – Estrutura física do robô



Fonte: Autoria própria

2.3 MOTORES AX-12A

O servo motor AX-12A é um atuador inteligente, que integra um redutor de velocidade, um motor de precisão, um circuito de controle e uma interface de comunicação, em um único conjunto. De acordo com o manual fornecido pela ROBOTICS, empresa sul coreana que fabrica este dispositivo, o motor AX-12A possui um peso de 54,6g, com dimensões de 32 mm x 50 mm x 40 mm e possuindo uma resolução de $0,29^\circ$, devido aos 1024 níveis de controle, variando o ângulo de 0° a 300° . Por ser leve e pequeno, é adequado para aplicações robóticas simples, sobretudo àquelas ligadas ao ensino da robótica.

Para comunicação, é estabelecida uma conexão serial TTL do tipo *Half-Duplex*, em que um motor AX-12A identificado por um ID único atua como um servidor, que recebe comandos e retorna respostas ao controlador externo (PC). O dispositivo utilizado para conectar os motores *Dynamixel* presentes no braço robótico foi o *USB2Dynamixel* a partir da porta USB de um computador, dispondo os motores em série. (ROBOTICS, 2019)

3.VISÃO COMPUTACIONAL E PROCESSAMENTO DE IMAGEM

Visão computacional é o processo de determinação e descrição de um espaço tridimensional no qual um agente está inserido, extraindo-se informações a partir de uma ou mais imagens, capturadas por uma ou mais câmeras, de modo a obter um modelo computacional do ambiente. Visão computacional pode ser entendida ainda como uma tentativa de fazer o processo inverso da formação de uma imagem, isto é, reconstruir suas propriedades e formas, além de obter parâmetros como iluminação e distribuição de cores (SZELISKI, 2010).

3.1 TRANSFORMADA DE HOUGH

A transformada de Hough é uma ferramenta comumente utilizada no ramo da visão computacional para detectar em uma imagem curvas facilmente parametrizáveis, como retas, círculos e elipses. Esta transformada fornece a relação entre o domínio da imagem e o domínio dos parâmetros, que consiste em uma matriz de acumuladores, com dimensão igual ao número de parâmetros a serem determinados.

Círculos são curvas parametrizáveis e, portanto, podem ser facilmente encontrados em uma imagem utilizando a transformada de Hough. Qualquer círculo pode ser descrito em termos de uma equação paramétrica que depende somente de três parâmetros: as coordenadas x e y do seu centro (a,b) e o seu raio R . A equação é dada por:

$$(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2 \quad (1)$$

Há um conjunto de algoritmos para a detecção de círculos que empregam a transformada de Hough, tomando apenas implementações diferentes para isto. Contudo, há três etapas essenciais que são comuns: o cálculo da matriz de acumuladores, a estimação do centro do círculo e a estimação do raio do círculo.

Na primeira etapa, pixels do primeiro plano da imagem com gradiente elevado são aptos a incrementar a matriz de acumuladores, no qual cada um destes pixels forma um padrão circular, de raio fixo, centrado em um pixel de borda. Na fase de estimação do centro do círculo, as coordenadas do centro são obtidas aproximadamente buscando-se observar os máximos da matriz de acumuladores. Isso ocorre pois os pixels de gradiente elevado tendem a se acumular na região que corresponde ao centro do círculo a ser determinado. A última etapa consiste em estimar os raios dos círculos presentes na imagem. É um processo distinto ao estágio da captura do centro do círculo.

3.2 TOOLBOX IMAGE PROCESSING E A FUNÇÃO *IMFINDCIRCLES*

Na *toolbox Image Processing* estão presentes diversos algoritmos, transformadas e funções que permitem o processamento, análise e visualização de imagens, facilitando e automatizando tarefas e processos comuns no processo digital de imagens. Uma das funcionalidades presentes neste pacote é a função *imfindcircles*, que utiliza a transformada de Hough para encontrar círculos em uma imagem digital.

A função *imfindcircles* tem como argumentos de saída *centers* e *radii*, que são as coordenadas dos círculos encontrados e os seus respectivos raios. Como argumentos de entrada, tem-se a imagem *Img*, o intervalo do raio dos círculos procurados chamado *radiusRange*. Há ainda pares de argumentos de entrada adicionais (*Name, Value*), que alteram especificações do algoritmo. Estes especificadores são descritos no Quadro 2. A sintaxe da função é: `[centers, radii] = imfindcircles(Img, radiusRange, Name, Value)`.

Quadro 1 – Especificadores de *imfindcircles*

Name	Descrição	Value
'ObjectPolarity'	Indica se os círculos são mais claros ou escuros que o fundo da imagem.	- 'bright' (padrão) - 'dark'
'Method'	Indica a técnica utilizada na matriz de acumuladores.	- 'PhaseCode' (padrão) - 'TwoStage'
'Sensitivity'	Indica a sensibilidade para encontrar círculos mais obscuros ou fracos.	- Valor entre 0 e 1 - 0.85 (padrão)
'EdgeThreshold'	Indica o limite do gradiente para determinar as bordas da imagem.	- Valor entre 0 e 1 - Valor calculado usando <i>graythresh</i> .

Fonte: Autoria própria

4. MODEL-BASED DESIGN

4.1 INTRODUÇÃO TEÓRICA AO MODEL-BASED DESIGN

O *Model-Based Design* (MBD) é uma abordagem centrada no modelo para o desenvolvimento de sistemas de controle, processamento de sinais, comunicações e outros sistemas dinâmicos. O modelo inclui todos os componentes relevantes para o comportamento do sistema, algoritmos, lógica de controle e propriedade intelectual (AARENSTRUP, 2015).

Antes da utilização do *Model-Based Design*, para toda nova tecnologia, seria necessário a criação de um protótipo físico para realização de testes, com a finalidade de verificar e validar a tecnologia. O uso do MBD visa principalmente substituir os protótipos de plantas com valores elevados, tornando dessa forma o projeto mais viável, reduzindo custos, acelerando a detecção de erros e validando requisitos.

Alguns cientistas e engenheiros ainda têm uma reação negativa sobre o *Model-Based Design*, porque eles assumem que a simulação e modelagem está próximo da teoria porém distante da prática. Contudo, modelos são boas representações da realidade, e, para o ensino da engenharia são fundamentais, pois facilitam o entendimento e tornam didático o ensino de sistemas complexos (PATERNÒ, 1999).

Além de reduzir custos, o MBD apresenta outras vantagens, dentre elas: gerenciar sistemas complexos, automatizar tarefas complicadas e propensas a erros, explorar rapidamente novas ideias, criar uma linguagem comum que promova a comunicação e colaboração, capturar e reter propriedade intelectual, melhorar a qualidade do produto e reduzir os riscos (AARENSTRUP, 2015). Além disto, muitas empresas e projetistas buscam acelerar o desenvolvimento dos seus algoritmos, valendo-se do ambiente de simulação para modelar os sistemas de controle e a planta (NXP, 2017).

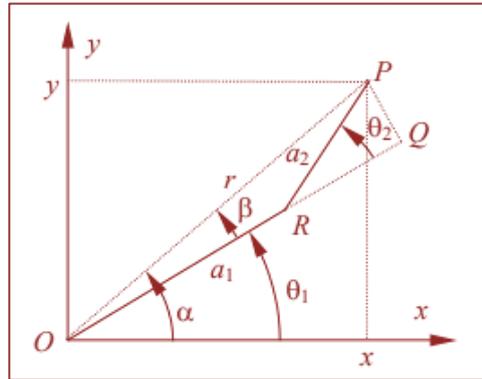
4.2 MODELAGEM CINEMÁTICA

Para encontrar o modelo matemático do robô Scara é utilizado um robô com dois graus de liberdade como mostrado na Figura 3. Existem dois processos para determinação dos parâmetros: Cinemática Direta e Cinemática Inversa. A cinemática direta, tem como objetivo encontrar os valores cartesianos, x e y , quando se tem os ângulos θ_1 e θ_2 , as Equações (2) e (3) mostram essa relação:

$$x = a_1 \cos \theta_1 + a_2 \cos(\theta_1 + \theta_2) \quad (2)$$

$$y = a_1 \sin \theta_1 + a_2 \sin(\theta_1 + \theta_2) \quad (3)$$

Figura 3 – Cinemática direta com dois graus de liberdade



Fonte: Apostila de robótica

Já a cinemática inversa, por sua vez, é o processo oposto, isto é, encontrar os valores dos ângulos θ_1 e θ_2 em função dos valores de x e y . Aplicando a lei dos cossenos na junta 2 do braço encontrado na Figura 3 e isolando θ_2 , obtém-se a Equação (4), dada por:

$$\theta_2 = \pm \arccos\left(\frac{x^2 + y^2 - a_1^2 - a_2^2}{2 a_1 a_2}\right) \quad (4)$$

O sinal de mais e menos em θ_2 indica que existem duas posições do braço que alcançam o mesmo resultado, sendo um deles com o cotovelo do braço flexionado para cima e com o outro, para baixo. Deste modo, o ângulo θ_2 é positivo quando o cotovelo está para baixo e negativo quando o cotovelo está para cima. Além disto, é possível demonstrar que o ângulo θ_1 pode ser encontrado em termos do ângulo θ_2 e das coordenadas x e y , sendo dado pela Equação (5):

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{y(a_1 + a_2 \cos \theta_2) - x a_2 \sin \theta_2}{x(a_1 + a_2 \cos \theta_2) - y a_2 \sin \theta_2}\right) \quad (5)$$

4.3 SIMSCAPE

Simscape é um conjunto de bibliotecas de blocos e recursos para modelagem de sistemas físicos no ambiente *Simulink*. Enquanto blocos tradicionais do *Simulink* representam operações matemáticas, os blocos do *Simscape* representam por si só diagramas dos modelos matemáticos do sistema em projeto. Esta diferença se deve a abordagem utilizando redes físicas, na qual cada sistema é representado por elementos funcionais que trocam energia entre si, de forma não direcional, por meio de portas conectadas. A conexão é feita de modo a se assemelhar às conexões entre componentes físicos reais (MATHWORKS, 2019).

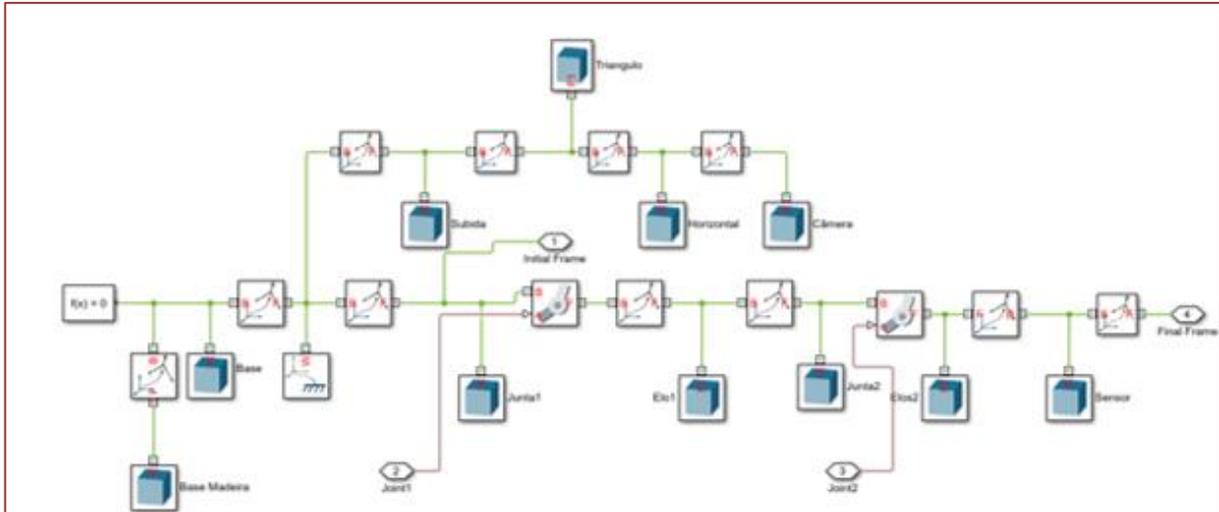
Devido à facilidade e variedade de elementos que o *Simscape* fornece, empregá-lo para modelar problemas é relativamente simples, sendo possível ainda utilizá-lo como uma ferramenta auxiliar para o ensino de engenharia.

Para a modelagem do robô *Scara*, foi utilizada a biblioteca *Multibody*, que faz parte do *Simscape*. Ela fornece um ambiente de simulação de sistemas com múltiplos corpos em 3D, como suspensões de automóveis, equipamentos de construção e robôs. De acordo com a montagem feita, o *Simscape* formula e resolve as equações mecânicas que descrevem os corpos envolvidos, levando em conta os parâmetros fornecidos para a simulação.

Para a construção do modelo, foram usados os blocos *Solid*, que correspondem aos elos do braço e os blocos *Revolute Joint*, que representam as juntas de revolução. Além disso, foi necessário o emprego de um bloco de referencial inercial, o *World Frame*, e alguns blocos de transformação de referências, o bloco *Rigid Transform*, que é responsável por rotacionar e/ou transladar a referência. A Figura 4 apresenta o modelo desenvolvido. Alguns outros blocos encontrados nesta figura são os blocos *Connection Port*, que servem para fazer a conexão do modelo com os demais conjuntos de blocos da simulação, e um bloco *Solver*

Configuration, que é o bloco responsável por especificar os parâmetros do modelo antes da simulação de cada rede física presente no modelo.

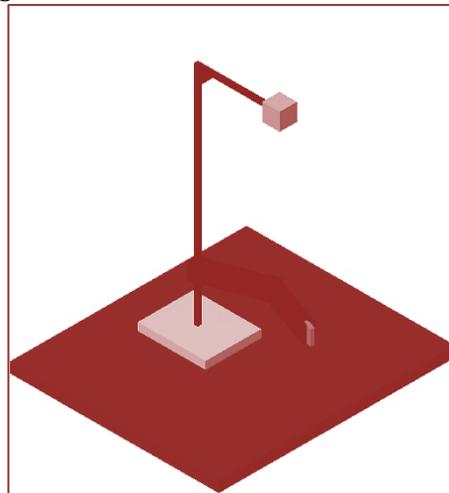
Figura 4 – Modelo no *Simscape* do robô *Scara*



Fonte: Autoria própria

Com o modelo desenvolvido, foi possível avaliar se a modelagem cinemática de fato descrevia adequadamente o braço robótico, além de que tornou fácil explorar ideais para movimentação e trabalho do robô, tornando o ensino de robótica mais didático. A Figura 5 mostra o modelo na simulação.

Figura 5 – Modelo do robô *Scara* no *Simscape*



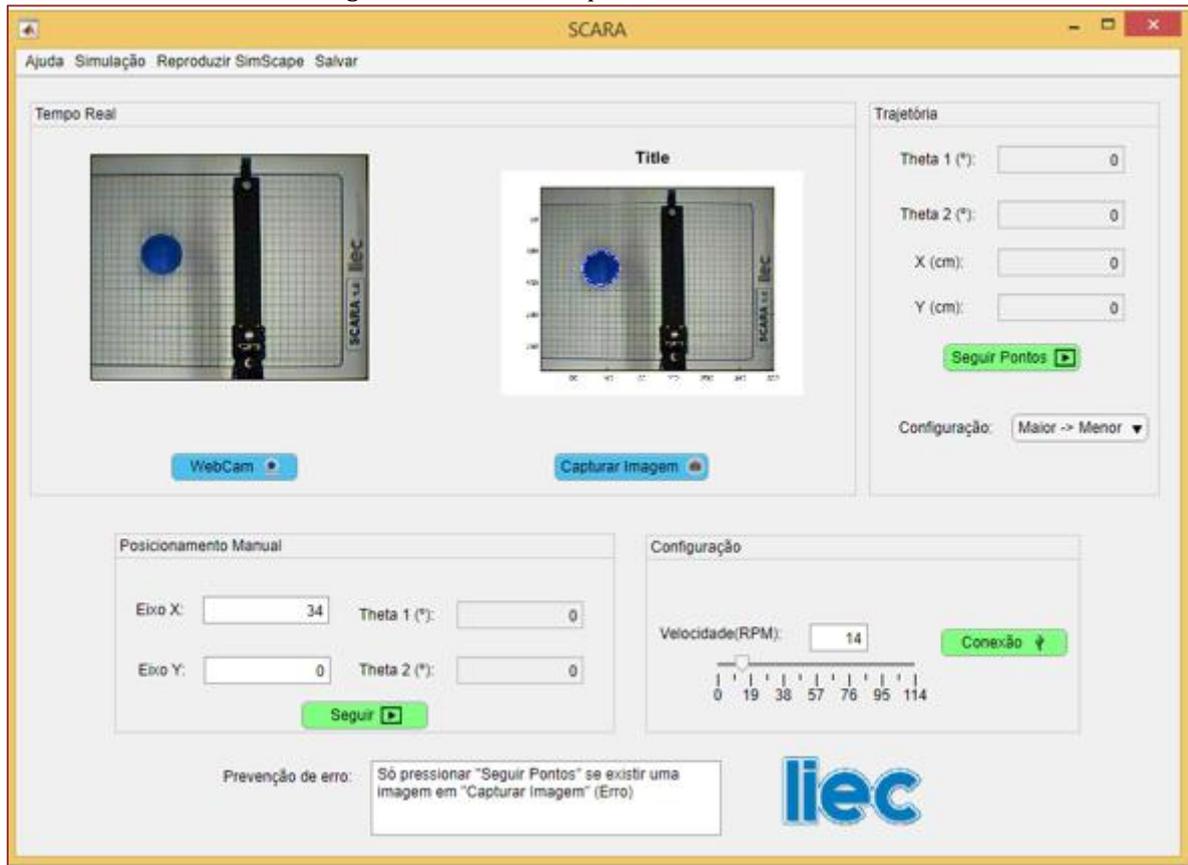
Fonte: Autoria própria

4.4 INTERFACE GRÁFICA

A interface humano-computador como sendo a parte de um sistema interativo responsável por mostrar ao usuário o estado do sistema, traduzir ações do usuário em pedidos de processamento (funcionalidades), e mostrar os resultados de forma adequada, além de coordenar a interação (CYBIS, 2000).

A interface criada para comandar o robô *Scara* foi embasada na definição de Cybis, tendo em vista ser tão didática quanto possível, permitindo a sua utilização para o ensino e estudo sobre o robô. A interface produzida é apresentada na Figura 6, e foi feita com o auxílio da ferramenta *App Designer*, do MATLAB.

Figura 6 – Interface da plataforma do robô Scara



Fonte: Autoria própria

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados obtidos com a simulação mostram que o modelo cinemático adotado descreve de forma bastante satisfatória o robô Scara, conforme pode ser visto na Tabela 1. A adoção do *Model-Based Design* com auxílio da biblioteca *Simscape* para modelagem e simulação no ambiente *Simulink* permitiu prever erros e limitações mecânicas do robô antes mesmo da sua fabricação, reduzindo o tempo e o material gasto no projeto.

Tabela 1 – Comparação entre os valores de ângulo do robô físico real com os valores de ângulo da simulação

x (cm)	y (cm)	θ_1 real (°)	θ_2 real (°)	θ_1 simulação (°)	θ_2 simulação (°)	ErroX (%)	ErroY (%)
10,00	5,00	105,90	291,20	105,80	291,60	1.057	0.776
-4,00	12,00	190,30	285,60	190,30	286,30	0.222	1.727
20,00	-7,00	181,80	46,63	182,20	47,10	0.894	2.368
-7,50	-7,50	86,80	5,865	86,82	6,355	1.450	4.50
17,50	-19,50	141,60	70,09	141,50	70,82	1.045	0.123
-15,00	-15,00	66,28	46,63	66,40	47,21	0.069	1.353
-2,00	20,00	191,80	257,50	192,00	257,50	2.859	0.051

Fonte: Autoria própria

Analisando os valores experimentais obtidos é possível notar que o resultado é satisfatório, mostrando que a modelagem cinemática descreve adequadamente a realidade.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi alcançado, tendo em vista que foi desenvolvida uma plataforma para o ensino de robótica, mais especificamente sobre o robô *Scara*. Por meio de uma interface gráfica feita no ambiente de desenvolvimento *App Designer*, o usuário pode acessar facilmente a simulação, criada utilizando a biblioteca *Simscape*, com foco na importância da abordagem de projeto baseada em modelo, o *Model-Based Design* (MBD). O usuário ainda é capaz de visualizar animações que ilustram o comportamento cinemático do robô e checar o modelo empregado, o que torna a plataforma ainda mais educativa.

Com o objetivo de ser aplicado ao ensino, esse robô poderá ser implementado nos laboratórios de robótica. Como a plataforma permite que o modelo seja acessado com facilidade, pode-se abordar a simulação para verificar a modelagem cinemática. Após isto, é possível comparar as respostas obtidas no robô *Scara* real com o resultado obtido no *SimScape*. Aspectos ligados a cinemática, MBD e programação podem ser discutidos, levando à sala de aula uma forma mais prática de abordar temas que são de extrema importância na robótica.

Em trabalhos futuros, pretende-se aprimorar o robô para ele seja capaz de realizar atividades como o recolhimento e organização de peças, etapa esta qual será empregado processamento de imagem descrito, adicionando outro atuador na extremidade do elo mais distante da base. Essa melhoria visa tornar a plataforma mais didática e próxima de uma aplicação real da indústria, encorajando e desmitificando o uso da robótica para os alunos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e ao Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC) pelo apoio prestado.

REFERÊNCIAS

- [1] Aarenstrup, R. *Managing Model-Based Design*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2015.
- [2] Cybis, Walter de Abreu; Nascimento Junior, W. B. *Modelagem do Conhecimento Ergonômico para Avaliação da Usabilidade de Objetos de Interação*. In: *Workshop on Human Factors in Computer Systems, 2000*, Gramado. *Proceedings of the 3rd Workshop on Human Factors in Computer Systems*. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2000.
- [3] Carrara, Valdemir. *Apostila de Robótica*. Universidade Braz Cubas.
- [4] Makino, Hiroshi. *Assembly Robot US4341502*. Depósito: 24 mar. 1980. Concessão: 27 jul. 1982.
- [5] Nxp. *Model-based design toolbox enabling fast prototyping and design, 2017*. Disponível em: <<https://www.nxp.com/docs/en/supportinginformation/MBDT-GeneralPresentation.pdf>>. Acesso em 24 de abril de 2019.
- [6] Paternò, Fabio. *Model-based design and evaluation of interactive applications*. Springer, 1999.
- [7] Robotics. *Robotis e-Manual v1.29.00*. Disponível em: <http://support.robotis.com/en/product/actuator/dynamixel/ax_series/dxl_ax_actuator.htm#Actuator_Address_28> Acesso em 28 de abril de 2019.
- [8] Romano, V. F. ; Dutra, M. S. . *Introdução à Robótica Industrial*. In: Vitor Ferreira Romano. (Org.). *Robótica Industrial: Aplicação na Indústria de Manufatura e de Processos*. 1ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002, v.1, p. 1-19.
- [9] Russwurm, S. *Industrie 4.0 – from vision to reality*. SIEMENS Industry Sector –Background Information, 2014. Disponível em: <<http://www.siemens.com/press/pool/de/events/2014/industry/2014-04-hannovermesse/background-indutrie40-e.pdf>>. Acesso em: 27 de abril de 2015.
- [10] Szeliski, Richard. *Introduction*. In: ____ *Computer Vision: Algorithms and Applications*. Springer, 2011, p. 1-28.
- [11] The MathWorks, Inc. *Image Processing Toolbox User's Guide*. Disponível em: <https://www.mathworks.com/help/pdf_doc/images/images_tb.pdf>. Acesso em: 18 de abril de 2019.
- [12] The MathWorks, Inc. *Simscape User's Guide*. Disponível em: <https://ww2.mathworks.cn/help/pdf_doc/physmod/simscape/simscape_ug.pdf>. Acesso em: 24 de abril de 2019.

Capítulo 4

Soluções da engenharia de baixo custo, para atender a questões de mobilidade reduzida para pessoas com deficiência

Bianca Lima e Santos Figueirêdo

Ivonete Maciel Lima Oliveira

Aldi Rui Moraes Silva

Resumo: A mobilidade reduzida para pessoas com deficiência faz parte de uma problemática que deve ser assistida com base no conjunto de leis nacionais que buscam garantir a igualdade de direitos para todos os indivíduos. Assim, utilizando como metodologia ativa o PBL (Problem Based Learning ou Aprendizagem Baseada em Problemas,) os discentes de 6 cursos de Engenharia de primeiro e segundo semestres, foram estimulados a desenvolver protótipos sustentáveis para mobilidade de deficientes como forma de promover o conhecimento e contribuir com desenvolvimento profissional dos discentes. Tal projeto foi desenvolvido na UNEF (Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana - BA) e apresentado em evento institucional da mesma em 2018. Os resultados obtidos a partir dos relatórios apresentados ao final dos projetos, demonstraram o grande potencial do PBL como estratégia de aprendizagem significativa, sendo uma excelente alternativa para construção do conhecimento com responsabilidade social e visão sustentável.

Palavras-chave: Acessibilidade. Mobilidade. Cadeira de rodas. Inclusão social. PBL. Sustentabilidade.

1. INTRODUÇÃO

Buscando atender à proposta da implementação de projetos de Engenharia voltados a questões relacionadas à mobilidade reduzida de pessoas com deficiência, os discentes de 1o e 2o semestre dos seis Cursos de Engenharia (Civil, Produção, Elétrica, Mecânica, Química e Ambiental e Sanitária), da UNEF - Unidade de Ensino Superior de Feira de Santana - BA, os mesmos foram desenvolvidos lançando mão da estratégia metodológica o PBL (Problem Based Learning, ou Aprendizagem Baseada em Problemas), diversos protótipos com excelentes resultados e de grande repercussão positiva na mídia local.

Oliveira (2013) afirma que as metodologias ativas representam uma excelente ferramenta para o aprendizado, por colocar o aluno com agente principal do processo de aprendizado. Nesta perspectiva, o PBL constitui uma das ferramentas disponíveis com a possibilidade de problematizar a temática estudada, levando o aluno a explorar muito mais do conhecimento.

Segundo o Artigo 5o da Constituição Federal de 1988, a todos os indivíduos devem ter garantida a igualdade de direitos, sobretudo de locomover-se no território nacional em condições normais. Sobre esta proposta, este trabalho foi realizado por meio da aplicação prática de disciplinas com a proposta integradora de conteúdos, onde a temática sugerida para os grupos de projetos recebeu o título: *Por entre ruas e calçadas* como estratégia, para trazer à tona, questões sobre a dificuldade encontrada por deficientes para realizar a mobilidade urbana e facilitar a sua inclusão social em diferentes contextos.

Bueno (2007) afirma que uma sociedade inclusiva é uma sociedade que atende a todos os indivíduos em suas variadas dimensões. E para tal, “reconhece, respeita e responde às necessidades de todos os seus cidadãos” (BUENO, p. 2, 2007). Desta forma, tal estudo científico se justificou pela necessidade de garantir a mobilidade a todos os indivíduos com mobilidade reduzida, buscando criar produtos mais acessíveis em termos de custo e benefício para resolver o problema da mobilidade de pessoas com deficiência motora, por meio de soluções simples e de baixo custo, com a capacidade de realizar a inclusão social e permitir a mobilidade geral para deficientes, além de avaliar a efetividade no aprendizado baseado na resolução de problemas.

1.1 A ABNT E A ACESSIBILIDADE

A acessibilidade além de ser um direito de todos previsto na Constituição Federal, é também garantida na Declaração Universal dos Direitos Humanos (ONU, 2009) demonstrando a grande preocupação mundial com a questão. No Brasil a NBR 9050 (2004) procura tratar sobre a acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, buscando atender “critérios e parâmetros técnicos a serem observados quando do projeto, construção, instalação e adaptação de edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos [...]”. A busca por padrões revela a necessidade de atender com qualidade e segurança a todos os indivíduos permitindo a sua inclusão em todos os aspectos.

1.2 APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS POR MEIO DO PBL – PROBLEM BASED LEARNING

Buscando colocar o educando no centro do processo de ensino e aprendizagem, as instituições de ensino superior tem buscado aprimorar técnicas voltadas a educação de jovens e adultos como forma de potencializar a formação dos saberes. Camargos e Daros (2018) revelam que a aplicação das metodologias ativas apresenta-se como estratégias marcantes na internacionalização da educação, onde os discentes passam a assumir o papel de atores principais do processo de construção do conhecimento.

Nesta perspectiva, o PBL apresenta-se como uma das ferramentas facilitadoras da construção do conhecimento, pois como afirmam Borges e Alencar (2014) permitem a formação crítica e reflexiva do aluno na construção do conhecimento. Tal estratégia metodológica estendendo-se além da formação tradicional básica, levando o aluno a buscar uma maior cooperação grupal desenvolvendo habilidades em torno do trabalho em equipe e da inteligência interpessoal (SOUZA e DOURADO, 2015).

2. METODOLOGIA

O estudo buscou utilizar no primeiro momento, como estratégia metodológica, a pesquisa quantitativa descritiva em artigos, trabalhos, teses, e principais autores, para referenciar o desenvolvimento do trabalho. Na sequência, ocorreu o desenvolvimento dos TDEs (Trabalhos discentes efetivos) com a confecção dos protótipos de equipamentos para atender aos deficientes com mobilidade reduzida. Após a

execução dos trabalhos, os dados foram coletados a partir dos relatórios produzidos pelos alunos, tabulados e apresentados, permitindo avaliar os resultados dos projetos.

2.1 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Os discentes dos 6 cursos de Engenharia da UNEF receberam no início do semestre de 2018 um conjunto estruturado de regras e premissas básicas que deveriam ser atendidas para construção do projeto buscando atender a questões básicas de segurança e qualidade como descritos na NBR 9050, permitindo extrair o máximo de compatibilidade entre as disciplinas envolvidas na formação do aluno durante o semestre. Souza e Dourado (2015, p. 6) enfatiza que “O foco na problematização possibilita uma visão transdisciplinar e tem como ponto de partida o levantamento de questões e a busca de soluções para os problemas identificados nos temas curriculares de cada disciplina”.

Participaram deste projeto aproximadamente 180 alunos de primeiro e segundo semestres trabalhando em grupos de até oito discentes, tendo um representante como líder do grupo e demais participantes com funções internas para auxiliar na construção do trabalho e da formação de competências diversas.

Com a problemática lançada, os alunos iniciaram uma vasta pesquisa em periódicos, revistas e bases científicas para fundamentar a construção dos projetos. O projeto *Por entre ruas e calçadas* buscou atender de forma sustentável a construção de protótipos de cadeira de rodas para crianças com mobilidade reduzida, bengalas, andadeiras e acessórios outros dentro da mesma temática. Os materiais utilizados para construção dos protótipos foram em sua maioria, materiais de sucata, e/ou materiais reaproveitados da construção civil e que normalmente eram descartados como lixo. A proposta de atender à sustentabilidade, foi estimulada, sobretudo para permitir a construção de soluções de baixo custo e acessíveis a qualquer pessoa/instituição que demonstre interesse em construir modelos semelhantes para atender deficientes de forma solidária.

Dentre os trabalhos apresentados podemos destacar dois modelos de andadeiras. O primeiro modelo foi a andadeira para crianças da Figura 1. Esta andadeira foi desenvolvida buscando atender à necessidade de crianças que demandam da condução de um responsável para locomover-se devido à limitações de seus movimentos,

Figura 1 – Modelo 01



Fonte: Próprio autor

Figura 2 – Grupo integrante do projeto



Fonte: Próprio autor

Já o segundo modelo de andadeira para crianças apresentado nas Figuras 3, 4, 5 e 6, buscou atender a outro tipo de limitação de movimentos dos deficientes. Neste caso, a andadeira permitia o movimento das pernas da criança que não conseguia manter-se em pé, mas que apresentava alguma mobilidade com as pernas e que com impulsos próprios conseguia deslocar-se com segurança e liberdade.

Figura 3 –Modelo 02



Fonte: Próprio autor

Figura 4 –Modelo 03



Fonte: Próprio autor

Figura 5 –Modelo 04

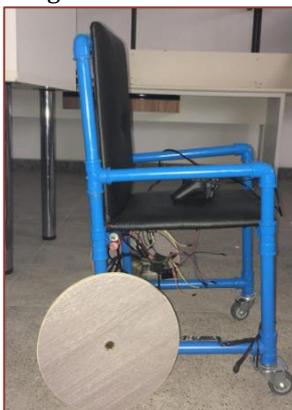


Fonte: Próprio autor

Vale ressaltar que todos os projetos foram assistidos por um “padrinho”, ou seja, profissionais com conhecimento técnico na área, tais como fisioterapeutas, médicos ou especialistas da área que, de forma voluntária, acompanharam o projeto desde a sua concepção até a entrega final, aprovando os mesmos para apresentação.

Já em outra categoria, os alunos desenvolveram protótipos de cadeira de rodas com e sem motorização como demonstrado na figura 7, 8 e 9. As soluções apresentadas buscaram atender as expectativas podendo ser testadas pelos próprios alunos para demonstração, suportando cargas de peso muito superiores as previstas para uma criança.

Figura 7 - Cadeira 01



Fonte: Próprio autor

Figura 8 - Cadeira 02



Fonte: Próprio autor

Figura 9 - Cadeira 03



Fonte: Próprio autor

Ainda nesta mesma categoria, um grupo de alunos buscou desenvolver um triciclo motorizado, com capacidade para andar em vias urbanas com segurança, devidamente adaptado para deficientes como demonstrado na Figura 10. O protótipo foi testado apresentando bons resultados.

Figura 10 – Triciclo para criança



Fonte: Próprio autor

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PONTOS POSITIVOS E NEGATIVOS PERCEBIDOS COM PROPOSTA METODOLÓGICA

A adoção do PBL como metodologia estratégica para desenvolvimento dos projetos demonstrou ganhos consideráveis para o aprendiz. Dentre os principais pontos positivos observados podemos destacar:

3.1.1 CONHECIMENTO ADQUIRIDO COM O PROJETO E A METODOLOGIA UTILIZADA

Os relatos dos alunos comprovam a eficiência e eficácia da metodologia, uma vez que o aprendizado ocorreu por meio das pesquisas, pela construção dos projetos e pela qualidade técnica dos projetos e relatórios entregues. A execução das práticas mediadas por docentes e pode ser comprovado com a intensa utilização dos laboratórios da IES (Instituição de Ensino Superior) e do apoio dado pelos técnicos dos laboratórios.

3.1.2 O EMPENHO DOS INTEGRANTES NO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO EM DO GRUPO E DE NOVAS COMPETÊNCIAS

Os alunos demonstraram maior interesse no aprendizado envolvendo-se com maior empenho nas tarefas do grupo. Diversas competências como liderança, subordinação, desenvolvimento de pesquisa técnica, visão coletiva, organização, planejamento, dentre outras foram habilidades desenvolvidas durante o projeto.

3.1.3 ACEITAÇÃO DAS DIFERENÇAS INDIVIDUAIS COM A APROXIMAÇÃO DOS COMPONENTES DOS GRUPOS DE TRABALHO

Com o trabalho em grupo, e a aproximação das diferentes personalidades, os alunos tiveram que trabalhar a aceitação das diferenças na busca por um objetivo comum. Os relatos demonstraram uma tendência a tornar as atividades mais divertidas com a aceitação das diferenças tornando o ambiente mais tolerável.

3.1.4 CONSCIÊNCIA SOBRE AS DEFICIÊNCIAS AGREGANDO VALOR A VIDA PESSOAL E PROFISSIONAL DE TODOS OS INTEGRANTES

Como a proposta do projeto buscou atender aos deficientes, o desenvolvimento do trabalho acrescentou muito na vida pessoal e profissional de todos os integrantes. Apesar das pesquisas e estudos aplicados a Engenharia para atender aos objetivos propostos, também foi possível conhecer mais sobre o grande percentual de pessoas com deficiência, podendo assim desenvolver um projeto como instrumento de ajuda para elas.

3.1.5 A SATISFAÇÃO COM O RESULTADO FINAL

Todos os educandos, ao final dos projetos, demonstraram grande satisfação com os trabalhos desenvolvidos, externando aos professores, coordenadores e funcionários da instituição, o orgulho pelos trabalhos produzidos. A satisfação dos alunos com a propriedade intelectual dos seus trabalhos e com as

soluções apresentadas revela-se como uma conquista final e um diferencial para trabalhos desta natureza, desenvolvidos em grupo .

Por outro lado, podemos destacar como pontos negativos da aplicação da metodologia os seguintes relatos extraídos dos relatórios:

3.1.6 OS PROJETOS DEMANDARAM MAIOR TEMPO PARA SEU O DESENVOLVIMENTO

Alguns relatórios registraram a necessidade dos grupos de reservar um tempo maior para o desenvolvimento dos projetos. Já que na estratégia PBL os alunos são induzidos a buscarem respostas para cada nova problemática, a metodologia demanda dos alunos uma maior organização com relação ao tempo para conseguir alcançar os seus objetivos do grupo. Apesar de ser um ponto observado pelos alunos, todos grupos conseguiram realizar as entregas dentro dos prazos como esperado. Este ponto observado, tende a ser minimizado com continuação de novos trabalho, uma vez que os grupos passam a trabalhar de forma mais integrada e harmônica com o passar do tempo.

3.1.7 FALTA DA CULTURA NA APLICAÇÃO DO PBL E DE EXPERIÊNCIA PRÁTICA COM O MÉTODO

Para muitos alunos egressos do ensino médio que foram formados com o ensino tradicional, a metodologia PBL revela-se como algo totalmente novo, pois como o aluno não foi estimulado em sua formação a buscar respostas por conta própria, num primeiro momento estes alunos demonstram-se “perdidos” sem saber quais passos deviam ser dados para encontrar as respostas do que precisam. Apesar da dificuldade inicial, as orientações repassadas pelos docentes, a divisão de tarefas e a eleição de uma liderança para o grupo, amenizou as dificuldades do grupo, criando linhas de trabalho que resolveram os problemas de forma geral. Neste contexto, estes alunos precisaram ser motivados e encorajados para participarem dos trabalhos do grupo, quebrando paradigmas e criando uma nova cultura a cerca da metodologia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a finalização deste projeto foi possível identificar a grande potencialidade do PBL como instrumento viabilizador do conhecimento no que se refere às metodologias ativas. A grande satisfação dos alunos com a apresentação dos trabalhos ao final de todo o processo, configurou-se como algo marcante para todos os envolvidos. Todos os objetivos definidos para os projetos foram alcançados com trabalhos de altíssima qualidade técnica. A interdisciplinaridade foi totalmente atendida envolvendo os componentes curriculares integradores envolvidos na proposta permitindo que cada docente provocasse no aluno a busca pelo conhecimento relacionado com a sua área de formação. Avaliação final dos resultados, o conjunto de pontos positivos superou em muito os pontos negativos, que por sua vez, estão relacionados a questões culturais e ao modelo de ensino que alguns alunos egressos do ensino médio estão acostumados e a gestão do tempo para conciliar com as demais atividades e disciplinas cursadas.

Os ganhos com organização, planejamento, cumprimento de prazos, melhoria das relações interpessoais, satisfação pessoal são inenarráveis além da conquista de diversas competências como liderança, subordinação, desenvolvimento de pesquisa técnica, visão coletiva, organização, planejamento, dentre outras foram habilidades desenvolvidas durante o desenvolvimento do projeto.

AGRADECIMENTOS

A materialização deste trabalho não teria sido possível sem a colaboração, estímulo e empenho de um grupo muito unido, a eles toda a nossa gratidão. Agradeço aos mantenedores da UNEF por toda estrutura, apoio e confiança no desenvolvimento dos projetos dos cursos de Engenharias do grupo. Ao nosso diretor acadêmico por nos dirigir com maestria em todas as demandas acadêmicas. Aos colegas do grupo de pesquisa de Educação em Engenharia, aos docentes que abraçaram o projeto e aos discentes pelo envolvimento e pelo brilho no olhar a cada conquista. Os bons resultados comprovam a assertividade e a vanguarda das propostas da instituição que procura estar sempre na linha de frente do que existe de mais novo para educação comprometendo-se, sobretudo, com o sucesso dos seus alunos e bem estar de todos os colaboradores.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9050: adequação das edificações e do mobiliário urbano à pessoa deficiente. Rio de Janeiro, 1990.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro; ABNT, 2004.
- [3] Bueno, C. L. R.; Paula, A. R. Acessibilidade no mundo do trabalho. São Paulo: SorriBrasil, 2007.
- [4] Michaelis. Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. São Paulo: Melhoramentos Ltda, 1998-2009.
- [5] Oliveira, M. G.; Pontes, L. Metodologia ativa no processo de aprendizado do conceito de cuidar: um relato de experiência. X Congresso Nacional de Educação – Educere, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2011. Acesso em: 14 de set de 2013.
- [6] Organização DAS Nações Unidas. Declaração Universal dos Direitos Humanos. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <[http: https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2018/10/Dudh.pdf](https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2018/10/Dudh.pdf)>. Acesso em: 20 de abr de 2019.
- [7] Ribeiro, Luis R. de Camargo. Aprendizagem Baseada em Problemas (Pbl): Uma experiência no ensino superior. São Carlos: Edufscar, 2010.
- [8] Souza, Samir Cristino de; Dourado, Luis. Aprendizagem Baseada em Problemas (Abp): UM Método de Aprendizagem Inovador para o Ensino Educativo. HoloS , [S.l.], v. 5, p. 182-200, out. 2015. ISSN 1807-1600. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/Holos/article/view/2880>>. Acesso em: 10 fev. 2019.
- [9] Sasaki, Romeu Kazumi. Inclusão: construindo uma sociedade para todos. 7ed. Rio de Janeiro: WVA, 2006.

Capítulo 5

Construção de um experimento didático para análise de altura manométrica total – AMT

Luiz Carlos Cordeiro Júnior

Ruan Miguel de Melo Fenna

Rafael Costa da Silva

Fábio Guedes Alexandre Filho

Jônatas Durante Lopes

Resumo: A visualização e a percepção do aluno no dimensionamento hidráulico para análise do comprimento característico em tubulações, nem sempre é realizado de forma clara e efetiva. Uma atividade experimental visa o contato físico e a aplicação prática dos conceitos que são abordados em sala de aula. Nessa perspectiva, as atividades experimentais realizadas têm como finalidade superação destas dificuldades nas disciplinas teóricas, sendo a contribuição destes circuitos muito enriquecedora para o conteúdo do curso, visto que os alunos são estimulados a desenvolver uma análise experimental na solução do problema prático proposto. Para atender este objetivo foi construída uma bancada com dois circuitos hidráulicos (PVC e Ferro Galvanizado), sendo a maior parte dos materiais utilizados provenientes de materiais reciclados (tubos, conexões e acessórios). Os experimentos foram projetados para serem bem compreensíveis e terem uma boa área de interação, buscando maior entendimento e permitindo análise comparativa entre os circuitos de diferentes materiais submetidos às mesmas condições.

Palavras-chave: Circuitos Hidráulicos. Perda de Carga. Comprimento Característico.

1. INTRODUÇÃO

A construção de circuitos hidráulicos (em bancada) para análise e dimensionamento que exemplificam na prática todo o conteúdo das disciplinas lecionadas com base na literatura, estimula os alunos de engenharia na faculdade e no Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática. O estudo da perda de carga em tubulações é de suma importância para o correto dimensionamento de sistemas de bombeamento. O fluido ao escoar em um duto é submetido à forças resistentes exercidas pelas paredes da tubulação e por uma região do próprio líquido, denominada camada limite. Assim, há o surgimento de forças cisalhantes (atritos) que dissipam energia, principalmente em forma de calor. Essa energia não é recuperada e, por isso, denomina-se perda de carga (Δp). A perda de carga ocorre ao longo do trecho da tubulação (distribuída) e nas singularidades (localizada).

Este trabalho surge na tentativa de responder a um problema muito comum em algumas disciplinas teóricas: como despertar o interesse dos alunos que acabam não entendendo bem a importância e a aplicação da teoria na sua formação, levando a uma queda da aprendizagem e não raro, no desinteresse pela disciplina?

Na bancada analisada (Figura 1), os circuitos hidráulicos são pressurizados através de uma bomba centrífuga de água, e ambos os circuitos são analisados por meio das medições registradas nos manômetros, nos tipos de conexões, nos comprimentos característicos, na altura manométrica total, nos diversos acessórios que compõem os circuitos e nas devidas análises de rugosidades das paredes destes tubos e perda da carga que isto representa.

Para isso, realizamos uma pesquisa aplicada, desenvolvida no laboratório de mecânica da UERJ¹. Nosso objetivo é demonstrar os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula, proporcionando ao aluno uma consolidação desses conceitos. Também apresentar equipamentos relacionados a operações para que o aluno possa entender melhor seu princípio de funcionamento. Concordamos com Gibbons (1971), que através das atividades práticas, os alunos são estimulados a desenvolver análise técnica para uma melhor compreensão e aplicação dos conceitos teóricos.

Figura 1- Bancada Hidráulica



Fonte: Laboratório de Mecânica

2. METODOLOGIA

2.1. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática da UERJ, para grupos de 30 alunos a cada semestre. Trata-se de uma pesquisa aplicada, que tem como principal objetivo a visualização e a percepção do aluno no dimensionamento hidráulico para análise do comprimento característico em tubulações. De acordo com (Gibbons, 1971), a utilização de experimentos em aula pode ser classificada como uma forma de aprendizagem ativa. Tal aprendizagem, implica em um processo no qual os alunos estejam descobrindo, processando e aplicando informações e não apenas ouvindo o professor.

No experimento foram utilizados, na bancada: uma bomba centrífuga, dois reservatórios hidráulicos, tubos de PVC e ferro galvanizado, cotovelos de 90°, tê de passagem direta e de saída lateral, reduções, válvulas esférica, uniões, válvulas de retenção, válvula de pé com crivo, todos com diâmetro de 3/4".

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro – Campus Resende.

Para análise da vazão no circuito hidráulico foi introduzido o conceito do Tubo de Venturi, porém para atender a condição da equação de Bernoulli foi necessário desenvolver um diferencial de pressão no circuito. Desta forma, foram utilizados tubos de PVC de 1" com reduções para tubulação de ½", nele também foram utilizados um tê de 1" e manômetros para registro das pressões.

Em aula, é mostrado para os alunos que a transferência de um fluido através de uma tubulação requer uma análise técnica da variação de suas propriedades (pressão, vazão, viscosidade, etc). Para compor este estudo, primeiramente, é introduzido aos alunos todos os conceitos a cerca da bancada de altura manométrica total, como por exemplo, perda de carga, comprimento linear, comprimento equivalente, e também, o nome de cada acessório a ser utilizado. Em seguida, no laboratório, os alunos são incentivados pelos próprios alunos estagiários, conforme a figura 2, a analisar os circuitos através das medições encontradas nos manômetros e/ou vacuômetros e, então, mapear todos os circuitos propostos.

Figura 2- aula experimental



Fonte: Laboratório de Mecânica

2.2.PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Na bancada (Figura 1) é possível calcular a vazão por galonagem e/ou por diferencial de pressão, através do Tubo de Venturi. As pressões são registradas nos manômetros e vacuômetros e comparadas com os valores calculados. Aliado a isso, com as perdas de carga dos acessórios e do comprimento linear do circuito, pode-se calcular a altura manométrica total, energia por unidade de peso que o sistema solicita para transportar o fluido do reservatório de sucção para o reservatório de descarga com uma determinada vazão. A energia encontrada serve de parâmetro e é fundamental para especificação da potência da bomba e compreensão dos efeitos hidráulicos no sistema.

Para o correto dimensionamento e mapeamento do circuito hidráulico foram considerados cinco casos distintos para análise técnica:

1.Circuito simples, (Figura 3) sendo o fluido succionado do reservatório inferior e seu descarte feito logo após o primeiro manômetro (reservatório superior).

1º análise Figura 3- Bancada Hidráulica



Fonte: Laboratório de Mecânica

2.Circuito simples, (Figura 4) sendo o fluido succionado do reservatório inferior e seu descarte sendo feito no reservatório superior, percorrendo toda e somente as instalações de PVC.

2º análise Figura 4- Bancada Hidráulica



Fonte: Laboratório de Mecânica

3. Circuito simples, (Figura 5) com o fluido sendo succionado do reservatório inferior e seu descarte sendo feito no próprio reservatório (inferior), percorrendo toda e somente as instalações de PVC.

3º análise Figura 5- Bancada Hidráulica



Fonte: Laboratório de Mecânica

4. Circuito simples, (Figura 6) com o fluido sendo succionado do reservatório inferior e seu descarte sendo feito no próprio reservatório, percorrendo toda e somente as instalações de ferro galvanizado.

4º análise Figura 6- Bancada Hidráulica



Fonte: Laboratório de Mecânica

5. Circuito combinado, (Figura 7) com o fluido sendo succionado do reservatório inferior e seu descarte sendo feito no próprio reservatório, percorrendo ambas as instalações de PVC e ferro galvanizado.

5º análise Figura 7- Bancada Hidráulica



Fonte: Laboratório de Mecânica

Em todos os casos propostos o fluido é succionado pela bomba centrífuga, passando pela parte de sucção do circuito. Após realizar esse trajeto o fluido é bombeado passando pela parte de recalque percorrendo esse circuito até chegar ao reservatório final. Os manômetros ao longo do percurso marcam as pressões no sistema.

Em busca de um valor preciso para a vazão no circuito foi projetado e adicionado ao sistema o Tubo de Venturi, equipamento que indica a variação de pressão de um fluido em escoamento em regiões com áreas transversais diferentes. Consiste num tubo com uma constrição (estreitamento) a meio do seu diâmetro. A constrição causa uma variação da pressão do fluido que se desloca no tubo. Indicadores de pressão, ligados aos tubos dispostos nos diferentes diâmetros, permitem medir a variação de pressão, que é utilizada para medir a velocidade de escoamento do fluido. Onde a área é menor, haverá maior velocidade, assim a pressão será maior. Por meio da diferença de pressão é possível calcular a velocidade do fluido e a vazão, sucessivamente, utilizando a equação de Bernoulli.

Com a utilização de válvulas de gaveta é possível direcionar o fluxo à parte em que foi adicionada o Tubo de Venturi, podendo, desta forma, avaliar a velocidade e a vazão do fluido para análise do experimento, como mostra a figura 8.

Figura 8- Tubo de Venturi



Fonte: Laboratório de Mecânica

3.EQUAÇÕES GOVERNANTES

Na bancada são utilizadas três equações governantes como é apresentado por Bustamante (Automação Hidráulica-2004). Primeiramente, para calcular a vazão utilizando o recurso experimental do Tubo de Venturi, e mais a equação de Bernoulli, como é mostrada abaixo:

Equação (1):

$$P_1 + \frac{V_1^2}{2g} = P_2 + \frac{V_2^2}{2g} + K \left(\frac{V_2^2}{2g} \right) \quad (1)$$

Sendo, “K” o coeficiente de perda de carga, “V” a velocidade no ponto 1 e 2, “A” a área no ponto 1 e 2, “g” a aceleração da gravidade, “P” as pressões dos pontos “1” e “2”.

Para o cálculo da altura manométrica total a partir do fator de correção referente à vazão encontrada aplica-se a seguinte equação:

Equação (2)

$$H = (H_s + H_r) + (C_{ls} \times F_c) + (C_{lr} \times F_c) + P_{ca} \quad (2)$$

Sendo, “H” a altura manométrica total, “Hs” a altura de sucção, “Hr” a altura de recalque, “Cl_s” o comprimento linear de sucção, “Cl_r” o comprimento linear de recalque, “F_c” o fator de correção referente a vazão encontrada e “P_{ca}” a perda de carga dos acessórios.

Para determinar o fator de atrito, utilizamos o número de Reynolds de acordo com o material do ferro galvanizado.

Equação (3)

$$Re = \frac{v \cdot Di}{\nu} ; \quad \Psi = \frac{64}{Re} \quad (3)$$

Sendo, “ ν ” a viscosidade do fluido, “Di” o diâmetro da tubulação, “v” a velocidade do fluido e “ Ψ ” o fator de atrito.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao colocar em prática o funcionamento do Tubo de Venturi (Figura 8) para a bancada, com os valores medidos a partir da diferença de pressão feita pelos manômetros e vacuômetro, adotou-se o critério de realização de uma média de valores registrados, para evitar qualquer erro de paralaxe, além de realizar os cálculos das tolerâncias na vazão em função do fundo de escala dos manômetros utilizados no experimento. A partir da relação de Bernoulli, obtêm-se, analiticamente, a velocidade e a vazão nesta tubulação.

Para definir os valores das velocidades, foram considerados as relações de diâmetros D1 (1’)= 0,025m e D2 (1/2’)= 0,012m que envolvem o seguimento do tubo de Venturi. O coeficiente de perda de carga “K” foi obtido através da relação entre os diâmetros dos tubos e similar ao modelo apresentado por Fox e McDonald (Introdução à Mecânica dos Flúidos - 1988), conforme tabela abaixo.

Tabela 1- Coeficiente de Perda de Carga

K	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,5	3	4	5	10	∞
D/d	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1

Fonte: Laboratório de Mecânica

Identificado o valor do coeficiente de perda de carga “K”, utiliza-se a Equação “1” para a definição das velocidades ($V_2 = 4,7983$ m/s) e a vazão ($Q = 2,5$ m³/h).

A altura manométrica para as propostas em destaque são apresentadas na tabela abaixo:

Tabela 2- Vazão x Altura Manométrica Total x Pressão (manômetros)

Análises	Vazão	Altura Manométrica Total	Pressões (Manômetros)
1° Análise	2,5 m ³ /h	9,4 PSI	9,0 PSI
2° Análise	2,5 m ³ /h	15,3 PSI	15,0 PSI
3° Análise	2,5 m ³ /h	14,6 PSI	15,0 PSI
4° Análise	2,5 m ³ /h	16,2 PSI	16,0 PSI
5° Análise	2,5 m ³ /h	11,5 PSI	11,0 PSI

Fonte: Laboratório de Mecânica

Diferentemente do procedimento anterior, no qual todo o embasamento foi desenvolvido a partir tubo de Venturi, fez-se outra avaliação do mesmo circuito hidráulico, na definição da vazão pelo método da galonagem, e desta forma os valores conforme mostrados abaixo e conseqüentemente uma nova altura manométrica total. Os novos valores obtidos foram:

Tabela 3- Vazão x Altura Manométrica Total x Pressão (manômetros)

Análises	Vazão	Altura Manométrica Total	Pressões (Manômetros)
1º Análise	3,2 m ³ /h	10,0 PSI	9,0 PSI
2º Análise	3,2 m ³ /h	20,9 PSI	15,0 PSI
3º Análise	3,2 m ³ /h	19,4 PSI	15,0 PSI
4º Análise	3,2 m ³ /h	18,2 PSI	16,0 PSI
5º Análise	3,2 m ³ /h	13,6 PSI	11,0 PSI

Fonte: Laboratório de Mecânica

É possível notar que o método de galonagem é mais suscetível ao erro humano, paralaxe. Com a introdução do Tubo de Venturi no experimento, os valores calculados são muito mais próximos e satisfatórios para as pressões calculadas e registradas nos manômetros. O experimento pôde ser comprovado com uma pequena margem de erro de 0,5 PSI que pode ser explicada por falhas visuais ao observar as pressões registradas nos manômetros.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conclusão dessa atividade nos fez perceber que ofertar de um experimento prático ao aluno, propicia a aplicação de seus conhecimentos teóricos, cria um ambiente de alto nível de concentração e envolvimento, além de contribuir para sua capacidade crítica na abordagem de problemas reais. Através de uma enquete realizada com os alunos, a primeira pergunta que sempre surge é “por quê não existem mais experimentos como esse em outras disciplinas?” - até porque essas atividades práticas quebram um pouco a rotina das aulas expositivas.

O retorno obtido dos alunos, nas avaliações, com base nesses experimentos tem sido muito positivo. Desta forma, através desses experimentos, os alunos puderam concluir que ao utilizarmos a equação de Bernoulli para calcular a vazão no sistema utilizando o Tubo de Venturi chegou-se a um valor mais preciso para a mesma e, conseqüentemente, para o resultado final da altura manométrica total.

Através do comparativo apresentado pelas tabelas “2” e “3”, os alunos puderam concluir que a utilização do método do Tubo de Venturi para calcular a vazão é mais preciso do que o método da galonagem. Além de compreenderem que os efeitos da degradação do sistema que para a tubulação em PVC são desprezíveis, enquanto que para os tubos de ferro galvanizado é possível constatar que os efeitos desta degradação por intermédio da corrosão interna aumentam suscetivelmente a rugosidade e, conseqüentemente, a perda de carga.

Em contribuição para atividades futuras, são recomendadas as seguintes sugestões, como: inserir um rotâmetro na saída da bomba centrífuga (bancada hidráulica) combinado com um circuito de “by-pass”, para possibilitar o estudo da perda de carga e do coeficiente de atrito sob variação da vazão.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, (Campus Resende), companheiros e técnicos. Este trabalho foi desenvolvido e montado graças aos esforços e compreensão do professor (orientador) Luiz Cordeiro, atual diretor do Centro de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica. Com a ajuda da atual direção do Campus que entendeu a importância do projeto e sempre que pôde ajudou financeiramente.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasileiro, Ada Magaly Matias. Manual de produção de textos acadêmicos e científicos. Editora Atlas SA, 2013.
- [2] Fialho, A. B., 2003, “Automação Hidráulica – Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos”, Érica Ltda, 2ª Ed, São Paulo, Brasil.
- [3] Fox, R. W. McDonald, ^a T. Introdução à Mecânica dos Fluidos, Editora Guanabara, 1988.
- [4] Gibbons, J. F.; “Classroom Experiments for the teaching of physical insight in electrical engineering”, Proceedings of the IEE, v. 59, n. 6, pp. 895-899, 1971. doi: 10.1109/ Proc.1971.8283.

- [5] Macintyre, Archibald Joseph. Equipamentos industriais e de processo. LTC, 1997.
- [6] Munson, Young. Okiishi: “Fundamentos da Mecânica dos Fluidos”. Editora Edgard Blücher Ltda, 1997.
- [7] Netto, Azevedo; Fernandez, Miguel F.; Araújo, Roberto de; ITO, Acácio Eiji – Manual de Hidráulica. Editora Edgard Blücher Ltda –1998. São Paulo.
- [8] Şcheaua, Fănel Dorel. Theoretical Approaches Regarding the Venturi Effect. Hidraulica, n. 3, 2016.
- [9] Zorzan, Flávio Boufleur; Daronch, Jéferson; Molin, A. Desenvolvimento de uma Bancada Didática de Hidráulica. Anais: Fórum Latino Americano de Engenharia. Foz do Iguaçu: Unila, 2013.

Capítulo 6

Desenvolvimento de sistema de controle de nível no âmbito didático como forma de complemento ao estudo da Teoria de Controle Moderno

Victor Rocha Silva

José Marcelo Gracioli Vilas Boas

Creverson Moraes Nazário

Robson Rogério Dutra Pereira

Ronan Marcelo Martins

Resumo: Este artigo apresenta o projeto e o desenvolvimento de uma planta de controle envolvendo controle de nível usando PID, haja visto que a mesma é de uso muito comum nas indústrias. A motivação do projeto teve como premissa a tentativa de criar um método facilitador de ensino e aprendizagem na área de sistema de controle de maneira didática em decorrência do fato de que o estudo da teoria moderna de controle em cursos de graduação em Engenharia, geralmente, possui um foco teórico e com pouca ênfase na parte prática de desenvolvimento de sistemas de controle em aplicações reais. Para assegurar a melhoria na relação teoria/prática, o presente artigo mostra a implementação do referido sistema de controle de maneira simples e com baixo custo, R\$197,46 é o custo total, permitindo a sua reprodução em sala de aula e/ou em qualquer outro lugar. Essa estratégia pedagógica resultou num instrumento facilitador ao aluno para a sua compreensão da interdisciplinaridade do sistema de controle, conciliando a teoria e a prática, pois a planta desenvolvida integra os conhecimentos da teoria de controle moderno com outros temas, tais como, microcontroladores, instrumentação industrial e eletrônica de potência.

Palavras-chave: Controle, Instrumentação Industrial, Microcontroladores, Ensino, Interdisciplinaridade.

1. INTRODUÇÃO

O controle automático é essencial em qualquer campo da engenharia e da ciência. O controle automático é um componente importante e intrínseco em sistemas de veículos espaciais, sistemas robóticos, modernos sistemas de manufatura e quaisquer operações industriais que envolvam o controle de temperatura, pressão, umidade, viscosidade, vazão, nível e etc (OGATA, 2010).

No estudo de sistemas de controle, o projetista deve ser capaz de modelar sistemas dinâmicos em termos matemáticos e analisar suas características dinâmicas. O modelo matemático de sistema dinâmico é definido como um conjunto de equações que representa a dinâmica do sistema com precisão ou, pelo menos, razoavelmente bem (OGATA, 2010).

O estudo da teoria moderna de controle, em cursos de graduação em engenharia, geralmente, possui um foco teórico e com pouca ênfase na parte prática de desenvolvimento de sistemas de controle em aplicações reais. Nesse trabalho, realizou-se o modelamento e a implementação prática de um sistema de controle de nível de líquido. A realização desse projeto, possibilitou integrar diversas disciplinas ministradas em engenharia, dentre elas: Controle de Sistemas Contínuos, Instrumentação Industrial, Microcontroladores e Eletrônica de Potência.

O sistema de controle projetado e implementado na planta de nível, demonstra, didaticamente, um controlador e um processo de controle amplamente utilizado industrialmente. A simplicidade na construção da planta de nível, viabiliza a reprodução do experimento em sala de aula e possibilita aos estudantes integrar os conhecimentos teóricos com a implementação prática.

2. METODOLOGIA

2.1. MODELAGEM MATEMÁTICA DO SISTEMA DE CONTROLE

O desenvolvimento do projeto do controle passou pelas seguintes fases:

FASE 1) Modelamento matemático do comportamento dinâmico do sistema de nível;

FASE 2) Escolha do tipo de controlador a ser implementado;

FASE 3) Discretização e;

FASE 4) Implementação da lei de controle.

FASE 1 - Modelamento matemático do comportamento dinâmico do sistema de nível

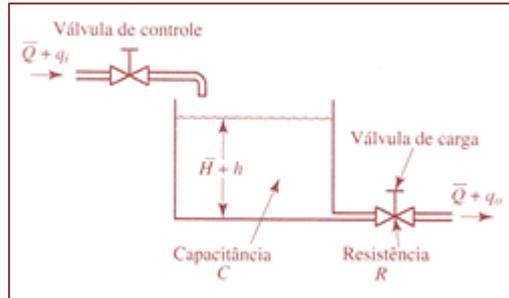
Processos industriais envolvem, frequentemente, o fluxo de líquidos ao longo de tubos de conexão e de reservatórios. O fluxo nesses processos geralmente é turbulento e não laminar. Os sistemas que envolvem fluxo turbulento são frequentemente representados por equações diferenciais não lineares. Entretanto, se a região de operação for limitada, essas equações diferenciais não lineares podem ser linearizadas. Nesta seção, vamos discutir os modelos matemáticos linearizados de sistemas de nível de líquido. Note que a introdução do conceito de capacitância para esses sistemas de nível de líquido nos possibilita descrever suas características dinâmicas de modo simples (OGATA, 2010).

Antes de destacar o modelo matemático adotado, cabe detalhar a sequência para atingir o objeto alvo dessa seção. Desta forma, inicia-se com o conceito de resistência e capacitância de sistemas de nível de líquido. Neste caso, consideramos o fluxo ao longo de uma tubulação curta que conecta dois reservatórios. A resistência R ao fluxo de líquido nessa tubulação ou restrição é definida como a variação na diferença de nível (a diferença entre o nível dos líquidos nos dois reservatórios) necessária para causar a variação unitária na vazão como demonstrado na Equação (1).

$$R = \frac{\text{variação na diferença de nível } m}{\text{variação na vazão em volume } m^3/s} \quad (1)$$

Em sistemas de nível de líquido, a relação entre a taxa de escoamento e a diferença de nível difere do fluxo laminar para o fluxo turbulento, entretanto, neste trabalho consideraremos o caso laminar. Dessa forma, considerando o sistema de nível de líquido mostrado na Figura 1, que o líquido flui em uma válvula de restrição, na lateral do reservatório.

Figura 1 – Planta de nível.



Se o fluxo nessa restrição for laminar, a relação entre a vazão e a altura do nível, em regime permanente, será dada pela Equação (2):

$$Q = K_{l,H} \quad (2)$$

Onde:

Q = vazão em volume em regime permanente, m³/s;

K_l = coeficiente de escoamento laminar, m²/s;

H = altura do nível em regime permanente, m

Para o fluxo laminar, a resistência R_l é obtida conforme a Equação (3):

$$R_l = \frac{dH}{dQ} = \frac{H}{Q} \quad (3)$$

Portanto, a resistência no escoamento laminar é constante e análoga à resistência elétrica. A capacitância C , Equação (4), de um reservatório é definida como a variação na quantidade de líquido armazenada necessária para causar uma mudança unitária no potencial (altura).

$$C = \frac{\text{variação na quantidade de líquido armazenado } m^3}{\text{variação na altura } m} \quad (4)$$

Note que a capacidade (m³) e a capacitância (m²) são diferentes. A capacitância do reservatório é igual à sua seção transversal, se esta for constante, a capacitância será a mesma para qualquer altura do nível.

O desenvolvimento anterior, permite configurar a modelagem matemática do sistema foco. Dessa forma, considerando o sistema indicado na Figura 1. As variáveis são definidas como segue:

- Q = vazão em volume em regime permanente, m³/s;
- q_i = pequeno desvio da vazão de entrada em relação a seu valor de regime permanente, m³/s;
- q_o = pequeno desvio da vazão de saída em relação a seu valor de regime permanente, m³/s;
- H = altura do nível em regime permanente, m;
- h = pequeno desvio de nível a partir de seu valor em regime permanente, m.

Com base na hipótese de que o sistema seja linear ou linearizado, a equação diferencial desse sistema pode ser obtida como segue: como o fluxo de entrada menos o fluxo de saída durante um pequeno intervalo de tempo dt é igual à quantidade adicional no reservatório, chega-se na Equação (5)

$$Cdh = (q_i - q_o)dt \quad (5)$$

A partir da definição de resistência, a relação entre q_o e h é dada pela Equação (6):

$$q_o = \frac{h}{R} \quad (6)$$

Substituindo a Equação (6) na Equação (5), obtém-se a Equação (7):

$$RC \frac{dh}{dt} + h = Rq_i \quad (7)$$

Fazendo, $\tau = RC$, onde τ é a constante de tempo do sistema e $k = R$ e aplicando-se a transformada de Laplace na Equação (7), resulta na Equação (8):

$$(\tau s + 1)H(s) = kQ_i(s) \quad (8)$$

Se $Q_i(s)$ for considerada a entrada e $H(s)$, a saída, a função de transferência do sistema é a relação indicada na Equação (9):

$$\frac{H(s)}{Q_i(s)} = \frac{K}{\tau s + 1} \quad (9)$$

A Equação (9) é a função de transferência que descreve o comportamento dinâmico do sistema de nível.

FASE 2 - Escolha do tipo de controlador a ser implementado

Um controlador automático compara o valor real de saída da planta com a entrada de referência (valor desejado), determina o erro e produz um sinal de controle que reduzirá o erro a zero ou a um valor pequeno. A maneira pela qual o controlador automático produz o sinal de controle é chamada ação de controle. Um sistema de controle industrial consiste em um controlador automático, um atuador, uma planta e um sensor (elemento de medição) (OGATA, 2010).

Um controlador automático do tipo PID consiste na ação integrada dos controladores proporcional, integral e derivativo. A combinação PID tem as vantagens individuais de cada uma das três ações de controle integradas. A equação diferencial que define a ação PID é dada pela Equação (10):

$$u(t) = K_p e(t) + \frac{K_p}{T_i} \int_0^t e(t) dt + k_{pT_d} \frac{de(t)}{dt} \quad (10)$$

A Equação (10), em transformada de Laplace e na forma de função transferência está re- apresentada na Equação (11):

$$\frac{U(s)}{E(s)} = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad (11)$$

Para o presente trabalho, utilizamos a identificação de constantes conforme a Tabela 1:

Tabela 1 - Atribuição das constantes do PID

KP	KI	KD
Kp	Kp/Ti	KpTd

Assim, o controlador PID está estabelecido conforme a Equação (12):

$$\frac{U(s) = K_p + K_p \frac{k_1}{s}}{E(s)} \quad (12)$$

FASE 3 - Discretização

A discretização do controlador PID para implementação em microcontrolador segue os seguintes procedimentos:

$$S = \frac{1-Z^{-1}}{T} \quad (13)$$

Onde T é o tempo de amostragem. Substituindo a Equação (13) na Equação (12), resulta na Equação(14):

$$\frac{U(Z)}{E(Z)} = K_p + \frac{K_p(1-Z^{-1})}{T} + \frac{K_p}{\frac{1-Z^{-1}}{T}} \quad (14)$$

A Equação (14) representa a função de transferência no domínio da frequência que relaciona o sinal de controle com o sinal de erro. Sendo o sinal de erro, a diferença entre o setpoint e o valor de saída do sistema medido através do elemento sensor.

FASE 4 - Implementação da lei de controle

A implementação da lei de controle no microcontrolador necessita de uma equação discreta no domínio do tempo. Dessa forma, obtém-se a seguinte Equação (15):

$$u[n] = K_p e[n] + K_D \{y[n-1] - y[n]\} + u[n-1] + K_I T e[n] \quad (15)$$

A Equação (15) representa o sinal de controle emitido pela saída do controlador, cuja implementação computacional está ilustrada na Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Fragmento do código computacional

```
//Erro
error = SetPoint - level;
//Controle Proporcional
Gp = Error*kp;
//Integral
Gi += Error*ki;
//Derivativo
Gd = (lastlevel - Level)*kd;
//Saída PID
u = Gp + Gd + Gi;
//Sinal de Controle
ControllerSignal = (u);
analogWrite(sController, ControllerSignal);
```

2.2.MATERIAIS UTILIZADOS

A Tabela 2 corresponde ao orçamento final para a implementação do presente sistema.

Tabela 2 – Equipamentos utilizados

Equipamento	Quantidade	Preço (R\$)
Arduino UNO R3	1	50,00
Display LCD 16x2	1	16,90
Potenciômetro 10K	2	3,58
IRFB3207 - MOSFET	1	16,07
Motobomba DC 12V	1	25,00
Protoboard 830 pontos	1	25,42
Sensor ultrassônico HC-SR04	1	8,42
Suporte para sensor	1	16,07
Placa acrílico 15,4cmX20,4cmX3mm	2	12
Placa acrílico 15cmX20,4cmX3mm	2	12
Placa acrílico 15cmX15cmX3mm	2	12
	Total	197,46

Na Tabela 2, destaca-se o Arduino UNO R3 como o responsável pelo controle do sistema e o sensor ultrassônico HC-SR04 como medidor de nível.

Planta de nível

A Figura 3 mostra, fisicamente, a planta de nível usada no projeto.

Figura 3 – Planta real



A planta de nível da Figura 3 foi construída utilizando-se 6 placas de acrílico de 3 mm de espessura, cujas dimensões foram especificadas na Tabela 2.

A partir dos dados da planta de nível, obtém-se os parâmetros, R, C e τ , da Equação (9). Para o parâmetro R, considerou-se a vazão de saída constante e uma variação de 1 cm no nível de líquido. Por outro lado, a capacitância, C, se resume à área da base do tanque, resultando na Tabela 3:

Tabela 3 – Parâmetros da planta física

R	C	$\tau = RC$
0,0625s/cm ²	C = 300cm ²	18,75s

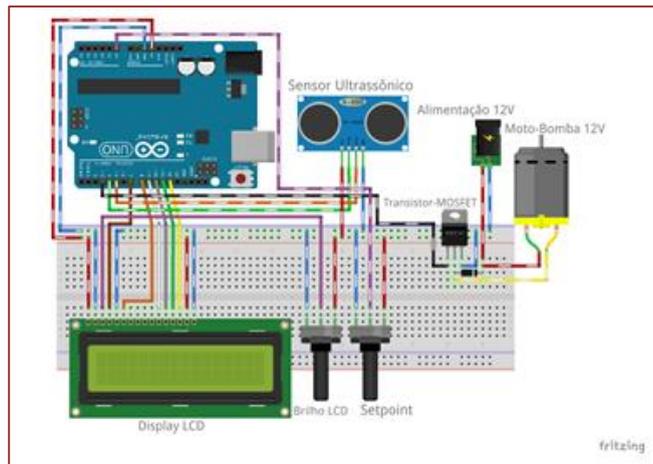
Dessa forma, a planta de nível mostrada na Figura 3 possui a função de transferência indicada na Equação (16):

$$G(s) = \frac{0,0625}{18,75s + 1} \quad (16)$$

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 4 fornece uma visão detalhada do sistema de controle desenvolvido, consistindo de um dispositivo controlador (Arduino UNO R3), um sensor, um display LCD, um potenciômetro (variação do setpoint) e uma motobomba de 12V. Os componentes do sistema interagem entre si, possibilitando a ação de controle.

Figura 4 – Esquema de ligação do circuito



A Figura 5 ilustra, fisicamente, a Figura 4.

Figura 5 – Sistema fisicamente implementado



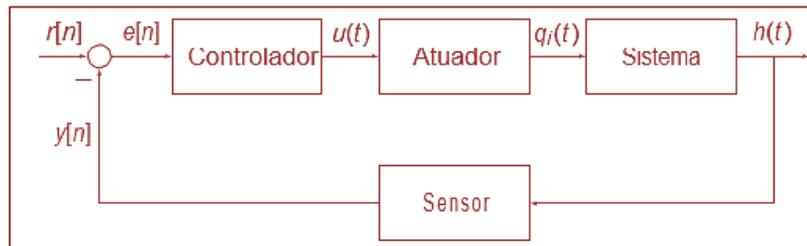
A determinação dos parâmetros do controlador PID tangenciou-se pelos métodos manuais de cálculo e posterior utilização de softwares de simulação. Com a intenção de observar as diversas ações do controle PID, foram realizados vários ensaios alterando-se as constantes, KP, KD e KI, uma das configurações empregadas consiste nas constantes da Tabela 4:

Tabela 4 – Constantes KP, KDeKI atribuídas

KP	KD	KI
2	0,5	0,5

A definição do valor de setpoint, $r[n]$, é o primeiro passo para iniciar o sistema, pois define-se o valor da referência de entrada do sistema de controle. O ciclo do sistema segue para o controlador, que realiza o processamento do erro, $e[n]$ e emite um sinal de controle $u(t)$ para o atuador que modifica o status da variável de controle da planta, $h(t)$. Esse processo está representado pelo seguinte diagrama de blocos:

Do diagrama de blocos ilustrado anteriormente, verifica-se que a ação de controle do sistema é iniciada após obtenção o valor da variável de saída a ser controlada $h(t)$, fornecida pelo sensor ultrassônico HC-SR04. O controlador irá comparar o valor de setpoint e o valor de leitura do sensor, originando o valor do



erro $e[n]$. Os componentes do sistema podem ser observados na Figura 5.

O sinal de controle emitido pelo controlador, após o processamento do sinal de erro, é uma modulação por largura de pulso, ou seja, um sinal PWM. O sinal de controle controla um transistor e PWM regula a tensão de alimentação na motobomba, variando assim a vazão de entrada, que irá variar o valor do nível.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de controle abordado nesse trabalho possibilita, com muita facilidade, o seu uso como método de ensino-aprendizagem com enfoque prático da teoria de controle moderno, além de integrar diversos assuntos abordados em outras disciplinas do Curso de Engenharia,

tais como, Instrumentação Industrial, Eletrônica e Microcontroladores.

O trabalho desenvolvido, embora em nível didático, possibilitou a aquisição de conhecimento e experiência em projetar e desenvolver um sistema de controle real com começo, meio e fim. Trata-se de uma articulação pedagógica que motiva e proporciona a autonomia dos alunos para a disciplina do autoaprendizado.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais ao Programa de Educação Tutorial (PET) AutoNet/IFMT, pois devido a sua filosofia de atuação, aumentou sobremaneira a chance de sucesso desse trabalho. Agradecimentos extensivos ao professor Ronan Marcelo Martins, Tutor PET AutoNet/IFMT, pela tutoria realizada no PET e ao professor M.Sc. Robson Rogério Dutra Pereira pelos insights e orientações no desenvolvimento do sistema de controle.

REFERÊNCIAS

- [1] Medeiros, F. J. d. S. Vasconcelos e C. M. d. S. Modelagem, simulação e controle de uma planta de nível didática. VII CONNEPI, p. 1-8, 2012.
- [2] Nise, N. S. Engenharia de Sistemas de Controle. Rio de Janeiro: [s.n.], 2002. Ogata, K. Engenharia de Controle Moderno. São Paulo: [s.n.], 2010.

Capítulo 7

Formando engenheiros em perspectiva CTS: Um perfil de competências demandadas pelo mercado de trabalho na área têxtil do Vale do Itajaí

Brenda Teresa Porto de Matos

Marilise Luiza Martins dos Reis Sayão

Larissa Satomi da Costa

Resumo: Este trabalho retrata uma pesquisa desenvolvida entre os anos de 2014 e 2017, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus de Blumenau, com o objetivo de mapear e investigar a inserção de engenheiros (efetiva e potencial) das áreas de formação do campus (Têxtil, Controle e automação e Materiais) no mercado de trabalho do setor têxtil do Vale do Itajaí, incluindo micro, médias e grandes empresas. Em específico, buscamos traçar o perfil demandado por empresas têxteis e de vestuário a partir das competências elencadas por esse mercado, com o intuito de fazer uma comparação entre as diretrizes curriculares atuais da engenharia e as competências detectadas nas empresas e, também, entre essas competências e os currículos atuais de engenharia da UFSC do campus de Blumenau, trazendo, assim, aportes para uma reflexão sobre a formação de nossos futuros profissionais. A hipótese preliminar supunha um perfil demandado dos engenheiros em certa sintonia com a Resolução 11/2002, do CNE/CES (Brasil, 2002).

A metodologia adotada na investigação foi a pesquisa de campo, de caráter descritivo, utilizando como instrumentos de coleta de dados questionários aplicados às empresas têxteis e do vestuário da região do Vale do Itajaí. O ponto de partida para o mapeamento das empresas foi o banco geral de dados obtido junto à Federação das Indústrias de Santa Catarina (FIESC) em 2014, e atualizado em 2016, do qual foram extraídas as empresas do setor têxtil e as do setor do vestuário da região do Vale do Itajaí, num total de 686 empresas. O software Statistical Package for Social Science for Windows (SPSS) foi empregado para análise estatística dos dados, embora o índice de retorno dos questionários encaminhados às empresas tenha sido bastante reduzido (18 empresas), o que pode ser, em grande parte, atribuído ao fato de a grande maioria delas não possuir engenheiros em seus quadros de profissionais.

Os resultados da análise sugerem uma compatibilidade entre muitos dos aspectos abarcados na formação dos engenheiros preconizada pela Resolução 11/2002 e as competências ou demandas expressas pelas empresas do setor têxtil e do vestuário da amostra em pauta. O conhecimento mais especificamente técnico assume importância, analogamente a aspectos relativos ao conhecimento dos cenários produtivos locais e globais e dos avanços tecnológicos recentes, sinalizando a predominância da racionalidade funcional, nos termos weberianos, e a maximização de resultados.

Entretanto, saber mobilizar pessoas para trabalhos em equipe, promover um clima institucional de confiança e relacionar-se com a sociedade em geral, além da capacidade de avaliar a ressonância ambiental e social de suas ações, destacam-se como competências relevantes, apontando para a racionalidade da ação comunicativa postulada por Habermas como uma dimensão importante do desenvolvimento dos sistemas produtivos atuais, embora não descolada de imperativos externos pertinentes ao mercado concorrencial e de metas organizacionais.

Palavras-chave: Formação em Engenharia. Competências. Perfil do engenheiro. Mercado de Trabalho.

1. INTRODUÇÃO

No momento atual de nosso país, o engenheiro é um dos profissionais que, talvez, mais careça de disciplinar a imaginação a fim de desempenhar o seu papel de agente ativo de mudanças sociais e de desenvolvimento, no sentido amplo do termo (econômico, social, político, ambiental, etc.).

Os Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia (ECTS) ou a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que vieram se desenvolvendo particularmente a partir dos anos 1980, constituem hoje um campo de trabalho crítico em relação à imagem redentora, essencialista e linear da ciência e da tecnologia. A prioridade desses estudos é analisar os processos de produção, inovação e difusão dos conhecimentos científicos e dos objetos técnicos, tratando a ciência e a tecnologia de forma integrada com os aspectos histórico-sociais, políticos e econômicos, ou seja, como conjuntos sociotécnicos². É nesse sentido que os ECTS passaram a considerar, na atuação dos engenheiros, para além do atendimento às demandas técnico-econômicas, as demandas sociotecnológicas, tendo em vista que a tecnologia é uma dimensão fundamental para a compreensão das dinâmicas de inclusão e exclusão social, no âmbito das especificidades socioculturais e políticas locais e regionais.

Além dos desafios postos pela Resolução CNE/CES 11 (BRASIL, 2002) e posteriormente pela Resolução nº 2 (BRASIL, 2019)³ para os cursos de graduação em engenharia e pelos Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia, estamos também diante de desafios que nascem das novas estruturas sociais contemporâneas, em particular, o avanço científico e tecnológico que modifica as complexas relações sociais, tornando-as, ao mesmo tempo, mais intensas e mais efêmeras. Os conhecimentos científico e tecnológico vêm sendo gerados muito rapidamente e, ao mesmo tempo, crescem e se diversificam os meios de distribuição dessas informações. Na esfera econômica, a competição ultrapassa fronteiras nacionais e deixa a economia do país muito vulnerável às mudanças econômicas internacionais.

De acordo com Linsingen (2014), tais mudanças têm afetado profundamente o homem, o meio ambiente e as instituições sociais e alterado hábitos, valores e tradições que pareciam imutáveis. No que tange especificamente à engenharia, estão mais elevadas as qualificações exigidas para a ocupação de postos de trabalho, pressionando as instituições de ensino a atenderem a essas demandas.

Outra questão que se impõe é a forma como a educação tecnológica deve se estruturar para atender aos desafios da sociedade contemporânea no que tange à produção e uso do conhecimento científico e tecnológico. A nova configuração social vem requerendo dos futuros engenheiros uma visão mais sistêmica da realidade em que atuam, que extrapole a perspectiva linear e tradicional da educação tecnológica como formação exclusivamente técnica, para uma educação tecnológica que preze por uma perspectiva sociotécnica. Ou seja, uma educação tecnológica voltada a uma concepção comunicativa, nos termos habermasianos⁴, que não só prepare esses sujeitos com informações e técnicas que lhes possibilitem ingressar no mercado de trabalho, mas que principalmente desenvolva neles a criatividade, a atitude crítica, a habilidade comunicativa, a visão do todo, a curiosidade intelectual, enfim, noções que os apoiem na busca do sentido maior de serem cidadãos.

Assim, diante dessas novas configurações, buscamos desenvolver, entre os anos de 2014 e 2017, uma pesquisa que mapeasse e investigasse a inserção de engenheiros (efetiva e potencial) das áreas de formação do campus da UFSC de Blumenau (têxtil, engenharia de controle e automação e materiais) no mercado de trabalho do setor têxtil do Vale do Itajaí, incluindo micro, médias e grandes empresas. Em específico, o intuito era traçar o perfil e as competências demandadas por este mercado, com vistas a fazer uma comparação entre as diretrizes curriculares atuais da engenharia e as competências detectadas nas empresas e, também, entre essas competências e os currículos de engenharia da UFSC do campus de Blumenau.

²O técnico é socialmente construído, e o social tecnicamente configurado.

³ Quando a pesquisa foi iniciada e analisados os seus resultados, estava ainda em vigor a Resolução 11, de 2002, mas atualmente a Resolução 2, de 2019, é a que estabelece as diretrizes curriculares para a graduação em Engenharia em nosso país.

⁴ Importante destacar que este artigo se fundamenta também na teoria habermasiana para pensar a educação tecnológica, considerando o paradigma da comunicação, tendo em vista a tese de Habermas de que o conflito da atual sociedade se centra justamente na falta de interação entre o sistema e o mundo da vida, na medida em que, apesar de ambos estarem sempre imbricados, o sistema, por ser mais forte em função das próprias condições ideológicas e estruturais da sociedade capitalista, acaba por sufocar o mundo da vida. Sistema e mundo da vida estão presentes em todos os lugares onde ocorram relações sociais, porém, muitas vezes, em função de pressões instrumentais, a dimensão humana do mundo da vida cede espaço aos interesses imediatos da dimensão sistêmica (Habermas, 2003).

2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

a) Sobre as concepções de competência

Na resolução que instituiu as Diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Engenharia – Resolução CNE/CES 11, de 11/03/2002⁵ -, a formação do engenheiro tinha como objetivo dotar o profissional de competências e habilidades gerais, tais quais: projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados, atuar em equipes multidisciplinares, avaliar o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental, dentre outras. Entretanto, os termos “competências” e “habilidades” foram empregados de forma indistinta, demandando uma definição mais operativa, que possibilitasse a investigação junto às empresas e entidades objeto desta pesquisa, buscando subsidiar a própria reflexão acerca da identidade do engenheiro, um passo fundamental no intuito de contribuir para o seu processo de formação.

Na resolução em vigor no momento presente, Resolução nº 2/2019 (Brasil, 2019), houve algumas alterações e acréscimos no perfil formulado para o egresso em Engenharia, e o artigo 4º, que, na resolução de 2002, prescrevia competências e habilidades gerais, passou a mencionar apenas competências gerais. Além disso, do item pertinente aos conteúdos básicos, foram excluídos os itens Humanidades, Ciências sociais e cidadania e Comunicação e Expressão, sendo inserido o item Algoritmos e Programação. Entretanto, o esforço de qualificar conceitualmente a noção de competências é importante para os fins visados nesta pesquisa.

No senso comum, usa-se a palavra competência no sentido de qualificação de uma pessoa para realizar algo (Fleury; Fleury, 2004). O dicionário de Aurélio Buarque define competência como capacidade legal de julgar pleito, aptidão, capacidade para resolver qualquer assunto. O termo tem origem no latim *competens*, que significa “o que vai com, o que é adaptado a” (Le Boterf, 2007, p.52).

Para os profissionais de Recursos Humanos, o conceito, em geral, abrange o conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes que afeta a maior parte do trabalho da pessoa e que se relaciona com seu desempenho (Fleury; Fleury, 2007, p. 27). Nesse sentido, a competência seria passível de mensuração e de desenvolvimento mediante treinamento. Os conhecimentos seriam os saberes; as habilidades, um saber fazer relacionado a um trabalho mental ou físico, como identificar uma variável, e as atitudes, um saber ser (aspectos éticos, cooperação, respeito à diferença, etc.). As competências seriam uma espécie de estoque de recursos, um conjunto de habilidades harmonicamente desenvolvidas que caracterizariam uma profissão, cargo ou função: ser engenheiro, ser carpinteiro, ser gerente de marketing.

Fleury e Fleury (2004, p. 27) apontam a limitação desse conceito, que se remete à tarefa ou ao conjunto de tarefas prescritas a um cargo. Mesmo o uso da “gestão por competências” traduz mais um rótulo moderno para uma organização ainda fundada nos princípios tayloristas do que uma nova forma de gestão.

No universo acadêmico, outras noções foram adicionadas ao simples somatório de conhecimentos, habilidades e atitudes, como o papel da experiência, comportamentos observáveis, mobilização, contexto e resultado (Borchardt *et al.*, 2009). Diante da atual transformação do mundo do trabalho e de sua complexificação, particularmente acelerada nos anos 1980, com a internacionalização do capital e com a expansão da produção de serviços, um “estoque de recursos” individuais não tem sido suficiente para suprir as demandas das empresas e da própria sociedade por inovação, flexibilidade, multidisciplinaridade (Fleury; Fleury, 2004, p. 28). É nesse sentido que se torna necessário apreender a competência no seio dessas transformações tanto nas empresas quanto nas sociedades.

Já Zarifian (2001) remete a competência à capacidade de a pessoa assumir iniciativas, ir além das atividades prescritas, compreender e dominar novas situações de trabalho, ser responsável e reconhecida por isso. O foco até então predominante sobre o estoque de conhecimentos e habilidades de uma pessoa é, pois, transposto para a atenção ao modo como ela mobiliza tais recursos em um determinado contexto do trabalho (Feuerschütte, 2006, p. 51), a uma certa inteligência prática.

⁵Em 25 de fevereiro de 2002 foi publicado, no Diário Oficial da União, o Parecer CNE/CES 1.362/2001, que culminou com a publicação da Resolução CNE/CES 11/2002, que estabeleceu as “Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia”. Com essa nova resolução, coube aos cursos alterar seus projetos pedagógicos para se readequarem à nova realidade, em grande parte devido ao fato de que essa resolução teve como objetivo mudar a base filosófica dos cursos de Engenharia, dando ênfase à competência e à busca de uma abordagem pedagógica centrada no aluno. Essa foi a normativa que serviu de referência para o desenvolvimento desta pesquisa, entretanto, em abril de 2019 passou a vigorar a Resolução 2/2019 (Brasil, 2019), que atualmente regula a Graduação em Engenharia no país.

Pode-se alegar hoje que as diferentes abordagens sobre a competência humana sugerem três perspectivas de análise: comportamental, funcional e construtivista (Raquel; Feuerschütte; Alperstedt, 2008; Feuerschütte, 2006). A perspectiva comportamental, de origem norte-americana, considera que os atributos individuais do sujeito, ou seja, o conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes que compõe sua personalidade permite-lhe alcançar um desempenho superior em suas ações diante de resultados produzidos por outros sujeitos. Nessa visão, a competência é vista como um estoque de recursos do indivíduo, baseado em sua inteligência e personalidade.

Para a dimensão funcional, desenvolvida inicialmente na Inglaterra, os conhecimentos, habilidades e atitudes podem estar diretamente adequados à função ocupada pelo sujeito no trabalho; em outros termos, a competência enquadra-se nas funções organizacionais. O foco das competências são as estratégias e objetivos da empresa, acentua Feuerschütte (2006, p. 65), importando os resultados, não os processos desencadeados para serem alcançados. Algumas das críticas atribuídas a essas duas abordagens referem-se a seu atrelamento a uma ótica de mercado apenas, limitando a autonomia dos indivíduos no trabalho ao cumprimento de atividades prescritas, e a um caráter economicista, descontextualizado e a-histórico.

Já a perspectiva construtivista, originada na França e adotada nesta pesquisa, incorpora variáveis sociais afetando a ação do sujeito, o contexto onde ele está inserido, ou seja, a realidade é vista como socialmente construída. Nesse sentido, a competência é um processo dinâmico e pressupõe o entendimento prático de situações que se apoiam em conhecimentos adquiridos, que são, então, mobilizados para a ação.

Para essa vertente, a base da competência é uma dupla instrumentalização, ou seja, a instrumentalização de dois tipos de recursos: os recursos pessoais, constituídos por saberes, saber-fazer, aptidões ou qualidades e por experiências acumuladas, e os recursos do meio, constituídos por máquinas, instalações materiais, informações e redes relacionais (Le Boterf, 2007). Portanto, é um processo dinâmico, cuja característica essencial consiste em escolher os saberes e recursos e combiná-los em relação a objetivos visados e problemas a resolver, integrando-os diante de situações complexas.

O domínio pelos profissionais desses instrumentais para agirem diante das situações que vão emergindo só ocorre por meio de um processo diário de aprendizagem. A instrumentalização dos recursos pessoais é incorporada em sua personalidade; a instrumentalização dos recursos do meio é objetivada, ou seja, exterior a eles.

Nessa medida, a competência torna-se um conceito em construção, uma partitura em movimento, e não uma listagem estática de atributos. Ela é a faculdade de usar tal instrumentalização de maneira pertinente, ou seja, a faculdade de mobilizar um conjunto de saberes, saber-fazer, aptidões ou qualidades pessoais, experiências, recursos do meio, combinando-os em relação a objetivos visados, sejam um projeto a implementar, um problema a resolver ou uma atividade a realizar.

Em outros termos, Le Boterf consolida a competência mediante o entrecruzamento de três eixos: o formado pela biografia e socialização da pessoa, a sua formação educacional e a sua experiência profissional. Tanto para ele como para Zarifian (Zarifian, 2001), a competência do indivíduo precisa ser observada na ação, na forma como ele mobiliza seus recursos para resolver dificuldades, situações críticas ou mesmo satisfazer propósitos pessoais ou profissionais, o que envolve também saber lidar com o imprevisto.

Entre os saberes, Le Boterf elenca os teóricos, os do meio e os procedimentais. Um saber teórico é aquele que permite ao profissional entender um fenômeno ou uma situação, entender aquilo que faz, seu sentido. Ele é um saber exógeno, ou seja, está fora da pessoa, mas orienta sua ação, podendo pautar-se em conceitos, conhecimentos organizacionais, racionais, conhecimento da legislação vigente, saberes disciplinares (com suas teorias e leis). São geralmente difundidos pela escola e pela formação.

O saber do meio ou do ambiente refere-se ao conhecimento do contexto no qual o profissional intervém, podendo ser mais ou menos formalizado: os códigos sociais e culturais, os interesses políticos e econômicos presentes, as associações e entidades profissionais atuantes em sua área de abrangência e as suas dinâmicas organizacionais, o sistema de gestão, a cultura institucional.

Os saberes procedimentais ou procedurais buscam descrever como deve ser feito, “como fazer funcionar” um setor ou atividade. Eles propõem uma espécie de guia de instruções ao profissional, regras para agir, encadeamentos de operações para a realização de um objetivo determinado e descrevem procedimentos, métodos, modos operatórios, visando à realização de um determinado objetivo. São, em geral, adquiridos por meio de sistemas formais de educação e de formação contínua

Por exemplo: saber como se comunicar em reunião, conhecer as atribuições que lhe competem, saber como implementar as tarefas que lhe são atribuídas, saber como resolver problemas, como buscar informações.

Do conjunto do saber-fazer, Le Boterf destaca o saber-fazer formalizado, o empírico, o relacional e o cognitivo. O saber-fazer formalizado ou operacional é composto por condutas, métodos ou instrumentos cuja aplicação prática o profissional domina, com os quais ele sabe operar. Em outros termos, ele domina a aplicação de um procedimento, por exemplo, o de conduzir uma reunião da empresa com o cliente para estudo de problemas, não a descrição de como fazê-lo, é como saber ler e entender um mapa.

O saber-fazer empírico ou experiencial é aquele oriundo da ação, das lições extraídas da experiência prática, e que requer a mobilização dos saberes do corpo e dos sentidos. É uma habilidade adquirida através do tempo, às vezes chamada de conhecimento tácito (do latim *tacitum*, que também significasegredo, mistério), e tal saber experiencial dificilmente é verbalizável; é um saber agir em função de algo, é ligado à pessoa e não é universal, por isso às vezes caracterizado como endógeno. Saber quando se calar numa reunião, para dar voz a outro, saber agir de forma coletiva diante de uma situação complexa, e não de forma personalista.

O saber fazer relacional implica saber cooperar, saber ouvir, saber interagir e também ser incisivo e firme quando necessário. Emanam, via de regra, da experiência profissional e social.

O saber fazer cognitivo corresponde a operações intelectuais necessárias à formulação, à análise e à resolução de problemas, à concepção e à realização de projetos, à tomada de decisão, à criação ou à invenção, postas em execução e organizadas entre si por um sujeito em interação com seu meio. Tais capacidades e processos cognitivos produzem inferências, informações novas que desencadeiam raciocínios indutivos, raciocínios dedutivos, abstrações reflexivas, generalizações e operam na resolução de problemas.

As aptidões ou qualidades pessoais são os recursos mais difíceis de expressar e descrever, de modo a se conseguir, inclusive, reconhecê-los. Podemos nomear como tal o rigor, a força de convicção, a curiosidade de espírito, a paciência, a vontade, o desprendimento. Muitas vezes, na dificuldade e risco de se definir um “saber ser”, ainda que ele possa ser muito mais o resultado de uma situação dada do que algo que os sujeitos detêm, procura-se configurar “comportamentos ou competências profissionais”, como a capacidade de escuta, as atitudes de acolhida, a capacidade de iniciativa, a tenacidade, a autoconfiança, a capacidade de cooperar.

Em síntese, no contexto do mundo do trabalho, o profissionalismo não é somente uma questão de saber-fazer, mas também de saber ser, como acentuou Le Boterf. Dentro desse leque mais amplo de interação entre uma personalidade e uma situação específica, vários perfis comportamentais dos profissionais engenheiros podem ser adequados para a organização ou entidade onde atuam, pois o que é avaliado não é a pessoa em si mesma, mas seu agir num determinado contexto, na solução de problemas mais simples ou mais complexos.

O raciocínio, para ser pertinente, deve também ser informado pelas emoções, daí o peso dos recursos emocionais para reduzir o campo das alternativas e propiciar a tomada de decisões em um tempo mais restrito. Esses recursos, que se incorporam ao sujeito, emanam da educação e da experiência; em suma, da aprendizagem.

Recursos do meio ou recursos externos ao sujeito, como máquinas, equipamentos, meios de trabalho, informações, redes relacionais, redes documentares, banco de projetos, complementam o conjunto de requisitos a ser mobilizado pelo profissional, para construir suas competências.

Por fim, aglutinando as reflexões de LeBoterf, Fleury e Fleury definem competência como um saber agir responsável e reconhecido, que implica mobilizar, integrar, transferir conhecimentos, recursos, habilidades que agreguem valor econômico à organização e valor social ao indivíduo (Fleury; Fleury, 2004, p. 30).

Na direção de orientar a obtenção das informações das empresas investigadas mediante os questionários, a seguinte configuração realizada por Zarifian contribuiu para a diferenciação de áreas de competências, identificadas por três domínios (autonomia, responsabilização e comunicação):

- Competências sobre processos: conhecimentos sobre o processo de trabalho;
- Competências técnicas: conhecimentos específicos sobre o trabalho a ser realizado;
- Competências sobre a organização: saber organizar os fluxos de trabalho;

- Competências de serviço: atrelar a competência técnica à questão: *Que impacto este produto ou serviço terá sobre o consumidor final?*
- Competências sociais: saber ser, incluindo atitudes que sustentam os comportamentos das pessoas.

A categorização realizada por Fleury e Fleury, na transposição de um nível mais estratégico para o nível da formação das competências do indivíduo, gerou uma perspectiva sistêmica que também facultou a sistematização de questões levadas às empresas-alvo desta pesquisa (FLEURY; FLEURY, 2004, p. 36):

- Competências de negócio: relacionadas à compreensão do negócio, seus objetivos na relação com o mercado, clientes e competidores, assim como com o ambiente político e social. Ex: conhecimento do negócio, orientação para o cliente.
- Competências técnico-profissionais: são as específicas para determinada operação, ocupação ou atividade. Ex: desenho técnico, finanças, conhecimento do produto.
- Competências sociais: são as necessárias para interagir com as pessoas. Ex: comunicação, negociação, mobilização para mudança, sensibilidade cultural, trabalho em equipes.

Embora a discussão teórica e acadêmica sobre a conceituação de competência seja praticamente inesgotável, particularmente no âmbito organizacional, o alvo desta investigação foi apreender os componentes de caráter mais individual, ainda que não estejam dissociados do espaço organizacional, uma vez que o foco da reflexão e intervenção foram os processos de formação dos engenheiros.

b) Formação de engenheiros para o contexto global: novos perfis?

Encontramo-nos, no contexto global contemporâneo, segundo Linsingen (2014), diante de dois modelos opostos: o tecnocêntrico e o antropocêntrico de produção. No que concerne aos atributos comuns aos dois modelos, reivindica-se uma formação mais ampla, que articule superespecialização e diversificação, funções qualificadas, e altamente qualificadas, em matéria de informática, marketing, gestão, engenharia de produção, conhecimento técnico mais geral e não limitado a uma profissão, capacidade de comunicação, de cooperação, de trabalhar em equipe, em função de uma maior interdependência de funções e tarefas, e capacidade de aprendizagem contínua.

Se ambos os modelos prezam por esse tipo de formação, todavia, há entre eles diferenças significativas e importantes. Enquanto, para o paradigma tecnocêntrico, o perfil ideal de engenheiro é aquele que articula conhecimento técnico específico, sólido embasamento nas ciências físicas e matemáticas, capacidade de comunicação oral e escrita, habilidade de relacionamento interpessoal, espírito de liderança, conhecimento de gestão, capacidade de autoaprendizagem, inventividade e criatividade e compromisso com a sua profissão e com a sociedade, no modelo antropocêntrico, que não lança mão desses atributos requeridos pelo tecnocentrismo, a orientação formativa orienta-se para uma atuação voltada para o ser humano, e não exclusivamente para uma racionalidade técnica pautada na produtividade, competitividade e defesa do sistema empresarial dominante.

A perspectiva antropocêntrica apoia-se, por sua vez, na perspectiva sociotécnica, que considera que produção, produto, trabalhadores e conhecimento são elementos constituintes de uma matriz social comum e, desse modo, não se podem separar e nem serem tratados apenas no âmbito de determinados modelos de produção. A formação deve, portanto, equilibrar aspectos técnicos e humanísticos, acompanhada de uma reflexão crítica para uma ação transformadora (Silva, 1999).

A tecnologia que resulta do trabalho do engenheiro, assentada na matemática, é reinserida no contexto social no qual ele atua. E ela não ocorre apenas num determinado contexto social, como se esse contexto fosse adendo. A tecnologia produzida pelos engenheiros é parte da sociedade e, em parte, a condiciona.

Conhecer o lugar que ocupa o engenheiro e a tecnologia no interior dos nossos sistemas sociais, seja o modelo capitalista, da empresa privada, seja o de outros, como as chamadas tecnologias sociais ou os empreendimentos de economia social, conhecer os limites que as relações sociais de produção que ocorrem em seu interior impõem ao próprio desenvolvimento da tecnologia e a seus processos de apropriação e utilização racional é o caminho para os engenheiros adquirirem uma consciência humanista.

Portanto, reiterando o argumento de Vinck (2013), o humano, na engenharia, não é constituído por atitudes meramente psicológicas ou morais, como se pudéssemos soldar a consciência do engenheiro, dividida entre razão técnica e compromisso social, com valores éticos ou de cidadania ou valores humanísticos abstratos. O humano está justamente na função social da tecnologia, que abre janelas de fato para a humanização progressiva de homens e mulheres.

Não se trata apenas de incluir as “humanidades” nos currículos das engenharias, para desenvolver um “espírito crítico” ou uma “consciência política”, como penduricalhos animando uma alma tecnicista (Vinck, 2013). Trata-se, sobretudo, de possibilitar aos graduandos o acesso a conhecimentos substantivos acerca da realidade social em que irão agir, como caminho para a aquisição e desenvolvimento de uma consciência humanista alicerçada no fato de que a tecnologia é uma mescla de natureza e propósitos humanos.

Em investigação desenvolvida sobre o perfil do engenheiro exigido pelas empresas na atualidade, as pesquisadoras Nose e Rebelatto (2001) identificaram as principais atitudes, habilidades e conhecimentos que as empresas estão desejando do profissional de engenharia, em especial o Engenheiro de Produção⁶. Segundo as pesquisadoras, os atributos mais destacados sobre o perfil de engenheiros em formação são, em escala decrescente de importância: iniciativa para tomada de decisões; manejo de ferramentas básicas de informática; domínio do inglês; fidelidade para com a organização em que trabalha; valorização da ética profissional; ambição profissional/vontade de crescer; capacidade para o planejamento; visão das necessidades do mercado; valorização da dignidade/honra pessoal; visão do conjunto da profissão; habilidades para economizar recursos; preocupação com a segurança no trabalho; habilidade para conduzir pessoas.

Questões bastante recorrentes também em pesquisas com empresas para avaliar perfis de engenheiros referem-se à habilidade dos engenheiros em utilizar o conhecimento técnico que adquiriram durante o período de formação. Muitas empresas relatam a falta de habilidade para as tarefas que exigem desse profissional e questionam o conhecimento que os mesmos recebem no âmbito das universidades. Elas entendem que a universidade oferece um *know-how* (um saber-fazer) descritivo e não um saber-fazer contextualizado, a que chamam de *know-why* (saber por que fazer). Dessa forma, além do engenheiro precisar conhecer as técnicas e as ferramentas de engenharia, ele deveria saber usá-las de forma consciente, fundamentada e contextualizada.

É sabido que a separação entre formação teórica e formação prática gera sérios problemas desde o início da vida acadêmica, e o esvaziamento de conteúdos práticos torna as disciplinas desinteressantes na universidade, gerando seu reflexo nos cinco anos de “formação prática” iniciais, valorados diferentemente pelo mercado (Vinck, 2013). Basta ver ofertas de emprego diferenciando os que têm menos de cinco anos de experiência dos que têm mais, o engenheiro júnior e o engenheiro sênior.

Em geral, a formação supõe que a prática será apenas a aplicação da ciência ou do método científico, portanto, uma conseqüência direta da formação teórica. Mas, se a atividade de engenharia fosse apenas uma aplicação da teoria, por que seriam necessários mais cinco anos de prática? Na medida em que o nosso intuito incide também sobre as condições de absorção de nossos graduandos pelo mercado de trabalho do Vale do Itajaí, a detecção do que as empresas traduzem como experiência exigida para a contratação precisa ser devidamente aferida e, inclusive, aprofundada por pesquisas mais qualitativas.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada na investigação foi a pesquisa de campo, de caráter descritivo, utilizando como instrumentos de coleta de dados questionários aplicados às empresas têxteis da região do Vale do Itajaí. O ponto de partida para o mapeamento das empresas foi o banco geral de dados obtido junto à Federação das Indústrias de Santa Catarina (FIESC) em 2014, do qual foram extraídas as empresas do setor têxtil e as do setor do vestuário da região do Vale do Itajaí, num total de 686 empresas. Como os dados do setor têxtil e de vestuário atualizados pela FIESC em novembro de 2016 e disponibilizados para esta pesquisa reuniam um número um pouco menor de empresas do que o banco de dados de 2014 (663 empresas), optou-se por utilizar como amostra as empresas cadastradas no banco anterior (de 2014), acrescida de treze empresas que só constavam no cadastro de 2016.

Inicialmente, foi enviado por e-mail, mediante a utilização do Google docs, um questionário para todas as empresas ligadas ao setor têxtil e de confecções do Vale do Itajaí que compunham esse cadastro, no qual se buscou conhecer o perfil geral da empresa, sua inserção nos mercados, seu quadro de colaboradores, particularmente os engenheiros e demais profissionais com formação e atuação dentro das áreas correlatas aos cursos desenvolvidos no *campus* da UFSC de Blumenau (Engenharia de controle e

⁶ Por meio de uma pesquisa realizada em diversas empresas da cidade de São Carlos, as autoras aglutinaram resumos de perfis do engenheiro desejados por diversas outras empresas, apresentados em trabalhos de diferentes autores.

automação, Engenharia de materiais, Engenharia têxtil, química e matemática), além das competências demandadas dos engenheiros. Procurou-se mapear especialmente tais profissionais e levantar potencialidades de absorção de novos engenheiros pelas empresas.

Como as engenharias têxtil, de materiais e de controle e automação são derivações mais recentes de outras engenharias, como a Engenharia química e a Engenharia elétrica, estas modalidades foram também pautadas no questionário⁷.

Durante os primeiros dois meses desde o envio dos questionários, como houve muito retorno de mensagens acusando destinatários não encontrados, as pesquisadoras, auxiliadas pela bolsista voluntária da pesquisa, procederam a ligações telefônicas para todas as empresas com 50 ou mais empregados, informando da pesquisa, do envio do questionário e solicitando a sua colaboração, ao mesmo tempo que atualizandoos e-mails de contato, que se revelaram, em grande parte, defasados, ainda que a FIESC proceda anualmente à atualização dos dados básicos das empresas.

O *software Statistical Package for Social Science for Windows (SPSS)* foi empregado para análise estatística de dados, embora o índice de retorno dos questionários encaminhados às empresas tenha sido bastante reduzido (18 empresas), o que pode ser, em grande parte, atribuído ao fato de a grande maioria delas não possuir engenheiros em seus quadros de profissionais.

Acresce-se a esse reduzido índice de retorno o fato de menos da metade desse arsenal de empresas ter respondido às questões pertinentes às competências e características dos profissionais engenheiros, pelo fato de não disporem de detalhes das modalidades de profissionais em seus quadros. É relevante pontuar também que a FIESC agrega apenas um percentual das indústrias têxteis e do vestuário existentes na região do Vale do Itajaí, não o conjunto das unidades produtivas do setor.

Nessa medida, a amostragem desta pesquisa não possui o caráter de uma amostra probabilística, mas de uma amostragem por acessibilidade ou conveniência (GIL, 2008).

4. RESULTADOS

A tabela 1 apresenta o perfil dos respondentes nas empresas, predominantemente constituído por analistas de recursos humanos, com formação superior majoritária em Administração, na maior parte dos casos associada a um curso de pós-graduação. Tendo em vista a disparidade revelada por esses interlocutores em relação ao seu tempo de exercício da função atual nas empresas, optou-se por apresentar, na Tabela 1, outros indicadores além da média, no caso a mediana, informando que metade dos respondentes possui 6 ou mais anos na função e a outra metade, menos de 6 anos, e a moda, apontando que 2 anos é o escore que ocorre o maior número de vezes nos dados.

Tabela 1 - Perfil dos respondentes

Indicador	Nº	%
Função na empresa		
Analista de recursos humanos	8	44
Gerente	5	28
Outros	3	17
Proprietário (ou sócio)	1	6
Proprietário (ou sócio), gerente e trabalha diretamente na produção e vendas	1	6
Total	18	100
Escolaridade		
Médio	2	11
Superior	6	33
Pós-graduação	10	56
Total	18	100

⁷Na UFSC, campus de Florianópolis, o curso de Engenharia de materiais nasceu dentro do Departamento de Engenharia mecânica.

Tabela 1 - Perfil dos respondentes (continuação)

Indicador	Nº	%
Curso concluído (Técnico ou superior)		
Administração	7	39
Direito	1	6
Economia	1	6
Engenharia de Produção	1	6
Engenharia química	2	11
Ensino médio	1	6
Psicologia	2	11
Recursos Humanos	2	11
Técnico em Segurança do Trabalho	1	6
Total	18	100
Tempo na função		
Média	12,0	
Mediana	6,0	
Moda	2,0	

Fonte: Elaboração pelas autoras

A Tabela 2 revela o perfil das empresas investigadas, apontando que as maiores parcelas delas estão sediadas em Blumenau e Brusque, além de se inserirem majoritariamente nas categorias matriz ou unidade única. O regime de propriedade predominante é a sociedade por cotas de responsabilidade limitada.

As informações sobre o faturamento bruto da empresa, indicativas de seu porte: micro, pequeno, médio ou grande empresa, tiveram um índice de respostas “sem informação” elevado (7 respostas), apontando o desconhecimento dos informantes acerca desse aspecto. Um percentual equivalente de respostas (7 empresas ou 38,9%) enquadra as empresas como de grande porte; nas demais respostas, apenas uma foi pautada como de médio porte, duas microempresas e houve abstenção por parte de um dos respondentes de uma das empresas.

Tabela 2 - Perfil das empresas

Indicador	Nº	%
Categoria das empresas		
Filial com sede em outro país	1	6
Filial com sede em SC	2	11
Matriz	6	39
Única	9	44
Total	18	100
Cidade de localização das empresas		
Blumenau	6	33
Botuverá	1	6
Brusque	5	28
Guabiruba	1	6
Indaial	2	11
Piçarras	1	6
Pomerode	1	6
Timbó	1	6
Total	18	100
Número de unidades das empresas		
1	9	50
2	2	11
3	1	6
4	1	6
5	1	6
6	1	6
11	1	6
12	1	6
22	1	6
Total	18	100

Tabela 2 - Perfil das empresas (continuação)

Indicador	Nº	%
Regime de propriedade da empresa:		
Empresa individual (pessoa física)	2	11
Sociedade anônima	3	17
Sociedade por cotas de responsabilidade limitada	13	72
Outro	0	0
Total	18	100

Fonte: Elaboração pelas autoras

A delimitação da natureza dos produtos gerados pelas empresas foi extraída do banco de dados fornecido pela FIESC, com algumas condensações feitas pelas pesquisadoras, o que resultou numa listagem de 27 produtos, que compuseram a questão pertinente do questionário encaminhado às empresas.

Uma única empresa analisada elencou em torno de dez (10) principais produtos gerados, dentre os quais: Alvejamento, tingimento e torção; Fabricação de artigos do vestuário e de peças para vestuário; Estamparia e texturização; Tecelagem de fios; confecção de peças de vestuário infantil, abarcando, assim, tanto o setor têxtil propriamente dito quanto o setor de vestuário. A maioria das demais empresas pautou apenas o produto principal gerado, como Tecelagem de fios; Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústria têxtil ou Preparação e fiação de fibras de algodão ou de fibras artificiais ou sintéticas. Em alguns casos, até três (3) produtos foram alistados, mas com características similares, como, por exemplo: Fabricação de outros artefatos têxteis; Fabricação de tecidos e/ou artefatos têxteis especiais e Fabricação de outros produtos têxteis. Ver em Apêndice Aa listagem dos 27 produtos pautados no questionário.

A Tabela 3 sistematiza as faixas de quantitativos totais de funcionários ou empregados das empresas estudadas, indicando, também, o número de engenheiros nas modalidades dos cursos de formação do *campus* de Blumenau, além dos engenheiros químicos, eletricitas e demais engenheiros de diversas outras especialidades não delimitadas no questionário. Observa-se que, dentro do leque das especialidades pertinentes aos cursos de engenharia do *campus*, foram mapeados 6 engenheiros têxteis e 2 engenheiros de controle e automação em toda a amostra.

Tabela 3 - Número de funcionários

Indicador	Nº	%
Empregados das empresas		
Até 200	9	50
De 201 a 600	6	33
De 601 a 800	2	11
Acima de 1.000	1	6
Total	18	100
Engenheiros têxteis		
0	14	78
1	2	11
2	2	11
Total	18	100
Engenheiros químicos		
0	12	67
1	3	17
4	1	6
7	1	6
20	1	6
Total	18	100
Engenheiros eletricitas		
0	15	83
1	1	6
2	1	6
5	1	6
Total	18	100

Tabela 3 - Número de funcionários (continuação)

Indicador	Nº	%
Engenheiros de materiais		
0	18	100
Total	18	100
Engenheiros de controle e automação		
0	17	94
2	1	6
Total	18	100
Outros engenheiros		
0	12	67
1	2	11
2	1	6
4	1	6
5	1	6
30	1	6
Total	18	100

Fonte: Elaboração pelas autoras

A Tabela 4 sintetiza as competências demandadas dos engenheiros pelas empresas, pilar central desta investigação. Os conhecimentos básicos nas ciências naturais ou formais⁸, como Física e Matemática, e conhecimentos em Informática, que compoem o que Le Boterf nomina Saber teórico, foram enfatizados como relevantes pelo maior número de empresas. Já os conhecimentos em ciências humanas, sociais e metodologia científica foram identificados como não relevantes para a maioria (38%), muito embora conhecimentos em comunicação e expressão e ciências ambientais, relativos a saberes procedimentais, apareçam com maior importância (22%).

Esse aspecto torna-se relevante para pensarmos o papel das ciências humanas em cursos de engenharia. Incorporadas pelas novas diretrizes aos conteúdos que devem ser tratados pelos currículos em engenharia na direção do que foi mencionado no item 2, e que poderia ser sintetizado como educação voltada a uma concepção sociotécnica e a uma ação comunicativa na acepção habermasiana⁹, tais conhecimentos, contudo, enquanto competências demandadas pelas empresas, ainda não se constituem como relevantes, mesmo que se requeira desses futuros profissionais a valorização do diálogo, da troca e do “aprender a aprender”.

Parece-nos que as empresas não estabelecem uma relação direta entre conteúdos ligados às ciências humanas e competências ligadas a uma visão sistêmica de mundo, que privilegie o papel criativo dos atores sociais e os modos de construir, reconstruir e negociar os significados sociais do mundo (Bouffleur, 1997). Isto fica evidente nas questões subsequentes, relativas aos demais conhecimentos requeridos. Muitos daqueles considerados relevantes fazem parte, em última instância, do universo de conteúdos desenvolvidos pelas ciências humanas em geral.

Para demonstrar essa percepção, é importante pontuar algumas competências que foram ressaltadas na pesquisa como necessárias ao engenheiro e que podem ser entendidas como “novas” em relação às competências tradicionais dele requeridas. Vê-se que, ao lado de competências em conhecimentos básicos,

⁸ Rudolf Carnap, em 1970, classifica as ciências em ciências formais, como a Matemática e Lógica, e ciências empíricas ou factuais, em que inclui as ciências naturais, como a Química e Física, e as ciências humanas, em que se inserem a Sociologia, a Antropologia, etc. Em 1993, Tony Becher (1993) empreende uma ampla pesquisa, que resulta na classificação das ciências em Ciências duras puras e aplicadas e Ciências brandas puras e aplicadas.

⁹ A ação comunicativa ocorre “sempre que as ações dos agentes envolvidos são coordenadas, não através de cálculos egocêntricos de sucesso, mas através de atos de alcançar o entendimento. Na ação comunicativa, os participantes não estão orientados primeiramente para o seu próprio sucesso individual, eles buscam seus objetivos individuais respeitando a condição de que podem harmonizar seus planos de ação sobre as bases de uma definição comum de situação. Assim, a negociação da definição de situação é um elemento essencial do complemento interpretativo requerido pela ação comunicativa (HABERMAS, 1984, p. 285, 286)”. Este é um conceito de racionalidade que encontra seus fundamentos nos processos de comunicação intersubjetiva, com vistas a alcançar o entendimento, diferente do de razão, característico do ambiente tecnológico. Entretanto, apesar de a tecnologia se localizar em um setor que prioriza o sistema, não significa dizer que ela não está perpassada pelo mundo da vida, visto que é uma construção social.

a visão do contexto no qual atua o profissional em engenharia, assim como os saberes procedimentais, saber-fazer relacional e as qualidades e aptidões pessoais, cresce em relevância.

Da visão contextual, são considerados relevantes conhecimentos relativos à evolução dos cenários produtivos locais e globais; dos avanços tecnológicos recentes; dos objetivos, políticas e estratégias da empresa; das legislações pertinentes. Dos conhecimentos procedimentais todas as competências apontadas foram consideradas relevantes, com destaque para o saber selecionar tecnologias e *knowhow* condizentes com os cenários produtivos e o saber avaliar a viabilidade econômica de projetos, mas também foram valorados: o dimensionamento de recursos físicos, humanos e financeiros com eficiência; o projeto e aperfeiçoamento de sistemas, produtos e processos, o gerenciamento do fluxo de informações na empresa; a incorporação de conceitos e técnicas no sistema produtivo e na tomada de decisões.

Do saber fazer relacional e do saber prático, emergiram como relevantes as competências voltadas a saber mobilizar as pessoas para trabalharem em equipes multidisciplinares e a promover um clima institucional de segurança, confiança e participação. Nesse sentido, as competências demandadas expressam a necessidade de formação dos engenheiros em uma perspectiva sociotécnica à medida que se coadunam com habilidades na interação social, como por exemplo: saber utilizar a experiência profissional para orientar e informar a sociedade e/ou setores específicos e mobilizar e aplicar a ética e responsabilidade profissionais. Estas são competências que requerem que, ao lado de uma educação tecnológica, seja desenvolvida uma educação comunicativa voltada para o desenvolvimento desse tipo de racionalidade.

Quando consultadas sobre a relevância das aptidões e qualidades pessoais dos engenheiros, as empresas, praticamente, reiteraram esse argumento, ao considerarem relevantes a postura e ética profissional, a iniciativa empreendedora, a disposição para autoaprendizagem e educação continuada, a responsabilidade social e ambiental e a disposição para o diálogo e para a mudança de atitude. Assim, as empresas sinalizaram para a forte interação e interdependência entre sociedade e tecnologia, entre a realidade social¹⁰ e a própria engenharia.

Cabe, neste momento, do ponto de vista dos profissionais que trabalham com a formação de engenheiros, avaliar se tal perfil formativo tem sido o “resultado” de saída de seus acadêmicos. Apesar de a maioria dos respondentes alegar que suas empresas não vêm tendo dificuldades em encontrar no mercado o tipo de engenheiro de que precisam, indagação feita em uma questão específica do questionário, a relevância destacada pelas empresas respondentes para características que se voltam para uma educação comunicativa remete-nos a uma perspectiva habermasiana, que concebe o conhecimento como uma construção social viabilizadora e, ao mesmo tempo, viabilizada pela inteligência crítica e criativa, por meio da competência comunicativa.

Um aspecto que comporta um destaque, em específico, é a competência pertinente à atitude empreendedora, com elevado teor de relevância por parte das empresas, incitando-nos a uma reflexão acerca da importância atribuída a essa questão: estão os engenheiros tendo a mesma preparação para a liderança e empreendedorismo que têm para as áreas técnicas? Segundo dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI), o ensino de engenharia ainda é considerado um dos fatores que limita a eficiência industrial do país. Faltam disciplinas que incentivem claramente a criatividade, empreendedorismo e senso de inovação nos estudantes, sem deixar de lado a boa formação técnica (CNI, 2014, p. 12):

As faculdades de Engenharia devem formar profissionais com capacidade de inovação. Esses engenheiros precisam ter habilidades pessoais que transcendam a formação objetiva e quantitativa dos cursos tradicionais. É necessário desenvolver nos estudantes características de liderança e trabalho em equipe, empreendedorismo, conhecimento geral de áreas não científicas, cujo domínio vem se mostrando, cada vez mais, importante para a formação moderna do engenheiro empreendedor e inovador. De acordo com a última Pesquisa de Inovação 2011 (Pintec), realizada pelo IBGE, a falta de pessoal qualificado aparece como um dos principais obstáculos para a inovação no setor industrial, sendo enfatizada por 72,5% das empresas entrevistadas.

¹⁰ Srour apreende o domínio das relações sociais, da sociedade ou da realidade social a partir das dimensões: econômica, política e simbólica (SROUR, 1987).

No quesito “Necessidades de atualização profissional dos engenheiros da empresa”, a prática de processos e produtos e a qualificação em novas tecnologias industriais apontam como mais proeminentes, embora algumas das competências ressaltadas anteriormente ao longo da tabela manifestem-se, neste item específico, sob a forma de aspectos a serem aperfeiçoados, tais quais: conhecimentos acerca da organização do trabalho, de novas tecnologias, responsabilidade social e ambiental e empreendedorismo. Pode-se perceber também uma certa incongruência entre a irrelevância de aperfeiçoamento na área didático-pedagógica e muitas das competências anteriormente elencadas como relevantes, que demandam justamente competências comunicativas, dialógicas, como saber utilizar a experiênciaprofissional para orientar e informar a sociedade ou saber mobilizar as pessoas para o trabalho em equipe.

Tabela 4 - Competências necessárias ao engenheiro

Indicador	Relevante (%)	Não relevante (%)	Sem resposta (%)	Total (%)
Conhecimentos básicos				
1. Conhecimentos em Física, Química, Matemática, Estatística.	28	16	56	100
2. Conhecimentos em Fenômenos de transporte, Mecânica dos sólidos, Eletricidade aplicada, Ciência e Tecnologia dos materiais	16	28	56	100
3. Conhecimentos em Informática.	28	16	56	100
4. Conhecimentos em Comunicação e Expressão.	22	22	56	100
5. Conhecimentos em Administração, Economia e Finanças.	16	28	56	100
6. Ciências ambientais.	22	22	56	100
7. Ciências humanas e sociais, Metodologia científica.	6	44	56	100
Visão acerca do contexto de atuação do profissional de engenharia				
Conhecimento dos avanços tecnológicos recentes.	33	11	56	100
Conhecimento da interrelação dos sistemas produtivos com o meio ambiente.	16	28	56	100
Conhecimento acerca da evolução dos cenários produtivos locais e globais.	39	5	56	100
Conhecimento das legislações pertinentes.	33	11	56	100
Conhecimento dos objetivos, políticas e estratégias da empresa.	39	5	56	100
Conhecimentos sobre procedimentos em geral, requeridos do engenheiro pela empresa				
Saber dimensionar recursos físicos, humanos e financeiros com eficiência.	33	11	56	100
Saber projetar e aperfeiçoar sistemas, produtos e processos.	33	11	56	100
Saber selecionar tecnologias e <i>knowhow</i> condizentes com os cenários produtivos.	44	0	56	100
Saber gerenciar e otimizar o fluxo de informações na empresa.	33	11	56	100
Saber avaliar a viabilidade econômica de projetos.	39	5	56	100
Saber incorporar conceitos e técnicas no sistema produtivo e na tomada de decisões.	33	11	56	100

(continuação)

Tabela 4 - Competências necessárias ao engenheiro

Indicador	Relevante (%)	Não relevante (%)	Sem resposta (%)	Total (%)
O fazer prático e relacional do engenheiro segundo a demanda das empresas				
Saber mobilizar as pessoas para trabalho em equipe e/ou multidisciplinares.	39	5	56	100
Saber promover um clima institucional de segurança, confiança e participação.	44	0	56	100
Saber utilizar a experiência profissional para orientar e informar a sociedade e/ou setores específicos	33	11	56	100
Saber mobilizar e aplicar a ética e responsabilidade profissionais.	33	11	56	100
Saber elevar a confiança e o reconhecimento acerca da empresa e de sua atuação.	28	16	56	100
Saber manejar com as redes digitais em geral.	22	22	56	100
Aptidões ou qualidades pessoais consideradas necessárias ao profissional engenheiro pela empresa				
Ter postura e ética profissional.	44	0	56	100
Ter iniciativa empreendedora.	39	5	56	100
Ter disposição para autoaprendizagem e educação continuada.	39	5	56	100
Ter responsabilidade social e ambiental.	39	5	56	100
Ter disposição para o diálogo e para a mudança de atitude.	39	5	56	100
Necessidades de atualização profissional dos engenheiros da empresa				
Prática de processos e produtos	39	5	56	100
Conhecimentos referentes à organização do trabalho.	33	11	56	100
Maior embasamento teórico.	22	22	56	100
Qualificação em novas tecnologias industriais.	39	5	56	100
Aperfeiçoamento na área didático-pedagógica.	11	33	56	100
Qualificação na área comportamental e ética.	22	22	56	100
Responsabilidade social e ambiental	28	16	56	100
Empreendedorismo	28	16	56	100
Relacionamento interpessoal	22	22	56	100

Fonte: Elaboração pelas autoras

Na Tabela 5, algumas exigências de qualificação na contratação de engenheiros são elencadas, relativas à experiência de trabalho, pós-graduação, treinamento profissional, capacidade de relacionamento pessoal, idade e sexo.

O tempo de experiência profissional destacou-se, ao lado da capacidade de relacionamento pessoal, como o aspecto mais importante. Uma questão específica sobre o tempo de experiência mínimo exigido pelas empresas para a contratação de seus engenheiros revelou dois (2) anos como o indicativo mais recorrente entre os respondentes. Esse dado pode ser reflexo do fato evocado pela CNI, conforme menção anterior, de que os engenheiros recém-formados nas universidades estão distanciados do setor industrial, precisando ser capacitados dentro das empresas.

A pós-graduação apareceu como importando pouco, outro ponto a ser considerado nesta pesquisa, pois a formação continuada é considerada importante para o desenvolvimento tecnológico do país. A CNI (2014) destacou a necessidade de ampliação da formação de pós-graduação e a colocação desses profissionais pós-graduados nas empresas. Segundo a confederação, nos EUA, os diplomados com doutorado são 14% nas Engenharias e 24% nas Ciências, na Coreia do Sul são 26% e 12%, respectivamente. No Brasil, somente 11% do total de doutores são da área de Engenharia e 10% das Ciências.

O Brasil possui menos doutorandos em Ciências, Informática e Engenharia do que a grande maioria dos países da OCDE. O país apresenta também baixo número de doutores nas indústrias, tendo em vista que a pós-graduação brasileira forma, principalmente, para a carreira acadêmica: números absolutos mostram que 95% dos doutores no Brasil encontram-se nas universidades e somente 1,7% nas empresas.

Essa formação voltada para a carreira acadêmica explica, portanto, a reduzida importância conferida pelas empresas pesquisadas à necessidade de profissionais com tal currículo.

Nos EUA, por exemplo, 60% dos doutores formados em Engenharia estão nas empresas. Ainda segundo a CNI (2014, p. 13), a formação de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil possui caráter extremamente acadêmico, com pouca experiência prática ligada às atividades profissionais das empresas. A sequência obrigatória de se fazer graduação, mestrado acadêmico e doutorado, sem que a atividade profissional seja exercida pelo engenheiro, faz com que os doutores em Engenharia tenham um viés científico e não tecnológico, apresentando dificuldades de se adaptarem ao processo produtivo das empresas.

Um avanço quanto às exigências é a questão de gênero. As respostas apontaram que o sexo do profissional não é importante para a contratação. Até há pouco tempo atrás, a engenharia era vista como um campo de atuação masculino. Mas as mudanças ocorridas na sociedade mostram que a presença feminina está cada vez maior. Cada vez mais mulheres escolhem a Engenharia como profissão e conquistam espaço, trabalhando em parceria com os profissionais do sexo masculino.

Ainda assim, mereceria outra pesquisa identificar em qual paradigma as empresas estão se apoiando para fazerem avaliação e escolha de profissionais igualmente competentes, mas que, muitas vezes veladamente, pelo fato de serem mulheres, são excluídas de um espaço de disputa. A essas mulheres profissionais, que competem dia-a-dia em igualdade de atribuições, nem sempre se confere o mesmo reconhecimento por suas contribuições à engenharia. Uma questão a ser pensada e investigada é, por exemplo, a disparidade salarial entre os gêneros. Outra, a da contratação de gêneros para além do binarismo masculino e feminino.

Tabela 5 - Exigências de qualificação

Indicador	Nº	%
Experiência		
Muito importante	7	87,5
Importa um pouco	1	12,5
Não é importante	0	0,0
Total	8	100,0
Pós-graduação		
Muito importante	0	0,0
Importa um pouco	8	100,0
Total	8	100,0
Treinamento profissional		
Muito importante	5	62,5
Importa um pouco	3	37,5
Total	8	100,0
Capacidade de relacionamento pessoal		
Muito importante	8	100,0
Importa um pouco	0	0,0
Total	8	100,0

(continuação)

Tabela 5 - Exigências de qualificação

Indicador	Nº	%
Idade		
Muito importante	1	12,5
Importa um pouco	4	50,0
Não é importante	3	38,0
Total	8	100,0
Sexo		
Muito importante	0	0,0
Importa um pouco	0	0,0
Não é importante	8	100,0
Total	8	100,0

Fonte: Elaboração pelas autoras.

Em relação à formação universitária atual dos engenheiros, todos os respondentes alegaram ser parcialmente atualizada e parcialmente compatível com as necessidades do mercado, exceto um deles, que considerou tal formação dinâmica e à frente das necessidades do mercado.

Diante da indagação acerca do atendimento pelos engenheiros das necessidades da empresa, todos os respondentes apontaram que eles têm atendido, na maioria das situações.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o reduzido contingente de retorno dos questionários encaminhados às empresas tenha limitado o tratamento estatístico dos dados, a análise e cruzamento de variáveis, a baixa adesão não poderia ser justificada por uma desqualificação da qualidade do questionário elaborado, até mesmo porque as empresas às quais, numa experiência piloto, foi solicitado um *feedback* sobre a interpretação e avaliação do questionário não emitiram nenhum parecer crítico.

Evidentemente que a frustração de todo um esforço realizado é parte de muitas pesquisas, especialmente com empresas, por dificuldades de diversas naturezas em reservarem tempo e espaço para tais tarefas. Os modestos dados coletados sugerem uma compatibilidade entre muitos dos aspectos abarcados na formação dos engenheiros preconizada pela antiga Resolução 11/2002 (BRASIL, 2002) e pela Resolução nº 2/2019 (Brasil, 2019) e as demandas expressas pelas empresas do setor têxtil da amostra em pauta.

O conhecimento mais especificamente técnico assume importância, como os conhecimentos em física, matemática, informática, além de conhecimentos associados ao contexto global de mercado, pertinentes aos avanços tecnológicos recentes, à evolução dos cenários produtivos locais e globais, à avaliação da viabilidade econômica de projetos. A ênfase nessas competências traduz a racionalidade formal da gestão econômica, conforme a teorização weberiana, na medida em que a procuração essencial de toda a economia racional moderna é “sujeita a número e cálculo” (Weber, 1999, p. 64). Em outros termos, a racionalidade formal ou instrumental¹¹, em que se avaliam as ações com vistas ao alcance de fins preestabelecidos, norteia as atividades e situações nas empresas industriais, acentadamente no âmbito da acirrada disputa a nível nacional e mundial por mercados.

Contudo, a capacidade de mobilizar pessoas para trabalhos em equipes, a capacidade de promover um clima institucional de confiança e participação, a responsabilização social e ambiental, dentre outras, também se afiguram como competências e qualidades relevantes. Um traço significativo do funcionamento dos mercados hoje, e que incide diretamente sobre a temática da responsabilidade social e ambiental por parte das empresas e dos engenheiros, é que as próprias empresas estão se organizando para a gestão antecipada da contestabilidade¹², não apenas para atender legislações ou imposições de governos (Abramovay, 2007).

¹¹Mannheim, partindo de Weber, recorreu aos adjetivos funcional e substancial no intuito de refinar os sentidos de racionalidade e irracionalidade decorrentes de sua apreensão de Weber (Ramos, 1983).

¹²Os mercados são contestáveis porque, mesmo na ausência de competição real, a simples possibilidade de surgir nova empresa força os preços na direção do que seriam em situação concorrencial (Abramovay, 2007).

Elas estão expostas a novas modalidades de contestação, não somente aquela que ameaça suas posições nos processos competitivos, mas a que emerge a partir de parâmetros de comportamentos ambientais que passam a ser socialmente legitimados e cujo desrespeito pode colocar a perder anos de investimentos.

Nessa medida, há que se destacar a necessidade de avaliarmos o papel que as ciências humanas devem assumir na formação em engenharia. Aliadas ao desenvolvimento técnico, precisam contribuir para a construção de uma visão sociotécnica, articulada com as competências necessárias apontadas pelo setor produtivo, fomentando, assim, concomitantemente, uma visão sistêmica de mundo. Tal propósito requer que, ao lado de uma educação tecnológica, seja desenvolvida uma educação comunicativa empenhada no desenvolvimento dessa forma de racionalidade.

É possível, assim, aferirmos que a formação do engenheiro atual requer que o aluno esteja cercado por técnicas que desenvolvam sua capacidade de comunicação e trabalho em equipe, participação em grupos para solução de problemas, tudo isso numa interação com as empresas, regular e planejada. Ou seja, um aprendizado ativo, unindo teoria e prática, com uso intenso dos laboratórios e integração às atividades de pesquisa, em especial aquelas desenvolvidas a partir de casos concretos propostos pela indústria.

Schwartzman (2008), com base em estudo realizado em dezesseis centros universitários da América Latina: Argentina, Brasil, Chile e México, aponta que a união entre excelência acadêmica e competência empreendedora é um elemento comum às instituições bem sucedidas. É necessário, e alguns países estão buscando este caminho, reitera esse cientista político, um ambiente institucional adequado para estimular a inovação baseada na ciência, mas a pré-condição é uma forte cultura de inovação e empreendedorismo acadêmico como base.

No que tange à pós-graduação, constata-se a necessidade de reformulação da forma como vem sendo desenvolvida no país, de maneira a ganhar importância para a indústria. Do modo como está enquadrada, ela ainda é vista com menor peso, o que é preocupante, tendo em vista que países com alto grau de desenvolvimento tecnológico, como EUA e Coreia do Sul, têm grande número de pós-graduados nos quadros de profissionais das empresas. Precisamos rever nosso formato, intensamente acadêmico, para que esta competência passe a ser vista como fundamental.

Cabe destacar a competência pertinente à iniciativa empreendedora, com alto índice de relevância por parte das empresas, provavelmente devido, também, ao fato de tal atitude ter historicamente destaque na região do Vale do Itajaí, o que requer maior ênfase a esse quesito na formação em engenharia, em termos de disciplinas e currículo.

Na questão de gênero, apesar dos avanços pontuados, como a reduzida importância do sexo para se qualificar para uma contratação, são necessárias pesquisas para se pensar o lugar que os gêneros, diferentes do masculino ou feminino, ocupam dentro das empresas.

Finalmente, no que tange à formação de engenheiros sob uma perspectiva CTS, na relação com as competências demandadas, cabe-nos avaliar, a partir desses dados e do ponto de vista dos profissionais que trabalham com a formação de engenheiros, se esse perfil formativo será, efetivamente, o perfil de saída dos nossos acadêmicos.

Como recentemente passamos a ter uma primeira geração de engenheiros formados na UFSC, *campus* de Blumenau, em áreas da engenharia demandadas pelas empresas da região do Vale do Itajaí, encontra-se também aí uma possibilidade aberta para o desenvolvimento de pesquisas mais qualitativas, como as de caráter etnográfico, já em desenvolvimento mediante uma negociação com as empresas pertinentes. Assim, concomitantemente a investigações acerca de perfis e competências demandadas, pesquisas dessa natureza poderão dotar-nos de mais subsídios para reavaliarmos e ajustarmos o processo de ensino-aprendizagem de nossos estudantes, futuros engenheiros da região.

REFERÊNCIAS

- [1] Abramovay, Ricardo. Bem-vindo ao mundo da controvérsia. In: Veiga, José Eli da. (Org.). Transgênicos sementes da discórdia. São Paulo: SENAC, 2007. p. 129-168. Disponível em: <http://200.144.189.47/feacon/media/fck/File/ATT00718.pdf>. Acesso em: 17 set. 2019.
- [2] Becker, Tony. Las disciplinas y La identidad de los académicos. Pensamento universitário, Buenos Aires, año 1, n. 1, p. 56-77, nov. 1993.
- [3] Borchardt, M.; Vaccaro, G. L. R.; Azevedo, D.; Ponte Jr. J. O perfil do engenheiro de produção: a visão de empresas da região metropolitana de Porto Alegre. Produção, v. 18, n. 2, p. 230-248, 2009.

- [4] Boufleuer, José Pedro. *Pedagogia da ação comunicativa: uma leitura de Habermas*. Ijuí: Unijuí, 1997.
- [5] Brasil. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES 11/2002, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 32, 9 abr. 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.
- [6] Brasil. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 80, p. 43-44, 26 abr. 2019. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=26/04/2019&jornal=515&pagina=44&totalArquivos=94>. Acesso em: 16 out. 2019.
- [7] Confederação Nacional Da Indústria. *Recursos humanos para inovação: engenheiros e tecnólogos*. Brasília: CNI, 2014.
- [8] Feuerschütte, Simone Ghisi. *Competências do empreendedor do setor hoteleiro: caracterização e análise baseadas na metodologia da história oral*. 2006, 275 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- [9] Fleury, M. T. L.; Fleury, A. Construindo o conceito de competência. *Rac, Edição Especial*, v. 5, 2001, p. 183-196. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rac/v5nspe/v5nspea10.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2019.
- [10] Fleury, A.; Fleury, M. T. L. *Estratégias empresariais e formação de competências: Um quebra-cabeça caleidoscópico da Indústria Brasileira*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- [11] Gil, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- [12] Habermas, Jürgen. *Consciência moral e agir comunicativo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 2003.
- [13] Habermas, Jürgen. *The theory of communicative action*. v. 1. Reason and the rationalization of society. Boston: Beacon Press, 1984.
- [14] Le Boterf, Guy. *Desenvolvendo a competência dos profissionais*. 3. ed., Porto Alegre: Artmed Editora, 2007.
- [15] Linsingen, Irlan von. *Perspectivas curriculares CTS para o ensino de engenharia: uma proposta de formação universitária*. Linhas críticas, Brasília, v. 21, n. 45, p. 297-317, maio/ago. 2015.
- [16] Nose, Michelle Mike; Rebelatto, Daisy Aparecida do Nascimento. *O perfil do engenheiro segundo as empresas*. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - Cobenge, 29, 2001, Porto Alegre. Anais [...] Porto Alegre: Abenge, 2001.
- [17] Ramos, Guerreiro. *Administração e contexto brasileiro*. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. da Fundação Getúlio Vargas, 1983.
- [18] Raquel, Izabela; Feuerschütte, Simone G.; Alperstedt, Graziela D. *Competências em Unidades de Conservação: Um estudo junto aos representantes da população tradicional no conselho gestor de uma reserva extrativista de pesca artesanal*. In: Encontro de Administração Pública e Governança, 3, Salvador, 2008. Anais [...] Salvador: Anpad, 2008.
- [19] Schwartzman, Simon. *Pesquisa universitária e inovação no Brasil*. In: Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: Diálogo entre experiências internacionais e brasileiras. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008. p. 19 - 43
- [20] Silva, D. "O engenheiro que as empresas querem hoje". In: Linsinger, Irlan Von. *et al.* *Formação do Engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões da organização tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.
- [21] Srour, Robert H. *Classes, regimes, ideologias*. São Paulo: Editora Ática S. A., 1987.
- [22] Vinck, Dominique (org.). *Engenheiros no cotidiano: Etnografia da atividade de projeto e de inovação*. Belo-Horizonte: Fabrefactum, 2013.
- [23] Weber, Max. *Economia y sociedad: Esbozo de sociologia comprensiva*. 2. ed. México: Fondo de Cultura Económica, 1999.
- [24] Zarifian, P. *Objetivo competência: Por uma nova lógica*. São Paulo: Atlas, 2001.

Capítulo 8

Aprendizagem baseada em projeto em cursos de graduação e qualificação profissional em engenharia: Um relato de experiência

Mário Lucio Roloff

Eduardo Bidese Puhl

Micheli Cristina Starosky Roloff

Caio César Oba Ramos

Resumo: Este artigo apresenta pressupostos para implantação da aprendizagem baseada em projetos em cursos de Engenharia e de Qualificação Profissional. O objetivo é comprovar que com esses pressupostos o desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes nos discentes por meio de aprendizagem baseada em projeto produz resultados satisfatórios. Os resultados alcançados serão apresentados por meio de duas experiências de Projeto Integrador que envolvem disciplinas das áreas de Estatística e Probabilidade, Manufatura, Metrologia e Instrumentação, Informática Industrial e Programação. Esses pressupostos auxiliam na implantação da Engenharia Inovadora das DCN Engenharia. Promovem a articulação de docentes-discentes com o objetivo de promover uma formação em engenharia em sinergia com as demandas do mercado.

Palavras-chave: Ensino baseado em Projeto. Articulação Docente. Projeto Integrador. Competências. Habilidades. Atitudes.

1 INTRODUÇÃO

A relevância da aprovação destas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCNs de Engenharia) coincide com a expectativa de parte da comunidade acadêmica, das empresas empregadoras desta mão de obra qualificada e dos setores que representam a atuação profissional da área, bem como com a necessidade de atualizar a formação em Engenharia no país, visando atender as demandas futuras por mais e melhores engenheiros (MEC/CNE, 2019).

Desta forma inicia o parecer do Conselho Nacional de Educação que homologa as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCN Engenharia). Um texto que procura destacar a importância e a necessidade urgente de mudança na formação e qualificação profissional em engenharia no país. Mais adiante, também se destacam alguns outros pontos relevantes: (i) o Brasil enfrenta dificuldades para competir no mercado internacional devido ao fraco desempenho relacionado aos recursos humanos e à pesquisa; (ii) o desinteresse pela Engenharia, em 2014 enquanto a Coreia do Sul, Rússia, Finlândia e Áustria contavam com a proporção de mais de 20 engenheiros para cada 10 mil habitantes, países como Portugal e Chile dispunham de cerca de 16 engenheiros para cada 10 mil habitantes, enquanto o Brasil registrava somente 4,8 engenheiros para o mesmo quantitativo; (iii) entre aqueles que iniciam o estudo em Engenharia, a taxa de evasão se mantém em um patamar elevado, ou seja, da ordem de 50%; (iv) a demanda crescente por profissionais com uma formação técnica sólida, combinada com uma formação mais humanística e empreendedora (soft skills); (v) a emergência da manufatura avançada, como é definida a 4ª Revolução Industrial pelo governo brasileiro, requer a atualização contínua, o centramento no discente como agente de conhecimento, a maior integração empresa-escola, a valorização da inter e da transdisciplinaridade, assim como do importante papel do professor como agente condutor das mudanças necessárias para atender a Indústria 4.0, dentro e fora da sala de aula em uma Sociedade 4.0 (MEC/CNE, 2019).

Diante deste cenário, este artigo procura contribuir com dois casos que consideramos relevantes para a qualificação profissional de estudantes de engenharia e egressos de cursos das áreas de engenharia no contexto de uma estratégia de ensino orientada a projetos baseada no desenvolvimento de competências, habilidades e atitudes.

2 CONTEXTO PROPÍCIO

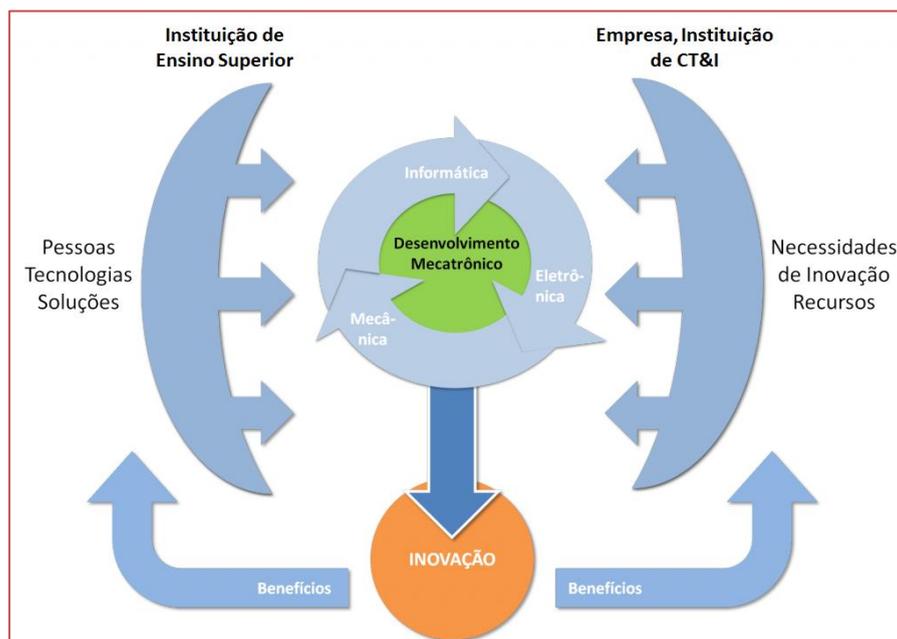
Acredita-se que a mudança na formação em engenharia, buscando a engenharia inovadora descrita nas DCN, passa em primeiro lugar por se conhecer as regras do jogo. No lado dos docentes, não se pode ignorar séculos de ensino onde o docente é o ator principal e responsável pela transmissão de informação (e nada mais) e se exigir que agora seja um docente mentor ou tutor, um agente facilitador da transmissão de conhecimento e responsável pela formação de competências, habilidades (técnicas e comportamentais). Pelo lado dos discentes, também é importante apresentar esse novo jogo pois também chegam de escolas tradicionais. Assim, a primeira competência a ser desenvolvida pelos discentes matriculados em um curso com abordagem de ensino-aprendizagem ativa é: compreender a aprendizagem ativa e as responsabilidades dos discentes nesta abordagem. Os discentes que iniciam em um curso com aprendizagem ativa, na sua grande maioria, são egressos de cursos de nível médio com abordagem tradicional. Neste contexto, além da recuperação do déficit do ensino médio em termos de conhecimento é essencial apresentar e capacitar os discentes na aprendizagem ativa.

Diante disso, apresenta-se aqui cinco (5) pressupostos que quando adotados, contribuem positivamente na implantação de um modelo de aprendizagem ativa, fundamentada no ensino baseado em competências, habilidades e atitudes e em uma aprendizagem baseada em projetos, que são:

- corpo docente diversificado, alguns docentes com perfil teórico/acadêmico e outros com perfil prático/profissional;
- Projeto Pedagógico do Curso (PPC) com estratégia orientada aos pressupostos das DCN Engenharia (Figura 1);
- estrutura curricular que promova a interação entre as disciplinas e desenvolvimento conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes;
- foco no ensino baseado em projeto, que é um terreno vasto para exploração de ações que promovam a interação intercurricular e extracurricular docente e discente;

- infraestrutura física, administrativa e recursos humanos orientados a aprendizagem ativa, ensino baseada em competências, habilidades e atitudes e engenharia baseada em projetos.

Figura 1 – Modelo estratégico-operacional da área de Mecatrônica.



3 EXPERIÊNCIAS

Para comprovar esses que esses pressupostos são importantes, serão descritas duas experiências na formação em engenharia com dois perfis discentes bem distintos.

O primeiro apresenta a aplicação desses pressupostos em um curso de Qualificação Profissional de 180h. O público são profissionais graduados atuantes no mercado que passaram por cursos tradicionais na sua formação.

A outra experiência é o Mini Projeto Integrador (MiniPI), que é o desenvolvimento de um projeto de engenharia durante o terceiro semestre do curso de Engenharia Mecatrônica que envolve as disciplinas de Cálculo, Estatística e Probabilidade, Metrologia e Instrumentação e Programação. Os discentes deste curso são na maioria egressos do ensino médio tradicional e sem experiência profissional.

Em cada experiência os pressupostos apresentados foram importantes para se chegar nos resultados apresentados a seguir e inspirados em abordagens como apresentadas em Woods (2014).

4 FIC INDÚSTRIA 4.0

O objetivo geral deste curso de qualificação profissional é: propiciar qualificação profissional no contexto da Manufatura Avançada (Internet Industrial ou Indústria 4.0) para profissionais das indústrias e entusiastas da região do Alto Vale do Itajaí capacitando-os nas terminologias, conceitos e tecnologias fundamentais deste novo modelo de produção industrial.

A primeira turma (20 vagas) foi ofertada no semestre 2018/02 e concluíram o curso 17 discentes das mais diversas áreas de formação, inclusive de áreas fora da engenharia, como administração de empresas.

5 ANALISANDO O CURSO QUANTO AOS PRESSUPOSTOS:

Corpo Docente: o curso foi ofertado por dois docentes da área de Mecatrônica com formações nas áreas de bacharelado e tecnologia em Automação Industrial, um com experiência profissional e outro com

experiência acadêmica. Com isso, o curso equilibra bem os aspectos teóricos fundamentais a serem desenvolvidos mas como foco na aplicação no dia-a-dia do discente-profissional;

PPC: o curso foi criado considerando as demandas do mercado da região. A Figura 1 define bem a estratégia de construir o PPC de fora para dentro. A demanda apresentada foi no desenvolvimento de competência e habilidades para saber e saber fazer projetos e análises sobre a implantação de tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0 na empresa em que atua.

Estrutura Curricular: afim de atingir o perfil desejado para o egresso a estrutura do curso foi em 3 módulos (Quadro 1): Fundamentos; Supervisão e Controle; e Novas Tecnologias. Em cada módulo as disciplinas promovem o desenvolvimento de competências compartilhadas e orientadas ao Projeto Integrador.

Quadro 1 - Estrutura Curricular do FIC Indústria 4.0

#	Módulo	Componentes Curriculares	CH (em horas)
1.	I Fundamentos de Programação	Controlador Lógico Programável	20
2.		Lógica de Programação aplicada com <u>Arduino</u>	20
3.		Projeto Integrador I – Fundamentos*	20
4.	II Supervisão e Controle	Internet das coisas com <u>Raspberry Pi</u>	20
5.		Sistema supervisorio	20
6.		Projeto Integrador II – Supervisão e Controle*	20
7.	III Novas Tecnologias	Manufatura Aditiva	20
8.		Inteligência Artificial	20
9.		Projeto Integrador III – Novas Tecnologias*	20
Carga Horária Total (em horas)			180

** Um projeto no contexto da Indústria 4.0 será desenvolvido nas disciplinas denominadas Projeto Integrador que serão ofertadas em cada módulo. A dinâmica da disciplina é constituída de atividades de pesquisa e desenvolvimento de projeto aplicado, modelagem, construção, prototipação, testes e defesa final (demonstração). As atividades nesta disciplina serão presenciais e também poder-se-á empregar EaD como suporte às atividades presenciais.*

Fonte: PPC Qualificação Profissional em Manufatura Avançada, 2018

Ensino Baseado em Projeto: a temática da Indústria 4.0 possui um conjunto de onze (11) Tecnologias ditas Habilitadoras (Figura 2) para a implantação da Manufatura Avançada nas indústrias. Possuindo como referencial essas tecnologias, as demandas apresentadas, o perfil dos docentes, foram definidas as disciplinas para o curso. Diante das demandas e dos interesses dos discentes foram definidos os projetos integradores. As Figuras 3, 4 e 5 apresentam três projetos para diferentes setores (indústria/ residencial, piscicultura, agricultura) que empregaram as tecnologias da Indústria 4.0 e foram desenvolvidos durante o curso ofertado em 2018/02.

Figura 2 – Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0



Figura 3 – Aeratech – Aerador para açudes de peixes de água doce

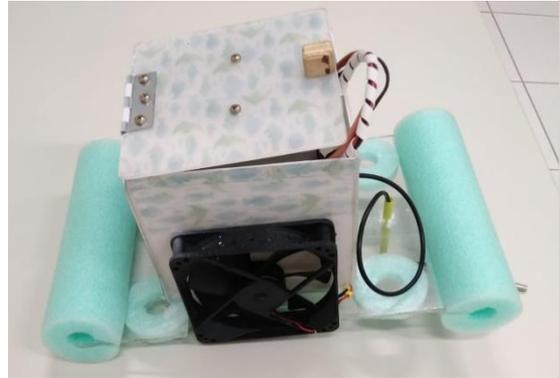


Figura 4 – Estufa 4.0 – Hardware IoT para monitorar condições climáticas em Estufas de Tabaco

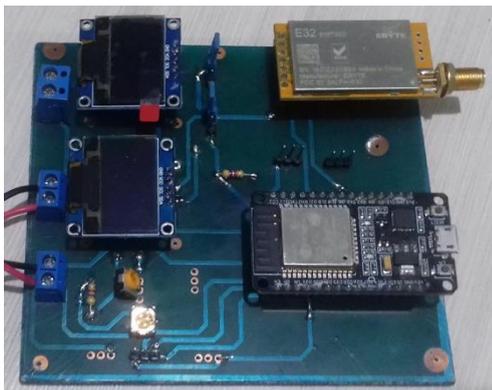
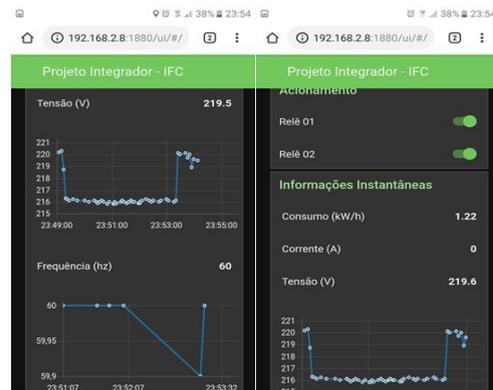


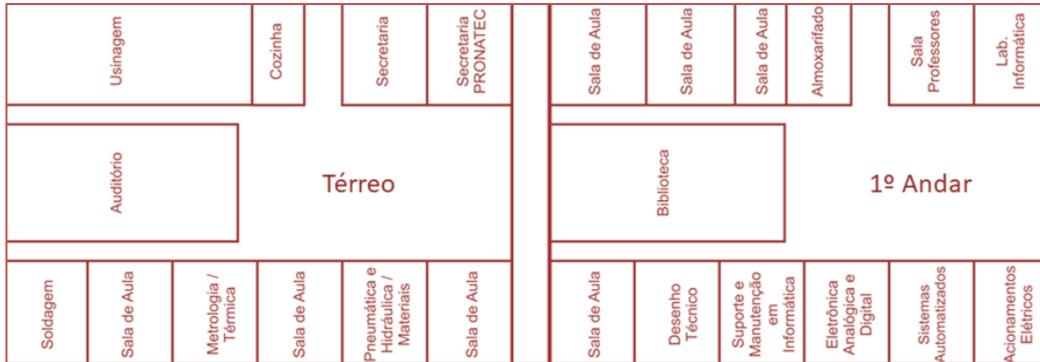
Figura 5 – Energia 4.0 – App para monitoramento inteligente da demanda de casa ou setores da indústria



Fonte: Boston Consulting Group, 2018

Infraestrutura: para que os pressupostos anteriores sejam atingidos é fundamental a existência de mecanismos de suporte a esse modelo: (a) laboratórios para etapas de planejamento, projeto, simulação e fabricação são indispensáveis; (b) laboratoristas e outros técnicos que garantem o suporte as atividades docentes e discentes; (c) suprimentos e materiais para prototipação e fabricação, enfim, manutenção das atividades práticas. A articulação empresa-escola pode ser uma forma de viabilizar a aprendizagem ativa em momentos de restrições orçamentárias, cabe a empresa entender como investimento e não despesa os recursos que são destinados as atividades de suporte do ensino.

Figura 6 – Infraestrutura Física disponível.



Fonte: PPC Qualificação Profissional em Manufatura Avançada, 2018

6 MINIPI

Quanto ao Projeto Integrador desenvolvido no terceiro semestre do curso de Engenharia Mecatrônica - MiniPI. O curso iniciou suas atividades em 2017 e o MiniPI aconteceu nas ofertas do terceiro semestre em 2018/01 e em 2019/01. O objetivo do MiniPI é desenvolver um sistema de coleta de dados de algum tipo de variável (temperatura, umidade, velocidade, luminosidade, massa) por meio de um sensor adequado. Os dados coletados são enviados de um microcontrolador dedicado para um software baseado em PC que apresenta as coletas instantâneas dos dados bem como análise estatística (média, desvio padrão, máximo e mínimo).

O curso de Engenharia Mecatrônica foi concebido orientado na estratégia da Figura 1, para atender as demandas do mercado (Figura 7), inspirado no ensino-aprendizagem baseado em competências, habilidades e atitudes referenciado pelo ensino baseado em projetos – Projetos Integradores (PI) (Figura 8).

O MiniPI é um projeto integrador que não está na estrutura curricular, contudo, devido aos pressupostos apresentados aqui os docentes visualizaram uma oportunidade de desenvolver competências, habilidades e atitudes em conjunto também no 3º semestre. Como não há uma disciplina dedicada ao PI o mesmo acontece em cada uma das disciplinas envolvidas que disponibilizam parte da carga horária para o PI. No final do semestre as equipes defendem o PI para a banca formada pelos professores das disciplinas envolvidas que atribuem uma avaliação para o projeto em conjunto e uma avaliação individualizada para cada disciplina.

Figura 7 – Concepção do curso orientado ao mercado

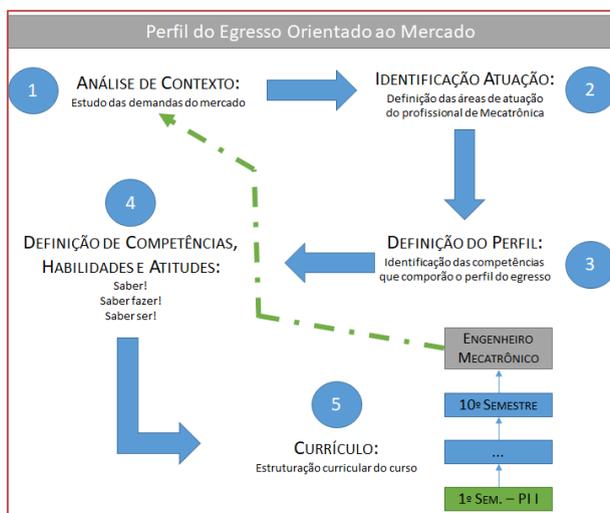
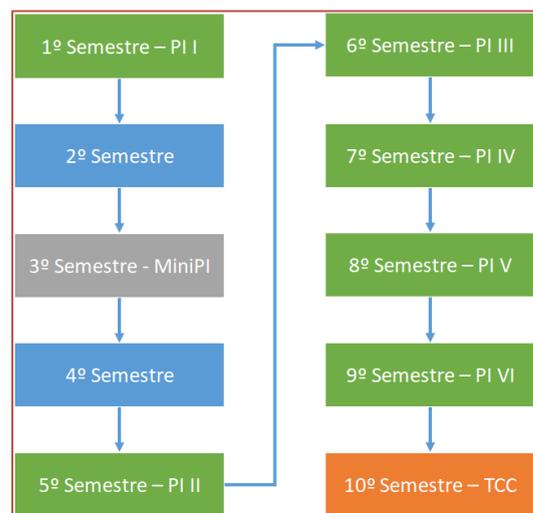


Figura 8 – Estrutura curricular do curso. Destaque para os PIs.



As Figuras 9 e 10 apresentam dois dos projetos do MiniPI no ano de 2018. Os projetos de 2018 foram finalizados com o desenvolvimento de um protótipo empregando um microcontrolador para aquisição de dados, programação de uma interface gráfica com o usuário onde os dados tratados são exibidos e resultados estatísticos apresentados. Os projetos de 2019 foram finalizados para a versão final deste artigo. As propostas dos MiniPIs da turma de 2019 estão na Tabela 1 e dois dos protótipos desenvolvidos são apresentados nas Figuras 11 e 12.

Figura 9 – Sistema de dosagem de líquidos (MiniPI – 2018)

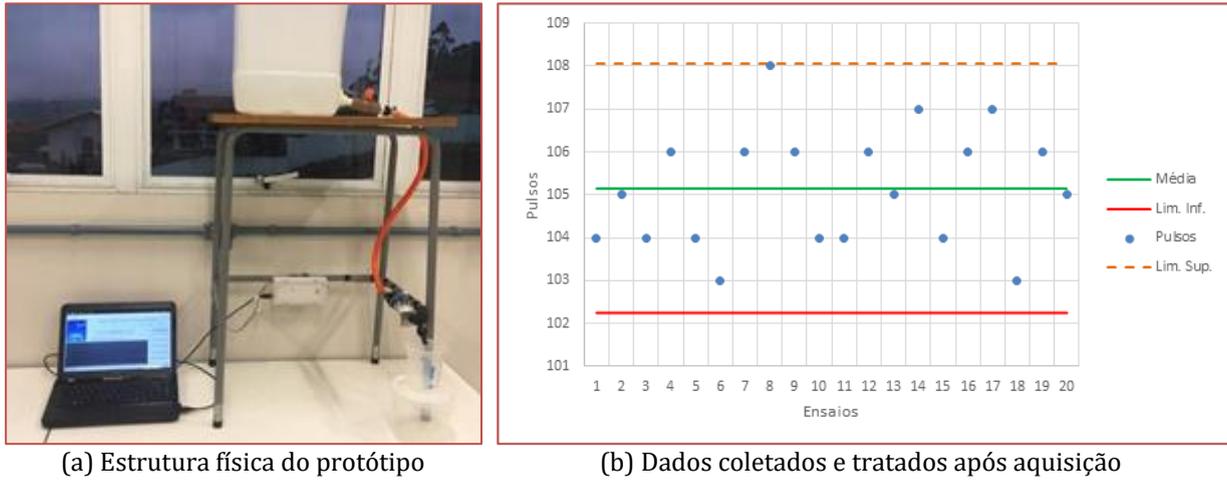


Figura 10 – Análise estatística de ensaios de tração (MiniPI – 2018)



Figura 11 – Vertedouro (MiniPI - 2019)

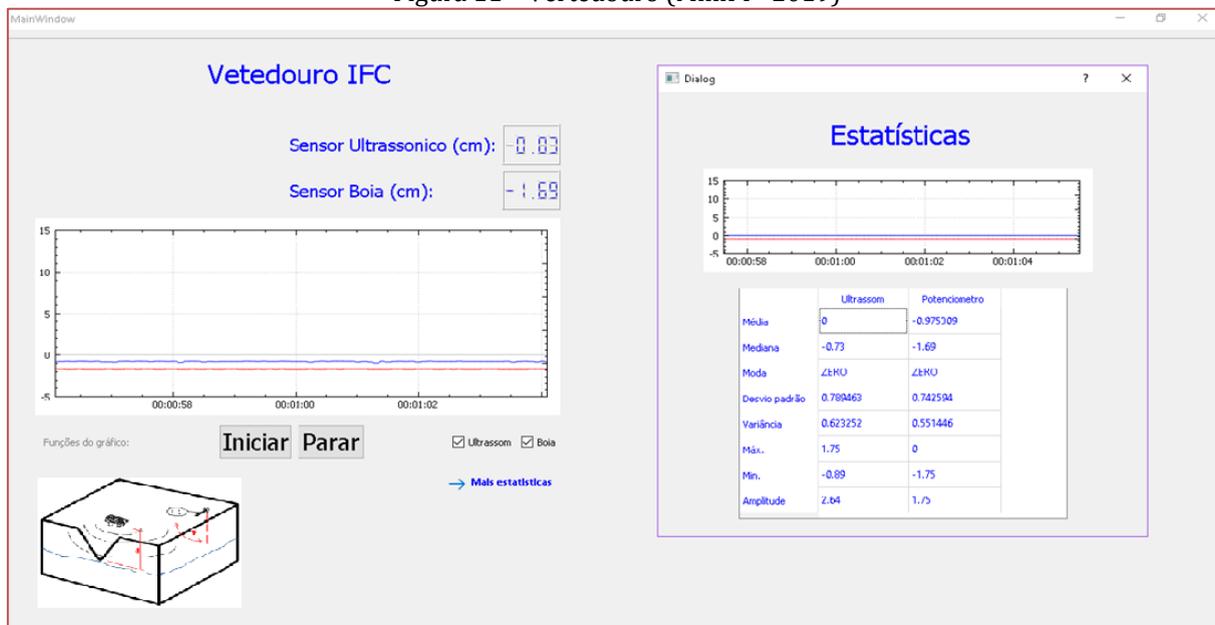


Figura 12 – Protótipo de um Scanner 3D (MiniPI – 2019)

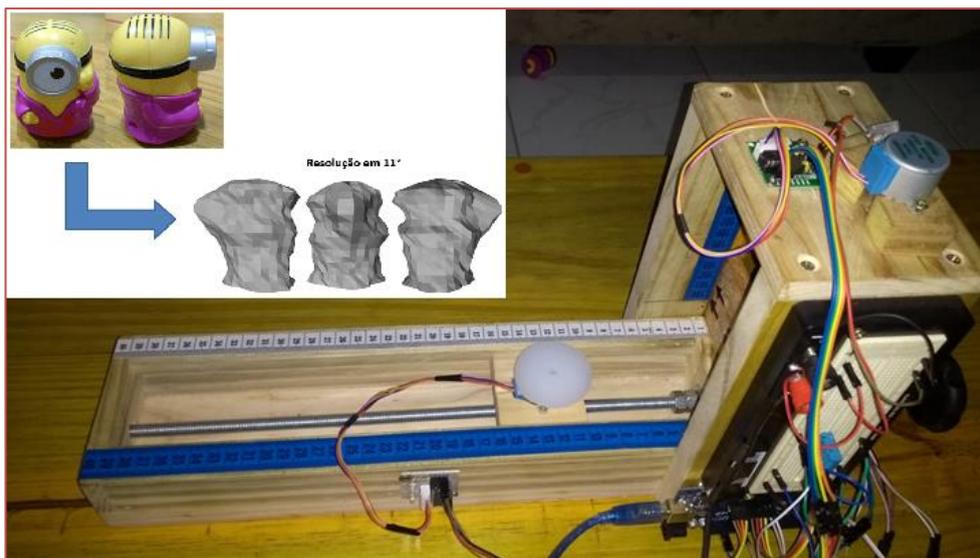


Tabela 1 – MiniPIs 2019/01.

Equipe	Tema
I	Avaliação metrológica de um pluviômetro de balança microcontrolado
II	Desenvolvimento e calibração de uma balança digital com célula de carga
III	Desenvolvimento e avaliação de um Scanner 3D através de um sensor infravermelho com capacidade de medição das dimensões de um objeto
IV	Desenvolvimento e calibração de um Scanner 3D com sensores ultrassônicos e laser
V	Desenvolvimento e calibração de um sistema de medição de baixo custo para a altura de vertedouro de barragens por meio de um sensor ultrassônico
VI	Desenvolvimento de um sistema de medição de vazão por vertedor triangular microcontrolador

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nós concordamos que o principal desafio na implantação do Ensino-Aprendizagem Ativo em cursos de Engenharia está explicitado no seguinte trecho do trabalho de Lima (2017): “[...] deve-se considerar que a força da inércia representa um forte obstáculo a ser enfrentado, quando se buscam mudanças na prática educacional. A polêmica, ainda atual, em relação à transferência do centro do processo do professor [...]” (LIMA, 2017, p.431).

Diante do posto e vivenciando-se o dia-a-dia de cursos com ensino baseado em projetos e aprendizagem baseada em competências, habilidades e atitudes, constata-se que as exigências em sala de aula e extraclasse são maiores e a responsabilidade do docente é ampliada – transmissor de conhecimento e mentor dos discentes. Os docentes devem estar preparados para atuar além de transmissores de conhecimento e atuar também como mentores/tutores/gestores dos discentes. Na Engenharia Ativa os discentes se deparam com situações de tomada de decisões (tal como nas empresas) em várias situações extracurriculares (nos projetos integradores, de pesquisa e extensão, nos grupos de trabalho, nos times de competição) e estas decisões também ocorrem nas disciplinas que fazem parte de cada semestre do curso, disciplinas estas que se encontram articuladas com práticas que estimulam até mesmo a inovação e o empreendedorismo no discente.

Outro ponto importante desta abordagem ativa é a geração e a divulgação do conhecimento para a comunidade interna e externa. A transferência da tecnologia de forma articulada com a comunidade interna e externa fomenta novas parcerias para novos projetos e garante apoio para continuidade e fortalecimento do curso.

Todavia, é necessário ressaltar que tal abordagem apresenta resultados positivos quando os pressupostos aqui apresentados estão presentes:

- corpo docente diversificado, alguns docentes com perfil teórico/acadêmico e outros com perfil prático/profissional;
- Projeto Pedagógico do Curso (PPC) com estratégia orientada aos pressupostos das DCN Engenharia (Figura 1);
- estrutura curricular que promova a interação entre as disciplinas e desenvolvimento conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes;
- foco no ensino baseado em projeto, que é um terreno vasto para exploração de ações que promovam a interação intracurricular e extracurricular docente e discente;
- infraestrutura física, administrativa e recursos humanos orientados a aprendizagem ativa, ensino baseada em competências, habilidades e atitudes e engenharia baseada em projetos.

Para encerrar, Lima (2017) também argumenta que “[...] quanto mais ativo, crítico e reflexivo for esse processo, maiores serão as chances para produzirmos mudanças na educação e na sociedade.” e também concordamos neste aspecto, que é preciso sair da inatividade e das discussões e passar para ações concretas.

REFERÊNCIAS

- [1] MEC/CNE. Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. PARECER CNE/CES Nº: 1/2019. APROVADO EM: 23/1/2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 09 maio 2019.
- [2] LIMA, Valéria Vernaschi. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino aprendizagem. Constructivist spiral: an active learning methodology. Interface - Comunicação, Saúde, Educação. 21, 61, 421-434, Apr. 2017.
- [3] PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO (PPC) DE QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL, Manufatura Avançada/Indústria 4.0/Internet Industrial IFC - CAMPUS RIO DO SUL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA (SETEC), INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA CATARINENSE (IFC), Campus Rio do Sul, Março, 2018.
- [4] PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO SUPERIOR (PPC), ENGENHARIA MECATRÔNICA - BACHARELADO – IFC - CAMPUS RIO DO SUL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA (SETEC), INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA CATARINENSE (IFC), Campus Rio do Sul, Outubro, 2016.

[5] WOODS, D. R. Problem-Oriented Learning, Problem-Based Learning, Problem-Based Synthesis, Process Oriented Guided Inquiry Learning, Peer-Led Team Learning, Model-Eliciting Activities, and Project-Based. Learning: What Is Best for You? ACS Publications. America Chemical Society. Industrial and Engineering Chemical Research 2014, no. 53, pgs. 5337-5354. Washington, DC, USA. [dx.doi.org/10.1021/ie401202k](https://doi.org/10.1021/ie401202k)

Capítulo 9

Aprendizagem baseada em problemas (PBL): Um relato de experiência em cursos de engenharia da UFSC, Campus Joinville

Elisete Santos da Silva Zagheni

Elyelton Cesar de Souza Lima

Andréia de Fátima Artin

Bruna Lidvina Hoepers

Michele Seferino Tonolli

Thiago Luiz Martins

Giovanni Brighente Silveira

Édina Fernanda Pagani

Resumo: O objetivo deste artigo é apresentar um relato de experiência da aprendizagem baseada em problemas (PBL), estratégia aplicada na disciplina de Sistemas de Transportes dos cursos de Engenharia da UFSC, Campus Joinville. A pesquisa se classifica como um estudo exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa e, de acordo com os procedimentos técnicos, um estudo de caso. Como principais resultados obtidos, vale destacar que a prática da PBL permite que as aulas deixem de ser estritamente expositivas e centradas no professor. A experiência proporcionou ao estudante, além do aprendizado proposto no projeto, a experiência da autocrítica e do julgamento quanto ao desempenho dos outros membros, no caso, colegas de sala, levando-se em consideração a discrição, a ética, a imparcialidade e outras habilidades que podem ser desenvolvidas no ambiente acadêmico.

Palavras-chave: PBL, Sistemas de transportes, Estratégia de ensino.

1. INTRODUÇÃO

O PBL (Problem-Based Learning) ou aprendizagem baseada em problemas (ABP) é uma metodologia ou estratégia de ensino e aprendizagem que propõe a utilização de problemas reais ou hipotéticos, relacionados com a prática do futuro profissional em formação.

As organizações, em âmbito nacional e internacional têm procurado por profissionais que possuam as habilidades, competências e atitudes que atendam as expectativas de um mundo globalizado e competitivo. Desse modo, alguns currículos estão conseguindo desenvolver tais características nos futuros egressos por meio de estratégias de ensino diversas, inseridas em algumas disciplinas básicas, instrumentais e profissionalizantes, com diferentes experiências de ensino e aprendizagem.

Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo apresentar um relato de experiência da aprendizagem baseada em problemas (PBL), estratégia aplicada na disciplina de Sistemas de Transportes dos cursos de Engenharia da UFSC, Campus Joinville.

O trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 1 apresenta-se a introdução do artigo, na Seção 2 discute-se os principais conceitos norteadores da estratégia PBL, na Seção 3 é abordada a metodologia utilizada neste trabalho, na Seção 4 apresenta-se uma breve descrição da disciplina de aplicação da PBL, na Seção 5 são apresentados os principais resultados e discussões resultantes dos relatos, e as considerações finais são apresentadas na Seção 6.

2. PROBLEM BASIC LEARNING (PBL)

O chamado Problem Basic Learning (PBL), apresentado em algumas literaturas como método, metodologia ou estratégia, tem suas raízes em várias instituições educacionais. Começou primeiramente em escolas médicas, tais como o programa da universidade de McMaster desenvolvido em Hamilton e, foi implantado como estratégia de ensino no final da década de 1960, na Universidade de McMaster no Canadá, e na Universidade de Maastricht na Holanda, pouco depois. Desde então, várias universidades ao redor do mundo têm adotado essa estratégia, inicialmente nos cursos da área da saúde, mas também na formação de áreas diversificadas, como nos cursos de Engenharias, Economia, Psicologia, Arquitetura, Física, Química e Biologia, entre outros (ALBANESE; MITCHELL, 1993). Assim, seus elementos principais já foram utilizados por vários educadores e pesquisadores no mundo (RIBEIRO; MIZUKAMI, 2004).

Ribeiro (2008, p.24) define:

O PBL fundamenta-se em princípios educacionais e em resultados da pesquisa em ciência cognitiva, os quais mostram que a aprendizagem não é um processo de recepção passiva e acumulação de informações, mas de construção de conhecimentos.

Hoffmann e Ritchie (1997) definem que o PBL é uma aprendizagem fundamentada em problemas que se baseiam na experiência e estão ligados às atividades da vida real. Ao participarem em atividades da vida real, os estudantes são capazes de integrar eficientemente o conhecimento aprendido das lições da ciência em sua compreensão.

Macklin (2001) define PBL como uma estratégia de ensino que toma situações cotidianas e cria oportunidades de aprendizagem a partir delas. Esta estratégia é de natureza colaborativa e utiliza aplicações interativas para envolver os grupos de estudantes por meio da introdução de problemas reais ou simulados a serem resolvidos. Como o instrutor apresenta problemas específicos, os estudantes começam o processo de formular uma hipótese e encontrar informações para apoiar suas ideias para soluções propostas. Os mais prováveis destas soluções são testados, por vezes, por tentativa e erro, e uma resposta que melhor resolve o problema é oferecido. Encontrar uma resposta que realmente funciona é a força motriz para cada estudante participar ativamente, resultando na aquisição de conhecimentos e habilidades de resolução de problemas - tanto individualmente como um membro contribuinte para uma equipe.

De acordo com Lahteenmak, Toivonen e Mattila (2001), PBL é um método que propõe uma mudança no ensino didático tradicional, onde o processo de descoberta de conhecimento básico está quase inteiramente nas mãos do estudante e não do professor. O professor que costumava ser o especialista em conteúdo agora orienta, aconselha e capacita o estudante a tomar conta do seu processo de aprendizagem.

A aprendizagem é geralmente motivada por um problema da vida real a partir do qual questões pertinentes são identificadas e soluções potenciais são discutidas e exploradas.

Segundo Souza e Dourado (2015), o método PBL foi concebido para que estudante possa desenvolver a sua habilidade de investigação executando-a de forma sistemática e metódica; acreditam que é necessário para o estudante aprender a trabalhar em grupo cooperando entre si, para atingir os resultados da pesquisa de forma completa, realizando complemento individual.

Para Bridges (1992, p. 5) apud Borochovius e Tortella (2014), o PBL traz características como:

- a) O ponto de partida para a aprendizagem é um problema (isto é, um estímulo para o qual um indivíduo não tenha uma resposta imediata);
- b) O problema deve permitir que os alunos estejam aptos a enfrentar o mercado como futuros profissionais;
- c) O conhecimento que os alunos devem adquirir durante a sua formação profissional é organizada em torno de problemas em vez de disciplinas;
- d) Estudantes, individualmente ou coletivamente, assumem uma importante responsabilidade pelas suas próprias instruções e aprendizagens;
- e) A maior parte do aprendizado ocorre dentro do contexto de pequenos grupos em vez de exposições.

O primeiro passo no desenvolvimento de uma atividade PBL definido por Macklin (2001), é encontrar ou criar um problema ou situação que precisa de uma solução. Muitas vezes, alguns dos melhores recursos de bons problemas são jornais ou revistas populares, bem como rádio ou televisão, e nos dias atuais a internet. Usando esses tipos de fontes, que são fáceis de encontrar e ajustar a objetivos de aprendizagem específicos, é uma ótima maneira de começar a construir um currículo PBL. Outra dica para criar problemas / atividades é manter-se atualizado. Situações contemporâneas sempre parecem funcionar melhor para criar problemas que obter e manter a atenção de um estudante. Quanto mais recente ou mais pontual um tópico, mais relevante será nas experiências cotidianas dos estudantes.

O PBL também tem significado contextual, ou seja, o problema orienta e contextualiza o processo de aprendizagem, no qual os estudantes identificam, selecionam e aplicam conhecimentos prévios e aprendem novos conhecimentos para resolver o problema. O processo de aprendizagem é autodirigido, pelo qual os estudantes são responsáveis pelo processo e são responsáveis pela sua própria aprendizagem (GUERRA, 2017).

3.METODOLOGIA

A pesquisa se classifica como um estudo exploratório e descritivo, com abordagem qualitativa e, de acordo com os procedimentos técnicos, um estudo de caso.

A partir da disciplina Sistemas de Transportes, ministrada semestralmente para os cursos de Engenharia de Transportes e Logística, Engenharia de Infraestrutura e Bacharelado em Ciência e Tecnologia, elegeu-se um dos temas presentes na ementa para o desenvolvimento da estratégia de ensino por meio do PBL. A ementa da disciplina, a qual está disponível no Projeto Pedagógico dos Cursos (PPC) citados, prevê estudos introdutórios relacionados ao tema 'logística'. Esse tema é desenvolvido por meio de disciplinas específicas ao longo da matriz curricular no Curso de Engenharia de Transportes e Logística (Logística I, II e III, Pesquisa Operacional I, II e III, Roteirização, entre outras complementares). Os cursos de Engenharia de Infraestrutura e o Bacharelado em Ciência e Tecnologia têm outro enfoque e não possuem outro aprofundamento relacionado a esse tema.

Destacaram-se como participantes do trabalho um total de 35 estudantes dos Cursos de Engenharia de Transportes e Logística, Engenharia de Infraestrutura e Bacharelado Interdisciplinar em Mobilidade da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) Campus de Joinville, matriculados na disciplina Sistemas de Transportes, no segundo semestre de 2016.

O trabalho em sala de aula ocorreu em três encontros previstos no cronograma da disciplina, que totalizou 5h/a em sala de aula, distribuídas da seguinte forma:

- a) 1h/a para preparo dos estudantes antes do seu início para que fossem orientados, preparados e motivados, pois, entende-se ser relevante que o grupo adquira algumas habilidades apropriadas para a aplicação do PBL;
- b) 3h/a para o desenvolvimento da atividade;
- c) 1h/a para o fechamento e registro dos resultados e dos relatos.

Para o desenvolvimento do PBL foi selecionado um problema publicado em Dias et al. (2003), disponível no capítulo 8 o qual trata da temática relacionada a logística. Em linhas gerais o problema lançado para a turma solicita a elaboração de um plano logístico para a comunidade, onde os estudantes deveriam desenvolver todo o processo necessário para distribuição de livros em escolas de ensino fundamental e médio. O problema trouxe outros dados que permitiram os levantamentos iniciais e outras proposições das equipes organizadas. A turma foi dividida em 7 equipes para desenvolver o plano a partir da metodologia PBL. O exercício sugerido lançou um problema que permitiu o envolvimento dos estudantes na tentativa de resolvê-lo por meio dos conhecimentos gerais e específicos.

O enfoque do estudo está pautado na capacidade de os estudantes desenvolverem soluções para o projeto apresentado. A expectativa foi verificar diferentes resultados, mas com soluções passíveis de serem aceitas. Dos projetos apresentados, verificou-se que todos trouxeram soluções a partir dos conhecimentos anteriores obtidos por meio de disciplinas cursadas até aquela fase, bem como por meio de formações complementares, característico de alguns estudantes de Engenharia do Campus.

4. A DISCIPLINA DE SISTEMAS DE TRANSPORTES

A disciplina de Sistemas de Transportes ministrada em 2016/2 foi desenvolvida com base na ementa conforme o PPC, com os seguintes tópicos: Concepções da estrutura urbana e Transporte urbano. Planejamento de transportes. Qualidade e Produtividade nos transportes. Aspectos técnicos e econômicos das modalidades de transportes. Coordenação das modalidades de transportes. Viabilidade econômica de projetos rodoviários. Transportes especializados. Os transportes no Brasil e novas perspectivas. Atribuiu-se a essa disciplina uma carga horária total de 72h/a, com o objetivo de oportunizar ao estudante: conhecer as características e peculiaridades de cada modo de transporte, identificar a viabilidade de implementação de projetos rodoviários, vislumbrar e avaliar soluções para os transportes no Brasil.

Para o desenvolvimento do conteúdo da ementa, foi proposto o conteúdo programático com o seguinte desdobramento:

- a) Contextualização dos sistemas de transportes;
- b) Concepções da estrutura urbana e transporte urbano: Considerações sobre o processo de urbanização; O homem e os transportes urbanos;
- c) Aspectos técnicos e econômicos das modalidades de transportes: principais características, alguns conceitos e definições, algumas classificações dos modais (aquaviário, rodoviário, ferroviário, aéreo e dutoviário); e do transporte multimodal;
- d) Planejamento de transportes: introdução; contexto; metodologia de um plano de transporte;
- e) Coordenação das modalidades de transportes: Relacionamento entre as Modalidades de Transporte; Principais Fatores que Influenciam na Escolha do Meio de Transporte; Equipamentos Úteis na Coordenação dos Transportes; Terminais; Operações de Transporte; Operações nos Terminais; Logística (definições, importância e alguns conceitos utilizados);
- f) Qualidade e produtividade nos transportes: o processo de produção; e técnicas e estratégias para aumentar a qualidade e produtividade do transporte urbano de passageiros; do transporte rodoviários de passageiros; do transporte de cargas (aquaviário, ferroviário, rodoviário e aéreo);
- g) Viabilidade econômica de projetos rodoviários: avaliação econômica e financeira, fases, tráfego, custos, benefícios, externalidades, avaliação.
- h) Transportes especializados;
- i) Os transportes no Brasil e novas perspectivas.

Deste modo, verifica-se que o item (e) sinaliza o conteúdo de Logística de maneira introdutória, no entanto, relevante para o desdobramento da disciplina e dos conteúdos relacionados aos modos de transporte.

A metodologia de ensino proposta para a disciplina apresentou as seguintes variações: leitura de textos, estudos de casos, PBL, seminários, exposição dialogada, apresentação de trechos de filmes, estudos individuais e em grupos e exercícios aplicados.

Dentre os elementos inseridos no plano de ensino, destacam-se o processo de avaliação da disciplina, cronograma e referências bibliográficas. Além das referências bibliográficas, há o material complementar

utilizado e editado pelo professor da disciplina, o qual é disponibilizado via Moodle. Moodle é uma plataforma open source, a qual foi concebida para proporcionar aos educadores, administradores e estudantes um sistema robusto, seguro e integrado para criar ambientes de aprendizagem personalizados (MOODLE, 2016).

5.RESULTADOS E DISCUSSÕES

As equipes apresentaram diferentes propostas para a resolução do problema lançado. Para esse artigo, destacaram-se as discussões de duas equipes, denominadas Equipe 1 e Equipe 2, as quais utilizaram ferramentas auxiliares para resolução do problema.

5.1. EQUIPE 1

A Equipe 1 utilizou conhecimentos obtidos em outras disciplinas para auxiliar na tomada de decisão em relação ao problema apresentado. Desse modo, optaram por utilizar o AnyLogic, uma ferramenta de modelagem de simulação multi-método desenvolvida pela The AnyLogic Company. Ele suporta metodologias de simulação baseada em agentes, eventos discretos, e dinâmica de sistemas. A Edição AnyLogic PLE (Personal Learning Edition) está disponível gratuitamente para fins de auto aprendizado e educacionais (ANYLOGIC, 2016). Assim, a Equipe 1, com base em um problema similar àquele constituído em um ambiente profissional, buscou uma solução mais próxima do que seria realizado na tomada de decisão organizacional, a partir dos conhecimentos prévios adquiridos no decorrer do curso de graduação em Engenharia.

A Figura 1 mostra a tela de desenvolvimento do modelo proposto a partir do Anylogic PLE. E, a Figura 2 mostra os principais resultados obtidos a partir da simulação por meio do Anylogic, como por exemplo: tempos de espera, quantidade em estoque além da rede modelada para todas as etapas do projeto: Plano Logístico para a Comunidade.

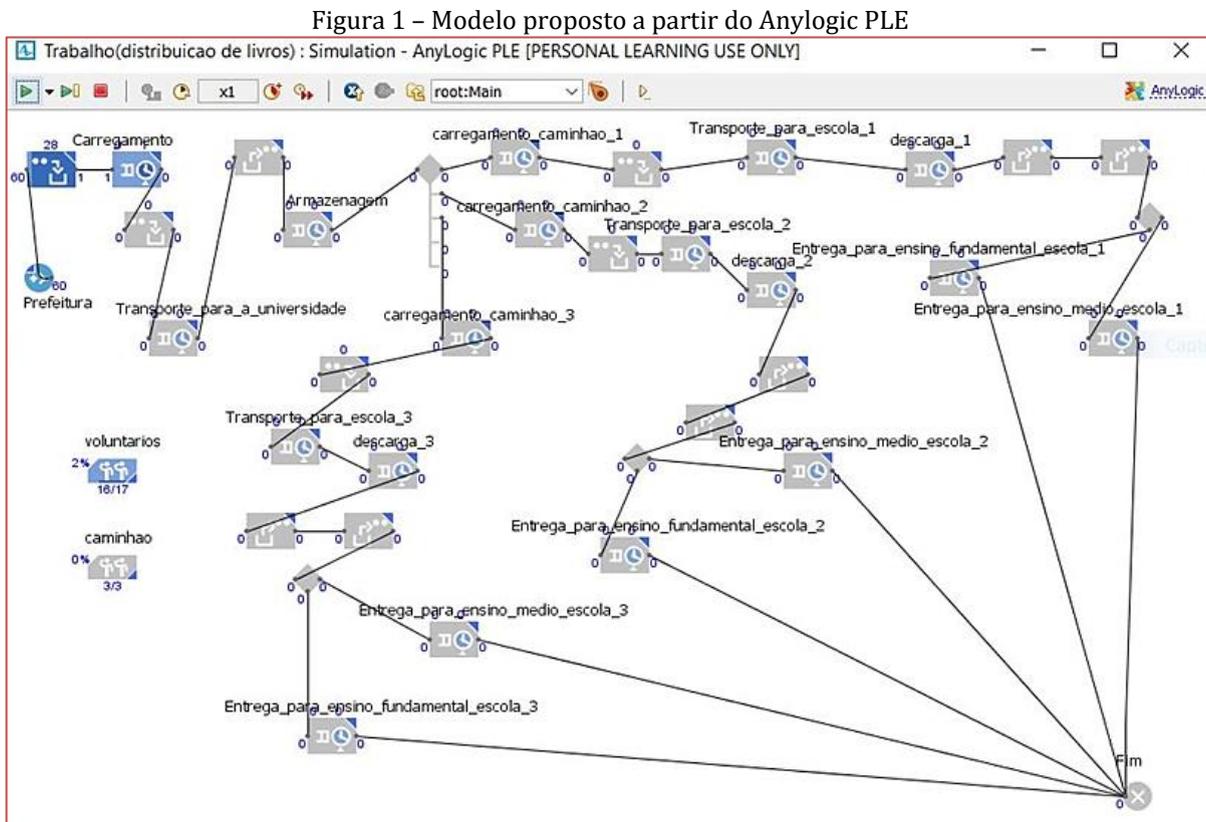
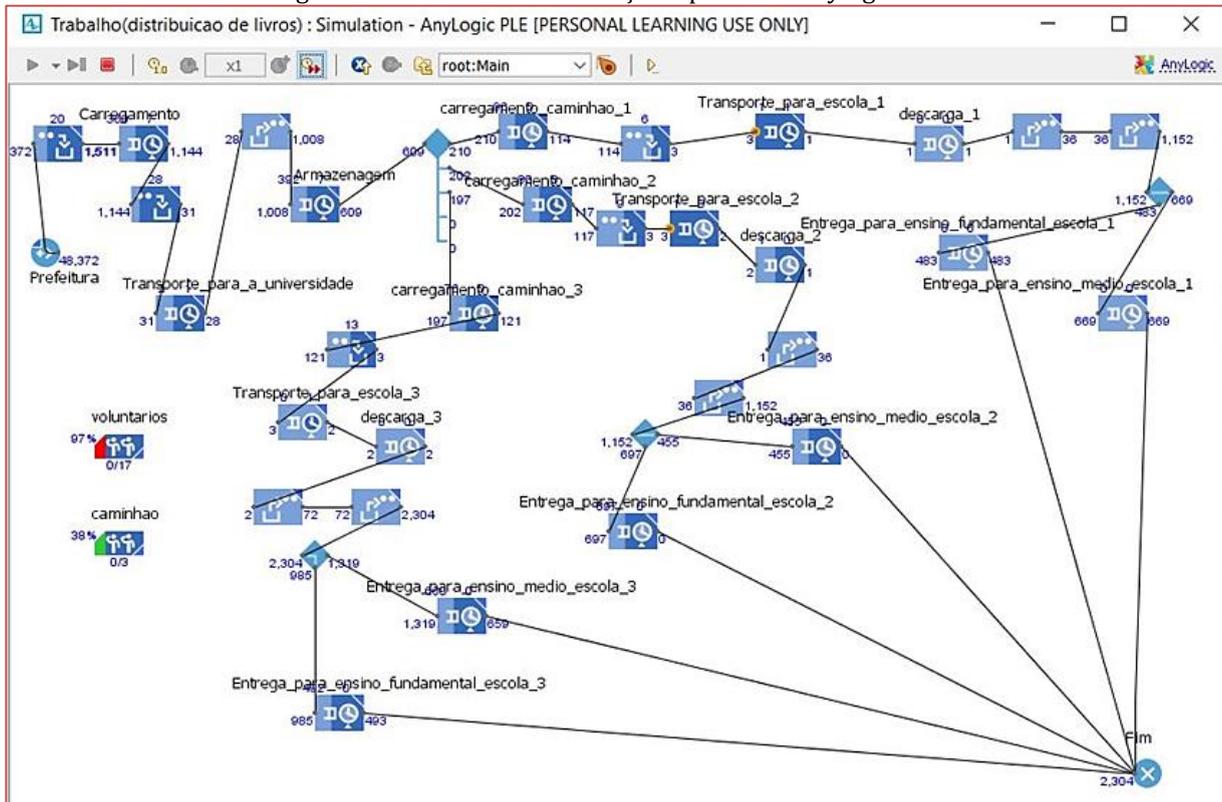


Figura 2 – Resultado da simulação a partir do AnyLogic PLE



Na apresentação do documento final, os estudantes da Equipe 1, destacaram que:

[...] há diversas formas para se aprender um conteúdo técnico, no entanto, uma das formas mais eficientes de aprendizado é a aplicação de todos os conceitos teóricos estudados em casos do cotidiano, mesmo que hipotéticos. No estudo da logística essa é uma técnica interessante[...]. No estudo proposto em sala de aula pela professora foi decidido de maneira conjunta utilizar a simulação por meio do software AnyLogic. Esse software foi o que supriu o número de entidades requeridos para o modelo proposto com base nos dados coletados. Outra motivação para utilização do software foi devido a quantidade de possíveis soluções a serem encontradas para o resultado. A simulação auxilia na obtenção de interpretações mais próximas da realidade e possibilita responder as frequentes perguntas como: e se fosse assim? [...] o exercício propiciou a oportunidade de uma análise completa do caso e melhor aprendizado da teoria, mesmo sendo um problema fictício e simples no âmbito da logística.

5.2. EQUIPE 2

A Equipe 2 levantou os dados para elaboração do plano logístico, que ocorreu por meio de pesquisas em informações disponíveis na *internet*. Nessa busca, primeiramente, houve preocupação em identificar quais são as disciplinas ofertadas no ensino fundamental e médio. Verificou-se também que não são todas as disciplinas que demandam livros para o ensino, assim, selecionou-se as disciplinas que necessitam do material educacional, como mostra a figura 1.

Tabela 1 - Livros para cada nível de ensino

Fundamental	Livros para cada nível de ensino		
	Necessidade de Livros	Médio	Necessidade de livros
Artes	Não	Artes	Não
Ciências	Sim	Ed. Física	Não
Ed. Física	Não	Esp./Inglês	Sim
Geografia	Sim	Física	Sim
História	Sim	Filosofia	Não
Inglês	Sim	Geografia	Sim
Literatura	Não	História	Sim
Matemática	Sim	Literatura	Não
Inglês	Sim	Matemática	Sim
Ens. Religioso	Não	Português	Sim
		Química	Sim
		Sociologia	Sim

A Tabela 2 mostra os resultados de uma primeira análise dos estudantes da Equipe 2 para resolução do caso. Vale ressaltar parte da dedução da Equipe 2 para o problema:

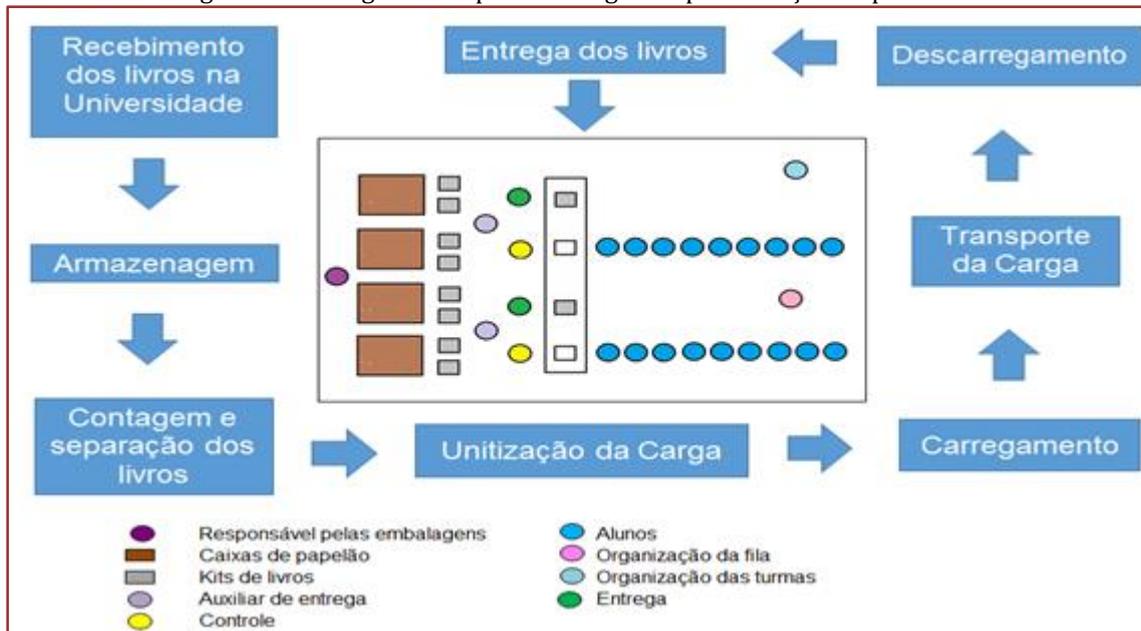
[...] o número total de disciplinas que necessitam de livros no ensino fundamental e médio. Calculou-se um índice para identificar o valor aproximado de estudantes em cada nível de ensino. Para encontrar esse índice dividiu-se a quantidade de estudantes por escola, que tem valor em média de 500 estudantes, pela soma da quantidade dos anos letivos do ensino médio e fundamental (9 anos no ensino fundamental e 3 anos no ensino médio). O valor encontrado foi de 41,47 estudantes por ano letivo. Com esse índice foi possível estimar o número de estudantes em cada nível de ensino, conseqüentemente o número total de estudantes que precisam receber os livros nas três escolas municipais. Com o número total de estudantes encontrado, foi possível calcular a quantidade livros que seriam necessários para suprir a demanda das escolas. Portanto, a necessidade do nível fundamental é de 6750 livros e do nível médio é de 3000 livros, totalizando 9750 livros. Considerando esses resultados constatou-se que, devido ao montante elevado de livros, deve-se elaborar um plano logístico para atender de forma adequada e eficiente a entrega do material nas escolas.

Tabela 2 - Quantidade total de livros

	Quantidade total de livros				
	Anos	Estudantes por escola	Total de estudantes	Livros por estudante	Quantidade de livros
Ensino médio	3	125	375	8	3000
Ensino Fundamental	9	375	1125	6	6750
Total					9750 livros

Outra análise da Equipe 2 foi representar por meio de um fluxograma, conforme Figura 3, o plano logístico a ser proposto para a resolução do problema.

Figura 3 – Fluxograma do processo logístico para solução do problema



O restante da resolução do problema foi o detalhamento a partir das etapas apresentadas no fluxograma. Assim, conforme o relato de fechamento da análise da Equipe 2:

[...] ao elaborar o plano logístico foi tomado como base valores que podem não condizer com a realidade, mas de forma geral qualquer processo de realização de entrega de produtos ao consumidor, segue as etapas aqui listadas. Ressaltando-se a importância de se ter um planejamento para que todo o processo se dê de maneira organizada e levando-se em consideração a eficiência e eficácia a serem atingidas ao final do projeto.

Verificou-se com a prática do PBL permite que as aulas deixem de ser estritamente expositivas e centradas no professor. O estudante é desafiado por meio de situações-problemas com possibilidades para se posicionar em vários papéis, tais como: líder, porta-voz, membro integrante do grupo, negociador, entre outros. Proporciona ao estudante, além do aprendizado proposto no projeto, a experiência da autocrítica e do julgamento quanto ao desempenho dos outros membros, no caso, colegas de sala, levando-se em consideração a discricção, a ética, a imparcialidade e outras habilidades que podem ser desenvolvidas no ambiente acadêmico.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostrou que a utilização de estratégias de ensino que levam ao desenvolvimento de uma compreensão prática de temas que permeiam a dinâmica das organizações, é válido para disciplinas que fazem parte das grades curriculares dos cursos de Engenharia, caso da Engenharia de Transportes e Logística e Engenharia de Infraestrutura da UFSC.

A prática de PBL desenvolvida em sala de aula, com um tema integrante do conteúdo programático da disciplina de Sistemas de Transportes em 2016/2, permitiu uma dinamicidade no processo de ensino e aprendizagem, muitas vezes, pouco atingida com outras estratégias usuais, como por exemplo, a exposição dialogada. Dessa forma, com base na metodologia PBL foi possível criar um novo ambiente para os estudantes desenvolverem habilidades para resolução de problemas (reais ou hipotéticos) e sua relação com outras teorias discutidas em diferentes disciplinas da grade curricular de seu curso.

O projeto proposto para resolução por meio de PBL exigiu dos estudantes envolvidos, pró-atividade, comprometimento, responsabilidade e busca por dados e informações para gerar conhecimento. Assim, verificou-se algumas dificuldades enfrentadas pelos estudantes, mas que logo se mostraram menores, comparando-se aos resultados obtidos a partir das proposições das equipes quanto ao projeto.

Em relação ao docente, vale relatar a necessidade de organizar o tempo para o planejamento e acompanhamento da prática de PBL, além de prever um maior número de documentos para avaliação.

Torna-se importante destacar que, além de PBL existem outras estratégias de ensino que direcionam para o mesmo objetivo, sendo um complemento para o método tradicional de ensino, como: seminários, visitas técnicas, estudos em grupo, jogos de empresa, simulação, estudos de casos, entre outros.

Como trabalhos futuros, propõe-se a continuidade dos projetos de PBL na disciplina de Sistemas de Transportes com aplicações em outros conteúdos integrantes da ementa, e ainda se sugere o emprego dessa estratégia de ensino em outras disciplinas.

REFERÊNCIAS

LIVROS:

- [1] Dias, S. R. et al. Gestão de marketing. São Paulo: Saraiva, 2003.

ARTIGOS DE PERIÓDICOS:

- [1] Albanese, M. A.; Mitchell, S. Problem-based Learning: a review of literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, Washington, v.68, p. 52-81, 1993.
- [2] Guerra, A. Integration of sustainability in engineering education: Why is PBL an answer? *International Journal of Sustainability in Higher Education*, Dinamarca, vol. 18, n.3, p.436-454, 2017.
- [3] Hoffman, B.; Ritchie, D. Using multimedia to overcome the problems with problem-based learning. *Instructional Science*, v.25, n.2, p. 97-115,1997.
- [4] Lahteenmaki, S., Toivonen, J., Mattila, M. Critical aspects of Organizational Learning Research and Proposals for its measurement. *British Journal of Management*, v.12, p. 113-129, 2001.
- [5] Macklin, A.S. Integrating information literacy using problem-based learning. *Reference Services Review*, vol. 29, n. 4, p.306-314, 2001.
- [6] Ribeiro, L.R.C; Mizukami, M.G.N. Uma Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Pós-Graduação em Engenharia sob a Ótica dos Alunos. *Revista Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 25, p. 89-102, 2004.
- [7] Souza.S.C; Dourado.L. Aprendizagem baseada em problemas (PBL): Um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo, *HOLOS*, Rio Grande do Norte, vol. 5, n. 31, 2015.

INTERNET:

- [1] Anylogic. Why simulation? Disponível em:< <https://www.anylogic.com/> >Acesso em: 14 set. 2016.

Capítulo 10

Atividades complementares: Importância e formação integral de estudantes de Engenharia Química

Pedro Prates Valério

Daniel Bastos de Rezende

Ana Brandao Belisário

Taís Resende Costa

Marcelo Cardoso

Resumo: O decorrer do século XXI tem sido marcado por dinamismo e por processos de mudanças constantes na sociedade. Desafios que decorrem desse cenário também se aderem à demanda por inovação em sala de aula, inclusive considerando metodologias que signifiquem a aprendizagem. Significar o conteúdo consiste em apresentá-lo, de maneira lógica, dependente da natureza do conteúdo. Torná-lo psicologicamente significativo também depende da experiência e da experimentação. Trazendo o foco para graduação em Engenharia, cursos relacionados devem possuir projeto pedagógico que contemple o conjunto de atividades de aprendizagem e assegurem o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo, em suas especificações, atividades complementares. Pondera-se que contextos que promovam a imersão de estudantes, em experiências formativas continuadas, tendem a, de fato, potencializar formações integrais de futuros profissionais. O presente estudo levanta o grau de imersão de estudantes de graduação em engenharia química, considerando dados quantitativos, percepções e depoimentos relacionados à participação em atividades complementares, enquanto experiências formativas, propondo ações que potencializem a formação integral de futuros engenheiros. Percebe-se que atividades complementares desempenham papel fundamental na potencialização da formação integral de futuros profissionais. Sugere-se que incorporações de ferramentas tecnológicas podem culminar na ampliação da compatibilidade entre atividades complementares e rotinas estudantis. Destacam-se que propostas de atividades envolvendo problemas reais, sob perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares, com alinhamento construtivo de soluções. O estudo segue sentido de implementação de práticas que, com acepção, potencializem engajamento, autonomia, protagonismo, e imersão consciente, em processos de aprendizagem.

Palavras-chave: Atividades Complementares, Engenharia Química, Processo Formativo, Aprendizagem significativa, Experiências Formativas

1. INTRODUÇÃO

Em tempos atuais, contínuas transformações vêm sendo observadas na sociedade, as quais, certamente, também se fazem oriundas de questões atreladas às globalizações política, cultural, econômica e social, bem como a avanços tecnológicos e disruptivos. Face a esse contexto, torna-se válido considerar que tais transformações se estendem ao cotidiano e às relações de trabalho. Indicam-se, assim, momentos presentes e futuros nos quais profissionais formados em ambientes que favoreçam seus desenvolvimentos integrais tenderão a usufruir de distinto destaque, em esferas diversas. Nesse cenário, deve-se considerar que o desenvolvimento de habilidades e competências, técnicas e comportamentais mantém-se determinante, inclusive, frente a incitações diárias e transcendentais aos limites físicos das salas de aula. É razoável verificar, portanto, a necessidade de se repensarem, continuamente, dinâmicas que envolvem as relações professora/professor e estudantes, bem como o papel das escolas e dos espaços de aprendizagem (MEIER & GARCIA, 2008; BERBEL, 2011).

Segundo FERREIRA (2011), flexibilidade curricular, diferenciação pedagógica e ensino tutorial são três conceitos-chave que definem o nível de qualidade das instituições de ensino superior. Escolas que propiciam aos estudantes o desenvolvimento de atividades, no decorrer do seu curso de graduação, sob a forma de projetos didáticos, de iniciação a pesquisa, a docência, a extensão, assim como a participação em eventos, estágios, discussões temáticas, também incluindo-se programas de intercâmbio nacional e internacional, seguem mais bem avaliadas, em amplo contexto. Para o estudante, o desenvolvimento de tais atividades tende a favorecer motivação autônoma, encorajando sua percepção no que se refere a ser, ele próprio, origem da sua própria ação, permitindo-o apurar o desenvolvimento de seu senso crítico, diante do que se aprende, também aprimorando competências para relacionar os conhecimentos obtidos nestas tarefas com os adquiridos em sala de aula. Nesse processo, o professor passa a atuar como um tutor de aprendizagens, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento. A obtenção da informação dependerá cada vez menos do docente, pois as tecnologias tendem a desempenhar esta função. O papel do mentor, cada vez mais, passa a ser, portanto, o de ajudar a interpretar informações, a relacioná-las e a contextualizá-las. Além disso o mentor, também exerce o papel de auxiliar estudantes na construção da sua identidade e da sua trajetória cidadã e profissional (ARRUDA et al., 2017).

Salienta-se que mediar a aprendizagem é uma necessidade desafiadora para professoras/professores, pois considera a necessidade de construção de ambientes de aprendizagem que promovam engajamento e desenvolvimento de estudantes. Segundo MORIN (1986), “o importante não é apenas a informação, mas o sistema mental ou o sistema ideológico que acolhe, recolhe, recusa, situa a informação e lhe dá sentido”. Para PELIZZARI et al. (2002) são necessárias duas condições para o estabelecimento da aprendizagem significativa, o estudante precisa ter disposição para aprender e o conteúdo deve ser significado.

Significar o conteúdo consiste em apresentá-lo, de maneira lógica, dependente da natureza do conteúdo. Torná-lo psicologicamente significativo também depende da experiência e da experimentação. De fato, faz-se necessário considerar que cada aprendiz percebe conteúdo a partir do significado que possui previamente. Frisa-se, assim, que a disposição para aprender tende a se associar a práticas educacionais que se envolvem em desafios, assim, motivadoras. A aprendizagem tende a ser mais significativa quando o estudante adquire potencial de aceitação de conceitos e conteúdo, em sentido profissional (MENDONÇA et al., 2017).

Trazendo o foco para mais próximo da formação de futuros engenheiros, o mesmo dinamismo e multiculturalidade, mencionados, enquanto presentes na contemporaneidade, reforçam o demandar de atuações que considerem consonância entre habilidades técnicas e socioemocionais. Particularmente, referente à graduação em Engenharia Química, é usual se verificar tendência à formação de profissionais com perfis generalistas e capacitados para atuar em áreas industriais diversas (MIRANDA & SALUM, 2007). Uma das maneiras de se promover a formação integral, são as atividades complementares, que objetivam a potencialização de conexões entre discentes e sociedade, e o impulsionamento da aprendizagem ativa com significado (TONINI, 2007).

Considerando-se relativo desdobramento, relacionado atividades e competências, referenciando modelos empregados no Brasil, o Art. 6º da Resolução CNE/CES 02/04, de 2019, define que cursos de graduação em Engenharia devem possuir Projeto Pedagógico que “contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso. Os projetos pedagógicos devem incluir, em suas especificações, atividades complementares que se alinhem ao perfil do egresso e às competências estabelecidas”. Ainda, o Art. 10º define: “As atividades complementares, sejam elas realizadas dentro ou fora do ambiente escolar, devem contribuir efetivamente para o desenvolvimento das competências previstas para o egresso” (BRASIL, 2019).

Torna-se razoável ponderar que viabilizações de contextos que promovam imersão de estudantes, em experiências formativas continuadas, tendem a potencializar formações integrais de futuros profissionais. De fato, por meio de difusões de estudos científicos considerando processos de pensamento e aprendizagem, é sabido que atividades físicas e cognitivas decorrem de sinais elétricos que, gerados, percorrem redes de natureza neurológica. Em concomitância, cria-se uma espécie de isolamento ao redor de circuitos elétricos, os quais, quanto mais exigidos, mais se envolvem por tal isolamento (mielina). O resultado é o aumento de intensidade e precisão dos sinais gerados. Assim, atrela-se desenvolvimento cognitivo ao desenvolvimento biológico (COYLE, 2009).

Frente ao exposto, o presente estudo levanta o grau de imersão de estudantes de graduação em engenharia química, considerando dados quantitativos e depoimentos relacionados a atividades complementares, enquanto experiências formativas, propondo ações que potencializem a formação integral de futuros engenheiros.

2. METODOLOGIA

2.1 ATIVIDADES COMPLEMENTARES: EVIDÊNCIA E POTENCIALIZAÇÃO FORMATIVA

Para levantamento de dados relacionados à potencial contribuição de atividades complementares para a formação integral de futuros profissionais em engenharia química, um formulário virtual, contendo perguntas objetivas, foi encaminhado para estudantes regularmente matriculados em três diferentes instituições de ensino superior (consideraram-se instituições A, B e C, de naturezas pública e privada), localizadas na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. A fim de compreender os perfis individuais e coletivos de estudantes de engenharia química de instituições pública e privadas, foram realizadas as seguintes perguntas: *Você possui emprego formal, na área de engenharia? Você concluiu o ensino em escola pública ou privada? Você dedica quantas horas de estudo extraclasse por dia? Quantas horas por dia permanece na faculdade fora do período de aula? Quais as atividades complementares você participa ou participou? De quantos programas de iniciação científica participou? De quantos programas de estágio participou? Por quantos semestres participou de atividades em grêmios estudantis ou diretório acadêmico, monitoria, curso pré-vestibular ou programa de ensino a idosos, empresa júnior ou intercâmbio?*

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 POPULAÇÃO E DEFINIÇÃO INICIAL DO PERFIL DOS ESTUDANTES

O estudo apresenta amostragem que, a ser aprofundada em trabalhos futuros, considera 116 estudantes, com matrículas regulares a partir do 7º período (integralização mínima igual a 70 % do percurso formativo), do curso engenharia química. Tal amostragem inicial busca perspectiva inicial, que viabilize o entendimento do cenário no qual estão envolvidos, para embasar proposições de potencialização de suas imersões. Tais estudantes se definem como sendo: 37 alunas/alunos (instituição A: pública), 56 alunas/alunos (instituição B: privada), 23 alunas/alunos (instituição C: privada). As médias de idade dos indivíduos que responderam às perguntas da pesquisa são iguais a 22,3 anos, 24,8 anos e 26,0 anos, para estudantes das instituições A, B e C, respectivamente. A Figura 1 viabiliza observação quanto a estudantes que possuem emprego formal. A partir da Figura 2 é possível verificar o percentual de estudantes oriundos de escolas públicas e escolas privadas. Por meio das Figuras 3 e 4 é possível verificar a quantidade de horas diárias destinadas a estudos extraclasse e o período diário que os estudantes permanecem nas instituições além dos horários de aulas, respectivamente. Atividades extraclasse se ilustram enquanto rotinas dos estudantes, na Figura 5.

Figura 1 – Percentual de estudantes que possuem emprego formal (instituições A, B e C).

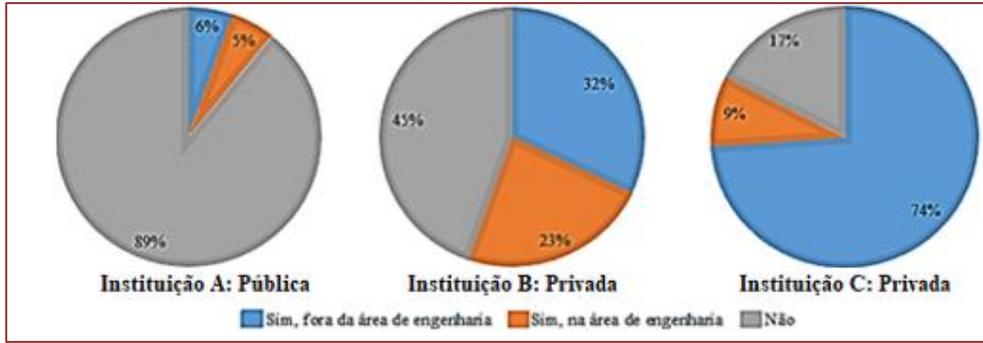


Figura 2 – Estudantes que cursaram o ensino médio em escolas públicas e em escolas privadas.

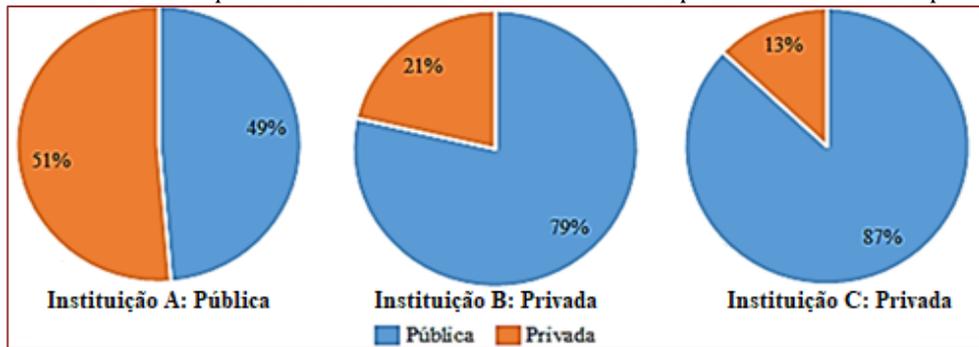
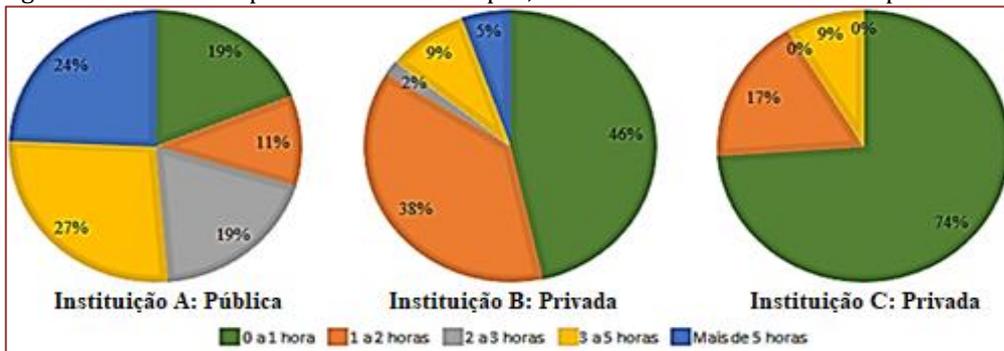


Figura 3 – Período diário destinado a estudos, adicional a horários de aulas presenciais.



Figura 4 – Período de permanência no campus, excedente ao horário de aulas presenciais.



Em sentido de definição de perfil populacional, a Figura 1 ilustra o índice de empregos formais enquanto mais elevado para estudantes das instituições B (55%, sendo 23% na área de engenharia) e C (26%, sendo 9% na área de engenharia) em relação à A (11%, sendo 5% na área de engenharia). A Figura 2 ilustra o percentual de estudantes oriundos de escolas públicas (mais elevado nas instituições B: 79% e C: 87%, em relação à A: 49%). Referente ao período diário destinado a estudos (adicional a horários de aulas presenciais), a partir da Figura 3, observa-se que o percentual de estudantes que disponibilizam de 1 a 2 horas/dia se equivale para as instituições A e B (32%), aproximando-se de C (30%). Também se verificam: 73% dos estudantes da instituição A disponibilizam mais de 1 hora para estudos (16% disponibilizam de 2 a 3 horas e 25% disponibilizam mais de 3 horas), frente a 68% dos estudantes da instituição B (20% disponibilizam de 2 a 3 horas e 16% disponibilizam mais de 3 horas) e 52% dos estudantes da instituição C (13% disponibilizam de 2 a 3 horas e 9% disponibilizam mais de 3 horas de estudo). O percentual de estudantes que disponibilizam 5 ou mais horas/dia é mais elevado nas instituições A (11%) e B (5%), percentuais convergentes com a permanência dos estudantes nas instituições consideradas (Figura 4).

3.2 ATIVIDADES COMPLEMENTARES E CONTEXTOS IMERSIVOS: ENGENHARIA QUÍMICA

A seguir, dados numéricos se compilam em gráficos e planilhas (considerando respostas obtidas por meio do formulário definido no item 2.1, do presente estudo), somados a depoimentos e impressões de graduandos e egressos do curso engenharia química. Relacionam-se, assim, o perfil profissional e realização de atividades complementares, ao longo da formação de futuros engenheiros químicos, considerando as instituições pública (A), privada (B) e privada (C), no contexto estudado. A Figura 5 viabiliza observações percentuais referentes às realizações de intercâmbio, Empresas Juniores, Monitoria, Cursos pré-vestibular, Grêmios estudantil ou Diretórios Acadêmicos, Iniciação Científica e Estágio. Tais percentuais referem-se à proporção de estudantes que já participaram das atividades, independentemente da duração.

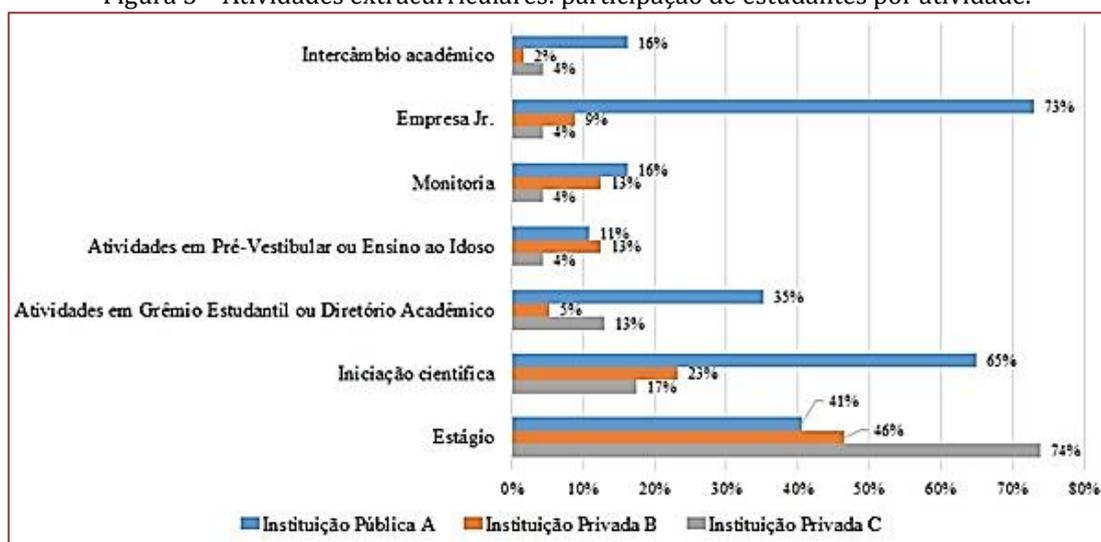
De forma complementar à Figura 5, calculou-se a média de participação em programas de iniciação científica (IC) ou estágios, por estudante, levando-se em consideração não somente se participou, mas também o valor numérico das vezes que o fez. Assim, na instituição A um estudante participa, em média, de 1,9 programas de estágio ou IC, na instituição B um estudante participa de 1,3 programas e na instituição C de 1,0 programas de estágio ou IC. Tendo em vista que o questionário foi respondido, em sua maioria, por estudantes a partir do 7º período formativo dos cursos, e que as grades curriculares possuem “Estágio Obrigatório” enquanto unidade curricular, é razoável verificar que a frequência de participação em programas de estágio e iniciação científica pode se fomentar pela oferta da disciplina, aproximando a integralizações de horas das atividades, na graduação. Por certo, programas de estágios supervisionado permitem o acompanhamento de atividades presentes nos cotidianos de empresas diversas, viabilizando contato com práticas profissionais reais. Conforme levantado anteriormente, o desenvolvimento de tais atividades tende a favorecer motivação autônoma do graduando, encorajando sua percepção no que se refere a ser, ele próprio, origem da sua própria ação. Permitindo, com isso, apurar o desenvolvimento de seu senso crítico, diante do que se aprende, e aprimorar competências para relacionar os conhecimentos obtidos nestas tarefas com os adquiridos em sala de aula, desenvolvendo novas percepções à medida que avançam em etapas formativas dos cursos de graduação. Referentes às possibilidades para as práticas de estágio em engenharia química, é importante salientar que essas extrapolam o que se espera em termos de indústrias tradicionalmente associadas à profissão – incluindo a química, a petroquímica, a de papel e celulose e a têxtil. Devem-se considerar os mais diversos espaços existentes para atuações de profissionais em formação, também considerando indústrias de plástico, alimentos, cerâmicos, produtos farmacêuticos, tintas e vernizes, fertilizantes, materiais de construção, açúcar, álcool, borracha, materiais de limpeza, inseticidas, pigmentos, fibras sintéticas, vidro, madeira, cosméticos, perfumaria, entre outras. Além disso, o engenheiro químico que se forma na contemporaneidade pode atuar em setores de novos negócios, incluindo *startups*, bem como em serviços de consultorias, empresas de projetos e de P&D, incubadoras, empresas de soluções tecnológicas, bancos, entre outras.

No que se refere a programas de Iniciação Científica (IC), é comum que as atividades às quais se atrelam viabilizem primeiros contatos de estudantes de graduação com pesquisas científicas. Verifica-se percentual mais elevado para a instituição A (65%), em relação à B (23%) e à C (17%). É interessante que estudantes de Engenharia Química realizem atividades de IC em períodos diferentes, ao longo do curso, e que considerem as diversidades de áreas do conhecimento. O incentivo à apresentação dos resultados obtidos nas atividades, em eventos técnico-científicos, durante ou após a conclusão de atividades, vem ao encontro da educação científica. Recomenda-se contínuo fortalecimento de pesquisa e extensão, podendo-se envolver áreas diversas do conhecimento. É usual que se busquem apoios financeiros, em iniciativas

públicas e/ou privadas, considerando, inclusive, bolsas de estudo para estudantes de graduação. Em sentido de obtenção de bolsas, torna-se recomendável e necessário, que orientadores, bem como estudantes, façam-se continuamente atentos a editais apresentados por meio de Programas e Setores internos e externos às instituições de ensino superior.

Considerando as demais atividades ilustradas pela Figura 5 (intercâmbio acadêmico, empresa júnior, monitoria, atividades em pré-vestibular ou ensino ao idoso e em grêmios estudantis ou diretório acadêmico), abarcando-se os percentuais na soma do número de semestres nos quais se realizaram, define-se que a base para os cálculos, considera participações divididas pelo total de respostas para o questionário. Dessa forma, para as rotinas estudantis, verificam-se as seguintes médias: 3,9 semestres por estudante (instituição A), 0,5 semestres por estudante (instituição B) e 1,1 semestres por estudante (instituição C).

Figura 5 – Atividades extracurriculares: participação de estudantes por atividade.



Referente a programas de mobilidade acadêmica, para além de o percentual se mostrar mais elevado para a instituição A, frente às instituições B e C, pondera-se que o fortalecimento deve ser contínuo para instituições privadas e públicas. É de amplo conhecimento que intercâmbios nacionais e internacionais viabilizam troca de experiências, com enriquecimento científico e cultural. Intercâmbios interinstitucionais e internacionais, com realidades distintas, contribuem para o alargamento de experiências multiculturais, potencializando desenvolvimento de habilidades, inclusive as socioemocionais. Por certo, o estímulo à mobilidade acadêmica deve se fazer sempre presente, em sentido de formação integral, e, portanto, é relevante o fortalecimento contínuo dos movimentos de auxílio, institucional e financeiro, a estudantes, para o efetivo culminar de participações.

Em mesmo sentido, relacionando empresas juniores, a *Entreprise* se considera a primeira a ser fundada na *L'Ecole Supérieure des Sciences Economiques et Commerciales*, em 1967, em Paris, na França (VIEIRA et al., 2017). No Brasil, as primeiras empresas juniores foram fundadas em 1988, pela Fundação Getúlio Vargas e pela Fundação Armando Álvares Penteado, em São Paulo. Consistem, assim, em entidades sem fins lucrativos, enquanto dispositivos institucionais facultativos, atuantes no percurso formativo de cursos diversos. Entre os objetivos principais, para tais empresas, encontra-se o fomento à educação, por meio de consultorias e trocas de conhecimentos, via prestação de serviços extensionistas. Atividades atreladas, congregam ensino teórico e prático, estimulando aprendizagem ativa e significação do conhecimento. O estímulo a participação de estudantes em empresas juniores se releva pelo desenvolvimento de pensamento crítico, colaboração, criatividade e de perfis empreendedores, para criação de soluções para a sociedade (FRANCO & SEIBERT, 2017).

Ao se considerarem estudantes que participam de programas de monitorias, é possível verificar, por meio da mesma Figura 5, que o percentual é mais elevado para a instituição A (16%), com relativa aproximação para a instituição B (13%), e certo distanciamento para a instituição C (4%). O percentual de estudantes que participam de atividades em pré-vestibular e ensino a idosos se faz mais elevado para a instituição B (13%), em relação a C (4%) e A (3%).

Extrapolando os dados, programas de monitorias e/ou cursos pré-vestibulares podem contribuir para o despertar de vocações docentes, nos graduandos, bem como promover espírito solidário e cooperação, entre comunidades, integrando saberes. De forma breve, atividades atreladas a Grêmios Estudantis e Diretórios Acadêmicos envolvem representações de interesses discentes, abarcando fins cívicos, culturais, educacionais e sociais, em integralização.

3.3 ATIVIDADES COMPLEMENTARES E CONTEXTOS IMERSIVOS: ENGENHARIA QUÍMICA

Em progressão, na busca por evidências referentes às atividades extracurriculares enquanto potencializadoras da formação integral de futuros profissionais em engenharia química, trazem-se os seguintes depoimentos e percepções, sobre processos de aprendizagem:

“Durante minha graduação em Engenharia Química, busquei ter contato com o maior leque de coisas que eu era capaz, não por achar que o sucesso é atingido por quem faz tudo (longe disso, aliás), mas por pensar que é vital encontrar o nosso propósito, experimentar de tudo um pouco e encontrar qual o caminho nos faz mais felizes e mais realizados”. Carlos Henrique Rios Loyola

“A iniciação científica foi a primeira atividade profissional que me passou senso de responsabilidade, organização, além de contribuir para a construção de uma abordagem sistemática, rigorosa e científica para problemas de engenharia. Essa abordagem foi muito importante no mestrado que fiz anos depois na Engenharia Metalúrgica. Também me ajuda muito no meu trabalho como Engenheiro de Processos e nos trabalhos de Pesquisa e Desenvolvimento em que estou envolvido.” Victor Freire de Oliveira

“Sem dúvidas, considero que participar de atividades em empresa júnior foi determinante para a minha carreira. Aprendi a trabalhar em equipe, entendi a importância de ser humilde e capaz de reconhecer erros e de não iludir com acertos. Também, comecei a entender a dinâmica do mundo real e aprendi que todo conhecimento só tem valor se ele puder ser convertido em algo que resolva algum problema e ajude pessoas. Afinal, nosso planeta e nossa sociedade têm muitos problemas, e cabe a cada um de nós ser parte da solução.” Carlos Henrique Rios Loyola

“Iniciei atividades em empresa júnior ainda no primeiro período, muito crua de experiências e repleta de expectativas. Na mesma proporção que ia me entendendo o curso (aulas relativamente engessadas, professores por vezes inacessíveis, certa ausência de suporte) fui me conectando e me encantando com a empresa: lugar de aprendizado contínuo, na prática, onde todos ensinavam e aprendiam em conjunto e onde havia possibilidade de mudança pelo trabalho e pela dedicação. Foi na empresa júnior que entendi o que significa ser uma profissional, trabalhar em equipe, ser consciente e responsável por todas as pessoas e por todos os aspectos envolvidos em uma certa decisão. Também, foi lá que entendi o quanto gosto de resolver problemas - e que, no final das contas, isso significava que eu gostaria mesmo de ser engenheira.” Clarissa Lopes Pignolati

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos relatos, dados e construção de raciocínio, expostos, percebe-se que atividades complementares desempenham papel fundamental na potencialização da formação integral de futuros profissionais. Considerando desenvolvimento de habilidades e competências, técnicas e socioemocionais, em estudantes de graduação. Tendo-se em vista que instituições de ensino superior prezam pela formação de indivíduos, cidadãos e profissionais, é importante que atividades extracurriculares sejam incentivadas, articulando e desenvolvendo competências fundamentais para os profissionais contemporâneos. A partir de observações, recordadas, cabe ponderar sobre a relevância de se buscarem alternativas que considerem atividades não presenciais, em sentido de potencializar imersão e engajamento, também, de

estudantes de graduação que, eventualmente, possuam limitações quanto à disponibilidade para participar de tarefas que demandam presenças físicas – tal qual observado para estudantes das instituições B e C, por vezes, indisponíveis para participarem de atividades presenciais, extraclasse, em função de compromissos com outras atividades formais. Dessa forma, no sentido do desenvolvimento de habilidades, propósitos e atitudes, sugerem-se incorporações de ferramentas tecnológicas como forma de ampliação da compatibilidade entre atividades complementares e rotinas estudantis, desde que abarcando práticas reflexivas, postura ética e visão holística e humanista – aderindo a definições da Resolução CNE/CES 02/04, de 2019. Entre propostas para trabalhos futuros, mensurações de ações que aumentem efetivamente o grau de imersão dos estudantes de engenharia química, potencializando suas formações integrais já se encontram em curso. Com destaque, o presente grupo já propõe desenvolvimento e implementação de software, abarcando atividades e problemas reais, de engenharia, sob perspectiva multidisciplinar e transdisciplinar, na promoção de diálogo e comunicação, com alinhamento construtivo de soluções. Segue-se, assim, busca pela implementação de práticas que, com aceitação, potencializem engajamento e protagonismo consciente, autônomo, com imersão, em processos formativos e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil. Ministério da Educação. CNE/CES. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília, 2019.
- [2] Coyle, D. *The Talent Code*. 1. ed. New York, NY: Bantam Books, 2009.
- [3] Miranda, T. L. S.; Salum, A. *Projeto Pedagógico: Curso de Graduação em Engenharia Química*. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2007.
- [4] Tonini, A. M. *Ensino de Engenharia: Atividades Acadêmicas Complementares na Formação do Engenheiro*. 2007. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 2007.
- [5] Berbel, N. A. N. B.; *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.
- [6] Arruda, M. P.; Arruda, R. P.; Lima; Stefenon, S. F. *Metodologias Ativas para Promover Autonomia: Reflexões de Professores do Ensino Superior*. ESPACIOS. v. 38, p. 2-15, 2017.
- [7] Ferreira, M. *Ensino e Aprendizagem no Ensino Superior*. Revista Arquipélago – Ciências da Educação, Universidade dos Açores, v. 12, p. 121-144, 2011.
- [8] Franco, D. S.; Seibert, A. Z. *A importância da Empresa Júnior para uma aprendizagem andragógica*. Revista Brasileira do Ensino Superior. v.3. n.4. 2017
- [9] Morin, E. *Para sair do século XX*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- [10] Meier, M.; Garcia, S. *Mediação da Aprendizagem: contribuições de Feuerstein e de Vygotsky*. Curitiba, Edição do autor. 3ª Ed. 2008.
- [11] Pelizzari, A. *Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel*. Revista PEC, Curitiba, v.2, n.1, p. 37-42, jul. 2001 – jul. 2002.
- [12] Mendonça, J. C. F.; Leite, R.; Ladeira, A. P.; Xavier, P. O. C.; Almeida, A. F.; Prates-Valério, P.; Grossi, A. C. S. *Metodologia Ativa no Ensino ne Engenharia: Uma Experiência Continuada com Alunos e Professores do Laboratório de Cálculo*. Cobenge, Joinvile, Anais. 2017.

Capítulo 11

O Design Thinking como metodologia de projeto aplicada na Disciplina de Introdução à Engenharia: O projeto “OPENFAB”

Claudia Alquezar Facca

Patricia Antonio de Menezes Freitas

Hector Alexandre Chaves Gil

Felipe Perez Guzzo

Ana Mae Tavares Bastos Barbosa

Resumo: Com o objetivo de integrar as áreas do conhecimento – Design e Engenharia – e alcançar a inovação no processo de desenvolvimento de novos projetos esta pesquisa apresenta um estudo sobre a aplicação da metodologia do Design Thinking na disciplina de Introdução à Engenharia. O Design Thinking é uma metodologia para solucionar problemas complexos que utiliza e aplica ferramentas do Design, centralizando o processo nas pessoas e em suas necessidades, por meio do raciocínio associativo e do pensamento analítico. Por meio da descentralização da prática do Design das mãos de profissionais especializados – no caso os Designers - é uma abordagem que permite que seus princípios sejam adotados por pessoas atuantes em diversas áreas profissionais – como a Engenharia, por exemplo. O objetivo deste estudo é observar o processo de desenvolvimento de um projeto de Engenharia utilizando uma metodologia de Design, analisando seus efeitos e impactos como estratégia de ensino na aprendizagem dos estudantes, logo no início do curso, considerando as dimensões relativas às competências técnico-científicas e os conhecimentos interdisciplinares possíveis e existentes. Como objeto de estudo da pesquisa foi abordado o Projeto “OpenFab”, pertencente à disciplina Introdução à Engenharia, ministrada durante o 1º semestre de 2018 aos alunos da 1ª série dos cursos de Engenharia do Instituto Mauá de Tecnologia.

Palavras-Chave: Design Thinking. Metodologia de Projeto. Ensino de Engenharia.

1. INTRODUÇÃO

Com a potencial retomada do crescimento econômico do Brasil nas próximas décadas um bom suporte dos engenheiros que atuam no país será fundamental para o aumento do desempenho dos meios de produção (CAVALCANTE e EMBIRUÇU, 2013). Portanto, a formação desse engenheiro é um assunto de grande importância.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP, 2018), em 2017 cerca de 270 mil estudantes ingressaram nos cursos presenciais de Engenharia, Produção e Civil e quase 140 mil graduaram-se nesses cursos em todo o país. Observa-se, neste caso, que o número de concluintes no curso representa quase metade (51,48 %) do número de ingressantes no mesmo ano. De acordo com Lobo (2017) a área de Engenharia e profissões correlatas apresentou uma taxa de evasão de curso de 23% (no período de 2014/2015). Entende-se por evasão de curso aquela que ocorre quando o estudante se desliga do curso superior em situações diversas, deixando-se de se matricular, desistindo oficialmente do curso, mudando de curso ou sendo excluído por norma institucional (ROSSA *et al.*, 2017). Os motivos pelos quais muitos alunos acabam desistindo do curso de Engenharia variam desde a falta de um conhecimento prévio sobre a profissão até o desestímulo causado pela abstração e falta de aplicação prática das disciplinas das primeiras séries e as sucessivas reprovações nas disciplinas fundamentais (CARDOSO e SCHEER, 2003 apud FREITAS, 2018).

De acordo com o estabelecido pelas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, instituídas pelo Ministério da Educação (MEC) e Conselho Nacional de Educação (CNE) e recentemente revisadas e homologadas:

“A formação em Engenharia deve ser vista principalmente como um processo. Um processo que envolve as pessoas, suas necessidades, suas expectativas, seus comportamentos e que requer empatia, interesse pelo usuário, além da utilização de técnicas que permitam transformar a observação em formulação do problema a ser resolvido, com a aplicação da tecnologia” (BRASIL, 2019).

Associa-se a isso a capacidade adquirida para absorver e desenvolver tecnologias numa atuação criteriosa e criativa na identificação e resolução de problemas (CAVALCANTE e EMBIRUÇU, 2013). Assim exposto, fica visível a necessidade de se encontrar uma forma de aumentar a aderência dos estudantes de Engenharia desde o início do curso criando um eixo motivacional e formativo de habilidades específicas e que continue atendendo às demandas tanto educacionais como sociais, culturais, políticas e econômicas.

Nesse cenário de exigentes demandas e necessidade de inovadoras ofertas insere-se então o *Design*. Desde 2007, vislumbrando um cenário de um mundo globalizado, o Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia (CEUN-IMT) oferece o curso de *Design*, aproveitando sua vocação tecnológica e industrial tanto na área de gestão como Engenharia compondo, desde o início, o tripé da inovação, mote estratégico da instituição, integrando suas atividades com os cursos de Administração e Engenharia. O tripé da inovação representa da melhor forma possível o entendimento institucional de que essas três áreas do conhecimento, trabalhando juntas, conseguem alcançar um resultado melhor e mais completo frente às soluções dos problemas complexos da atualidade. A Administração, responsável pela viabilidade dos negócios, a Engenharia, responsável pela factibilidade técnica e o *Design* como responsável pela “desejabilidade” e foco nas necessidades das pessoas compõem essa trilogia baseada fundamentalmente nos preceitos da metodologia do *Design Thinking* (DT) - *Viability, Feasibility e Desirability* (BROWN, 2009).

Segundo MELO e ABELHEIRA (2015) o *Design Thinking* pode ser considerado como uma metodologia que disponibiliza ferramentas do *Design* para solucionar problemas complexos equilibrando o raciocínio associativo, que alavanca a inovação, e o pensamento analítico, que reduz os riscos, posiciona as pessoas no centro do processo, do início ao fim, compreendendo a fundo suas necessidades. Ao possibilitar que seus princípios sejam adotados por profissionais que atuam em diversas áreas o DT acaba descentralizando a prática do *Design* das mãos de profissionais especializados (CAVALCANTI e FILATRO, 2016) e possibilitando novas formas de olhar e agir, complementando a formação do engenheiro.

A integração entre as disciplinas e o trabalho em equipe multidisciplinares têm se tornado cada vez mais necessários frente à complexidade dos desafios a que estamos expostos atualmente. Assim, ao aproximar o *Design Thinking* da Engenharia, tanto a amplitude das competências interdisciplinares como a profundidade da especialização disciplinar podem ser consideradas. Compreender o problema das pessoas, projetar soluções, implementar a melhor opção e prototipar para testar e validar o melhor caminho são etapas adotadas no *Design Thinking* num processo iterativo e recursivo (GUZZO e FACCA, 2018). Pensamentos como divergência e convergência, análise e síntese, dedução, indução e abdução,

materialização e experimentação, individualidade e colaboração podem representar caminhos alternativos para produzir novas ideias e projetar soluções inovadoras. A grande contribuição da utilização do *Design* como modo de pensar está no seu aspecto holístico, de pensar no todo, contrapondo conceitos que, trabalhados juntos, podem enriquecer o processo de desenvolvimento de projetos e soluções inovadoras.

O objetivo deste trabalho é analisar como a metodologia de projeto do *Design Thinking* (DT) pode ser aplicada na Engenharia como forma de melhorar a aprendizagem geral nas disciplinas do curso a fim de alcançar a inovação e a interdisciplinaridade entre as áreas. Como objeto de estudo da pesquisa foi abordado o Projeto “OpenFab”, que fez parte da programação da disciplina de Introdução à Engenharia (INTENG), ministrada durante o primeiro semestre de 2018 aos alunos da 1ª série dos cursos de Engenharia do CEUN/IMT.

2. A DISCIPLINA DE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA (INTENG)

Há algum tempo que as instituições têm buscado formas de compensar as dificuldades referentes ao início dos cursos de Engenharia com atividades e disciplinas de caráter formativo, vocacional e motivacional no âmbito do curso. Assim se compõe a disciplina de INTENG, uma disciplina obrigatória, como no caso do ciclo básico dos cursos de Engenharia do CEUN-IMT cujo papel principal, conforme definição da coordenação do ciclo básico dos cursos de Engenharia, é nortear um eixo profissional e formativo de habilidades específicas protagonizando e tornando-se a linha mestra condutora e estruturante das demais disciplinas regulares (Cálculo, Física, Desenho, Algoritmos e Programação, Geometria Analítica e Química) baseada em projetos em grupos, utilizando estratégias de aprendizagem ativa, com forte ligação entre teoria e prática e na contextualização do trabalho do engenheiro já na 1ª série (FREITAS *et al.*, 2018).

A disciplina de INTENG, vem sendo avaliada como regular pelos alunos do ciclo básico de Engenharia há vários anos. De acordo com dados fornecidos pela Comissão Própria de Avaliação (CPA) do CEUN-IMT: os alunos não enxergavam a necessidade e importância da disciplina, não viam a integração entre os temas abordados e os próprios professores consideravam a forma como o conteúdo era abordado muito teórico, extenso e desmotivante (FREITAS *et al.*, 2018). Esse cenário, aliado à demanda do mercado por novas competências, à reforma curricular da própria instituição a fim de tornar os cursos mais flexíveis e à necessidade de redução da evasão clamaram por um redesenho da disciplina.

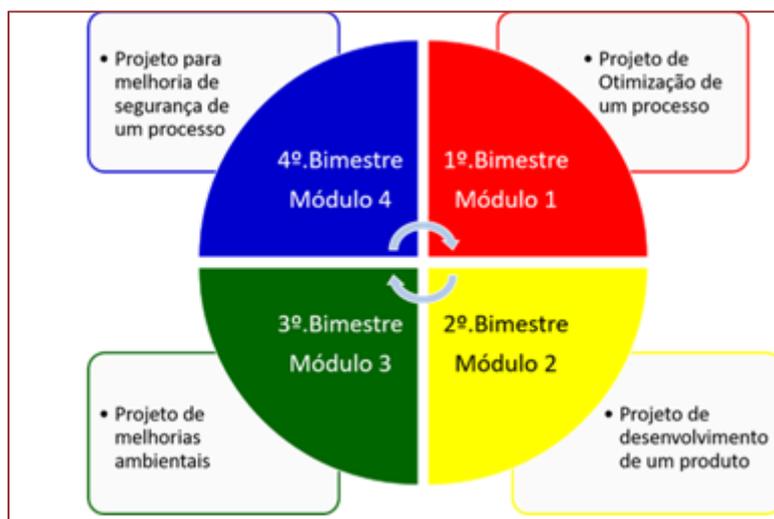
Assim, algumas mudanças foram implantadas, como: alteração do corpo docente, uso de metodologia ativa de aprendizagem, definição de conteúdo com temas atrelados entre si, evitando fragmentação, busca de suporte nos conteúdos nas disciplinas regulares, definição de um plano de trabalho fundamentado em projetos, adequação do volume de trabalho e transparência nos objetivos e processos avaliativos.

Dessa forma, segundo ainda FREITAS *et al.* (2018):

“A INTENG assume um papel de linha mestra da 1ª série dos cursos de Engenharia, tendo a importante função de ser o eixo profissional e formativo de habilidades específicas. Todas as disciplinas regulares da 1ª série não deverão mais atuar isoladamente, mas sim, ligarem-se ao eixo condutor da INTENG, dando a esta os subsídios necessários ao início da formação profissional do estudante”.

A disciplina INTENG passa a ser dividida em quatro módulos bimestrais, sendo cada um referente a um tema de relevância na Engenharia, fundamentando-se em 4 pilares: otimização de um processo, desenvolvimento de um produto, desenvolvimento de um projeto ambiental e estudo de caso na área de segurança, conforme a Figura 1.

Figura 1. Nova estrutura da disciplina INTENG baseada em projetos



Fonte: FREITAS *et al.* (2018)

O Projeto “OpenFab”, objeto de estudo deste trabalho, encaixa-se no módulo 2 da disciplina INTENG onde os alunos da 1ª série do ciclo básico de Engenharia do CEUN-IMT deveriam desenvolver um produto, inovador e sustentável, aplicando a metodologia do *Design Thinking*, utilizando algumas ferramentas de *Design* e passando por todas as etapas de projeto, sob a orientação de uma equipe de 5 professores.

3. METODOLOGIA - O PROJETO “OPENFAB”

No Projeto “OpenFab” os alunos foram desafiados a desenvolver produtos inovadores e a cultivar aptidões para a solução de problemas desenvolvendo o raciocínio lógico onde a premissa básica do projeto foi a utilização de materiais recicláveis como matéria-prima principal, construindo protótipos funcionais em escala real. Protótipos estes que foram desenvolvidos nas instalações do Fab Lab Mauá, espaço recém instalado, que oferece recursos (equipamentos e apoio técnico) para que os próprios alunos possam construir seus modelos, transformando suas ideias em produtos reais por meio da fabricação digital (GUZZO e FACCA, 2018).

O projeto foi desenvolvido seguindo as seguintes instruções:

1. Cada equipe (formada por no máximo 4 alunos) deverá desenvolver um produto a partir de algum material reciclável: MDF, PVC, acrílico, papelão, entre outros;
2. As atividades ocorrerão fora do horário regular de aula e terão o apoio dos professores da disciplina, professores do ciclo básico, monitores de *Design* e Engenharia e facilitadores da Enactus (rede de estudantes, líderes executivos e acadêmicos, que fornece uma plataforma para os universitários criarem projetos de desenvolvimento comunitário, colocando capacidade e talento das pessoas em foco);
3. A construção do protótipo será realizada no laboratório Fab Lab Mauá em horários previamente agendados;
4. Cada equipe executará as atividades dentro dos horários que julgar conveniente, de acordo com o cronograma estipulado;
5. Cada equipe deverá trazer o seu material para a confecção do produto no laboratório.

Para o desenvolvimento do Projeto “OpenFab” foi aplicada a metodologia do *Design Thinking*, composta pelas fases de Imersão, Ideação, Análise e Síntese e Prototipação (VIANNA, 2013), de acordo com o seguinte cronograma de atividades definido no plano de ensino da disciplina (Tabela 1):

Tabela 1. Etapas e atividades do projeto “OpenFab”

APRESENTAÇÃO DO PROJETO	Definição dos objetivos do projeto / introdução ao <i>Design Thinking</i>
IMERSÃO	Identificação de um problema / estudo detalhado do material escolhido / estudo das necessidades dos usuários
IDEAÇÃO	Apresentação de uma solução para a resolução do problema
APRESENTAÇÃO DIGITAL	Modelagem digital
PLANEJAMENTO DO MODELO	Desenho técnico das vistas com dimensões e cotas
PROTOTIPAÇÃO	Confecção do <i>mock up</i> / protótipo
APRESENTAÇÃO FINAL	Vídeo / protótipo / apresentação digital / <i>pitch</i>

Fonte: Adaptado pelos autores

Como o número de alunos matriculados na disciplina era alto, cerca de 510, divididos em 12 turmas, e não havia tempo hábil nem número de professores de *Design* suficientes para apresentar a metodologia do *Design Thinking* individualmente a cada turma, foi desenvolvida a seguinte estratégia: a coordenadora do curso de *Design*, especialista em *Design Thinking*, preparou as aulas com todo o conteúdo relacionado à nova metodologia e treinou os professores da disciplina de Engenharia para que replicassem o conteúdo e orientassem os alunos sobre como utilizar as ferramentas do *Design* no desenvolvimento do projeto. Dessa forma, a cada etapa os professores recebiam uma nova aula com as devidas explicações e orientações e multiplicavam o conteúdo a todos os alunos.

As aulas e conteúdos foram disponibilizados online na plataforma digital *Moodlerooms* aos alunos, contemplando as definições dos conceitos, explicações sobre cada etapa, orientações sobre as ferramentas, apresentação de exemplos e indicação de referências bibliográficas e eletrônicas, incluindo uma explicação oral de cada aula. As aulas estavam disponíveis todo o tempo para que os alunos pudessem acessar quantas vezes fossem necessárias. Além disso, também foi disponibilizado aos alunos o atendimento dos monitores tanto de *Design* como da própria disciplina para que pudessem tirar dúvidas e obter apoio técnico fora do horário das aulas.

A etapa final do projeto referente à construção de um protótipo poderia ser desenvolvida nos laboratórios de prototipagem (Fab Lab) da instituição. Nesse espaço os alunos teriam disponíveis equipamentos (cortadeira a laser, usinagem em CNC, cabine de pintura, etc.), máquinas de corte e acabamento (serras, lixadeiras, furadeiras etc.) e materiais como madeira, MDF, isopor, acrílico etc. Todo o suporte técnico seria dado pelos técnicos e colaboradores dos laboratórios durante e fora o horário das aulas. Cada grupo deveria agendar previamente um horário de atendimento e utilização do espaço.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

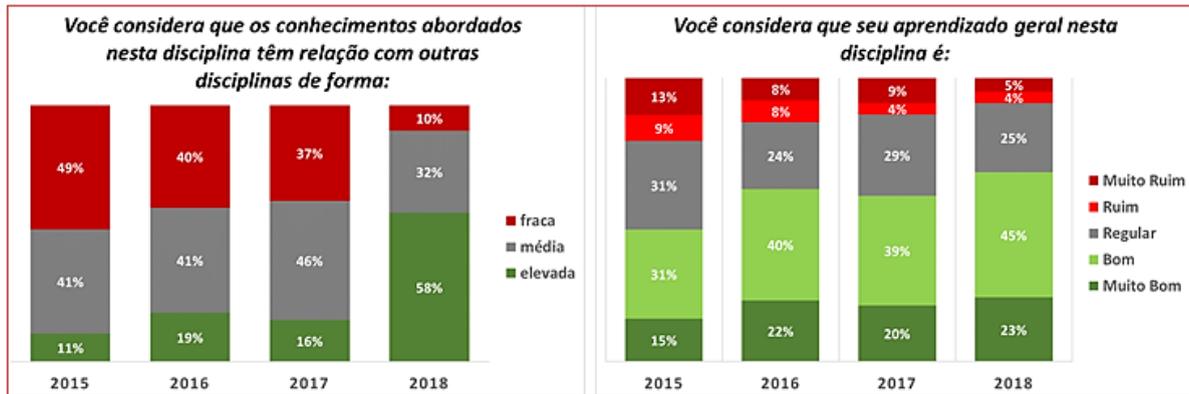
Ao término do semestre, após a finalização dos projetos, foi realizada uma pesquisa online com os alunos da disciplina INTENG com o objetivo de obter um feedback e avaliar o impacto da utilização da nova metodologia de projeto baseada no *Design Thinking* nos resultados do projeto, na percepção dos próprios alunos, na relação ensino-aprendizagem e na interdisciplinaridade entre as áreas de *Design* e Engenharia. A pesquisa foi disponibilizada no *Moodlerooms*, ambiente digital já bem familiarizado pelos alunos. O questionário era composto por 15 perguntas (13 objetivas e 2 subjetivas) e foi respondido por uma amostra de 189 alunos da 1ª série do ciclo básico, ao final do 1º semestre de 2018.

De maneira geral pode-se observar que a receptividade da nova metodologia nas aulas foi muito boa. Apesar de 72 % dos respondentes não saber o que era DT antes da participação do projeto, 84 % classificou como excelentes, ótimas e boas as aulas de projeto baseadas na metodologia do DT. Em praticamente todas as questões as respostas foram, em sua maioria, positivas demonstrando que 93 % dos alunos acharam interessante aprender essa nova metodologia, 88 % concordam que essa metodologia mudou sua visão de projeto, 83 % gostariam de ter mais aulas, 93 % gostariam de continuar aplicando o DT e 94 % recomendariam seu uso para algum amigo.

Sobre a formação do engenheiro, 90 % dos alunos acham que esta melhorou depois da utilização do DT e 99 % concordam que ter uma visão diferenciada e integrada com o *Design* é importante também. Desenvolver o projeto fora do horário de aula não agradou 34 % dos respondentes, mas esse fato foi recompensado positivamente pelo atendimento dos monitores de *Design* (para 75 % dos alunos) que puderam auxiliar de alguma forma durante todo o processo.

Após a inserção da metodologia de DT na disciplina INTENG em 2018 ficou visível a percepção dos alunos sobre a elevada relação entre os conhecimentos abordados com outras disciplinas passando de 11 % em 2015 para 58 % em 2018. E os alunos passaram a considerar que seu aprendizado geral na disciplina também aumentou passando de 46 % em 2015 para 68 % em 2018, nos conceitos muito bom e bom, de acordo com a Figura 2.

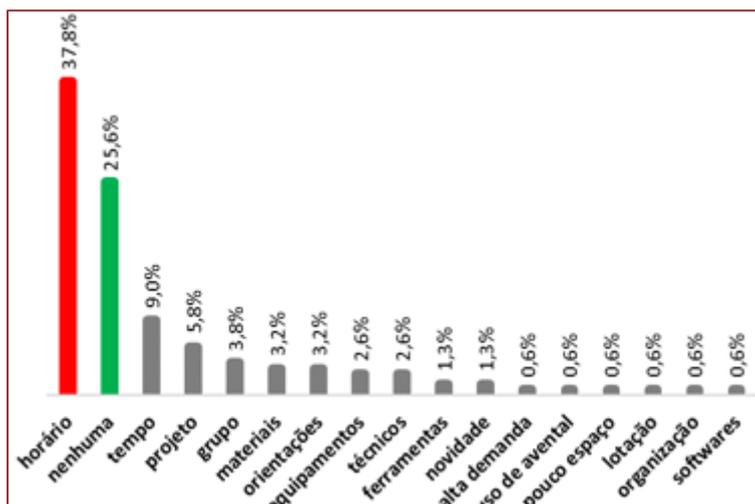
Figura 2. Percepções dos alunos sobre a disciplina INTENG



Fonte: Os autores

Quanto ao uso dos laboratórios de prototipagem (Fab Lab), os alunos foram orientados pelos professores da disciplina a agendar previamente com os técnicos responsáveis os horários para que pudessem utilizar o espaço, os equipamentos e materiais disponíveis durante o desenvolvimento do projeto. Apesar de todos terem acesso, cerca de 17 % dos alunos não utilizou o espaço porque não precisou ou não quis e a maioria dos respondentes (71 %) achou que o Fab Lab contribuiu muito ou um pouco para o desenvolvimento do projeto. A principal dificuldade para a utilização dos laboratórios foi em relação aos horários; 37,8 % dos respondentes tiveram problemas de agendamento ou falta de disponibilidade de tempo, de acordo com a Figura 3.

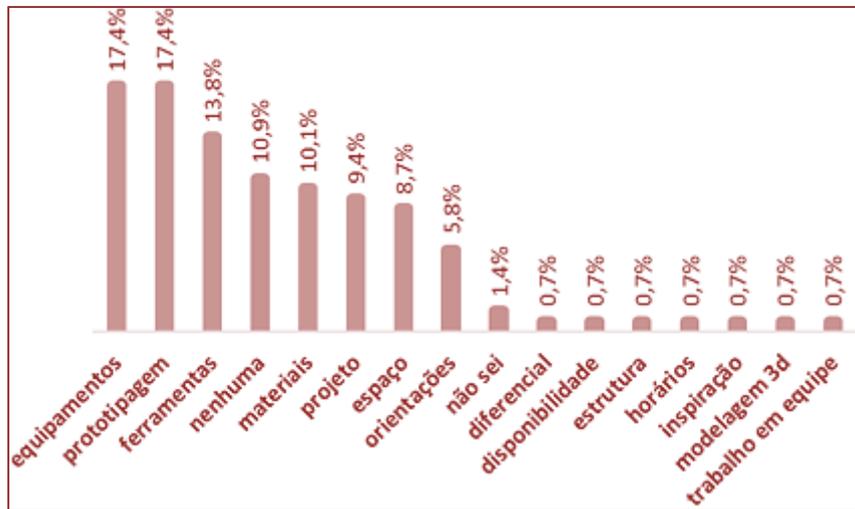
Figura 3. Qual a principal dificuldade para a utilização do laboratório Fab Lab no projeto?



Fonte: os autores

E, finalmente, na pesquisa pode-se observar também que a maior contribuição da utilização do Fab Lab no desenvolvimento do projeto foi em relação aos equipamentos, ferramentas, materiais, espaço e técnicos disponibilizados para a prototipagem do produto durante todo o processo, de acordo com a Figura 4.

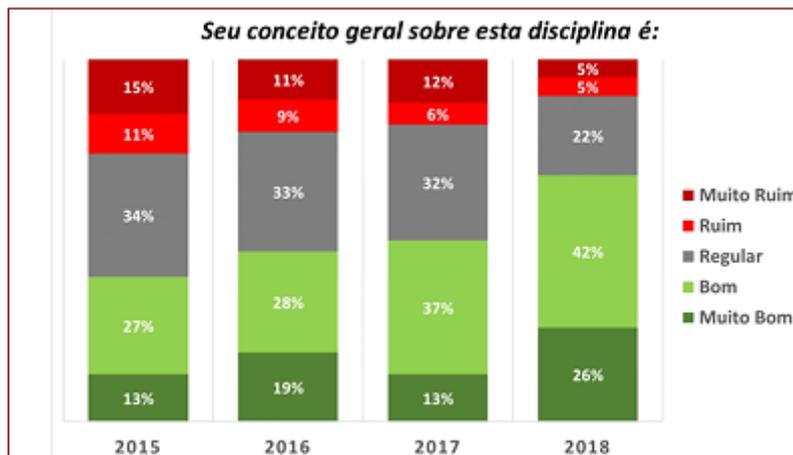
Figura 4. Qual a principal contribuição do laboratório Fab Lab no projeto?



Fonte: os autores

Na pesquisa final da disciplina INTENG realizada pela Comissão Própria de Avaliação (CPA) em dezembro de 2018, e publicada ao término de cada semestre, pôde-se observar a evolução do resultado da avaliação dos quatro últimos anos, de 2015 a 2018, de acordo com os gráficos a seguir. O conceito geral da disciplina tem melhorado significativamente passando de 40 % em 2015 para 68 % em 2018 (nos conceitos muito bom e bom), conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5. Avaliação final da disciplina INTENG



Fonte: Adaptado pelos autores (CPA, 2018)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados, pode se dizer que a experiência de integrar a metodologia do *Design* à disciplina de INTENG foi fundamental para o entendimento do processo de desenvolvimento de um produto, onde o consumidor é o principal foco. Houve uma positiva receptividade dos professores e alunos e ficou um pouco mais visível que o *Design* com certeza pode contribuir para o desenvolvimento de projetos na Engenharia. Esta pesquisa mostra que os fundamentos do *Design Thinking* podem ser utilizados amplamente, desde o início da formação do engenheiro, tornando o processo de criação mais integrado.

Em 2018 buscou-se tornar a disciplina Introdução à Engenharia mais abrangente, consolidando o seu papel de eixo estruturante das demais disciplinas do ciclo básico dos nove cursos de Engenharia do CEUN-IMT, como "Fundamentos em Engenharia". Esta, atualmente, engloba inclusive ações práticas e conteúdos de outras disciplinas, como Física, Química, Geometria Analítica, Desenho, Algoritmos e Programação. "É aí que entra o *Design*... o engenheiro pensa somente no produto e, às vezes, esse produto não irá se aplicar em lugar nenhum. Precisamos pensar nos desejos e necessidades do consumidor. Os *Designers* têm esse

conhecimento e o aplicam em tudo desde o primeiro dia de aula. Com esse conhecimento será possível criar mais produtos que vão atender mais pessoas. O *Design* é essencial nesse processo” (FREITAS *et al.*, 2018).

É importante reforçar que o processo estruturante aqui descrito, é dinâmico e, portanto, ainda um processo em construção. Envolve um intenso trabalho de estabelecimento do maior número possível de interfaces entre a atual disciplina de Fundamentos de Engenharia e as disciplinas regulares, a colocação dos temas em contexto, a proposição de projetos relevantes e plausíveis, a identificação das habilidades e sua pertinência, e o agrupamento em competências.

Para 2019, o Projeto OpenFab buscará mais alguns desafios, tanto para o corpo docente como discente. O objetivo do Projeto OpenFab será o desenvolvimento de um produto ou serviço inovador englobando as áreas de Administração, Engenharia e Design e que resolvam problemas socioambientais. Para essa edição os alunos escolherão o produto, porém sempre atentos aos princípios do *Design Thinking*. Ao final desse projeto os alunos apresentarão na exposição “Jovem Empreendedor” ao final do ano letivo, onde a avaliação será pelas competências onde serão identificadas habilidades ausentes que merecerão sua inserção. Além disso, esse projeto será desenvolvido no segundo semestre do ano letivo. Isso nos trará provavelmente resultados ainda mais significativos, visto que o aluno estará mais amadurecido, já conhecerá os colegas para a escolha da equipe e estará mais ambientado com a universidade.

Levando-se em conta a rápida evolução da sociedade e da Engenharia, esse caráter sinérgico da disciplina, como um processo de construção e estudo nos parece bastante desafiador e motivador.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Mauá de Tecnologia pelo apoio às ações desenvolvidas, materiais e infraestrutura disponibilizada e aos professores e alunos que participaram das atividades de INTENG e colaboraram nesse relato de experiência. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- [1] Brasil. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. 2019. Parecer homologado. Despacho do Ministro, publicado no D.O.U. de 23/4/2019, Seção 1, Pág. 109. Disponível em http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 29 abr. 2019.
- [2] Brown, T. *Change by Design: How Design Thinking Transforms Organizations and Inspires Innovation*. Harper Business, 2009. 272 p.
- [3] Cavalcante, F.P.L.; Embiruçu, M.S. Aprendizado com Base em Problemas: Como entusiasmar os alunos e reduzir a evasão nos cursos de graduação em Engenharia. In: XLI Cobenge - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Gramado, 2013. Anais. Disponível em http://www.fadep.br/Engenharia-eletrica/congresso/pdf/116536_1.pdf. Acesso em: 18 dez. 2018.
- [4] Cavalcanti, C.C., Filatro, A. *Design Thinking* na educação presencial, a distância e corporativa. São Paulo: Saraiva/Somos, 2017. 272 p.
- [5] CPA - Comissão Própria de Avaliação. Pesquisas Disciplinas 2018 – 1º Semestre. Ceun-IMT. Disponível em <https://maua.br/files/122018/pesquisas-disciplinas-2018-100841.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2018.
- [6] Freitas, P.A. de M.; Gil, H. A. C.; Mattasoglio Neto, O.; Cekinski, E.; Ribeiro, L. G.; Masaoka, T. G. M. Introdução à Engenharia como disciplina estruturante do primeiro ano de um curso de Engenharia. *Brazilian Applied Science Review*. V. 2, N. 3, p. 1015-1027. Curitiba, jul/set 2018. ISSN 2595-3621. Disponível em <http://www.brjd.com.br/index.php/BASR/article/view/473/409>. Acesso em: 18 dez. 2018.
- [7] Guzzo, F.; Facca, C. A. O *Design Thinking* como Metodologia de Projeto Aplicada na Disciplina de Introdução à Engenharia. In: CONIC-SEMEP - 18º Congresso Nacional de Iniciação Científica. UNIP - Universidade Paulista. Volume 6, 2018. Anais. Disponível em <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2018/trabalho-1000002444.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2018.
- [8] Inep - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sinopse Estatística da Educação Superior 2017. Brasília: INEP, 2018. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/web/guest/sinopses-estatisticas-da-educacao-superior>. Acesso em: 17 dez. 2018.

- [9] Lobo e Silva F^o, Roberto L. A. Evasão No Ensino Superior Brasileiro – Novos Dados. Estadão Blogs. 7 de outubro de 2017. Disponível em <https://educacao.estadao.com.br/blogs/roberto-lobo/497-2/>. Acesso em: 18 dez. 2018.
- [10] Lobo e Silva F^o, Roberto L., Lobo, M.B. de C.M. Esclarecimentos Metodológicos sobre os Cálculos de Evasão. Instituto Lobo, 2012. Disponível em http://www.institutolobo.org.br/imagens/pdf/artigos/art_078.pdf. Acesso em: 18 dez. 2018.
- [11] Melo, A.; Abelheira, R. *Design Thinking & Thinking...Design*. São Paulo: Novatec, 2015. 208 p.
- [12] Rossa, A.P.W.; Victor, E. R.; Freitas F^o, F. L.; Duarte, M. A. T.; Misaghi, M. Identificação de fatores inovadores que contribuíram para o controle da evasão nos cursos de Engenharia. In: XLV Cobenge - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, Joinville/SC, 2017. Anais. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/320093416_identificacao_de_fatores_inovadores_que_contribuiram_para_o_controle_da_evasao_nos_cursos_de_engenharia/stats. Acesso em: 18 dez. 2018.
- [13] Vianna, M.; Vianna, Y.; Adler, I. K.; Lucena, B. F.; Russo, B. *Design Thinking: inovação em negócios*. 2^a ed. Rio de Janeiro, RJ: MJV Press, 2013. 161 p.

Capítulo 12

O uso do Software geogebra como ferramenta no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I

Thelma Pretel Brandão Vecchi

Vinicius Guimarães de Oliveira

Resumo: Muitos estudantes dos cursos de engenharia matriculados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I (CDI I) apresentam dificuldades na compreensão dos conteúdos, fato que contribui para os altos índices de reprovação e evasão nos primeiros períodos desses cursos. Desta forma, esse trabalho tem como objetivo dar ferramentas ao professor de CDI I, a partir da utilização do software Geogebra, para favorecer a compreensão dos alunos, de forma prática, no que diz respeito às definições, operações e análises necessárias para o sucesso nessa disciplina. Desta forma, foram desenvolvidas atividades utilizando o Geogebra para uma melhor interpretação e compreensão do comportamento de funções de uma variável real, via representação gráfica. Essas atividades estão disponibilizadas em links e são apresentadas no corpo desse artigo. Esse trabalho foi apresentado no COBENGE 2019, em Fortaleza-CE, e publicado nos anais do evento.

Palavras-chave: Ensino de Cálculo Diferencial e Integral I. Atividades práticas no Geogebra. Aprendizagem significativa.

1. INTRODUÇÃO

Muitos estudantes brasileiros concluem o ensino médio sem compreender a matemática, com dificuldades nos conceitos básicos e suas aplicações práticas. Como consequência, muitos alunos dos cursos superiores apresentam dificuldades de aprendizagem nas disciplinas da área de exatas, fato que contribui com o alto índice de reprovação em disciplinas de matemática e física.

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I (CDI I) é obrigatória para inúmeros cursos e, apesar da aplicabilidade dos conceitos matemáticos trabalhados na disciplina, o que se observa nos cursos nos quais ela está presente é uma desmotivação dos alunos em relação ao seu estudo. Para Shitsuka, Silveira e Shitsuka (2011), esta desmotivação decorre pela dificuldade que os alunos apresentam em compreender o significado dos conceitos do CDI I. Além disso, falta de conhecimento matemático aliado ao fato desta disciplina ser ministrada nos primeiros períodos dos cursos são, segundo Cury (2000), uma das causas das altas taxas de evasão e reprovação no início da graduação.

Diante disso, diversas pesquisas que versam sobre o ensino e a aprendizagem de Cálculo têm sido realizadas, tanto em nível nacional quanto internacional. Como exemplo, Rezende (2003) cita as dificuldades epistemológicas, próprias do conteúdo matemático, como entrave à aprendizagem; já Artigue (2004) discute as contribuições das tecnologias para o ensino de Cálculo, em particular das experimentações e explorações, assim como das diversas representações. As indicações de Rezende (2003) e Artigue (2004) persistem em trabalhos mais recentes.

A utilização de recursos computacionais como instrumentos auxiliares ao processo de ensino aprendizagem tem sido bastante discutida na comunidade acadêmica e é foco de diversas pesquisas. Muitos softwares têm sido utilizados como ferramenta auxiliar para o ensino de disciplinas da área da Matemática, ocasionando melhores resultados no que se refere ao sucesso acadêmico dos alunos. Nessa pesquisa, escolheu-se o software Geogebra, por ser um software livre, reunir conceitos da geometria e da álgebra e ainda por ser de fácil utilização. A partir da utilização desse *software* foram desenvolvidas aulas práticas relacionadas aos assuntos trabalhados na disciplina de CDI I, para que possam ser utilizadas na apresentação de cada conteúdo, para uma melhor compreensão, por parte dos alunos, das definições e operações.

As práticas desenvolvidas, que serão a seguir apresentadas, tem como principal objetivo o estudo dos gráficos das funções de uma variável, bem como as interpretações geométricas dos assuntos relacionados ao cálculo de limites, derivadas e integrais de funções de uma variável real, buscando, acima de tudo, a interação direta com o usuário, algo que é possibilitado a partir do uso desse *software*.

Dessa forma, o desenvolvimento desse trabalho tem como objetivo contribuir para um aprendizado mais significativo do aluno e, como consequência, melhorar o índice de aprovação daqueles matriculados na disciplina de CDI I.

2. O SOFTWARE GEOGEBRA

O *Geogebra* é um software que permite a construção de figuras geométricas e de gráficos de funções com o intuito de facilitar o ensino das ciências exatas, desde o ensino fundamental até o ensino superior.

Além da simples interação com usuário, outra característica fundamental do *Geogebra* é a sua simplicidade em relação a suas construções, ou seja, a facilidade com que se desenvolvem os gráficos ou figuras.

Esse software é livre, fato que facilita ainda mais a sua utilização pelos professores e alunos, e pode ser encontrado facilmente na internet para *download*.

A interface do Geogebra é composta por três partes principais: zona algébrica, entrada algébrica e zona gráfica. A zona algébrica é o local onde estão presentes todos os objetos (pontos, funções, ângulos, etc.) utilizados nas construções. A entrada algébrica é o local onde os comandos são digitados pelo usuário para a criação ou manipulação de objetos. Por fim, a zona gráfica é a região em que os gráficos são apresentados.

3. AS FUNÇÕES NO GEOGEBRA

A declaração de funções no *Geogebra* segue, majoritariamente, um mesmo padrão. Toda função possui uma lei de formação, por exemplo, a função linear possui a lei $f(x) = ax + b$, a função quadrática $f(x) = ax^2 + bx + c$. No geral, toda função polinomial de grau n possui o seguinte formato: $f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_0$.

Nesse trabalho daremos maior ênfase às funções polinomiais, racionais, logarítmicas, exponenciais, trigonométricas, modulares e definidas por partes. Considerando inicialmente o grupo das funções polinomiais, a declaração desse tipo de função é muito simples no *Geogebra*, basta declará-la colocando letras arbitrárias como coeficientes de x . Por exemplo, para uma função do terceiro grau com todas as constantes diferentes de zero, escrevemos da seguinte forma na entrada algébrica:

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d \quad (1)$$

Após pressionar *Enter* aparece uma caixa de diálogo com a mensagem “criar controles deslizantes”. Basta clicar nessa mensagem e assim uma função do terceiro grau cujos valores dos coeficientes variam conforme o gosto do usuário acaba de ser criada, como mostra a Figura 1.

Figura 1 – Exemplo de gráfico de uma função polinomial de grau 3 no Geogebra.



Fonte: autor

Para declarar as outras funções que não são polinomiais procede-se de forma análoga. O software possui comandos específicos para cada tipo de função, que podem ser pesquisados utilizando o comando de ajuda disponível no Geogebra.

4 ATIVIDADES PROPOSTAS NO GEOGEBRA

Nesta seção iremos disponibilizar várias construções desenvolvidas no Geogebra com a finalidade de proporcionar uma maior compreensão dos alunos matriculados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I, no que diz respeito ao comportamento das principais funções estudadas nessa disciplina. Essas construções também poderão ser utilizadas quando o professor da disciplina quiser analisar graficamente o assunto de limites, o que também pode favorecer uma maior compreensão dos alunos nesse tema.

4.1. ATIVIDADES SOBRE FUNÇÕES

No que diz respeito às funções do primeiro grau, a sua declaração no software é demasiado simples, portanto, é interessante adicionar novas características a essa função. Algo interessante de ser observado por parte do usuário é o ângulo de inclinação que a reta forma com o eixo das abscissas. Desta forma, após declarar a função no Geogebra (ver link disponível da construção em <https://www.Geogebra.org/m/ec6ZbzUV>) pode-se propor os seguintes questionamentos aos alunos: 1 – O que ocorre quando há variação do coeficiente angular? 2 – O que ocorre quando há variação do coeficiente linear? 3 – Suponha $a = 0$: como o gráfico se comporta? 4 – Quando $b = 0$, todas as funções com diferentes valores do coeficiente angular passam sempre por um mesmo ponto. Quais as coordenadas cartesianas desse ponto? 5 – Com relação ao domínio e imagem da função do primeiro grau, o que pode ser comentado?

Para a função do segundo grau (ver link <https://www.Geogebra.org/m/Pm7xzdK>) é interessante chamar a atenção para vários aspectos importantes, tais como: concavidade da parábola, zeros da função, coordenadas do vértice, intersecção da curva com o eixo das ordenadas, domínio e imagem da função, entre outros. Desta forma, após manipular o gráfico da função a partir do link apresentado, pode-se fazer os seguintes questionamentos: 1 – O que ocorre quando se varia o coeficiente a ? E o b ? E o c ? 2 – O que se pode dizer quanto às raízes da função quando o discriminante (Δ) é positivo? E negativo? E igual à zero? 3 – Como se comporta o coeficiente “ a ” quando a função possui ponto máximo? E quando possui ponto mínimo? 4 – E quanto ao domínio e imagem da função, o que interfere nesses conjuntos?

Podemos trabalhar também com funções definidas por partes no Geogebra, o que facilita muito a compreensão dos alunos, inclusive quando se quer trabalhar o assunto de limites na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Esse tipo de função requer um pouco mais de cuidado para declará-la no software. Pode-se utilizar dois tipos de comandos: *Se[condição, então, senão]* ou *Se[condição, então]*. Por exemplo, para a função (2) tem-se (3) no Geogebra:

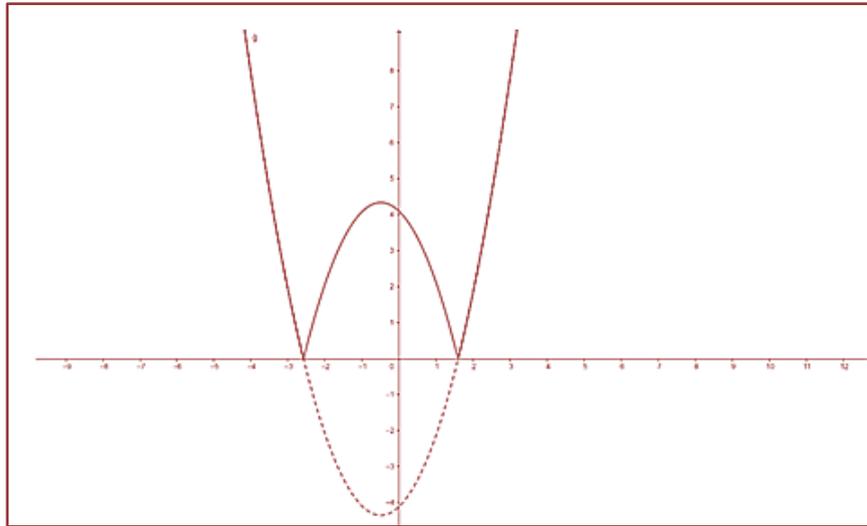
$$f(x) = \begin{cases} 3, & x \leq -1 \\ 1, & x > -1 \end{cases} \quad (2)$$

$$f(x) = \text{Se}[x < -1, 3, 1] \quad (3)$$

Disponibilizamos o link a seguir de uma função definida por partes, composta de três sentenças matemáticas (<https://www.Geogebra.org/m/ZHvBDsSP>). A partir dessa construção é possível variar os valores dos coeficientes e, com isso, o comportamento do gráfico da função é alterado. Desta forma, pode-se trabalhar com várias análises, tais como: domínio e imagem da função, intervalos de crescimento e decréscimo, raízes da função, valor máximo e valor mínimo, e ainda questões envolvendo limites e continuidade de funções.

Para o estudo das funções modulares é interessante propor uma comparação entre duas funções, onde uma é o módulo da outra. Por exemplo, digite na zona de entrada algébrica: $f(x) = ax+b$ e depois $g(x) = \text{abs}(f(x))$. Assim, é possível comparar a diferença entre os gráficos das duas funções, onde a $g(x)$ é exatamente a $f(x)$ em módulo, no que diz respeito ao conjunto imagem das funções, entre outros. Outras situações envolvendo esse tipo de comparação entre funções está disponível em: <https://www.Geogebra.org/classic/spbratj4> e em <https://www.Geogebra.org/classic/eh76ugit> (ver Figura 2). A partir da análise desses gráficos pode-se propor os seguintes questionamentos: 1 - o que ocorre com o gráfico da função modular quando variamos as constantes da função? 2 - a partir dessas variações são alterados o domínio e o conjunto imagem? 3 - É possível o conjunto imagem da função modular incluir números negativos? Quando?

Figura 2 – Atividade envolvendo duas funções, uma sendo o módulo da outra.

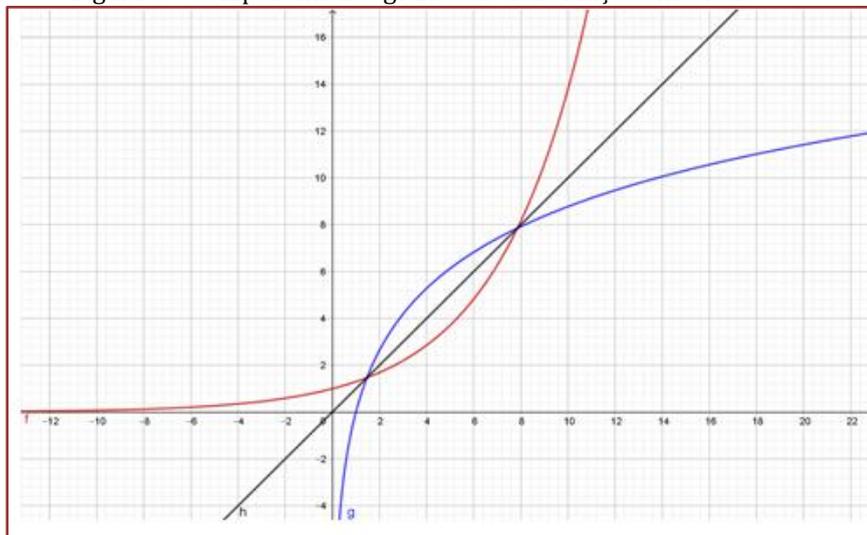


Fonte: autor

Com relação às funções exponenciais, escritas da forma $y = a^{f(x)}$, é interessante utilizar a construção disponível em <https://www.Geogebra.org/classic/nvsxamwm> para discutir o comportamento do gráfico da função no que diz respeito à crescimento e decrescimento, domínio e imagem da função, restrições da função ($a > 0$ e $a \neq 1$), entre outros.

Já as funções logarítmicas, escritas da forma $y = \log_a f(x)$, também merecem destaque e podem ser estudadas a partir da construção gráfica disponível em <https://www.Geogebra.org/classic/gezjbkqn>. Ao utilizar essa construção e fazer variações nos parâmetros envolvidos na função pode-se verificar o comportamento gráfico no que diz respeito ao crescimento e decrescimento, conjunto imagem e domínio da função, restrições da função logarítmica ($a > 0$, $a \neq 1$ e $f(x) > 0$), entre outros. E ainda deve-se dar especial destaque ao fato das funções exponenciais e logarítmicas serem funções inversas. O comportamento gráfico dessas duas funções inversas pode ser analisado a partir da construção disponível em <https://www.Geogebra.org/classic/h5rerukp>, mantendo fixos os valores dos parâmetros a e b em 1 e variando o valor do parâmetro c , para que as funções declaradas sejam inversas (ver Figura 3). Desta forma pode-se questionar: 1 - o que ocorre com os gráficos das duas funções inversas, são simétricos em relação a algo? 2 - Eles possuem pontos em comum? Quando? e como encontrá-los? 3 - Qual a relação entre o domínio e o conjunto imagem dessas funções? Por que isso ocorre?

Figura 3 – Comportamento gráfico de duas funções inversas



Fonte: autor

Considerando as funções trigonométricas, disponibilizamos várias construções feitas no Geogebra que permitem uma melhor compreensão do comportamento das mesmas, tanto no ciclo trigonométrico como no gráfico da função. O link a seguir (<https://www.geogebra.org/classic/uxx4cutw>) diz respeito ao comportamento das seis funções trigonométricas (seno, cosseno, tangente, cotangente, secante e cossecante) no ciclo trigonométrico, onde é possível variar a medida do arco e verificar a variação dos seus respectivos valores para as seis funções em questão. Em seguida, os três próximos links <https://www.geogebra.org/classic/pchxk3jd>, <https://www.Geogebra.org/classic/hm6xnd4h> e <https://www.Geogebra.org/classic/kquepk39>, permitem verificar o comportamento gráfico das funções trigonométricas, considerando no mesmo plano cartesiano os gráficos da função seno e cossecante, pois $\operatorname{cosec}x = \frac{1}{\operatorname{sen}x}$, cosseno e secante, pois $\operatorname{sec}x = \frac{1}{\operatorname{cos}x}$, e ainda tangente com cotangente, pois $\operatorname{cot}gx = \frac{1}{\operatorname{tg}x}$, respectivamente. Isso foi feito para proporcionar ao aluno a possibilidade de analisar o que ocorre com os gráficos das funções que possuem essa característica, uma ser o inverso da outra.

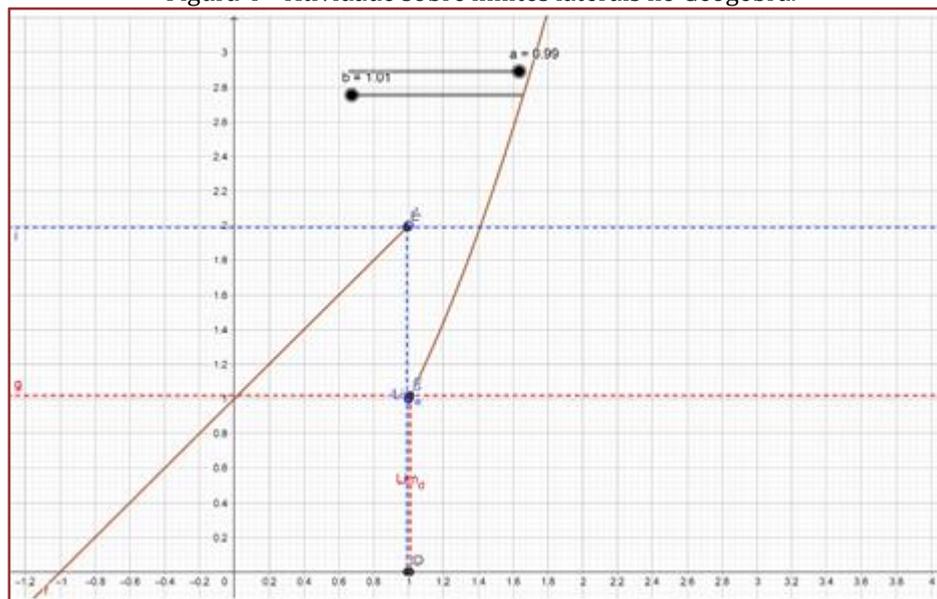
4.2. ATIVIDADES SOBRE LIMITES DE FUNÇÕES

Uma situação interessante quando se estuda limites de funções é analisar seu comportamento quando lidamos com funções definidas por partes. Como exemplo, pode-se citar a seguinte função:

$$f(x) = \begin{cases} x + 1, & \text{se } x < 1 \\ x^2, & \text{se } x \geq 1 \end{cases} \quad (4)$$

Disponibilizamos o link desta atividade em <https://www.Geogebra.org/classic/b7yvjqjf>. A ideia é trabalhar com os limites laterais quando x tende a 1 e mostrar ao usuário que neste caso o limite bilateral para essa função não existe, pois os limites laterais são diferentes. Essa atividade permite que nos aproximemos de 1 em relação ao eixo das abscissas (x), tanto pela esquerda como pela direita, visualizando de forma simples e rápida o valor do limite no eixo das ordenadas (y). A Figura 4 apresenta esse resultado.

Figura 4 – Atividade sobre limites laterais no Geogebra.



Fonte: autor

Outra situação importante a ser estudada são os limites infinitos, que são aqueles cujos resultados tendem ao infinito. A atividade disponibilizada em <https://www.Geogebra.org/classic/w5zyb5ct> considera a função $y = \frac{1}{x^2}$ e tem como objetivo trabalhar com os limites laterais em torno do ponto $x = 0$. Em ambos

os casos o limite tende ao infinito, o que permite concluir que $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^2} = \infty$ e ainda que existe uma assíntota vertical em $x = 0$.

Outro caso importante no estudo de limites é o limite no infinito, aquele cujo x tende ao infinito. Para isso, disponibilizamos em <https://www.Geogebra.org/classic/dmnqknbp> uma atividade que considera a função $y = \frac{2x^2}{x^2+1}$ e permite que o usuário verifique o valor do limite dessa função quando x se torna muito grande ($x \rightarrow +\infty$) ou quando x se torna muito pequeno ($x \rightarrow -\infty$). Nestes dois casos será possível concluir que o limite da função é igual a 2, ou seja, $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{2x^2}{x^2+1} = 2$ e $\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2x^2}{x^2+1} = 2$, e ainda que existe uma assíntota horizontal em $y = 2$.

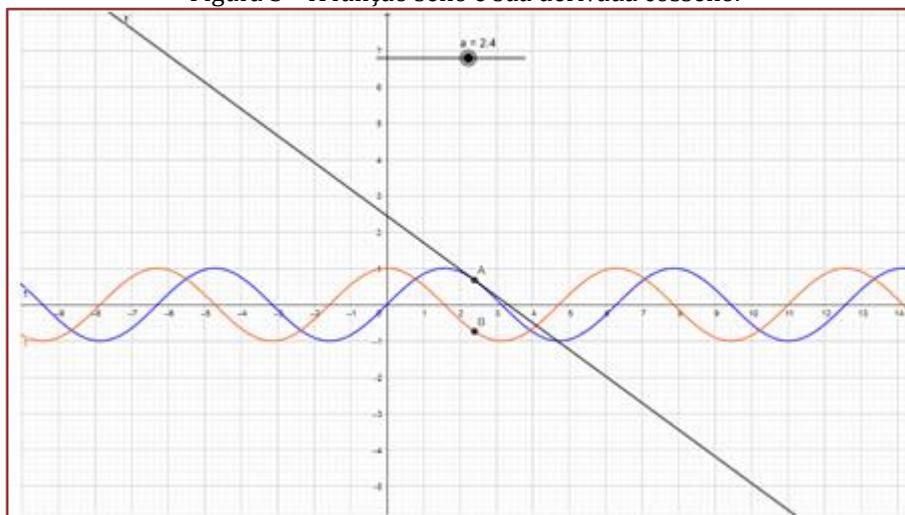
Por último, consideremos o caso dos limites infinitos no infinito, os quais englobam as duas situações apresentadas nos dois parágrafos anteriores. Essa questão é trabalhada na atividade disponível em <https://www.Geogebra.org/classic/pyfgfeur>, onde a função em questão é $y = x^2$. Nesse caso, o usuário poderá verificar que, quando x tende ao infinito (tanto positivo como negativo), o valor da função também tenderá ao infinito. Desta forma, conclui-se que $\lim_{x \rightarrow \pm\infty} x^2 = +\infty$, e ainda que não existem assíntotas no gráfico da função.

4.3. ATIVIDADES SOBRE DERIVADAS DE FUNÇÕES

O *Geogebra* é um grande facilitador no estudo geométrico da definição de derivada. Para estudarmos a definição como sendo o coeficiente angular da reta tangente ao gráfico da função em determinado ponto, utilizaremos o gráfico da função $f(x) = x^2$, disponível em <https://www.Geogebra.org/classic/y2nsumkm>. A ideia principal dessa atividade é partir da reta secante e dar liberdade ao usuário de movê-la até alcançar a reta tangente a um ponto já pré-definido. Nessa atividade pode-se chamar a atenção para o fato de que o coeficiente angular da reta secante é possível ser calculado pela razão $m_s = \frac{f(x+h)-f(x)}{h}$ e o coeficiente angular da reta tangente seria $m_t = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h)-f(x)}{h} = f'(x)$.

Propomos uma atividade no link <https://www.geogebra.org/classic/axqnd4ja> para mostrar a relação existente entre a função seno e a sua derivada cosseno, ou seja, $(\sin x)' = \cos x$. Esse atividade mostra o comportamento da reta tangente ao gráfico da função seno em pontos de um intervalo do seu domínio e o valor da função cosseno em cada um desses pontos. A conclusão final é que o coeficiente angular da reta tangente ao gráfico da função seno em cada ponto é igual ao valor da função cosseno nesse ponto. Desta forma, o usuário poderá entender geometricamente o conceito da derivada (ver Figura 5).

Figura 5 – A função seno e sua derivada cosseno.



Fonte: autor

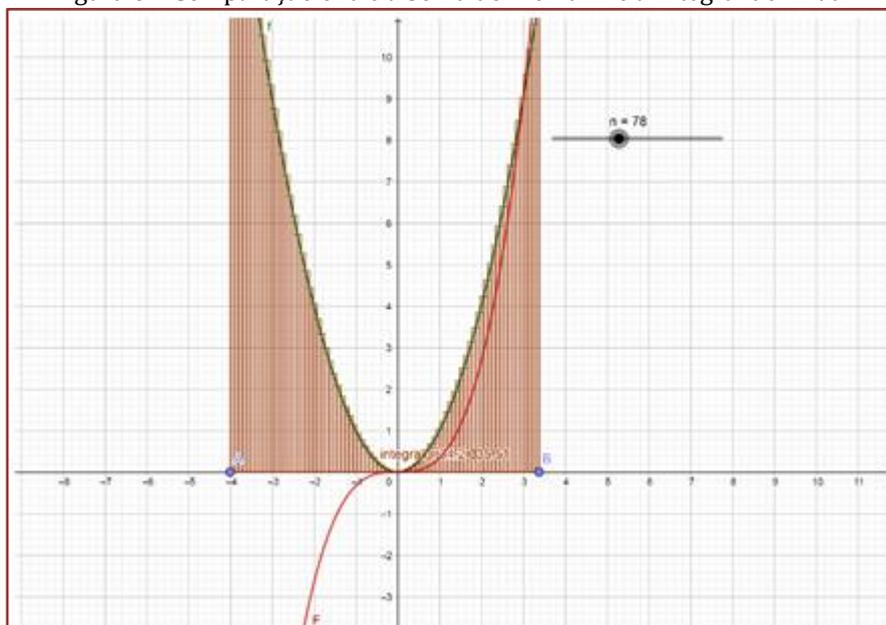
3.4 ATIVIDADES SOBRE INTEGRAIS DE FUNÇÕES

A integração (ou antidiferenciação) é a operação inversa à derivação, entretanto essa talvez não seja sua principal motivação geométrica, mas sim o cálculo da área de regiões sob curvas de funções em um determinado intervalo. Tal cálculo é feito a partir da ideia de integral definida.

No simples processo de antidiferenciação (integral indefinida) não se define um intervalo para a variável x , pois nesse caso o interesse é encontrar uma função, denominada primitiva, que, quando derivada, retorna a função original. Já nas integrais definidas, como o próprio nome deixa claro, há a definição de intervalos, chamados extremos de integração. Nesse tipo de integral, a existência de tais intervalos é necessária por decorrência do conceito. Como dito anteriormente, as integrais definidas significam, geometricamente, a área sob o gráfico da função e o eixo das abscissas, entre dois valores distintos para a variável independente (x).

Para trabalharmos o conceito da integral definida, comparando-o com o conceito de soma de Riemann, propomos a atividade disponível em <https://www.Geogebra.org/classic/tzbxxqqs>. O objetivo desta atividade, que considera a função $f(x) = x^2$ e sua integral $f(x) = \frac{x^3}{3}$, é permitir ao usuário concluir que, quanto maior o número de retângulos considerados para a soma de Riemann, mais o valor da área da região considerada se aproxima do valor da integral definida no intervalo (Figura 6).

Figura 6 – Comparação entre a Soma de Riemann e a Integral definida.



Fonte: autor

No que diz respeito a integral indefinida, propomos a atividade em <https://www.geogebra.org/classic/anfrdcsy>, com o objetivo de mostrar a relação existente entre a função cosseno e a sua integral, a função seno, ou seja, $\int \cos x \, dx = \sin x + C$. Nessa atividade pode-se verificar que, ao variar o valor de x no gráfico da função cosseno, percebe-se que a reta tangente ao gráfico da função seno no ponto de mesma abscissa (x) tem coeficiente angular igual à ordenada do mesmo ponto na função cosseno.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho é fruto de um projeto de pesquisa realizado com um aluno de ensino médio (técnico integrado em informática) e orientado por uma professora de uma Universidade Federal Brasileira. A partir dessa pesquisa foi possível disponibilizar aos alunos matriculados na disciplina de CDI I dessa mesma universidade, nas turmas da professora orientadora, as atividades desenvolvidas no projeto, as quais permitiram aos alunos uma melhor compreensão dos conceitos trabalhados. Nesse trabalho, apresentamos algumas das atividades desenvolvidas nesse projeto de pesquisa.

Sendo assim, podemos concluir que, ao disponibilizar materiais que possam oferecer uma melhor compreensão dos conteúdos presentes na ementa da disciplina de CDI I, favorecendo um aprendizado mais contextualizado e significativo, estamos fazendo algo a mais para tentar diminuir o fracasso dos alunos matriculados nessa disciplina, e, com isso, reduzir os altos índices de reprovação e evasão dos alunos nas universidades brasileiras, no que diz respeito aos cursos de engenharias.

REFERÊNCIAS

- [1] Artigue. M. L. Enseignement du Calcul aujourd'hui : Problemes, Defis et Perspectives. Repères-IREM, n.54, 2004.
- [2] Cury, H. N. Estilos de aprendizagem de alunos de engenharia. In: XXVIII Congresso Brasileiro de ensino de engenharia. Ouro Preto. MG: 2000. Anais. CDRom.
- [3] Rezende, W. M. O ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza Epistemológica. Anais: II SIPEM – Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática. Santos: 2003.
- [4] Shitsuka R.; Silveira, I. F.; Shitsuka, D. M. Organizadores Prévios na Aprendizagem de Conceitos de Matemática num Curso de Engenharia. Linguagem Acadêmica, Batatais, v. 1, n.1, p. 173-192, jan./jun. 2011.

Capítulo 13

A física como contexto para situações de ensino de cálculo, estatística e probabilidade em cursos de engenharia

Gabriel Loureiro de Lima

Maria Inez Rodrigues Miguel

Lydia Rossana Ziccardi Vieira

Ana Maria Velloso Nobre

Resumo: Neste artigo, apresentamos exemplos de algumas situações da Física que podem servir de ponto de partida, em cursos de graduação em Engenharia, para uma abordagem contextualizada de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, Estatística e Probabilidade. Essas situações foram identificadas a partir de uma análise de duas coleções de livros didáticos de Física indicadas nas referências bibliográficas presentes no Projeto Pedagógico de Curso de uma graduação em Engenharia Elétrica ofertada por uma Universidade privada de São Paulo. Tais livros foram analisados em consonância aos preceitos da metodologia *Dipping*, desenvolvida no âmbito da *Matemática no Contexto das Ciências* (MCC), referencial que fundamenta a investigação realizada. Em nossa concepção, os exemplos apresentados têm potencial para gerarem o que na MCC é denominado de evento contextualizado: problema ou projeto desempenhando, nos cursos de Engenharia, o papel de ente integrador entre disciplinas matemáticas e disciplinas não matemáticas. A análise realizada nos permitiu evidenciar que há vinculação intensa entre os conteúdos do Cálculo (especialmente no que se refere a funções de uma ou de várias variáveis, funções vetoriais, derivadas, integrais e integrais de linha) e aqueles trabalhados pelos estudantes nas disciplinas de Física Geral (FG), nos quatro primeiros semestres da Graduação. Por outro lado, ao menos nas aulas teóricas de FG, há reduzida mobilização de conceitos de Probabilidade e Estatística, quando comparados aos de Cálculo.

Palavras-chave: Matemática no Contexto das Ciências, Metodologia *Dipping*, Física na Engenharia, Eventos contextualizados.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta parte dos estudos elaborados pelo Grupo de Pesquisa: *A Matemática na Formação Profissional* (MFP) sediado na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP), tendo como fundamentação teórica *A Matemática no Contexto das Ciências* (MCC), referencial desenvolvido pela pesquisadora mexicana Patricia Camarena Gallardo a partir de 1982. As análises foram realizadas segundo os preceitos da metodologia *Dipcing* (*Diseño de programas de estudio de matemáticas em carreras de ingeniería*), (CAMARENA, 2002), construída com o objetivo de planejar currículos de Matemática para diferentes habilitações de Cursos de Engenharia.

No presente artigo, compartilhamos alguns resultados de análises de livros didáticos indicados como referências básicas em quatro disciplinas de Física do núcleo básico de um Curso de Engenharia Elétrica. Nestas análises, tivemos como objetivo identificar situações que possam servir de ponto de partida para professores de Matemática discutirem, de maneira contextualizada, conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, Estatística e Probabilidade.

No que se segue, são apresentadas considerações a respeito dos aspectos teóricos (MCC) e metodológicos (Dipcing) desta investigação.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA: A MCC

As investigações realizadas no âmbito do grupo MFP, especialmente aquelas inseridas na linha de pesquisa: *A Matemática como Componente Curricular de Cursos de Graduação*, sustentam-se, do ponto de vista teórico, na teoria MCC, que começou a ser desenvolvida há mais de trinta anos (1982), no Instituto Politécnico Nacional do México, por Patricia Camarena Gallardo.

Por meio de cinco fases interligadas, denominadas, respectivamente, de *curricular, didática, cognitiva, epistemológica e docente*, esta teoria volta sua atenção para o ensino de Matemática em cursos que não visam à formação de bacharéis ou licenciados nesta ciência, mas sim engenheiros, biólogos, economistas, arquitetos etc. Algumas questões-chaves cujas reflexões a respeito estiveram diretamente relacionadas ao desenvolvimento da teoria MCC são: Que Matemática ensinar nesses cursos? Para que ensiná-la? Como ensiná-la?

Conforme postula Camarena (2002, 2004, 2010, 2013), em cursos que não visam à formação de matemáticos, as disciplinas de Matemática devem ser elaboradas com programas específicos e objetivos buscando atender às necessidades daqueles profissionais que estão em processo de formação. Os professores devem ter clareza a respeito da necessidade, importância e utilidade de cada conteúdo do currículo de Matemática, destinado àquele público-alvo e de que maneira ele está vinculado às disciplinas não matemáticas e com o cotidiano profissional do futuro egresso. Entra em jogo, então, a questão da contextualização. Para Camarena (2010, p. 19 – tradução nossa), é necessário que um engenheiro “tenha uma forte formação em Matemática, porém em Matemática no contexto da Engenharia”. A mesma autora salienta que, nos cursos de Engenharia, a construção significativa, de maneira estruturada e não fracionada, com amarras firmes e duradouras, de seus próprios conhecimentos, pode ser favorecida por meio de um ensino contextualizado da Matemática. (CAMARENA, 2013).

O desenvolvimento de currículos específicos para cada habilitação de Engenharia é o objetivo das reflexões a serem realizadas, a partir de dados coletados por meio da metodologia *Dipcing*, no âmbito da fase curricular da teoria MCC, na qual se insere a investigação relatada neste artigo. A seguir, teceremos considerações a respeito da metodologia *Dipcing* e dos procedimentos empregados para a coleta dos dados apresentados neste trabalho.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS: A METODOLOGIA DIPCING

Como apresentado em Camarena (2002; 2004) e em Lima, Bianchini e Gomes (2016), no âmbito da fase curricular da Teoria MCC, desenvolveu-se uma metodologia específica – a *Dipcing* – para a construção ou reformulação de currículos de Matemática em cursos de Engenharia. Tal metodologia é constituída de três etapas: *central, precedente e consequente*. No presente texto, nos detemos à etapa central, que visa a analisar de que maneira conceitos matemáticos são mobilizados por disciplinas não matemáticas, que estão presentes na grade curricular de determinada habilitação de Engenharia, no caso, a Elétrica.

A coleta de dados, na etapa central, segundo Camarena (2002, 2004), deve ser feita por meio da análise de livros didáticos constantes nas referências das disciplinas não matemáticas da Engenharia em estudo. No âmbito do grupo MFP, no entanto, ao iniciarmos a análise de um determinado curso de Engenharia Elétrica, optamos por, antes de efetivamente recorrermos aos livros, realizar uma sondagem inicial junto aos docentes, buscando uma primeira percepção a respeito da vinculação entre as disciplinas matemáticas e as não matemáticas. Uma síntese dos dados obtidos por meio desta sondagem são apresentados em Lima *et al.* (2016). De posse dessas informações iniciais, demos início à análise dos livros, voltando nossa atenção apenas àquelas disciplinas não matemáticas que, segundo os docentes, efetivamente mobilizam conceitos matemáticos.

Decidimos, inicialmente, investigar quatro disciplinas de Física, conteúdo classificado como básico¹³ no curso de Engenharia estudado. Ao analisarmos, apenas superficialmente, os livros utilizados nas quatro disciplinas de Física, dos dois primeiros anos da graduação, percebemos que, neste componente curricular, semelhante ao que a sondagem inicial junto aos docentes indicou, há uma intensa mobilização de conceitos matemáticos. Optamos, então, inicialmente, em nos deter em uma análise da mobilização, nestas disciplinas, de conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, Estatística e Probabilidade, procurando identificar situações contextualizadas que possam servir de apoio para a introdução de tais conceitos. Adotamos, como fonte para a coleta dos dados, os quatro volumes das seguintes coleções de livros didáticos: *Física* de David Halliday, Robert Resnick e Kenneth S. Krane e *Fundamentos da Física* de David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker, uma vez que estas obras constam nas referências básicas das quatro disciplinas elencadas para nosso estudo.

Para tal análise recorreremos a uma grade desenvolvida por alguns dos membros do grupo MFP (Profa. Dra. Barbara Lutaif Bianchini, Profa. Dra. Eloiza Gomes e Prof. Dr. Gabriel Loureiro de Lima), a partir dos preceitos da metodologia *Dipping* e da fase curricular da teoria MCC e que foi inicialmente utilizada por Oliveira e Gomes (2016). Tal grade é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 - Grade de análise para os livros

Disciplina	Período	Conceito matemático mobilizado	Mobilização se dá no trabalho com qual conceito da disciplina	Tipos de situações (problemas) nas quais o conceito é mobilizado	Notação (semelhanças e diferenças em relação ao que é trabalhado na Matemática)	Conceito é mobilizado como ferramenta ou embasamento teórico?
------------	---------	--------------------------------	---	--	---	---

Fonte: Adaptado de Oliveira e Gomes (2016, p. 6).

Neste artigo, nossa atenção está voltada apenas às primeiras cinco colunas desse quadro. Buscamos, nos livros selecionados para análise, situações da Física que, a nosso ver, podem servir de apoio para a construção do que Camarena (2013, p. 27) denomina, *eventos contextualizados* e que são, conforme explicitam Lima, Bianchini e Gomes (2016, p. 7-8), “problemas ou projetos que desempenham o papel de entes integradores entre disciplinas matemáticas e não matemáticas, se convertendo em ferramentas para o trabalho interdisciplinar no ambiente de aprendizagem” e que podem ser motivadoras, para a construção de novos conceitos, para exercitar conhecimentos anteriormente construídos, para avaliação, entre outras utilizações.

4. EXEMPLOS DE MOBILIZAÇÕES DE NOÇÕES DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA

Em termos de conceitos estatísticos mobilizados na Física, destacam-se aqueles da Estatística Descritiva, principalmente nas aulas práticas, com a coleta, organização, representação e análise de dados, conforme relato de professor do curso. No entanto, nos livros da coleção analisada, não há menção a experimentos para as aulas práticas.

¹³ O Art. 9º das Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia (Resolução CNE/CES 2/2019) estabelecem que todo curso de graduação em Engenharia deve conter, em seu Projeto Pedagógico de Curso, os conteúdos básicos, profissionais e específicos, que estejam diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver.

Há apenas a representação gráfica de medições experimentais da resistividade do cobre em diferentes temperaturas. O conceito mobilizado é a relação linear entre duas variáveis, sem fazer uso da regressão linear, mas esta pode ser explorada por meio dessa situação. Além do conceito físico da relação entre resistividade e temperatura, também é abordado o coeficiente médio. Nesta relação são mobilizados conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, como a taxa média de variação, inclinação da reta e derivada, associada ao coeficiente de temperatura da resistividade.

Associada à taxa de variação e de certa forma, também aos modelos Poisson e Exponencial, tem-se os conceitos de taxa de decaimento e emissão de partículas de amostras de materiais radioativos. A situação, em questão, considera uma amostra de 1 mg de metal de urânio, contendo $2,5 \times 10^{18}$ átomos do emissor α de vida muito longa, o ^{238}U . Durante um intervalo de 1 s, cerca de 12 dos núcleos dessa amostra irão decair, emitindo uma partícula α durante o processo. Não se pode prever se um determinado núcleo irá decair, mas admite-se que todos têm igual chance, ou seja a probabilidade de um núcleo da referida amostra decair é, então, $\frac{12}{2,5 \times 10^{18}}$. Tem-se, nesse momento, mobilizado o conceito de probabilidade em espaços equiprováveis.

Dando continuidade à situação, a pretensão é a generalização, considerando N núcleos radioativos. Dessa forma, o caráter estatístico do processo de decaimento permite dizer que a taxa de variação do número de núcleos é proporcional ao número de núcleos presentes, ou seja, $-\frac{dN}{dt} = \lambda N$. Nessa relação, aparece a constante de proporcionalidade λ , que é a constante de desintegração do Modelo de Poisson, cujo valor depende do núcleo radioativo considerado.

Na continuidade da situação, tem-se vários conceitos do Cálculo Diferencial e Integral, como o uso da técnica de variáveis separáveis, na resolução da equação diferencial, e o uso do valor inicial para determinar o valor da constante de integração, como se pode constatar no que se segue.

$$\begin{aligned} -\frac{dN}{dt} = \lambda N &\Rightarrow -\frac{dN}{N} = \lambda dt \Rightarrow \frac{dN}{N} = -\lambda dt \Rightarrow \int \frac{dN}{N} = \int (-\lambda) dt \Rightarrow \\ \Rightarrow \ln|N| + k_1 &= (-\lambda)t + k_2 \Rightarrow \ln|N| = (-\lambda)t + k_3 \Rightarrow |N| = e^{-\lambda t + k_3} \Rightarrow \\ &\Rightarrow N = ke^{-\lambda t} \end{aligned}$$

Considerando $N(0) = N_0$, isto é, N_0 é o número de núcleos radioativos da amostra no instante inicial, $t = 0$, tem-se: $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

Ainda na situação, tem-se que o interesse maior é na taxa de decaimento, definida por: $R(t)$

= $\lambda N(t)$, já que λ é a constante de desintegração. Sendo R_0 a taxa de decaimento no instante inicial, tem-se que: $R(t)$

= $R_0 e^{-\lambda t}$, de onde se conclui que tanto o número de núcleos quanto a taxa de decaimento seguem a mesma lei exponencial.

Essa situação mobiliza conceitos da radioatividade e serve de motivação para introduzir os modelos Poisson e Exponencial.

Outra situação, relacionada agora à Análise Combinatória, aborda uma questão de mecânica estatística, que é a seguinte:

A situação sugere distribuir 8 moléculas em duas metades de uma caixa. Pode-se afirmar que os microestados possíveis são $2^8 =$

256, considerados conforme indicado na Tabela 1. Quando as 8 moléculas se movimentam aleatoriamente, o sistema possui

256 microestados. Como as configurações são igualmente prováveis, a configuração com 4 moléculas em

cada lado da caixa é a que tem maior probabilidade de ocorrer, porque ela inclui um número de

microestados 70 vezes maior, inferindo a ideia de que, no equilíbrio térmico, espera-se encontrar as

moléculas de gás uniformemente distribuídas ao longo do volume de seu recipiente.

Tabela 1. Microestados: 8 moléculas em duas metades de uma caixa

N_1	N_2	Multiplicidade (w)	Entropia ($S = 1,38 \times \ln w$) (10^{-23} J/K)
8	0	$\binom{8}{0} = 1$	0
7	1	$\binom{8}{1} = 8$	2,87
6	2	$\binom{8}{2} = 28$	4,60
5	3	$\binom{8}{3} = 56$	5,56
4	4	$\binom{8}{4} = 70$	5,86
3	5	$\binom{8}{5} = 56$	5,56
2	6	$\binom{8}{6} = 28$	4,60
1	7	$\binom{8}{7} = 8$	2,87
0	8	$\binom{8}{8} = 1$	0
total		256	

Fonte: Física 2, Resnick; Halliday; Krane, 5ed., LTC, 2011

A situação descrita, envolve o conceito de entropia e mobiliza aspectos da Análise Combinatória, em particular, os números binomiais e algumas propriedades de tais números, atribuindo-lhes algum significado, principalmente quando se discute o equilíbrio térmico.

5. EXEMPLOS DE MOBILIZAÇÕES DE NOÇÕES DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

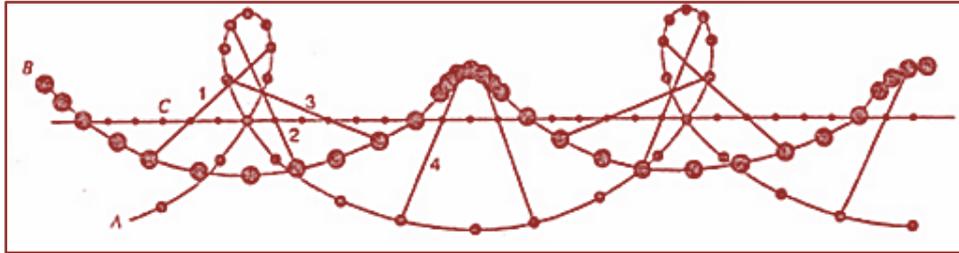
Os conceitos trabalhados nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral são amplamente mobilizados em situações da Física presentes na coleção analisada e da Engenharia Elétrica, principalmente aqueles relacionados a Funções, Limites, Derivada e Integral. Tais conceitos matemáticos são tratados, ora como ferramenta de aplicação para solução de problemas e ora como embasamento à teoria desenvolvida nas disciplinas não matemáticas.

A seguir, apresentaremos três exemplos de situações da Física mobilizando conceitos de Cálculo Diferencial e Integral. A primeira delas foi retirada do volume 1 da 5ª edição da coleção *Física* e normalmente é trabalhada na primeira disciplina de Física cursada pelos estudantes da graduação em Engenharia Elétrica em estudo. As outras duas são oriundas do 3º volume da coleção *Fundamentos da Física* e são exemplos de situações trabalhadas na disciplina Física Geral 3, cursada no 3º semestre, pelos mencionados graduandos.

A primeira situação que apresentamos é uma questão relacionada a um sistema de partículas e utiliza a ideia de função vetorial e da derivada desse tipo de função. Vejamos, por exemplo, o caso de um sistema de duas partículas.

Podemos considerar um bastão composto por duas partículas, localizadas nas suas extremidades A e B e conectadas por uma fina haste rígida de comprimento fixo e massa desprezível. Utilizamos as leis de Newton para estudar o movimento de um objeto tratado como uma partícula e, no caso do bastão composto por duas partículas que estamos considerando, vamos separar o problema em duas partes: um sistema e sua vizinhança. É preciso então considerar as interações entre o sistema e sua vizinhança, interações estas denominadas de *forças externas*. As interações entre os objetos que pertencem ao sistema são chamadas de *forças internas*. No caso do problema considerado, o sistema é entendido como sendo as duas partículas e a haste que as conecta, sendo então a gravidade e a força normal externas ao sistema e, a força exercida pela haste em cada uma das partículas, uma força interna. Vamos supor que lançamos tal bastão sobre uma superfície horizontal, sem atrito, simplificação que elimina o efeito da gravidade na análise a ser realizada, e vamos examinar o seu movimento. A Figura 1 mostra uma série de instantâneos associados ao movimento das partículas A e B e do centro de massa C (o centro de massa é, por definição, um ponto fixo em um objeto sólido cuja localização é determinada de acordo com a sua distribuição de massa) do bastão.

Figura 1: O movimento de duas partículas conectadas por uma haste. Os pontos representam instantâneos que mostram a localização dos pontos A , B e C em sucessivos instantes de tempo. O ponto C da haste segue uma trajetória em linha reta e suas posições sucessivas estão igualmente espaçadas mostrando que se move com velocidade constante.

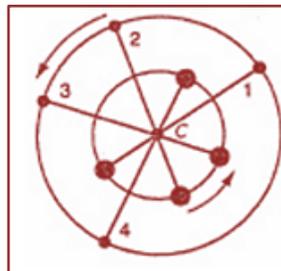


Fonte: Halliday, Resnick e Krane, volume 1, p. 157.

Percebe-se claramente que as partículas A e B estão aceleradas, estando, portanto, em consonância à segunda lei de Newton, submetidas a uma força resultante. No ponto C não há nenhuma aceleração: sua velocidade é constante tanto em intensidade, quanto em direção. Este é o único ponto do bastão no qual isso ocorre. Vamos observar o movimento do bastão a partir de um sistema de referência que está se movendo com a mesma velocidade do ponto C . Tal ponto, neste referencial, aparenta estar em repouso. A Figura 2 ilustra o movimento resultante, com as posições do bastão desenhadas nos instantes 1, 2, 3 e 4 marcadas na Figura 1. Tal movimento é uma rotação simples, com cada partícula tendo velocidade de rotação constante. Por meio da observação do centro de massa, é possível particionar o movimento complexo de um sistema em dois movimentos simples: o centro de massa move-se com velocidade constante e o sistema gira com velocidade angular constante em torno de C . Vamos, neste momento, voltar nossa atenção ao movimento retilíneo do centro de massa.

Figura 2: Observando o movimento ilustrado na Figura 1, a partir de um referencial que se move com mesma velocidade que o ponto C , a haste aparenta girar em torno de C e as duas partículas movem-se em círculos de raios diferentes.

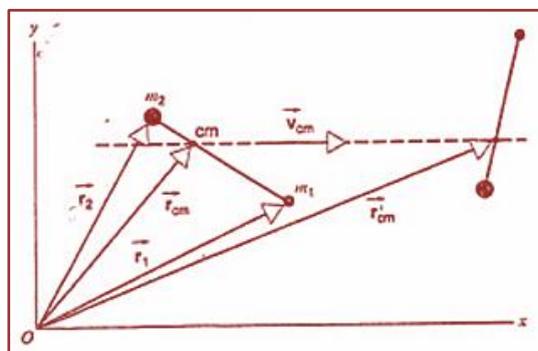
Fonte: Halliday, Resnick e Krane, volume 1, p. 158.



Para determinar a localização do centro de massa, utiliza-se um sistema de coordenadas no plano horizontal, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3: Um sistema de coordenadas para localizar o centro de massa do sistema de duas massas em um determinado instante de tempo. Em um instante seguinte, o centro de massa está em \vec{r}'_{cm}

Fonte: Halliday, Resnick e Krane, volume 1, p. 158.



Considere que m_1 representa a massa da partícula A , enquanto m_2 a massa da partícula B . Os vetores \vec{r}_1 e \vec{r}_2 definem a posição de m_1 e m_2 em um determinado instante de tempo, em relação à origem do sistema de coordenadas adotado. A posição do centro de massa é definida neste instante de tempo da função vetorial \vec{r}_{cm} dada por:

$$\vec{r}_{cm} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2}{m_1 + m_2}$$

Portanto, a abscissa x_{cm} e a ordenada y_{cm} do centro de massa são dadas por: $x_{cm} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2}{m_1 + m_2}$ e $y_{cm} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2}{m_1 + m_2}$. Em um instante subsequente, como mostra a Figura 3, o sistema movimentou-se para uma nova posição e a localização do centro de massa, conseqüentemente, também se altera. Vamos então determinar a velocidade \vec{v}_m e a aceleração \vec{a}_m do centro de massa.

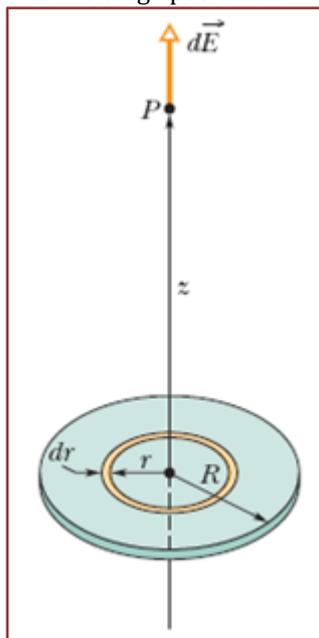
Para isso recorreremos à derivação de uma função vetorial, uma vez que:

$$\vec{v}_{cm} = \frac{d\vec{r}_{cm}}{dt} = \frac{m_1 \frac{d\vec{r}_1}{dt} + m_2 \frac{d\vec{r}_2}{dt}}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

$$\vec{a}_{cm} = \frac{d\vec{v}_{cm}}{dt} = \frac{m_1 \frac{d\vec{v}_1}{dt} + m_2 \frac{d\vec{v}_2}{dt}}{m_1 + m_2} = \frac{m_1 \vec{a}_1 + m_2 \vec{a}_2}{m_1 + m_2}$$

A segunda situação física mobilizando conceitos de Cálculo que apresentamos neste artigo está relacionada ao conceito de campo elétrico. Vamos considerar um disco circular de plástico, com raio R , que possui uma carga superficial positiva de densidade uniforme σ na sua superfície superior. Para determinar a intensidade do campo elétrico em um ponto P , localizado a uma distância z do seu eixo central, é necessário recorrer à integração de uma função real com uma variável real. A estratégia é dividir o disco em anéis planos concêntricos e, em seguida, calcular o campo elétrico no ponto P integrando as contribuições provenientes de cada um desses anéis. Considerando um desses anéis, com raio r e espessura radial dr , como mostra a Figura 4 (retirada da 10ª edição da coleção por estar melhor apresentada do que na 5ª edição na qual a situação também está presente), sendo σ a carga por unidade de área, então, sendo dA a área diferencial do anel, a carga sobre ele é $dq = \sigma dA = \sigma(2\pi r dr)$.

Figura 4: Um disco de raio R e carga positiva uniformemente distribuída.



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, 2016, vol. 3. p. 35

Considerando que a intensidade do campo elétrico \vec{E} em um ponto P a uma distância z do plano de um anel de raio R ao longo do seu eixo central, sendo q a carga total do anel, é dada por $\vec{E} = \frac{qz}{4\pi\epsilon_0(z^2+R^2)^{3/2}}$, então a intensidade do campo elétrico $d\vec{E}$ em P devido ao anel de raio r , espessura radial dr e carga dq será:

$$d\vec{E} = \frac{z\sigma 2\pi r dr}{4\pi\epsilon_0(z^2+r^2)^{3/2}} = \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} \frac{2r dr}{(z^2+r^2)^{3/2}}$$

Convém destacar que a expressão para $d\vec{E}$ que acabou de ser obtida é uma função real de três variáveis reais (z , r e σ), mas no contexto do problema, apenas r está variando, uma vez que estamos considerando uma determinada distância constante $z \geq 0$ e uma dada carga constante σ por unidade de área. A grandeza ϵ_0 é chamada de *constante de permissividade*. Agora, para determinar a intensidade de \vec{E} precisamos integrar $d\vec{E}$ na superfície do disco, o que corresponde a integrar em relação à variável r de $r = 0$ até $r = R$. Ou seja:

$$\vec{E} = \int_0^R d\vec{E} = \int_0^R \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} \frac{2r dr}{(z^2+r^2)^{3/2}} = \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} \int_0^R (z^2+r^2)^{-3/2} (2r) dr \quad (1)$$

Para o cálculo da integral (1), utilizamos a técnica da integração por substituição, (outra ideia mobilizada e presente nos cursos de Cálculo) uma vez que, considerando $u = z^2 + r^2$, $du = 2r dr$ e a integral (1) pode ser reescrita como

$$\vec{E} = \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} = \int u^{-3/2} du = \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} \cdot \frac{u^{-1/2}}{-1/2}$$

Retornando à variável original e considerando seus limites de integração, temos:

$$\vec{E} = \frac{\sigma z}{4\epsilon_0} \left[\frac{(z^2+r^2)^{-1/2}}{-1/2} \right]_0^R$$

e então:

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{z}{\sqrt{z^2+R^2}} \right)$$

Esta é a expressão que nos permite determinar a intensidade do campo elétrico produzido por um disco circular e plano, carregado, em pontos sobre o seu eixo central. Podemos, a partir de tal expressão, obter aquela que nos possibilita obter a intensidade do campo elétrico produzido por uma placa infinita com carga uniformemente distribuída sobre um dos lados de um isolante, como, por exemplo, um plástico. Para isso, precisaremos recorrer a uma outra ideia do Cálculo: a de limite de uma função. Interpretamos a expressão anteriormente obtida para E como uma função real de uma variável real, a saber R e então calculamos $\lim_{R \rightarrow \infty} \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{z}{\sqrt{z^2+R^2}} \right)$, obtendo, desta forma, $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$.

A intensidade do campo elétrico produzido pelo disco considerado em um ponto sobre o seu eixo central pode ser obtida também de outra maneira se conhecermos uma expressão para o potencial elétrico em qualquer ponto sobre o eixo central de tal disco. Sendo tal potencial dado pela função real de três variáveis reais (z , R , σ),

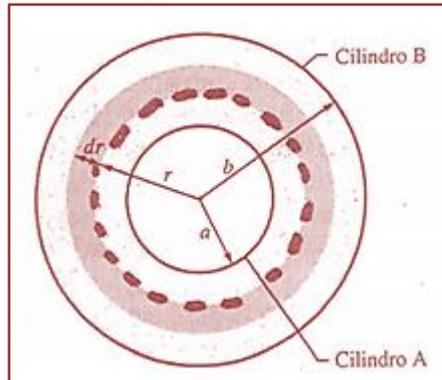
$$V = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} (\sqrt{z^2+R^2} - z), \text{ então, devido à simetria circular do disco ao}$$

longo do eixo z , para qualquer valor de z , a direção do campo elétrico \vec{E} tem de ser a desse eixo e, conseqüentemente, temos que determinar a intensidade da componente \vec{E}_z de \vec{E} . Sabendo que a intensidade da componente \vec{E} em qualquer direção é igual à menos a taxa de variação, nessa direção, do potencial elétrico em relação à distância de tal ponto ao centro do disco, recorreremos à noção de derivada parcial e obtemos que:

$$\vec{E}_z = -\frac{\partial V}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\sigma}{2\epsilon_0} (\sqrt{z^2 + R^2} - z) \right) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \right)$$

A terceira situação que destacamos utilizando conceitos de Cálculo está relacionada à densidade de energia de um campo magnético. É a seguinte: um cabo coaxial longo (Figura 5) é formado por dois cilindros condutores concêntricos de paredes finas com raios a e b . O cilindro interno (cilindro A na Figura 5) transporta uma corrente constante i e o cilindro externo (cilindro B na Figura 5) provê o caminho de retorno para esta corrente. A corrente cria um campo magnético entre os dois cilindros. Pede-se então que se calcule a energia armazenada no campo magnético para um comprimento l do cabo.

Figura 5: Uma seção transversal de um cabo coaxial longo formado por dois cilindros condutores de paredes finas, o cilindro interno de raio a e o cilindro externo de raio b .



Fonte: Halliday, Resnick e Walker, 2003, vol. 3. p. 243

Para resolver este problema, a estratégia é calcular a energia total U_B armazenada no campo magnético a partir da densidade de energia u_B . Tal densidade de energia depende da intensidade B do campo magnético. Estas grandezas estão relacionadas por $u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$.

Podemos determinar B recorrendo à simetria circular do cabo e usando a lei de Ampère com a corrente i dada: $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i$ (em que μ_0 é uma constante chamada *constante de permeabilidade*).

Começemos exatamente pela determinação de B . Para isso, recorremos ao cálculo de uma integral de linha, utilizando uma trajetória de integração circular com raio r tal que $a < r < b$ (veja a linha tracejada na Figura 5). A única corrente envolvida por essa trajetória é a corrente i no cilindro interno. A integral de linha torna-se bastante simples de ser calculada em razão da simetria circular em todos os pontos da trajetória circular, \vec{B} é tangente à trajetória e possui a mesma intensidade B . Adotamos então o sentido de integração ao longo da trajetória como sendo aquele do campo magnético ao redor da trajetória. Assim, temos que: $\vec{B} \cdot d\vec{s} = B ds \cos 0 = B ds$. Logo:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \oint B ds = B \oint ds$$

Mas a $\oint ds$ nos dará exatamente o comprimento da trajetória de integração, que como se trata de uma circunferência de raio r será $2\pi r$. Assim $B \oint ds = B(2\pi r)$ e então:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i \Leftrightarrow B(2\pi r) = \mu_0 i$$

Conseqüentemente, $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$. Notemos então que a expressão que nos permite determinar a intensidade do campo magnético \vec{B} é uma função real de duas variáveis reais (i e r). No contexto do problema, no entanto, i é constante e, portanto, apenas r é variável em $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$. Conseqüentemente, nesta situação, tal expressão pode ser vista como uma função real de uma única variável real (r). Como a densidade de energia magnética de um campo magnético é $u_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$, então, neste caso considerado teremos:

$$u_B = \frac{\left(\frac{\mu_0 i}{2\pi r}\right)^2}{2\mu_0} = \frac{\mu_0 i^2}{8\pi^2 r^2}$$

Assim como B , u_B também é função de i e de r , mas como, neste problema específico, i é constante, u_B depende apenas de r . Essa dependência indica que a densidade de energia não é uniforme entre os dois cilindros e assim, para determinar a energia total U_B armazenada entre os cilindros, é necessário integrar u_B em todo esse volume. Devido a região entre os dois cilindros possuir simetria circular em torno do eixo central do cabo, consideramos o volume dV de uma casca cilíndrica localizada entre os cilindros (e então mais uma ferramenta bastante discutida nas disciplinas de Cálculo, o cálculo de volume recorrendo a cascas cilíndricas, é mobilizada na situação física em análise). Tal casca possui raio interno r , raio externo $r + dr$ (ver Figura 5) e comprimento l . A medida da área da seção transversal da casca será dada pela multiplicação da medida do comprimento de sua circunferência, que é $2\pi r$, pela medida de sua espessura, que é dr . Assim, a medida dV do volume da casca será: $dV = (2\pi r) \cdot dr \cdot l = 2\pi r l dr$.

Como os pontos no interior desta casca estão todos aproximadamente à mesma distância radial r , podemos considerar que todos possuem a mesma densidade de energia u_B . Então, a energia total dU_B contida na casca cilíndrica de medida de volume dV será dada por: $dU_B = u_B dV$. Ou seja:

$$dU_B = \frac{\mu_0 i^2}{8\pi^2 r^2} \cdot 2\pi r l dr = \frac{\mu_0 i^2 l dr}{4\pi r}$$

A energia total contida entre os dois cilindros será dada, portanto, pela integral definida, na variável r , de dU_B , de $r = a$ até $r = b$. Isto é:

$$U_B = \int_a^b dU_B = \int_a^b \frac{\mu_0 i^2 l dr}{4\pi r} = \frac{\mu_0 i^2 l}{4\pi} \int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 i^2 l}{4\pi} \ln \left| \frac{b}{a} \right|$$

Como a e b são medidas de raios de cilindros, são números positivos e, portanto, podemos considerar: $U_B = \frac{\mu_0 i^2 l}{4\pi} \ln \left(\frac{b}{a} \right)$. Fora do cilindro externo ou dentro do cilindro interno nenhuma energia está armazenada porque o campo magnético é nulo nos dois locais, o que pode ser verificado por meio da aplicação da lei de Ampère.

Por meio destes exemplos pôde-se verificar uma diversidade de aplicações de Cálculo existente nas diversas disciplinas de Física que compõem a grade curricular do curso de Engenharia Elétrica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer das investigações que temos realizado desde 2015 no Grupo de Pesquisa *A Matemática na Formação Profissional*, percebemos cada vez mais latente a necessidade de estreitar o diálogo entre os professores responsáveis pelas disciplinas básicas dos cursos de Engenharia, dentre as quais estão a Matemática e a Estatística, e aqueles que ministram disciplinas específicas e profissionalizantes. Da mesma forma, tem se revelado fundamental que os docentes dessas disciplinas básicas conheçam algumas aplicações para os conceitos com os quais trabalham em sala de aula.

Embora seja recomendável que essas aplicações estejam sempre que possível vinculadas ao campo de futura atuação profissional dos engenheiros, postulamos que situações da Física, de uma forma ou de outra na maioria das vezes presentes no contexto da Engenharia, podem, em alguns momentos, ser motivadoras para a introdução de novos conceitos de Matemática, Estatística ou Probabilidade, aplicação de conteúdos já trabalhados ou para dar significado àqueles em discussão. Essa ideia ganha ainda mais relevância na medida em que é cada vez mais comum nas universidades que os estudantes de diferentes habilitações de Engenharia cursam conjuntamente as disciplinas básicas, sendo muitas vezes inviável uma contextualização, nos primeiros períodos do curso, considerando uma habilitação específica.

Analisando a coleção de livros didáticos selecionada, observamos que os conceitos de Cálculo Diferencial e Integral, especialmente no que se refere a funções de uma ou de várias variáveis, funções vetoriais, derivadas, integrais e integrais de linha, são amplamente utilizados nos seus quatro volumes e os conceitos de Estatística também são empregados, mas, em intensidade menor. De qualquer forma, a Física se revela como potencialmente rica para a construção de situações de ensino destinadas à abordagem contextualizada de conceitos de Cálculo, Estatística e Probabilidade.

Em relação aos currículos dos cursos de Engenharia, as poucas situações tratadas neste texto dão indícios de uma necessária reformulação curricular nas disciplinas Matemáticas em tais cursos, incluindo a sequência em que alguns conteúdos são apresentados. Por exemplo, no caso do curso por nós analisado, a noção de função vetorial é introduzida somente no quarto semestre, embora seja necessária já no segundo semestre, na disciplina de Física, para estudo de sistema de partículas.

As novas DCN para os cursos de Engenharia, recentemente homologadas, impõem o desafio às universidades para reestruturarem seus currículos tendo por base não mais conteúdos mínimos a serem trabalhados, mas as competências que devem ser desenvolvidas pelo futuro engenheiro. E ao se pensar em um currículo a partir de competências, como destacam Lima et al. (2019) a partir de Araújo (2001) e Pinheiro e Burini (2006), a preocupação com a contextualização dos conteúdos se torna latente e, conseqüentemente, a insularização dos saberes divididos e organizados em disciplinas justapostas perde espaço e exige-se uma integração contínua entre os professores responsáveis por diferentes unidades curriculares dos cursos de forma a garantir a integração dos saberes que estão sendo trabalhados em cada uma delas.

A proposta de trabalho com conceitos matemáticos inerente à teoria A Matemática no Contexto das Ciências, que tem fundamentado nossas pesquisas, está totalmente alinhada ao que está postulado nas novas Diretrizes, o que, em certa medida, também revela a importância de investigações como a que temos realizado em nosso Grupo de Pesquisa.

Ressaltamos ainda que, independentemente de se ater aos pressupostos da MCC, é essencial que os professores que atuam em diferentes cursos nos quais a Matemática está presente reflitam acerca das potencialidades de, em lugar de trabalhar com uma organização linear de conteúdos matemáticos, adotar uma proposta em espiral, na qual um mesmo conceito pode ser apresentado em diferentes momentos, com níveis crescentes de dificuldade, generalidade e rigor, favorecendo uma maior integração entre as disciplinas matemáticas e as não matemáticas, nos cursos em que a Matemática está a serviço. Esse aspecto é importante para o desenvolvimento de competências que propiciam a construção da necessária autonomia para uma aprendizagem com significado, além de auxiliar na motivação.

Por fim, frisamos que, embora a pesquisa realizada tenha mostrado que os livros indicados, nas referências de Física, mobilizam conceitos de Cálculo e de Estatística, ainda é necessário investigar se a linguagem e a representação utilizadas pelos professores de tais disciplinas e aqueles das específicas são adequadas para o estudante fazer a transposição necessária para a compreensão dos conteúdos relacionados.

REFERÊNCIAS

- [1] Camarena, P. Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería. Revista Innovación Educativa, vol. 2, n. 10 e n. 11, pp. 22-28 e 4-12, 2002.
- [2] ____ Constructos Teóricos de la Metodología Dipcing en el Área de la Matemática. Memórias: 3º Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas. Ciudad de México: IPN - ESIME – SEPI, 2004.
- [3] ____ Aportaciones de Investigación al Aprendizaje y Enseñanza de la Matemática en Ingeniería, 2010. Disponível em: <http://www.ai.org.mx/ai/archivos/ingresos/camarenagallardo/dra._patricia_camarena_gallardo.pdf> - Acesso em 30 de out. 2019.
- [4] ____ A treinta años de la teoría educativa “Matemática en el Contexto de las Ciencias”. Innovación Educativa, vol. 13, n. 62, 2013.
- [5] Halliday, D.; Resnick R.; Krane, S.K. Física 1 – Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2011.
- [6] ____ Física 2 – Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2011.
- [7] ____ Física 3 – Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2011.
- [8] ____ Física 4 – Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2012.
- [9] Halliday, D.; Resnick R.; Walker, J. Fundamentos da Física 1 – Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2003.
- [10] ____ Fundamentos da Física 2 – Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2003.
- [11] ____ Fundamentos da Física 3 – Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2003.
- [12] ____ Fundamentos da Física 3 – Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2016.

- [13] ____ Fundamentos da Física 4 – Rio de Janeiro: LTC Livros Técnicos e Científicos, 2003.
- [14] Lima, G. L., Bianchini, B. L., Gomes, E. Dipping: uma metodologia para o planejamento ou redirecionamento de programas de ensino de Matemática em cursos de Engenharia. Anais: XLIV - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Natal, 2016.
- [15] Lima, G. L., Nobre, A. M. V., Vieira, L. R. Z., Miguel, M. I. R., Coelho, S. P. Vinculação entre as disciplinas matemáticas e as não matemáticas na Engenharia Elétrica. Anais: XLIV - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Natal, 2016.
- [16] Oliveira, G. F., Gomes, E. Reflexões a respeito da disciplina de Vetores e Geometria Analítica e sua vinculação com a Física II utilizando a Metodologia Dipping. Anais: XLIV - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Natal, 2016.

Capítulo 14

Projetos de modelagem integrando conhecimentos ambientais e estatísticos na formação de Engenheiros

Dilson Henrique Ramos Evangelista

Maria Lúcia Lorenzetti Wodewotzki

Cristiane Johann Evangelista

Resumo: Esta pesquisa tem por objetivo apresentar e analisar algumas experiências realizadas na Universidade Federal de Rondônia que refletiram sobre o papel do trabalho com projetos de modelagem no âmbito da Educação Estatística Crítica na formação do Engenheiro Ambiental. A Educação Estatística Crítica discute condições para que a Estatística auxilie na formação, no desenvolvimento da criticidade e na construção da identidade pessoal e social dos estudantes. A partir dos projetos desenvolvidos na disciplina de Estatística II, os alunos perceberam a importância de integrar conhecimentos ambientais e estatísticos para a análise de situações que vivenciam e que influenciam sua vida e a de sua comunidade. Neste ambiente de aprendizagem foi possível repensar o currículo para além dos conteúdos estatísticos e desenvolver práticas investigativas que suscitem o exercício da cidadania crítica.

Palavras-Chave: Projetos, Educação Estatística Crítica, Engenharia Ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Os processos formativos nas instituições de ensino superior se constituem em um campo de estudo complexo, tendo em vista os desafios e perspectivas de um ensino voltado ao desenvolvimento das capacidades de comunicação, de resolução de problemas, de tomada de decisões, de realização de inferências, de criação e aperfeiçoamento de conhecimentos, que contribua para o exercício da cidadania, da democracia e para a emancipação dos estudantes. Para atender às atuais demandas de formação, o curso de Engenharia Ambiental deve promover a atuação crítica e criativa na resolução de problemas que envolvam aspectos sociais, políticos, econômicos, ambientais e culturais. Essa educação, segundo as recomendações nacionais (BRASIL, 2002) deve ser generalista, humanista, crítica e reflexiva, de modo que capacite o estudante a absorver e utilizar novas tecnologias.

A necessidade de contemplar a participação do estudante em discussões de temas ambientais no contexto educacional é constante em discursos, mas efetivamente poucas ações institucionalizadas têm sido realizadas neste sentido (AULER, 2007). Essa pesquisa se interessou em investigar experiências de aprendizagem, no âmbito acadêmico, que gerassem situações de participação dos engenheiros em questões ambientais do seu interesse de maneira que os saberes, os interesses e necessidades dos estudantes instigassem a sua curiosidade e os levassem à criticidade (Freire, 1996).

A Estatística trabalhada interdisciplinarmente, a partir de situações reais, tem a potencialidade de resolver problemas ligados a diferentes áreas do conhecimento, podendo contribuir para compreensão e busca de soluções para questões ambientais, sociais e políticas do interesse da sociedade. Portanto, o conhecimento de Estatística é cada vez mais necessário na construção da cidadania (Batanero, 2004).

Na perspectiva de contribuir para a melhoria do ensino e da aprendizagem de Estatística no curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia, refletimos sobre as potencialidades de projetos de modelagem colaborativos realizados nesta Instituição. O desenvolvimento de projetos de modelagem no âmbito da Educação Estatística Crítica segundo Campos, Wodewotzki e Jacobini (2011) pode ser uma alternativa que auxilie os estudantes a desenvolver visão holística para utilizar seus conhecimentos com consciência, atuar politicamente e participar das decisões que norteiam suas vidas.

Nesta proposta, o aprendizado de Estatística ganha uma nova dimensão, pois ocorre no processo de busca de respostas, de encaminhamentos para problemas contemporâneos, na procura de compreensão para situações complexas, na reinterpretação e ressignificação da experiência vivida.

Para propiciar acesso a situações de estudos e pesquisas que privilegiem esse tipo de formação, o currículo - que organiza e orienta todo o processo de ensino e aprendizagem, deve ser repensado (Moreira, 2011). O currículo precisa ser coerente com seu objetivo de formar para a cidadania crítica, não estando regido segundo uma estrutura rígida, mas aberta para investigações e reflexões a partir de problemas ambientais e de temáticas contemporâneas fortemente marcadas pela dimensão científico-tecnológica. Abarcando não somente um saber específico, mas permitindo o domínio de conhecimentos científicos e culturais, compreendendo-os na complexidade de suas interligações e relações.

Neste artigo, apresentamos algumas reflexões e considerações sobre as potencialidades dos projetos de modelagem estatística que integram conhecimentos estatísticos e ambientais para a formação de engenheiros ambientais, tendo em vista que esses profissionais têm papel decisivo na preservação dos recursos naturais e na proteção da saúde humana por meio de sua participação cidadã, crítica, ativa e comprometida na sociedade em que se inserem.

2. METODOLOGIA

Devido à complexidade da realidade investigada e do objetivo levantado, a pesquisa possui abordagem qualitativa, que segundo Bogdan e Biklen (1994), preocupa-se com o processo e não simplesmente com resultados e produtos da investigação. A coleta de dados ocorreu em todas as fases do desenvolvimento dos projetos de modelagem, buscando ouvir, interpretar e compreender ações, comportamentos, produções e a participação dos envolvidos.

Os resultados apresentados são oriundos da análise sobre as práticas compartilhadas pelos professores e alunos do curso de Engenharia Ambiental no desenvolvimento de projetos de modelagem estatística na disciplina de Estatística II nos anos de 2012 e 2013 na Universidade Federal de Rondônia.

Os instrumentos utilizados na coleta de dados foram a observação direta, a gravação de discussões e apresentações e o relatório escrito dos projetos realizados.

Pela impossibilidade de trazer todos os resultados encontrados no âmbito deste trabalho, trazemos um recorte que trata das contribuições dos projetos na formação de engenheiros ambientais decorrentes do uso de conhecimentos estatísticos e ambientais de forma interligada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento de Estatística desejável para o engenheiro ambiental vai além de dominar um conteúdo programático, envolve reconhecer a aplicação sociopolítica deste conhecimento. Dessa forma, Campos, Wodewotzki e Jacobini (2011) consideram importantes as investigações que utilizam projetos de modelagem estatística para que o estudante compreenda questões da sua realidade, que tratam de temas polêmicos, mais próximos da vida dos alunos, relacionados com a comunidade, com o seu convívio social ou com seu trabalho.

Ensinar conteúdos estatísticos precisa ter a finalidade de desenvolver a criticidade e o engajamento dos estudantes nas questões políticas e sociais relevantes para sua realidade como cidadãos que vivem numa sociedade democrática e que batalham por justiça social em um ambiente humanizado e desalienado.

A Educação Estatística Crítica, inspirada na Educação Matemática Crítica segundo as concepções de Skovsmose (2004, 2008) foi utilizada com o objetivo de promover a participação crítica dos estudantes na sociedade, discutir questões políticas, econômicas e ambientais nas quais a estatística funciona como suporte tecnológico. Desta forma, “a educação crítica deve ser baseada em diálogos e discussões, o que talvez seja uma forma de fazer com que a aprendizagem seja conduzida pelos interesses dos alunos” (Skovsmose, 2008, p. 10).

A discussão e a não reprodução estimula a construção coletiva e crítica do conhecimento, supera a visão de acúmulo de conhecimento e cria possibilidades para a sua produção ou a sua construção. Segundo a UNESCO (2005), essa oportunidade para discutir, questionar, compreender o mundo que os cerca, respeitar os diferentes pontos de vista, resolver problemas, criar soluções para melhorar sua qualidade de vida contribuem para a formação de indivíduos capazes de optar, decidir e transformar.

Para investigar a potencialidade de projetos de modelagem estatística na formação de engenheiros ambientais, desafiamos os alunos de Estatística II e os professores do curso a trabalharem colaborativamente. O convite para realização dos projetos foi aceito e, por meio da modelagem estatística buscaram compreender problemas e necessidades da sociedade ligadas à questão ambiental. Este exercício alterou o trabalho em sala de aula ao permitir a discussão de assuntos e conhecimentos não previstos nas diferentes disciplinas, integrando conhecimentos ambientais e estatísticos.

Alicerçados na Educação Estatística Crítica, os projetos realizados em grupos, partiram de temas ambientais escolhidos pelos alunos na realização dos projetos e possibilitaram discussões em questões críticas. Com base nesses temas, o currículo das disciplinas do curso foi reformulado, visando à preparação para além da esfera do trabalho, considerando aspectos da vida social, cultural e política.

Ao formularem questões e ao procurarem explicações para problemáticas ambientais de seu interesse, esse ambiente de aprendizagem valorizou a realidade existencial dos alunos, seus conhecimentos anteriores, a colaboração dos docentes do curso e a integração de conhecimentos diversos. Para aprofundar as investigações sobre o Meio Ambiente, utilizaram conhecimentos de Estatística integrados aos de Sensoriamento Remoto, Recursos Hídricos, Geoprocessamento, Resíduos Sólidos, Gestão e Legislação Ambiental. De forma ativa, trabalharam colaborativamente com os professores dessas especialidades de modo a adquirirem conhecimentos científicos e culturais, compreendendo-os na complexidade de suas interligações e relações.

Nesta experiência com projetos de modelagem, conhecimentos de estatística e de Educação Ambiental estiveram presentes de forma articulada no currículo de maneira a estimular e fortalecer a consciência crítica sobre a problemática ambiental e social (Art. 2 da Lei nº 9.795/1999). Esses conhecimentos foram estudados conjuntamente, pois “[...] é necessário lançar mão das diferentes áreas de conhecimento que se unirão na busca da compreensão do todo” (Groenwald; Seibert, 2011, p. 78).

Integrada a outros saberes, a Estatística foi utilizada a partir de situações reais que levaram os estudantes a buscar soluções e compreender questões do seu interesse por meio de investigações, questionamentos e participação em debates. Os estudantes aumentaram o interesse e valorizaram o conhecimento estatístico ao visualizarem a sua utilidade como instrumental em outras disciplinas, em muitas profissões e na vida diária, para o desenvolvimento de um pensamento crítico (Batanero, 2004).

Embasados na Educação Estatística Crítica, os projetos de modelagem permitiram a articulação da educação estatística com aspectos ambientais, culturais, políticos e sociais. Esta abordagem favoreceu o envolvimento dos futuros engenheiros nas problemáticas da própria comunidade. O trabalho com projetos foi regido pelo forte entrelaçamento entre os conhecimentos estatísticos necessários a realização das investigações e saberes essenciais para a profissionalização e para a vida em sociedade.

Com a postura dos alunos em participarem da construção do conhecimento, buscaram diversos materiais de estudo, ajuda de profissionais de diferentes áreas favorecendo o entendimento de que "(...) os conteúdos usados nos projetos constituem não um objetivo em si, mas o veículo utilizado para conduzir o processo" (D'ambrósio, 2011, p. 78).

O aluno conseguiu desenvolver sua própria autonomia, apropriando-se de novos conceitos, ajudando na formulação de questões, valorizando seus conhecimentos anteriores, dando sentido e clareza aos conteúdos estatísticos e atribuindo significado aos resultados encontrados.

A experiência de modelagem permitiu aos alunos se empenharem na construção de conhecimentos em situações reais de aprendizagem, diferentemente de quando são exercitados para o arquivamento dos depósitos que lhes são feitos, eles desenvolveram consciência crítica em uma investigação que considerou sua inserção no mundo e a possibilidade de agirem como transformadores dele (Freire, 1996).

A interdisciplinaridade presente nos projetos de modelagem transformou o ambiente de aprendizagem ao utilizar situações reais em que o futuro engenheiro precisou compreender sua realidade social, política e histórica e encontrar uma solução para a questão ambiental considerando todos esses fatores. Dessa forma, essa abordagem auxilia para que ele se sinta preparado para resolver problemas concretos de prevenção e remediação, funções inerentes a sua profissão. Apesar disso, a Educação Estatística Crítica não direcionou para uma formação estritamente profissional, mas para a cidadania crítica ao abranger a formação de valores necessários em todos os segmentos da vida em sociedade.

A reflexão de questões ambientais a partir da Estatística desencadeou questionamentos sobre implicações políticas, econômicas e sociais. Destarte, debatemos como o conhecimento estatístico pode ser um recurso usado nas relações de poder, especificamente como linguagem de poder em inúmeras discussões ambientais. Amparado pela ideologia da certeza (cf. Skovsmose, 2004) o conhecimento estatístico torna a argumentação válida para apoiar as decisões políticas e econômicas de determinados grupos e classes.

A Educação Estatística Crítica auxiliou os estudantes na contestação da ideologia da certeza ao questionarem a suposta neutralidade da Estatística e ao refletirem sobre modelos e pressupostos usados para obter certos resultados. Neste sentido, a sala de aula foi vista como um espaço democrático (cf. Skovsmose, 2004), onde todos foram incentivados a expor suas ideias e participar formulando questões, dividindo seus pensamentos e criticando a solução encontrada para determinada situação.

Os alunos envolveram-se no controle do processo educativo, segundo Skovsmose (2004). Além de coletarem dados, selecionarem materiais de estudo e dialogarem com diversos professores do curso, não se limitaram a aplicar uma simples técnica ou usar softwares estatísticos para organização e análise dos dados coletados, mas analisaram e refletiram os resultados encontrados. Com isso, ampliaram a sua visão sobre os problemas estudados e sobre o emprego da estatística na Engenharia Ambiental.

As aulas foram mais dinâmicas, com a participação ativa dos alunos ao questionarem e defenderem sua posição frente às questões polêmicas como erosão, asfaltamento, incêndios, tratamento de água, consumo consciente de água, disposição final dos resíduos sólidos, disposição final do óleo de cozinha, malária, queimadas e desflorestamento. Esse tipo de envolvimento colaborou para o desenvolvimento da criticidade e da construção da identidade pessoal e social dos alunos.

Para abordar uma pluralidade de questões trazidas da realidade dos alunos, os docentes começaram a realizar mudanças de forma coesa, transformando sua prática pedagógica e ressignificando o currículo.

O envolvimento de diversos saberes e docentes contribuiu para repensarem o currículo quanto à aquisição de conhecimento crítico que possibilite os estudantes adquirir consciência de seus direitos e deveres e terem maiores condições de provocar mudanças de postura na relação homem e ambiente.

Os projetos possibilitaram que o ambiente de aprendizagem fosse um local de troca de conhecimentos e experiências, que se constituiu como um espaço de diálogo, de interação, de pesquisa e de formação em que os professores e alunos obtiveram crescimento pessoal e profissional. Consideramos que os projetos de modelagem estatística apoiados na Educação Estatística Crítica contribuíram para a formação do Engenheiro Ambiental por proporcionar uma aprendizagem significativa, contextualizada e orientada para o uso das tecnologias contemporâneas.

As atividades necessárias à realização dos projetos colocaram em evidência numerosas dimensões de valores, afetos, visões de mundo, de cultura, formas de comunicação, considerando a abordagem complexa de educação. Abarcamos assim, segundo Auler (2007) os conceitos que configuram o eixo central do discurso de Educação Ambiental que resgata a complexidade, a busca pela totalidade, a superação de visão dicotômica do mundo e da certeza do conhecimento, a compreensão do mundo em sua totalidade, o resgate da relação entre homem e meio ambiente, a construção de novos valores e a transformação da realidade.

Foi valiosa essa experiência por meio dos projetos, que considerou a complexidade ambiental em suas manifestações sociais, econômicas, políticas e culturais, e os estudantes adquiriram conhecimentos, habilidades, valores necessários para a construção de uma sociedade sustentável.

Dessa forma, segundo D'Ambrosio (2011) atingimos as metas maiores da educação: o desenvolvimento da criatividade e da capacidade de agir frente a novas situações, analisar meticulosamente as situações e resolvê-las considerando as consequências da atuação.

Ao avaliarmos a Educação Estatística trabalhada, segundo Batanero (2004), alcançamos as principais finalidades de se ensinar Estatística ao utilizá-la para questionar, compreender o mundo e tomar decisões inteligentes, o que permitiu aos futuros engenheiros utilizarem os conhecimentos de forma integrada favorecendo a formação de profissionais e cidadãos críticos, reflexivos e investigativos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Torna-se relevante, no cenário atual, que o curso de Engenharia apresente estruturas flexíveis que permitam uma formação abrangente, com abordagem pedagógica centrada no aluno, ênfase na transdisciplinaridade, preocupação com o meio ambiente, integração social e política e valorização do ser humano (Brasil, 2001).

O trabalho com projetos de modelagem se mostrou uma alternativa viável para repensar o currículo de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Rondônia em atendimento a essas necessidades de formação. Os conteúdos deixaram de ter um fim em si, ou apenas uma utilidade futura, mas passaram a se constituir em mediadores, em instrumentos culturais para a compreensão de temas socialmente relevantes (Auler, 2007).

A partir da análise dos resultados, concluiu-se que os projetos de modelagem estatística propiciaram uma integração entre conhecimentos estatísticos e ambientais, a partir de um contexto de aprendizagem compartilhada. Por meio da colaboração, os professores tiveram a oportunidade de ressignificar socialmente suas práticas buscando a formação de engenheiros ambientais que possam exercer plenamente sua cidadania e contribuir para o meio ambiente em que se inserem.

O desenvolvimento dos projetos auxiliou os alunos a perceberem a importância de integrar conhecimentos ambientais e estatísticos para compreender e analisar situações que influenciam sua vida e a de sua comunidade.

A partir destas considerações, reconhecemos a necessidade de se desenvolver novos projetos sobre a modelagem, podendo aprofundar e ampliar as investigações desta temática.

REFERÊNCIAS

- [1] Auler, Décio. Articulação Entre Pressupostos do Educador Paulo Freire e do Movimento CTS: Novos Caminhos Para a Educação em Ciências. *Contexto e Educação*. Ano 22, n 77 Jan./Jun. 2007.
- [2] Batanero, Carmen. ¿Hacia dónde va la educación estadística? 2004. Disponível em: <http://www.ugr.es/~batanero/articulos/blaix.htm>. Acesso em: 11 jul. 2014.
- [3] Bogdan, Robert; Biklen, Sari. A investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994. BRASIL. Ministério da Educação. CNE/CES. Parecer n. 583, de 4 de abril de 2001.
- [4] Brasil. Ministério da Educação. CNE/CES. Parecer n. 583, de 4 de abril de 2001.
- [5] Brasil. Ministério da Educação. Políticas de melhoria da qualidade da educação: um balanço institucional. Secretaria da Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2002.
- [6] Campos, Célio Ribeiro; Wodewotzki, Maria Lúcia Lorenzetti; Jacobini, Otávio. Roberto. Educação Estatística - teoria e prática em ambientes de modelagem matemática. 1. ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2011.
- [7] D'ambrósio, Ubiratan. Educação para uma sociedade em transição. Natal: EDUFRRN, 2011.
- [8] Freire, Paulo. Pedagogia do oprimido: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- [9] Groenwald, Cláudia Lisete Oliveira; Seibert, Tânia Elisa. Projetos de Trabalho no Ensino Básico: experiências em Educação Matemática. In. Bayer, Arno; Farias, Maria Eloisa; Geller, Marlise (Org.). A pesquisa em ensino de Ciências e Matemática: alguns caminhos percorridos. Canoas: Editora da Ulbra, 2011.
- [10] Moreira, Antônio Flávio. (Org.) Currículo: políticas e práticas. 12. ed. Campinas: Papirus, 2010.
- [11] Skovsmose, Ole. Desafios da Reflexão em Educação Matemática Crítica. Campinas: Papirus. 2008.
- [12] Skovsmose, Ole. Educação Matemática Crítica: a questão da democracia. 2. ed. Campinas: Papirus, 2004. 160 p.
- [13] Unesco. Public Service Broadcasting: A best practices sourcebook. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2005. 143 p.

Capítulo 15

Infraestrutura da tecnologia da informação do Macrolaboratório de Controle Automático da UNL para um ambiente virtual de aprendizagem

Jose Leonardo Benavides Maldonado

Hernan Fabricio Alvarado Romero

Jhon Alexandre Calderon Sanmartín

Vilma Estefanía Salinas Nalvay

Luis Roberto Jácome Galarza

Jorge Michael Valarezo Riofrio

Ademar Gonçalves da Costa Júnior

Resumo: O uso de ambiente virtual de aprendizagem (AVA) é uma realidade mundial para que os estudantes possam realizar atividades de estudos fora do ambiente acadêmico, em horários que possam acessar, por exemplo, atividades de laboratório complementando o seu aprendizado, passando de um ator passivo para um ator ativo no âmbito educacional. Para isso, há a necessidade da implantação de uma infraestrutura de tecnologia da informação com o objetivo de viabilizar o AVA nas instituições de ensino. Neste artigo é apresentado um estudo de caso de implementação da infraestrutura da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) do Macro Laboratório de Controle Automático da Universidad Nacional de Loja (UNL), estabelecida na cidade de Loja, Equador, com o objetivo de que os alunos possam acessar toda a infraestrutura desse laboratório na área de sistemas de controle, por meio da plataforma virtual Moodle, onde são criadas as disciplinas dos diversos cursos da UNL.

Palavras-chave: Ambiente virtual de aprendizagem, laboratórios virtuais, laboratórios remotos, plataforma Moodle.

1 INTRODUÇÃO

A educação por meio dos ambientes virtuais se converteu em uma nova modalidade de aprendizagem, com a existência de diversos atores para sua viabilização, tais como os alunos, professores, tutores, materiais de aprendizagem, recursos tecnológicos, metodologias de ensino, maneiras de verificar o conhecimento, entre outros.

Sempre se deve pensar que na educação online, o aluno deve construir seu conhecimento, levando o mesmo a ser mais responsável e crítico. Desse modo, a importância do uso de fóruns tem crescido para que o mesmo possa interagir com os demais colegas e os professores/tutores, como também o uso de wikis (coleção de diversos sites interligados, cada um deles podendo ser visitado e editado por qualquer pessoa) para a construção de definições de acordo com as opiniões de cada um, além do uso de questionários, tarefas, entre outras maneiras para averiguar a construção do conhecimento.

Outra ferramenta que pode ser utilizada para manter o controle das atividades é o guia do professor, que pode contribuir para a geração de um ambiente de aprendizagem significativo para o aluno. Além disso, o uso de diferentes ferramentas pode evidenciar as habilidades adquiridas pelo estudante no contexto cognitivo e afetivo, com o mesmo assumindo o papel principal no processo de aprendizagem, para que possa tomar decisões, empreender, relacionar e obter resultados específicos nas diversas atividades a serem desenvolvidas.

A experiência da formação humana centrada no desenvolvimento contribui para que o profissional seja competente para interpretar uma necessidade, ou desafio, de seu contexto imediato, capaz de aplicar e transferir o que aprendeu, dando soluções a essas necessidades ou desafios. Porém, a aquisição dessas, ou de diversas capacidades, requerem uma interatividade e mediação constante entre o ensino e a aprendizagem (BRITO, 2016).

Quando se fala que um dos objetivos maiores da educação é a integração entre o saber, o saber fazer e o saber ser, é que isso pode ser alcançado com a integração das atitudes que permitam o desenvolvimento dos eixos do processo educativo integral. A ajuda da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) faz com o docente possa estar mais perto do estudante e, juntos, acompanhem o processo, tomando em conta que, agora, as barreiras físicas e de espaço foram vencidas com a presença de ferramentas que permitem ao estudante estar continuamente acessando os recursos e meios que formam parte de sua aprendizagem, desde a tranquilidade do seu lar, ou quando se encontra viajando, acessando o ambiente de aprendizagem por meio do uso do seu smartphone, ou qualquer ferramenta, ou meio, de aprendizagem virtual.

Nesses ambientes de aprendizagem que utilizam a tecnologia, não somente se altera o tempo de aprendizado e o ensino tradicional, como também os métodos e as ferramentas de aprendizagem, principalmente porque o enfoque por competências exige dos docentes projetarem e por em prática situações didáticas que permitam ao estudante aprendizagens relevantes e úteis para a sua vida. Uma dessas competências é a transposição didática em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), com a finalidade de obter uma aprendizagem significativa. Nesses ambientes devem ser respondidas as seguintes questões: O que vai ser ensinado? Por que e como vai ser ensinado esse conteúdo? Quando se tem claro essas perguntas, pode-se começar a transmissão de conhecimentos aos estudantes (GARCÍA, 2016).

Da mediação pedagógica no desenvolvimento do curso, essa não se refere à utilização de tecnologias de primeira geração (material impresso, telefone) ou de última geração (Internet, plataformas educativas, telefones celulares, entre outros) para compartilhar a informação, mas a intencionalidade e o acompanhamento durante o processo de aprendizagem e a inter-relação que é tecida ao redor do conteúdo do estudo, com a finalidade de construir o conhecimento (CARBALLO et al, 2015).

Na atualidade, esse tipo de mediação é cada vez mais evidente com o uso da TIC em todo o nível de educação, o que permitiu o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem especializados e que foram objetos de estudos durante os últimos anos (DUARTE, 2003; GÓMEZ, 2008). Essa necessidade de dar significado ao aprendizado no fazer foi entendida pelos desenvolvedores das equipes educacionais, que preparam material didático que, facilmente, possa ser integrado ao estudante para elaborar distintos tipos de experiências, nas mais diversas disciplinas de sua formação (SALINAS, 2004; GÓMEZ, 2008; MÁRQUEZ & CARDENAS, 2008).

As possibilidades de equipamentos educacionais são variadas, mas o seu alto custo de aquisição faz com que as opções comerciais fiquem restritas. Experiências têm sido alcançadas incorporando o computador como parte da configuração, podendo emular processos industriais e equipamentos a partir dos modelos simulados (HENKE et al, 2012; OLIVEIRA et al, 2012), porém o desenvolvimento desse tipo de sistemas

está relacionada para condições de laboratórios didáticos, e não industriais. Desse modo, quando um estudante termina seus estudos e chega à indústria, se encontra com equipamentos que diferem bastante daqueles utilizados durante sua formação.

O objetivo deste artigo é apresentar a infraestrutura de TIC para a implementação de um AVA no Macro Laboratório de Controle Automático da Universidad Nacional de Loja (UNL) no Equador, como um estudo de caso, tornando-o habilitado para ofertar cursos na área de sistemas de controle, onde os alunos possam ter acesso a infraestrutura laboratorial para a execução de testes em horários, possibilitando o complemento do seu aprendizado.

Dessa forma, o artigo está organizado da seguinte maneira: na seção 2 é descrita a plataforma AVA, o procedimento de avaliação dos resultados por meio desse ambiente de aprendizagem e sua aplicação em sistemas de controle; na seção 3 é apresentado o estudo de caso da infraestrutura de TIC implementada na UNL e por fim, na seção 3, as considerações finais do artigo.

2 PLATAFORMA AVA EM SISTEMAS DE CONTROLE

Para o desenvolvimento de uma plataforma AVA, existe a necessidade de analisar os instrumentos de avaliação, os quais devem retroalimentar o sistema, permitindo o fortalecimento de uma metodologia dinâmica, aproveitando-se das oportunidades das ferramentas de informática empregadas. Uma das considerações que evidentemente se deve ter em conta é a infraestrutura tecnológica, na qual se avalia a acessibilidade, navegabilidade e usabilidade da ferramenta virtual utilizada como suporte ao processo educativo. As habilidades na utilização de TIC por parte dos professores e dos estudantes é um aspecto necessário que permite avaliar a efetividade das TICs na educação (CARDONA & SÁNCHEZ, 2010).

Uma vez analisados os instrumentos de avaliação, deve-se proceder a implementação de uma solução, por meio da criação de uma plataforma, para cursos MOOC (Massive Open Online Course) que é um tipo de curso aberto oferecido por meio de AVA's ou redes sociais, caracterizados por sua gratuidade e difusão em plataformas permitindo o acesso a um grande número de usuários, concomitantemente, que trabalham de forma autônoma e colaborativa para alcançar a aprendizagem de temas concretos e que contam com o aval de prestigiosas instituições de educação superior como a Eindhoven University Technology (Holanda), Massachusetts Institute of Technology (Estados Unidos) e Oxford University (Grã-Bretanha), e de forma independente como as plataformas Coursera, Udacity, OpenClass e EDX.

Os conteúdos dos cursos MOOC se encontram enriquecidos com vídeos, objetos multimídia e uma gama de ferramentas de colaboração. A metodologia proposta desse tipo de ferramentas se baseia, fundamentalmente, nos princípios integradores que regem os modelos sócio-construtivista e conectivista, com ênfase no papel ativo, autônomo e colaborativo do estudante na sociedade global. Dessa forma, orienta-se a criar o conhecimento coletivo, aplicando-o a problemas acadêmicos e profissionais e comunicando-o de forma adequada, convertendo os estudantes em protagonistas em seu próprio processo educativo, implicando-os em situações de aprendizagem aberta e com indagação reflexiva (McAULEY et al, 2010).

Desse modo, o curso pode ser construído, guiando o estudante dentro da plataforma com instruções claras, exemplos, imagens audiovisuais, feedback constante e avaliação.

3 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS EM UMA AVA

Para avaliar os resultados obtidos com a plataforma, é necessário realizar uma medição do desenvolvimento das atividades permitindo verificar os conhecimentos adquiridos. É importante que essa avaliação seja formativa permitindo o feedback sobre a metodologia empregada. Mais do que uma qualificação, é fundamental a interpretação dos resultados sobre os conteúdos e sua aplicabilidade. Também é útil e necessário fazer com que, em um cenário de aprendizagem, o estudante seja capaz de autoavaliar-se para que sejam identificadas suas falhas, tendo a possibilidade de corrigir suas deficiências.

Também em uma avaliação, há que ter em conta um grau de independência do estudante, lembrando que o professor nesses cursos é um guia de aprendizagem, onde quem deve gerenciar o tempo para sua aprendizagem é o estudante, que autonomamente determina seu próprio ritmo de aprendizagem.

Para realizar a avaliação do AVA, se deve conhecer a realidade institucional onde a equipe de técnicos e pedagogos são os responsáveis pela elaboração do material didático para a produção dos cursos virtuais envolvendo o projeto do curso em questão, elaboração ou seleção de conteúdos, tutoria, avaliação de

aprendizagens, avaliação do curso, entre outras atividades. A equipe de profissionais deve também conhecer o uso de ferramentas, a metodologia de aprendizagem eletrônica e as condições específicas do estudante, onde a avaliação da AVA é de vital importância para o melhor desenvolvimento do estudante. Em tal consideração, o modelo proposto por Roig e Martí (2012), abarca mais em detalhes os aspectos relevantes na avaliação de um AVA dividido por diferentes fases organizativas no processo de aprendizagem. Por outro lado, não se deve esquecer o que Scolari (2008) menciona, em relação à qualidade dos MOOC.

4 DESENVOLVIMENTO DE PRÁTICAS DE CONTROLE AUTOMÁTICO EM AVA

O controle automático é uma área transversal para as disciplinas de engenharia, já que há a necessidade de projetar sistemas dinâmicos que realizem, de forma autônoma, tarefas repetitivas e com a maior precisão possível, minimizando, por exemplo, o custo de fabricação e o desperdício de matéria-prima. Em consequência, os laboratórios de automação se utilizam, não só em cursos em que os sistemas de controle são uma área relevante de sua especialidade (Engenharias Mecatrônica, Mecânica, Elétrica, Química), como também em áreas do conhecimento, em que não existe a disciplina, muitas vezes, nas grades dos cursos, porém seu uso poderá ser aplicado, tais como a Engenharia Industrial, Engenharia de Alimentos, entre outras.

Dada à alta demanda dos estudantes que acessam a esses laboratórios de ensino e o alto custo para a aquisição dos equipamentos que ali se encontram, é quase impossível esses laboratórios estarem dotados da quantidade de equipamentos suficiente, que possam ser utilizados por todos os estudantes, de forma eficiente, que requeiram o seu uso. Portanto, para cursos numerosos os quais tem que realizar uma mesma atividade, há a necessidade de trabalhar com grupos menores de alunos e as mesmas experiências devem ser repetidas várias vezes na semana para que todos os estudantes possam realizá-las. Isso praticamente resulta em horas adicionais na jornada acadêmica, quando se está realizando experimentos de laboratório. Essa situação impossibilita que os estudantes possam realizar experimentos por conta própria, em seus tempos de aprendizagem autônomos, para reforçar as aprendizagens adquiridas.

Alguns casos de instituições de ensino que utilizam o MOOC na área de sistemas de controle são a Universitat Politècnica de València – UPV (Espanha), a École Polytechnique Fédérale de Lausanne – EPFL (Suíça), o Massachusetts Institute of Technology – MIT (Estados Unidos), e recentemente o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) no Brasil.

5 INFRAESTRUTURA DE TIC DA AVA DA UNL

A infraestrutura de TIC do Macro Laboratório de Controle Automático para o AVA na Universidad Nacional de Loja (UNL), na cidade de Loja, Equador, em sua fase inicial, foi implementada de acordo com as políticas da Unidade de Telecomunicações e Informação (UTI) e de documentos de melhores práticas. Dessa forma, se definem os três componentes básicos da infraestrutura, nas subseções 3.1 a 3.3.

6 COMPONENTE DE HARDWARE

A UNL, conta com a Unidade de Telecomunicações e Informação a qual se compõe de duas unidades de gerenciamento, onde uma delas é a Gerência de Redes e Equipamentos de Informática (Subdirección de Redes y Equipos Informáticos – SREI), que gerencia os métodos e técnicas para manter a infraestrutura da rede 100% ativa e funcional para a transmissão de dados, voz e vídeo, bem como fornecer informações para o aprimoramento da conectividade entre os diferentes dispositivos de rede e de equipamentos finais, com a finalidade de garantir o acesso ótimo aos serviços institucionais, Internet comercial e a rede avançada acadêmica.

A SREI é responsável pela administração do servidor BLADE¹⁴ que se encontra no Centro de Processamento de Dados (CDP), onde a alocação de recursos de hardware (CPU, memória RAM e armazenamento) se realiza por meio de virtualização. Na Tabela 1 são resumidos os requisitos de hardware dos equipamentos existentes atualmente disponíveis para o Macro Laboratório de Controle Automático.

¹⁴ Servidor BLADE, é um tipo de computador de tamanho reduzido contendo *hardware* de alto desempenho.

Tabela 1 – Características técnicas do servidor localizado no CDP.

Descrição	Plataforma base	CPU	Memória RAM	HD
Servidor virtual privado (VPS ¹⁵)	Blade	Intel® Xeon® 2,53 GHz	1 GB	30 GB

De acordo com o monitoramento e a supervisão da rede, na detecção de alta carga de processamento e armazenamento, se procede a incrementar os recursos necessários para tal demanda. Os equipamentos de videoconferência instalados, e em funcionamento, listados na Tabela 2, permitem a transmissão e garantindo a qualidade de áudio, vídeo e de conteúdo multimídia, desde o Macro Laboratório até a plataforma de ensino-aprendizagem virtual, como ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Equipamentos que compõem o sistema de videoconferência localizado no Macro Laboratório.

Equipamento	Descrição
Equipamento de videoconferência VSX 7000	Sistema de videoconferência para redes IP
Sistema de áudio e alimentação de equipamento VSX 7000	Sistema de som de alta qualidade, além de proporcionar alimentação ao equipamento de videoconferência VSX 7000
Microfone VTX 1000	Proporciona uma cobertura de 360° para a entrada de áudio do sistema VSX 7000
Visual Concert VSX	Permite mostrar material procedente de um equipamento de informática

7 COMPONENTE DE SOFTWARE

A solução para a implantação de software no VPS foi adotar o sistema operacional e ferramentas de licenciamento livre, onde alguns critérios foram considerados tais como: licença livre, interface, documentação, caso de êxito e conhecimento dos autores do presente artigo. O sistema operacional e o software selecionado que cumpriram os critérios expostos estão ilustrados na Tabela 3.

A implementação do protocolo da camada de aplicação HTTPS¹⁶ permite criptografar a comunicação desde o usuário final até a plataforma virtual, que foi utilizado o software Let'sEncrypt para essa finalidade.

8 COMPONENTE DE CONECTIVIDADE

No Macro Laboratório de Controle Automático se procedeu à instalação de quatro pontos de rede, categoria 6A para a conexão com fio, e um ponto de acesso sem fio, o que permite garantir a conexão dos serviços institucionais (plataforma virtual, sistema de videoconferência, telefonia IP, entre outros) e a Internet. A conexão entre o rack principal de telecomunicações do Macro Laboratório e o CDP é realizada por meio de transmissão por fibra óptica.

Tabela 3 – Detalhe do sistema operacional e do software selecionado.

Descrição	Domínio Internet	Sistema operacional	Software da plataforma	Base de dados	Camada de aplicação
Plataforma virtual (lab. remoto)	mfc.unl.edu.ec	CentOS	Moodle	MariaDB	HTTPS, software Let'sEncrypt

A UNL atualmente mantém o contrato No 676-UNCOP-UNL (2017)¹⁷ para o serviço de Internet e de Rede Avançada, assinado com a Fundación Consorcio Ecuatoriano para o Desarrollo de Internet Avanzado

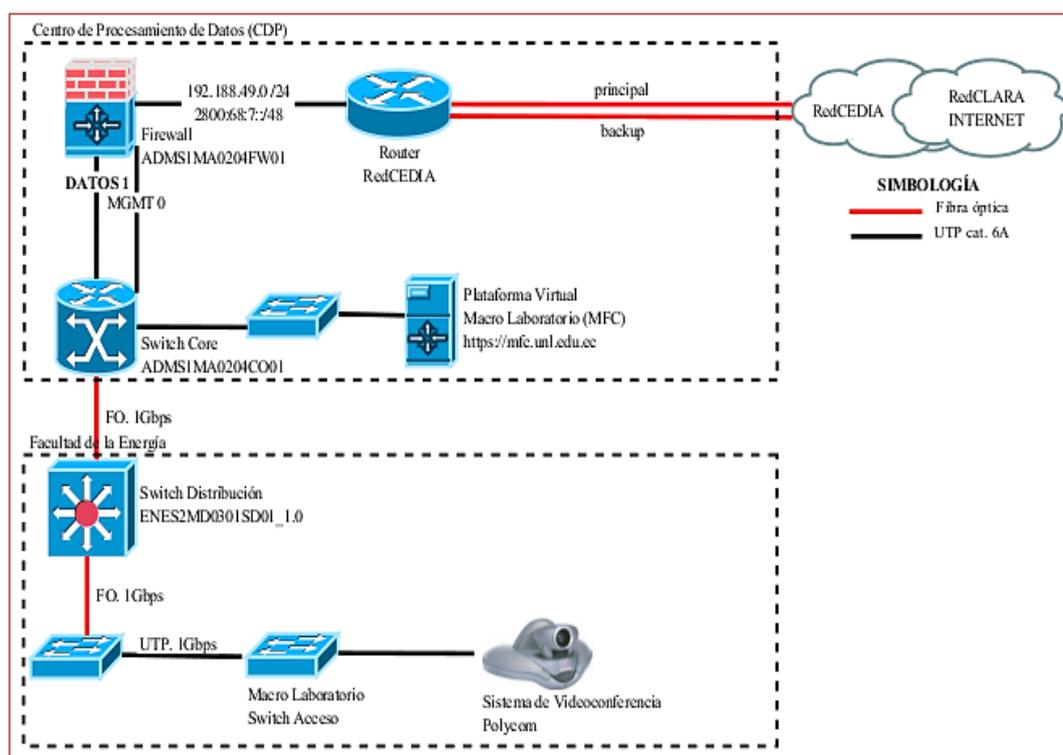
¹⁵ VPS, Servidor virtual privado criado no servidor BLADE

¹⁶ HTTPS sobre TLS, *Internet Engineering Task Force (IETF)*, RFC 2818. <https://www.rfc-editor.org/info/rfc2818>

¹⁷ Informação do processo no Portal Nacional de Contratação Pública do Governo do Equador: <http://migre.me/wli7b>

(RedCEDIA), a qual forma parte da Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas¹⁸ (RedCLARA), para que as instituições de ensino superior, que fazem parte da Macro Laboratorio de Formación Conjunta (MFC), tenham conectividade com a rede avançada (exceto para as instituições de Cuba), permitindo a comunicação entre essas instituições com uma capacidade de 1 Gbps. O diagrama de conectividade da rede é indicado na Figura 1.

Figura 1 – Diagrama de conectividade do Macro Laboratório da UNL.



Por meio dos dispositivos de rede nas diferentes camadas (núcleo, distribuição e acesso), se garante a conectividade entre o Macro Laboratório, a plataforma virtual e os participantes dos laboratórios virtuais e remotos.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A infraestrutura de TI no Macro Laboratório de controle automático da UNL permitiu a implementação de laboratórios virtuais e remotos em tempo real por meio da plataforma virtual Moodle, com a finalidade de garantir aos participantes (alunos e docentes) o reforço em seus conhecimentos tanto na teoria como na prática.

O uso de ferramentas de software livre na implementação da plataforma virtual Moodle do Macro Laboratório, permitiu uma economia significativa em licenciamento de software, bem como a personalização e a customização dos softwares utilizados aos requisitos da instituição.

Nesse momento, estão sendo implementadas as disciplinas no AVA da UNL, que serão avaliadas por meio dos feedbacks dos alunos que integrarão as diversas disciplinas a serem lançadas, permitindo o acesso dos mesmos aos experimentos para que possam fixar seus conhecimentos, nos horários que forem mais convenientes para o estudo.

¹⁸ Sobre a RedClara: <http://www.redclara.net/index.php/somos/sobre-redclara>

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UNL (Universidad Nacional de Loja, Equador) pelas facilidades prestadas no desenvolvimento desse artigo, bem como ao IFPB (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Brasil) pela colaboração.

REFERÊNCIAS

- [1] BRITO, J. Aprehendizaje y desarrollo. Quito (Ecuador): Universidad San Francisco de Quito, 2016.
- [2] CARBALLO, O. C. et al. La realidad del uso de las TIC y su mediación pedagógica para enriquecer las clases de inglés. *Revista Ensayos Pedagógicos*, v. X, n. 1, p. 159-183, 2015.
- [3] CARDONA, D. M.; SÁNCHEZ, J. M. Indicadores básicos para evaluar el proceso de aprendizaje en estudiantes de educación a distancia en ambiente e-learning. *Formación Universitaria*, v. 3, n. 6, p. 15-32, 2010.
- [4] DUARTE D. J. Ambientes de aprendizaje: una aproximación conceptual. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, n. 29, p. 97-113, 2003.
- [5] GARCÍA, P. Enfoque de competencias. Quito (Ecuador): Universidad San Francisco de Quito, 2016.
- [6] GÓMEZ, P. E. Ambientes de aprendizaje fundamentados en la cognición en la práctica. *DIDAC*, n. 52, p. 3-9, 2008.
- [7] HENKE, K. et al. A grid concept for reliable, flexible and robust remote engineering laboratories. *Proceedings on 2012 9th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*, Bilbao (Spain), 2012.
- [8] MÁRQUEZ, D. A.; CÁRDENAS, O. O. Implmentación de un laboratorio virtual para la enseñanza de controladores PID. *Información Tecnológica*, v. 19, n. 3, p. 75-78, 2008.
- [9] McAULEY, A. et al. The MOOC model for digital practice. University of Prince Edward Island, 2010. Disponível em: <<http://migre.me/wIqNp>>. Acesso em: maio de 2017.
- [10] OLIVEIRA, J. M. C. et al. Desenvolvimento da plataforma do laboratório de acesso remoto e instrumentação virtual via web. *Anais: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, Belém (Brasil), 2012.
- [11] ROIG, A. E.; MARTÍ, M. M. Indicadores de análisis de procesos de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales de formación universitaria. *Enseñanza & Teaching*, v. 30, n. 1, p. 85-114, 2012.
- [12] SALINAS, J. Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *Revista Universidad y Sociedad del Conocimiento*, v. 1, n.1, p. 1-16, 2004.
- [13] SCOLARI, C. *Hipermediaciones: elementos para una teoría de la comunicación digital interactiva*. Barcelona (Spain): Gedisa, 2008.

Capítulo 16

Programa Biogama – Da conscientização ambiental à formação de novos engenheiros de energia

Vanessa Alvim Alves

Breno Amadeus Sales Marinho de Sousa

Maria Aparecida Vieira Carvalho

Thiago Carvalho Bezerra de Lima

Andréia Alves Costa

Patrícia Regina Sobral Braga

Resumo: A crescente preocupação com o meio ambiente e com o desenvolvimento sustentável apontam à necessidade constante de mudança de paradigmas educacionais. Tendo em vista essas questões centrais como ferramenta profissional, o presente trabalho tem como objetivo principal a formação de recursos humanos capazes de desenvolver, além de outras habilidades, a conscientização ambiental da comunidade ao seu redor. O tema central do Programa Biogama diz respeito ao descarte correto e reuso do óleo residual de fritura. O trabalho desenvolvido na Universidade de Brasília promove, através de palestras e oficinas realizadas em eventos e feiras locais, a informação acerca da conscientização ambiental e da reciclagem do óleo de cozinha. Além de realizar a coleta desse material para produção de produtos com maior valor agregado (sabão e biodiesel) desenvolve diversos conceitos científicos e sociais, de modo a integrar os alunos do curso de Engenharia de Energia com a comunidade de Brasília.

Palavras-chave: Conscientização Ambiental, óleo usado, Biogama, reciclagem de óleo.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de trabalho tem se tornado muito competitivo devido à globalização da economia, afetando a natureza trabalhista a partir de novas tecnologias de informação e de comunicação (BELHOT, 1996). Esse novo panorama político e econômico mundial gera impacto direto sobre as instituições e as práticas de ensino que atuam no campo da educação profissional e tecnológica, especialmente no que tange à formação dos estudantes de Engenharia.

Nesse contexto, as escolas de engenharia precisam lecionar não somente conceitos e fórmulas, mas também devem ensinar o estudante a tomar decisões, buscar informações e se posicionar de maneira crítica frente às mudanças do mundo moderno. Antes visto como um profissional especializado na resolução de problemas técnicos específicos, o engenheiro agora precisa ser visto como um profissional plurivalente (FURTADO, 2013):

“O engenheiro do futuro necessita de conhecimento profundo de uma tecnologia, de conhecer e relacionar conteúdos, métodos, teorias ou outros aspectos do conhecimento tecnológico. Mas, também, de um processo educativo orientado para a sustentabilidade. Permanecer apenas na integração de vários temas seria manter a realidade atual não transformando o conhecimento tecnológico em uma perspectiva de mudança social. Os processos que podem economizar energia e recursos, diminuir poluição, aumentar produtividade com distribuição equitativa de renda e evitar desperdício de capital, passam pela educação e inovação tecnológicas norteadas pela conservação ambiental.” (CASAGRANDE Jr., 2001 apud CASSILHA *et al.*, 2011).

Sendo assim, práticas envolvendo conceitos de sustentabilidade e humanidade devem fazer parte da formação complementar do aluno. No contexto das universidades federais brasileiras, trabalhos relacionados a projetos de extensão permitem ao aluno criar relações próximas com a comunidade, estreitando essa atividade humanista que descreve o perfil do formando à luz das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia (DNCs, 2002).

Dessa forma, esse trabalho visa mostrar um estudo de caso, o qual exemplifica a participação de alunos do curso de Engenharia da UnB em atividades de extensão universitária. Também possibilita um debate importante das atividades de extensão, interdisciplinaridade e seus reflexos no ciclo de aprendizagem no curso de Engenharia.

2. CAMPUS GAMA NA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB) E PROGRAMA BIOGAMA

Através do processo de interiorização e com o objetivo de estender o ensino público universitário no Distrito Federal, a Universidade de Brasília (UnB) criou novos *campi* nas cidades satélites. O *campus* na cidade do Gama, denominado Faculdade UnB Gama (FGA), que iniciou suas atividades no ano de 2008, surgiu nesse contexto. A FGA é um *campus* tecnológico que oferece à comunidade cinco cursos de engenharia: automotiva, eletrônica, aeroespacial, software e energia (GAIO *et al.*, 2011).

O curso de Engenharia de Energia da FGA trabalha a extensão universitária como um processo de união entre a teoria e a prática, a fim de favorecer uma visão integrada do social. Esse pensamento resulta em uma troca de saberes que proporciona a produção de conhecimento, sendo esta a finalidade maior das universidades (FÓRUM, 2001). Avaliando essa maior interação da universidade com a sociedade e visando a preservação do meio ambiente, em 2009 surgiu a ideia de desenvolver um projeto de extensão que fosse capaz de promover a conscientização ambiental a partir de um tema central: o descarte de óleo usado. Assim nasceu o Projeto Biogama, que mais tarde se transformaria em Programa Biogama, capaz de atender aos três *campi* da Universidade de Brasília: FGA (Campus Gama), FUP (Campus Planaltina) e Darcy Ribeiro (Campus Asa Norte).

O objetivo geral do Programa Biogama é promover um despertar na consciência da comunidade de Brasília, principalmente nas áreas de atuação direta da UnB, com relação ao meio ambiente a partir de um tema central: o descarte incorreto de óleos vegetais residuais de cozinha. Este resíduo, gerado diariamente pela população (em domicílios, estabelecimentos comerciais e industriais), quando despejado diretamente nas redes de esgoto dos sistemas urbanos, geram grandes danos ao meio aquático, contribuindo para o problema crescente da poluição nas grandes cidades (GHESTI, 2011).

Ao tratar este problema, o Programa visa promover a interação entre a universidade e a comunidade geral por meio de ações integradas com a sociedade, envolvendo conceitos ligados diretamente às disciplinas do curso de Engenharia de Energia, principalmente Química, Engenharia e Ambiente e Combustíveis e Biocombustíveis.

2.1.ATIVIDADES REALIZADAS PELO PROGRAMA BIOGAMA

A metodologia empregada para se alcançar os objetivos do Programa Biogama está baseada na interlocução entre os discentes e docentes da UnB com a população, a partir das seguintes atividades: (i) coleta de óleo residual de fritura; (ii) apresentações e oficinas em escolas públicas e privadas bem como em eventos científicos e na universidade; (iii) visitas a universidade; (iv) fabricação de material de marketing; (v) criação de site próprio e; (vi) preparação e apresentação de produtos de alto valor agregado para a sociedade.

A coleta do óleo é realizada, a fim de evitar que esse material seja descartado de forma incorreta no meio ambiente. Quando derramado no sistema de esgotos ou até mesmo despejado diretamente no solo, este dejetos poluirá e degradará o meio ambiente, gerando entupimentos de canos, de caixas de esgoto, além da poluição direta de rios, lagos e mares (GHESTI, 2011). Essa orientação programada do descarte traz em si os conceitos fundamentais de sustentabilidade, levando à comunidade a importância dessa atitude, ou seja, uma nova ação que evita a agressão ao meio ambiente.

Dessa forma, em espaços apropriados e ventilados, os pontos de coleta são montados em locais estratégicos do *Campus* para que a comunidade universitária faça o descarte do óleo de fritura usado. Os alunos do Programa Biogama também orientam a montagem de pontos de coleta em escolas e em outras localidades da comunidade, de forma a encaminhar os óleos residuais de fritura para a destinação correta. A Figura 1 mostra dois pontos de coleta do Programa Biogama: o primeiro em um ponto do Campus FGA, indicado na Figura 1 (a); e o segundo montado em uma escola de ensino fundamental na cidade de Brasília na Figura 1 (b).

Figura 2. Locais destinados para descarte do óleo residual de fritura pela comunidade.
(a) FGA – UnB
(b) Escola no Distrito Federal



Além dos pontos de coleta, atualmente o Programa Biogama oferece palestras e oficinas para produção de sabão e de biodiesel para a comunidade. Com o uso de equipamentos de proteção, aparelhos e vidrarias adequados, os alunos participantes do programa, todos estudantes do curso de Engenharia de Energia, produzem sabão para limpeza pesada e biodiesel, tendo como matéria-prima o óleo residual de fritura coletado. As disciplinas de Química e Combustíveis e Biocombustíveis do curso de Engenharia de Energia são trabalhadas diretamente nas palestras e oficinas.

Na produção de sabão, as reações químicas envolvidas (reações de saponificação), conceitos de proporção (estequiometria) e de controle de qualidade (análise quantitativa e qualitativa de processos) são apresentadas. Na produção de biodiesel, além das reações químicas envolvidas (reações de transesterificação e esterificação), todo o conhecimento que diz respeito à produção desse biocombustível é oferecido para o público. Considerando que este combustível compõe a matriz energética brasileira, um estudo comparativo entre todos os combustíveis é apresentado para a comunidade, com uma linguagem simples e de fácil acesso para os ouvintes. A Figura 2 apresenta os alguns combustíveis além das amostras de óleo vegetal (usado e puro), exibidos no estande do Programa Biogama, durante uma apresentação do grupo na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia.

Figura 2. (a) Programa Biogama na Feira Nacional de Ciência e Tecnologia; (b) da esquerda para a direita, amostras de combustíveis no estande Biogama: diesel, biodiesel, óleo residual de fritura, óleo vegetal puro, álcool, gasolina aditivada e gasolina comum.



Os alunos se organizam em diferentes grupos para trabalhar esses conceitos. Os veteranos, que estão a mais tempo no programa, auxiliam os alunos mais novos, e todos compartilham as experiências adquiridas no decorrer das atividades extracurriculares com os estudantes de escolas públicas, escolas particulares e membros da comunidade em geral. Essa troca de conhecimento é um dos pontos focais do programa, levando a muitas pessoas o conhecimento necessário para transformar sua realidade. Além da produção de sabão, oficinas de velas, sabão em pó e amaciantes também já foram realizadas em edições passadas do Programa Biogama. A prática de produção desses produtos a partir da reciclagem do óleo usado é, para muitas comunidades, um meio de praticar a economia doméstica e até mesmo uma fonte de renda alternativa para algumas famílias.

Essas apresentações acontecem tanto na universidade, quanto no ambiente escolar. As apresentações para escolas de nível médio e fundamental são realizadas periodicamente no Campus da FGA, e ocorrem como atividades do Projeto Workshop Biogama, um trabalho vinculado ao Programa Biogama. O principal objetivo é informar e conscientizar sobre os impactos ambientais causados pelo descarte inadequado do óleo residual, mas além disso, também se torna para muitos alunos uma oportunidade de vivenciar um primeiro contato com a universidade. É comum a troca de informações entre os estudantes de graduação e nível médio após as apresentações, principalmente sobre o vestibular, os cursos, o cotidiano universitário, os laboratórios, os conceitos científicos envolvidos nas palestras e outras curiosidades sobre a realidade acadêmica. Essa interação é muito valiosa, e promove um maior interesse nos jovens estudantes para cursar a graduação em uma faculdade pública, principalmente na área das ciências exatas.

Além das atividades regulares na comunidade e nas escolas, o Programa Biogama também está presente em eventos científicos locais e nacionais importantes, como o Encontro de Ciência e Tecnologia da Faculdade UnB-Gama e a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, respectivamente. Além das palestras e oficinas de preparo de sabão realizadas, nesses eventos são distribuídos panfletos educativos, que podem ser vistos na Figura 3. Neles são descritos os impactos causados pelo descarte indevido do óleo residual na natureza, e uma receita prática e simples para produzir sabão em casa, sempre levando em consideração que o uso desse sabão deve ser para limpeza pesada e não para uso em higienização pessoal.

Figura 3. Panfletos produzidos pelo Programa Biogama para distribuição em palestras.



Em alguns eventos, também são distribuídos produtos (Figura 4), confeccionados nos laboratórios da faculdade pelos estudantes do Programa, e embalados pelos alunos com a logomarca do programa.

Figura 4. Produtos Biogama produzidos pelos alunos para distribuição em eventos.



Criada e mantida pelos alunos participantes, o website e a página do Biogama na rede social Facebook proporcionam a divulgação do Programa e a atividade de conscientização através do compartilhamento de informações e avisos sobre o impacto ambiental causado pelo descarte indevido do óleo usado de fritura. Além de divulgar tudo o que é realizado pelo programa, os endereços eletrônicos também fornecem informações importantes para outras instituições de ensino e organizações sociais que desejam firmar parcerias com o Programa Biogama. Após uma vontade interna dos alunos com posterior enquete entre professores e alunos, a logomarca do programa foi repaginada e depositada no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) no ano de 2017 (Figura 5).

Figura 5. Logomarca do programa criada e depositada em 2017.



Com o apoio do CNPq e do Decanato de Extensão da UnB, alguns alunos recebem bolsas de estudo para incentivar a pesquisa, produção e publicação de artigos científicos e participação em congressos. Essas atividades se relacionam diretamente às atividades do Programa Biogama, e essas trocas de experiências com a comunidade já renderam vários frutos, sendo o principal tema do trabalho de conclusão de curso da maioria dos alunos vinculados aos projeto/programa de extensão.

Assim, o Programa Biogama oferece atividades que atendem a todos os públicos, porém, seu foco principal está na formação de recursos humanos, capazes de transformar suas realidades e a sociedade ao seu redor. Além de orientar a comunidade sobre a melhor maneira que se deve descartar um produto tão poluente, o trabalho realizado forma estudantes de Engenharia de Energia com uma visão crítica diferenciada, habilitados em modificar e melhorar a realidade de pessoas próximas. Vivenciar a realidade dessas comunidades permite com que esses alunos tenham uma visão mais plural, os diferenciando dos estudantes com uma formação tradicional em Engenharia.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interdisciplinaridade no ensino universitário e a interação com a sociedade é de grande importância para a comunidade acadêmica.

O Programa Biogama, desenvolvido na Faculdade UnB Gama (FGA), promove a interação entre a comunidade acadêmica e a sociedade através da conscientização acerca do descarte correto e reuso do óleo residual de fritura, mostrando a comunidade os produtos que podem ser obtidos através deste resíduo.

Além das atividades desenvolvidas pelos estudantes da FGA como palestras ministradas em eventos, feiras e escolas e as oficinas de sabão, o Programa Biogama também tem um viés de ensino e pesquisa, possibilitando aos alunos realizar estudos na área de produção de biocombustível e demais produtos de maior valor agregado a partir do óleo residual de fritura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), à Fundação de Empreendimentos Científicos e Tecnológicos (FINATEC), ao Instituto de Química da Universidade de Brasília (IQ-UnB), e aos Decanatos de Extensão (DEX-UnB) e de Pós-Graduação da Universidade de Brasília (DPP-UnB).

REFERÊNCIAS

- [1] Belhot, R. V. Repensando o Ensino de Engenharia. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 1996, Manaus -AM. XXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 1996. v. 1. p. 29-36.
- [2] Cassilha, Antônio Carlos; Casagrande JR, Eloy F.; Silva, Maclovio Correa da. Energia e o ensino da engenharia na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR: Desafios para se alcançar a sustentabilidade. 2011. Disponível em: revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/...ct/.../697. Acesso em: 22 maio 2017.
- [3] Gaio, L. M.; Silva, J. S.; Curado, I. C.; Ribeiro, B. P. M.; Elizeu, D.; Oliveira, A.; Rodrigues, J. P.; Souza, J. S. A.; Macedo, J.L. Interdisciplinaridade nos cursos de engenharia da UnB/FGA a partir do projeto de reciclagem do óleo de fritura - Biogama. Anais: XXXIX - Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Blumenau, 2011.
- [4] Ghesti, G. F.; Rodrigues, J. P.; Souza, J. S. A.; Macedo, J. L.; GAIO, L. M.; Silva, J. S. A educação ambiental na Engenharia e a reciclagem de óleo residual coletado: projeto de extensão Biogama. Revista Participação, v. 19, p. 29-37, 2011.

- [5] Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. Avaliação da Extensão Universitária: Brasília: MEC/SESu: Curitiba: UFPR; Ilhéus: UESC, 2001. (Coleção Extensão Universitária; v.1)
- [6] Furtado, A.F. Um Estudo sobre o Desafio do Ensino de Engenharia Frente aos Problemas Econômicos, Energéticos e a Sustentabilidade. Revista Encontro de Pesquisa em Educação Uberaba, v. 1, n.1, p. 4-19, 2013.
- [7] Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002. Conselho Nacional de Educação Câmara de Educação Superior. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em: 22 maio 2017.

Capítulo 17

Avaliação das ações do Projeto Cidadania na Civil

Júlia Beatriz Saugo Milani

Gustavo Lacerda Dias

Sérgio Luiz Dallagnol

Heloísa Aparecida Piassa Benetti

Normélio Vitor Fracaro

Resumo: A graduação é responsável pelo processo de formação integral do profissional por meio da produção de novos conhecimentos e pelo desenvolvimento da sociedade. É fundamental para o engenheiro reconhecer que, como agente de transformação social, ele faz parte do todo e deve estar envolvido e comprometido com o presente e o futuro da sua profissão. É também de responsabilidade do engenheiro a integração de todas as atividades, atitudes e interesses da sociedade à qual pertence ou presta serviço. O objetivo deste trabalho é promover práticas sociais, com alunos do curso de Engenharia Civil, em entidades assistenciais que precisam de reparos e manutenções em suas instalações físicas, para solucionar problemas pontuais e trazer melhorias aos ambientes de convívio e trabalho. A metodologia envolve a oportunidade dos discentes consolidarem alguns conhecimentos teóricos e técnicas construtivas nas atividades do trote solidário, assim como a valorização da responsabilidade social a partir do cadastramento de notas e das atividades de apoio administrativo. Os resultados incluem todas as ações realizadas desde 2016 em 3 entidades assistenciais, que recebem apoio e melhorias na infraestrutura. Por fim, cabe à universidade e aos discentes do curso de engenharia, a construção e difusão de conhecimentos favoráveis ao desenvolvimento e, o comprometimento com a promoção da solidariedade, justiça e responsabilidade social.

Palavras-chave: Cidadania. Responsabilidade Social. Práticas Sociais.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente há uma necessidade crescente de desenvolver profissionais capacitados com responsabilidade econômica, social e ambiental. Em vista disso, a busca por políticas e estratégias que possam atenuar essa situação de desigualdade está relacionada a uma maior atuação de diversos atores, que, por sua vez, busquem promover ações para uma maior igualdade social. Governos, empresas e a sociedade têm percebido a necessidade de contribuir de forma mais decisiva para minimizar tais problemas sociais e ambientais (MOURA, COMINI e TEODÓSIO, 2015). No entanto, a formação de profissionais com consciência social, ambiental e a habilidade para lidar com funções mais sociais, deve ser estimulada dentro das instituições de ensino e, por essa razão, o tema responsabilidade social tem sido debatido com mais frequência tanto no meio acadêmico como nas empresas.

O termo Responsabilidade Social (RS), historicamente, foi cunhado para tratar de obrigações de caráter moral das empresas quanto a um comportamento socialmente responsável para, juntamente com os Estados e a sociedade civil, construir um mundo melhor. Segundo Ashley (2002), a responsabilidade social pode ser definida como o compromisso que uma organização deve ter com a sociedade. Esse compromisso pode ser expresso por meio de atitudes que afetem a comunidade positivamente, de modo amplo ou específico. Ou seja, a responsabilidade social é toda e qualquer ação que possa contribuir para a melhoria da qualidade de vida da sociedade.

O desejo de um mundo melhor, possibilitado pela inclusão social e defendido pelas empresas, já era retórica nas instituições de ensino superior (IES). As IES emergidas nesse espírito de época, aprofundaram as discussões sobre a responsabilidade social, tendo em vista que as escolas, faculdades, universidades e centros universitários, são espaços privilegiados de formação. Elas são responsáveis pelo processo de formação e profissionalização das pessoas por meio da relação crítica e reflexiva, com aspectos técnicos, teóricos, éticos e morais, que implicam na vida em sociedade, baseados nos termos da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (1996). Nesse contexto, a ética é compreendida como desejo de uma vida boa compartilhada (Douerk, 2011; Ricoeur, 1990), assente na solidariedade, justiça e responsabilidade (SOUSA, 2011).

Ao explicitar que a Educação Superior é responsável por formar profissionais comprometidos com o meio social em que está inserida, a LDB (1996) aponta a responsabilidade social das instituições que a concretizam. esse meio social extrapola o contexto da IES e se estende para o conjunto de pessoas, recursos naturais e instrumentais, sejam eles tecnológicos ou não, que compõem o espaço de vida e de ação dessas pessoas. Espaços estes, em que os estudantes e os demais membros da comunidade acadêmica, orientados teórica e metodologicamente, atuam na gestão e prática de projetos com vistas não só à promoção do outro e da sociedade, mas também, de si mesmos.

As atividades sociais são uma forma comprometida de atuar no espaço acadêmico global. A instituição e as pessoas que a compõem estão preocupadas umas com as outras, com o mercado de trabalho e com as comunidades que acolhem. Assim, nas palavras de Pereira (2003), a responsabilidade social não é uma atividade separada da educação, e sim uma nova forma de educação, mais abrangente e consciente. Deste modo, a responsabilidade social não se restringe à atividades isoladas, pelo contrário, incorporar-se ao dia a dia das pessoas, intrínseca em cada gesto e em cada pensamento.

Nessa conjuntura, constata-se o surgimento da ideia do Trote Solidário no ano de 2015 na Coordenação de Engenharia Civil, voltada à promoção de ações sociais com ênfase nas camadas menos favorecidas. O projeto visa levar alunos do curso a realizar ações práticas junto a entidades assistenciais, sem fins lucrativos. O objetivo é fazer reparos e manutenção de instalações prediais das instituições, identificar e atuar em demandas administrativas que estejam sob o escopo do projeto e alcance dos alunos, assim como, auxiliarem na organização de ações beneficentes de arrecadação de fundos.

Tão importante quanto a implantação do Trote, é a atuação de futuros engenheiros conscientes do relevante papel social que devem desempenhar. Assim, os estudantes dos cursos de Engenharia Civil podem se engajar em atividades sociais no decorrer do curso, bem como ampliar a sua compreensão acerca da temática de responsabilidade social e cidadania. Como a universidade está alicerçada sobre o ensino, pesquisa e extensão, identifica-se esta necessidade de atender anseios da população aproveitando o conhecimento e dedicação dos professores.

2. JUSTIFICATIVA

O trabalho pretende apresentar as atividades e resultados advindos da execução do projeto de Extensão Cidadania na Civil, implantado desde 2016 destacando a importância da extensão para a formação humanística, ética, e o despertar do acadêmico para o trabalho voluntário com responsabilidade social. As ações promovem a interação entre os alunos calouros e os veteranos, despertando o espírito de solidariedade. Tudo isso, reforça o importante papel que as instituições de ensino e os centros acadêmicos possuem na formação de um profissional com uma consciência cidadã bem estabelecida.

A coordenação de Engenharia Civil (COECI) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Pato Branco, vem tendo uma preocupação em realizar ações que envolvam os alunos do curso em questões sociais, com o intuito de desenvolver a sensibilidade dos futuros engenheiros no campo das Ciências Sociais e Humanas. Existe no município uma série de entidades assistenciais, sem fins lucrativos, que prestam serviços relevantes à parcelas carentes da sociedade, tais como asilo de idosos, acolhimento de crianças carentes, suporte a dependentes químicos, dentre outras. Essas são entidades que dependem fundamentalmente de doações e têm, em geral, dificuldades operacionais e financeiras, apresentando diversas demandas que precisam ser resolvidas.

Neste contexto, a COECI iniciou, em 2016, ações isoladas de extensão junto a entidades beneficentes de Pato Branco, buscando solucionar problemas identificados e trazendo melhorias nas instituições selecionadas. As ações já executadas envolveram melhorias nas condições físicas dos ambientes das entidades, na forma de atividades ligadas à Construção Civil. Tais atividades foram prestadas sempre com a participação de acadêmicos (calouros e veteranos), como reparo de reboco de paredes, pintura de portas, janelas e paredes, instalações elétricas e hidráulicas, dentre outras.

O Laboratório de Canteiro de Obras e o Laboratório de Estruturas, assim como outros laboratórios da instituição, têm contribuído com a formação dos discentes do curso de Engenharia Civil da UTFPR Campus Pato Branco, através de atividades de ensino, pesquisa e extensão. A participação dos acadêmicos em atividades práticas de construção, através da realização de projetos de extensão, permite a oferta de serviços para a comunidade em geral. Isso gera a troca de experiências de forma consciente e responsável entre os alunos de graduação e a comunidade externa. Essas experiências estão ligadas intrinsecamente à sua formação profissional, trazendo um aprendizado prático aos alunos, bem como tem um importante caráter motivacional.

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada para atingir os objetivos do projeto foi desenvolvida com base nas seguintes etapas:

3.1 PROJETO CIDADANIA NA CIVIL

O projeto Cidadania na Civil é desenvolvido por acadêmicos (veteranos) e professores do curso de Engenharia Civil. A metodologia de trabalho consiste em, num primeiro momento, entrar em contato com instituições assistenciais e agendar uma visita. Nessa visita um grupo de professores do curso de Engenharia Civil, juntamente de alunos veteranos pertencentes ao Centro Acadêmico, fazem um levantamento de possíveis intervenções na instituição e elaboram um Plano de Ação.

As atividades que constituem o Plano de Ação podem ser de duas naturezas distintas: atividades ligadas à Construção Civil – reparo e manutenção de instalações prediais da instituição: são identificados possíveis serviços ligados ao curso de Engenharia Civil e que sejam passíveis de serem executados em regime de mutirão pelos alunos do curso, de modo seguro e com resultados práticos satisfatórios. Estão envolvidos nestas ações alunos de todos os períodos do curso, mas especialmente os ingressantes (calouros), como forma de substituição do trote violento e humilhante pelo chamado “Trote Solidário”. O Trote marca a integração do estudante na vida universitária. É a recepção dos ingressantes ao novo ambiente e a uma nova fase, após muita dedicação e determinação.

Atividades de Apoio - outros serviços/benefícios: ao longo do tempo, com o contato estreitado com as instituições assistidas, vão sendo identificadas outras ações pertinentes à atuação dos alunos e professores envolvidos e que trazem benefícios importantes, tais como o cadastramento de notas fiscais no programa Nota Paraná, auxílio na organização de eventos beneficentes, recepção aos calouros no Integra Civil, execução de determinadas tarefas burocrático-administrativas, dentre outras.

As ações do projeto tem a intenção de ajudar a comunidade em geral, mais especificamente entidades assistenciais, que não possuem recursos para a contratação de um profissional da área de Engenharia Civil. A comunidade externa apresenta demandas que são simples de serem atendidas por profissionais capacitados e que, muitas vezes há profissionais nas universidades e que podem contribuir para fazer reparos e manutenção de instalações prediais, identificar e atuar em demandas administrativas que estejam sob o escopo do projeto e alcance dos alunos, além de auxiliar as instituições sociais na organização de ações beneficentes de arrecadação de fundos.

Tudo isso traz benefícios sociais concretos. Por um lado, as instituições beneficentes recebem apoio e melhorias em sua infraestrutura e conseguem melhorar as condições de atendimento às pessoas assistidas, sejam idosas, crianças carentes ou dependentes químicos, e, por outro lado, nossos alunos têm a oportunidade de conviver com realidades sociais muito distintas de seu dia-a-dia, favorecendo a construção de um cidadão que, logo em seguida, estará atuando profissionalmente na sociedade, contribuindo de forma mais justa e harmoniosa com o crescimento econômico e social do Brasil.

Trote Solidário

Em todas as entidades assistenciais, a infraestrutura precisa de manutenção ou reparos regularmente, como qualquer edifício, e que nem sempre há verbas disponíveis para este fim, o que torna difícil de planejar e executar os mesmos.

Com esta atividade, almejamos despertar nas crianças e adultos, das entidades assistidas, uma consciência de moradia, bem estar e autoestima pela qualidade de sua casa, ou ambiente, e que possa posteriormente ser transmitido aos seus familiares, proporcionando, também, atividades que podem ser utilizadas como um trabalho autônomo, construção do caráter como senso de ajuda ao próximo, parceria com os colegas que estão buscando um papel a ser desempenhado na sociedade ao sair da entidade, fortalecer o senso de autonomia, bom desempenho nas demais atividades exercidas, por meio do conhecimento demandado para a conclusão das etapas de reparos e a obtenção de tornar possível uma moradia mais bonita e digna para sua família.

O Lar de Idosos São Vicente de Paulo atende cerca de 40 idosos, homens e mulheres, cadeirantes ou não, estando em atividade desde 1988, auxiliando idosos, com a ajuda da comunidade. A Missão S.O.S. Vida começou a funcionar em 1992 e iniciaram-se os trabalhos de acolhimentos de dependentes químicos, que logo foram estendidos para o auxílio aos moradores de rua em situação de risco social do sexo masculino com idade a partir dos 18 anos, com a finalidade de socializá-los à comunidade ou família. Há capacidade para mais de 60 pessoas, em três casas de acolhimento. Por fim, a Fundabem (Fundação Patobranquense do Bem Estar) presta o atendimento a crianças e adolescentes carentes em situação de risco pessoal e social, de diversos bairros do município, nas faixas etárias de 05 a 15 anos. Atualmente, atende 150 crianças e adolescentes em período de contraturno escolar.

O desenvolvimento das atividades do Trote Solidário está baseado nas ementas das disciplinas: Introdução à Engenharia Civil, Processos Construtivos e Materiais de Construção. As ementas propõem a participação de todos os alunos em trabalhos práticos e coletivos, buscando uma visão mais clara dos problemas do dia a dia de uma construção/reforma e a solução que pode ser obtida de forma comunitária. O método participativo, calouros, veteranos e centro acadêmico, incluem todas as pessoas e as tornam responsáveis pelo projeto em andamento. Desta maneira é possível exercitar o senso crítico de cada um, estimular o respeito às adversidades que possam vir a surgir, conhecer maneiras diferentes de construir (uma vez que há alunos de norte a sul do Brasil), resolver problemas de engenharia e buscar novos desafios.

Cadastro de Notas Fiscais

As entidades sociais podem ser beneficiadas com o programa Nota Paraná, os benefícios – parte do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), gerada pelas notas fiscais sem CPF – são destinados diretamente para as contas das instituições e ajudam a driblar a queda nas doações voluntárias que afetam a arrecadação. A Secretaria da Fazenda esclarece que as doações de documentos fiscais para entidades cadastradas no programa Nota Paraná devem ser realizadas exclusivamente pelos consumidores. Com isso, as entidades não disponibilizam colaboradores ou voluntários para realizar o cadastramento de tais notas.

Como há um grande número de notas recolhidas pelas instituições, e não há voluntários ou mesmo funcionários disponíveis para o cadastramento, é que se justifica o trabalho dos alunos. A entidade Missão S.O.S. Vida tem internos que precisam de atividades e tem capacidade e habilidade de realizar tarefas, até mesmo para contribuir no tratamento de sua recuperação, e assim realiza esta atividade, o que não é possível com as crianças ou com os idosos.

As entidades buscam as notas, que são recolhidas em vários pontos comerciais da cidade, uma vez por mês. Os alunos arrecadam as notas nas entidades e levam até a UTFPR, os quais reservaram uma sala de aula, onde é feito o trabalho de seleção e o cadastro de notas, por meio do aplicativo do celular Nota Paraná.

A finalidade da atividade de cadastramento de nota é de não perder os benefícios do imposto e que podem ajudar na compra de alimentos, material de limpeza e higiene, e até mesmo remédios para as crianças e adultos. O cadastramento das notas é mais uma fonte de recursos – desvinculados, livres– que podem ser investidos para melhor atender quem depende das organizações da sociedade civil.

As promoções beneficentes ocorrem com determinada frequência para cada tipo de evento: Macarronada com galetto, a cada dois meses; e o Jantar Costelão Fogo de Chão, uma vez por ano. Nestes dias de evento, há um acúmulo de trabalho e não há voluntários suficientes para a organização do espaço, destinado para a recepção dos convidados. Nestes dias, os alunos do curso de Engenharia Civil vão até a entidade e ajudam nas mais diversas tarefas, nas datas determinadas.

Por fim, depois de diversas atividades para recepção dos ingressantes no curso de Engenharia Civil, o Centro Acadêmico de Engenharia Civil realiza o Integra Civil, uma confraternização entre os alunos veteranos e calouros com a finalidade de dar boas vindas aos muitos alunos que chegam de outras cidades e estados.

4.RESULTADOS

A continuidade das ações de extensão iniciadas em 2016 é uma meta da Coordenação de Engenharia Civil. A sua consolidação na forma de um projeto de extensão homologado, certamente dá maior respaldo institucional ao grupo, o qual pretende estabelecer estas ações de cidadania de forma contínua e consolidada no curso de Engenharia Civil da UTFPR Campus Pato Branco.

Algumas dessas iniciativas deixam marcas concretas nas entidades locais, ou seja, leva melhorias às instituições não governamentais. A ideia é colocar os alunos para praticar o que aprendem em sala de aula e, além disso, atender a uma demanda da entidade, de modo que eles possam contribuir com a melhoria dos espaços físicos.

O Quadro 1 apresenta uma relação das ações realizadas pela Coordenação do curso de Engenharia Civil, desde 2016, em entidades assistenciais de Pato Branco/PR.

Os resultados esperados são plenamente mensuráveis em virtude de haver uma programação definida de ações.

Com os Trotes Solidários, realizados em todas as entidades assistenciais, houve o ganho imediato ao propiciar às entidades melhores condições de acolhimento. Durante os dias de trabalho, aconteceram confraternizações com as crianças, adultos e idosos, com várias atividades de recreações como música, artes, jogos lúdicos e pinturas, o que propicia uma interação social e que leva muito carinho aos adultos e idosos carentes de companhia, às crianças carentes e em situação social de risco e, ao mesmo tempo, induzem nos alunos de Engenharia Civil o sentimento de solidariedade e vivência em sociedade.

Quadro 1 – Histórico do Projeto Cidadania na Civil.

Ano	Local	Descrição da Ação
2016/1	Lar de Idosos São Vicente de Paulo	Pintura das paredes dos quartos da ala feminina do asilo; tarde de confraternização dos alunos com os idosos, com música, dança e lanche coletivo.
2016/2	Lar de Idosos São Vicente de Paulo	Pintura das paredes dos corredores e da área externa da lavanderia; tarde de confraternização dos alunos com os idosos, com música, dança e lanche coletivo.
2016/1 e 2016/2	Lar de Idosos São Vicente de Paulo	Cadastramento de notas fiscais vinculadas ao programa Nota Paraná, como fonte de recursos para o asilo.
2017/1	Lar de Idosos São Vicente de Paulo	Pintura de todas as portas da ala feminina do asilo; tarde de confraternização dos alunos com os idosos, com música, dança e lanche coletivo.
2017/2	Missão S.O.S. Vida	Pintura das paredes externas de casa de madeira que abriga internos da instituição; palestra (depoimentos) de dependentes químicos aos alunos participantes, como ação de conscientização para o perigo das drogas.
2017/2	Missão S.O.S. Vida	Campanha de doação de roupas, livros e mantimentos para a instituição.
2018/1	Fundabem	Pintura das paredes de cinco salas de aula da instituição, e de 20 portas divisórias dos banheiros das crianças; tarde de confraternização e brincadeiras com as crianças.
2018/1 e 2018/2	Fundabem	Cadastramento de notas fiscais vinculadas ao programa Nota Paraná, como fonte de recursos para a entidade.
2019/1	Fundabem	Pintura das paredes dos corredores das salas de aula; pintura e reparos da área interna da entrada; tarde de confraternização e brincadeiras com as crianças.
2019/1	Fundabem e Lar de Idosos São Vicente de Paulo	Cadastramento de notas fiscais vinculadas ao programa Nota Paraná, como fonte de recursos para a entidade.

Fonte: Autoria própria

As ações de auxílio de cunho administrativo, como o cadastramento de notas fiscais doadas pela população, dentro do programa Nota Paraná, permitem às entidades assistenciais obterem recursos financeiros diretamente da Secretaria da Fazenda do Estado do Paraná. Estes recursos, juntamente com as doações recebidas e os eventos (almoços) de arrecadação de fundos, constituem as principais fontes de receita para a manutenção das atividades das entidades.

Com o aplicativo Nota Paraná é possível acompanhar as notas fiscais que foram doadas para as entidades cadastradas, permitindo acompanhar, com transparência, os valores que as entidades receberem. Em dois meses, abril e maio de 2019, foram cadastradas, somente pelos alunos voluntários do projeto, mais de 7000 notas fiscais para as duas instituições, identificando que a participação dos alunos nestas atividades auxilia muito na obtenção de recursos financeiros, pelas entidades assistenciais conveniadas. No Quadro 2 é possível constatar o número de notas doadas e o valor recebido de cada entidade.

Quadro 2- Notas doadas no mês de janeiro de 2019.

Entidade	Nº de notas doadas	Valor total recebido (reais)	Valor médio (reais/ nota)
Fundação Pato Branquense do Bem Estar-Fundabem	5804	3234,81	0,54
Lar de Idosos São Vicente	16505	6192,93	0,37

Fonte: Aplicativo Nota Paraná

Nas atividades isoladas que já foram implementadas, a imprensa esteve presente em diversas ocasiões fazendo matérias jornalísticas para jornais e noticiários regionais de televisão, o que fortalece o compromisso e reconhecimento da UTFPR pela sociedade, a qual enaltece os trabalhos executados e os benefícios às entidades assistenciais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto que apresentamos neste trabalho evidencia novas possibilidades de atuação dos acadêmicos dos cursos superiores com vistas à formação de pessoas, profissionais e instituições preocupadas com o processo de desenvolvimento da cidadania nos alunos e futuros engenheiros. Estabelecendo a

responsabilidade social como diretriz de trabalho e formação das pessoas, o projeto concretiza sua função social, ampliando sua atuação para uma forte integração com a comunidade local.

A contribuição dos estudantes gera uma interação em que ambos os lados ganham. Os estudantes levam alegria, tanto para as crianças quanto para os adultos, de acordo com a entidade, se emocionam, se entusiasmam e muitos se comovem. Os alunos deixam de lado a visão preconcebida das crianças desfavorecidas/carentes e adultos abandonado/dependentes químicos e conseguem ver que estes riem, interagem e brincam.

O estreitamento na relação entre a prática da profissão é importante também para o futuro dos alunos, pois se tornarão engenheiros e é importante estimular esses estudantes a conhecer essa realidade.

Enfim, este trabalho enfoca em atuações de responsabilidade universitária como uma oportunidade de compartilhamento, construção e difusão de conhecimento em contextos favoráveis ao desenvolvimento de identidades solidárias. Além disso, aponta modos como a engenharia pode contribuir nos processos rotineiros para a realização das ações assumidas pela coordenação do curso em integrar ensino, pesquisa e extensão com vistas ao desenvolvimento humano em uma dimensão ética e à construção de uma sociedade mais solidária.

REFERÊNCIAS

- [1] Ashley, Patrícia Almeida. Ética e responsabilidade social nos negócios. São Paulo: Saraiva, 2004.
- [2] Brasil. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, seção 1. Brasília, DF, 1996.
- [3] Dourek, S. S. Paul Ricoeur e Emmanuel Lévinas: um elegante desacordo. São Paulo: Ed. Loyola, 2011.
- [4] Moura, Anita Maria; Comini, Graziella; Teodósio, Armindo Santos de Sousa. The International growth of a social business: a case study. Revista de Administração de empresas. São Paulo, v.55, n.4, p. 444-460, 2015.
- [5] Pereira, Raquel. da Silva. Responsabilidade Social na Universidade. Revista Gerenciais, São Paulo, v.2, p. 113-125, 2003.
- [6] Ricoeur, P. Soi-memê comme un autre. Paris: Seuil. 1990.

Sousa, M. DO A. Desenvolvimento humano no contexto do voluntariado: interfaces com a ética e sustentabilidade. 2011. Tese (Doutorado) – Instituto de Psicologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

Autores

ADRIEL DE OLIVEIRA FREITAS

Mestrando em Energia e Ambiente pela Universidade Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). Engenheiro eletricitista formado pela Universidade Federal do Ceará(UFC). Técnico em Eletromecânica pelo Serviço de Aprendizagem Industrial (SENAI). Técnico em Mecatrônica pelo Centro de Estudo e Pesquisa em Educação Profissional (CEPEP). Técnico em Eletrotécnica Centro de Estudo e Pesquisa em Educação Profissional (CEPEP).

ALANE TEIXEIRA RODRIGUES

Graduanda em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará, campus Sobral; Trabalha com microgração de energia elétrica e redes FTTH (Fiber to the Home).

ALDI RUI MORAIS SILVA

Possui graduação em Administração pela Escola de Negócios do Estado da Bahia (2006), Mestrado em Administração pela UNIFACS (2015) e Especialização Lato Sensu em Administração pela UNIFACS (2014), Especialização Lato Sensu em Engenharia de Sistemas pela ESAB (2014), MBA Executivo em Gestão de Projetos pelo SENAI (2011), Especialização Lato Sensu em Tecnologia em Recursos Humanos pela ESAB (2009). Atua como professor colaborador e pesquisador nos cursos de graduação do Grupo Nobre (FAESF/UNEF e FAN) e como diretor, docente e consultor na empresa ALDI TREINAMENTOS E PROJETOS, com atividades voltadas a planejamento, coordenação, desenvolvimento de projetos e formação profissional.

ALEXSANDRO FERREIRA DE BARROS JÚNIOR

Estudante de graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande. Encontra-se atualmente estagiando na empresa Idea! Sistemas Eletrônicos, com ênfase em testes de lasers para telecomunicações.

ANA BRANDÃO BELISÁRIO

Mestranda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais, graduação em Engenharia Química, UFMG (2017). Desenvolve pesquisas relacionadas à aplicações de métodos para monitoramento e controle estatístico de processos, neste campo atuou como pesquisadora na Lappeenranta University of Technology, Finlândia. Principais interesses envolvem a aplicação da ciência de dados, o ensino de engenharia voltado ao desenvolvimento de pessoas, e a melhoria da qualidade de vida por meio da prática da sustentabilidade.

ANA MAE TAVARES BASTOS BARBOSA

Arte-Educadora, Graduada em Direito (Universidade Federal de Pernambuco - 1960), Mestre em Art Education (Southern Connecticut State College - 1974) e Doutorado em Humanistic Education (Boston University - 1978). Atualmente é Professora Titular aposentada da Universidade de São Paulo e Professora do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Design na Universidade Anhembi Morumbi.

ANA MARIA VELLOSO NOBRE

Licenciada em Matemática pela Universidade São Paulo e mestre em Ensino da Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Atualmente é professora do Departamento de Matemática da PUC-SP e membro do grupo de pesquisa: A Matemática na Formação Profissional, atuando na linha de investigação A Matemática como Componente Curricular de Cursos de Graduação, que volta sua atenção para o ensino de Matemática em cursos superiores, cujo foco não é a formação de matemáticos. Experiência na área de Matemática, com ênfase em Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra e Geometria. Experiência na área de Formação de professores e no Ensino a Distância.

ANDRÉIA ALVES COSTA

Possui graduação em Química pela Universidade de Brasília (Bacharel em 2003 e Licenciada em 2006), e mestrado em Química pela mesma instituição (2006). Concluiu o doutorado em Química pela Universidade de Brasília (2011), participando em um projeto de doutorado Sandwiche (2009-2010) na University of Central Florida (USA). Experiência na área de Química Inorgânica com ênfase em Catálise, atuando principalmente na aplicação de catalisadores suportados em reações de oxidação, reações de esterificação para produção de biodiesel e reações de adsorção envolvendo hidrocarbonetos policíclicos aromáticos. Atualmente, trabalha como professora na Faculdade UnB-Gama (FGA) na área de Engenharia de Energia com ênfase em Petróleo e Gás.

ANDRÉIA DE FÁTIMA ARTIN

Graduanda em Ciência e Tecnologia na Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville. Atuou no Programa de Educação Tutorial nas Engenharias da Mobilidade (PET EMB) por 3 anos. Possui graduação em Gestão Financeira pelo Centro Universitário Internacional (2014) e Técnico em Recursos Humanos pelo Centro de Educação Profissional - CEDUP (2012).

BIANCA LIMA E SANTOS FIGUEIREDO

Coordenadora Geral das Engenharias na UNEF e FAN. Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Católica do Salvador (2009), fez mestrado em Engenharia Civil e Engenharia Ambiental na Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS (2012).

BRENDA TERESA PORTO DE MATOS

Professora da Universidade Federal de Santa Catarina (Campus Blumenau). Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília (1979), graduação em Ciências Sociais pela Universidade de Brasília (1982), especialização em Saúde Pública pelo convênio UFSC/Secretaria de Estado da Saúde de SC/Escola Nacional de Saúde Pública, mestrado em Sociologia Política pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999) e doutorado em Sociologia Política pela Universidade Federal de Santa Catarina (2004).

BRENO AMADEUS SALES MARINHO DE SOUSA

Estudante de Engenharia de Energia pela Universidade de Brasília - UNB, participou do Programa Biogama, onde tem como foco a reutilização do óleo vegetal para fins de fazer a produção de sabão a base de soda caustica e também para a produção de Biodiesel, além de dar palestras em escolas públicas sobre conscientização ambiental. Entre os anos 2015 à 2019 atuou como Aluno-Pesquisador Bolsista do projeto Rapha, que tem como finalidade a neoformação tecidual para pé diabético. Em 2017 iniciou como PROIBIC de uma Palmilha Látex para fins Ortopédicos. Atua na empresa júnior Matriz Engenharia de Energia desde 2018, onde faz parte da diretoria de Marketing, a empresa tem um foco em soluções energéticas e fotovoltaico.

BRUNA LIDVINA HOEPERS

Possui Graduação em Engenharia de Transportes e Logística pela Universidade Federal de Santa Catarina (2019). Atualmente trabalha na área de logística reversa. Tem experiência em logística, otimização e análise de processos, monitoramento de transportes e KPIs. Tem interesse nas áreas de logística, engenharia de processos e transportes.

CAIO CÉSAR OBA RAMOS

Possui graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2006). Durante a graduação, desenvolveu projeto de Iniciação Científica, com auxílio de bolsa FAPESP (2004-2006). Possui mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2010) com auxílio de bolsa FAPESP, e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo (2014) com auxílio de bolsa CAPES. Foi pesquisador pós-

doutorando na Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho com auxílio de bolsa CAPES durante 2 anos (2014-2016) e tem experiência na área de Engenharia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas de energia, perdas comerciais (perdas não-técnicas), sistemas inteligentes, redes neurais artificiais, inteligência artificial, qualidade de energia, proteção em linhas de distribuição e descargas atmosféricas. Possui também importantes publicações em periódicos internacionais e conferências. Atualmente é professor no Instituto Federal Catarinense

CLAUDIA ALQUEZAR FACCA

Designer, educadora e pesquisadora em Design. Graduada em Desenho Industrial com habilitação em Projeto de Produto (Universidade Presbiteriana Mackenzie - 1991), Especialista em Comunicação e Artes e Didática do Ensino Superior (Universidade Presbiteriana Mackenzie - 1992 e 1993), Mestre em Design (Universidade Anhembi Morumbi - 2008), Doutorado Sanduíche (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto - 2019), Doutoranda em Design (Universidade Anhembi Morumbi - 2020). Atualmente é Professora Associada e Coordenadora dos cursos de Graduação e Pós-Graduação em Design do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia.

CREVERSON MORAES NAZÁRIO

Recebeu o título de bacharel em engenharia de controle e automação em 2018, pelo Instituto Federal de Mato Grosso. Atualmente, ele está cursando desde 2018, mestrado no Departamento de Automação e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Seus interesses de pesquisa incluem sistemas dinâmicos lineares e não lineares, teoria de controle robusto e otimização aplicada a sistemas de tráfego e transporte.

CRISTIANE JOHANN EVANGELISTA

Professora da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Doutora em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2019). Possui mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Luterana do Brasil (2013) e graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000). Tem experiência na área de Educação, Matemática e Estatística, atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Matemática, Formação de Professores e Educação Estatística.

DANIEL BASTOS DE REZENDE

Engenheiro Químico graduado em 2006 pela UFMG, com mestrado (2011) e doutorado (2015) concluídos pela mesma universidade. Possui experiência em indústrias multinacionais no setor automobilístico e de papel e celulose, em áreas de desenvolvimento de produto (laboratório de materiais, controle de qualidade e análise de falha), desenvolvimento de processo (controle de produção e meios de produção) e gestão de projetos e Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Com pesquisa, atuou por longo tempo em projetos de desenvolvimento de rotas alternativas de tratamento de óleo vegetal (Macaúba) e produção de biodiesel, produção de bio-hidrocarbonetos (diesel verde, bioquerosene e gasolina verde), simulação de processos de produção de biocombustíveis drop-in e especificação de planta piloto para hidroprocessamento de bio-óleos e óleos vegetais. Atua em pesquisas envolvendo a caracterização e aproveitamento de resíduos industriais, especialmente, o licor preto oriundo da indústria de celulose.

DIEGO MARTINS GOMES SARAIVA

Graduando Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Ceará (UFC). Estagiário de Engenharia Elétrica e Embaixador de Inovação na Empresa Multinacional de Distribuição de Energia Elétrica (ENEL), 2018 - Atual. Reconhecido como Universitário Empreendedor pela Universidade Federal do Ceará (UFC) - 2018. Menção Honrosa pelo Instituto Centro de Ensino Tecnológico (Centec) e a Secretaria da Ciência, Tecnologia e Educação Superior do Ceará (SECITECE) por ter a Startup Destaque do programa de incubação do Criadarce Fablab & Incubaworking - 2018.

DILSON HENRIQUE RAMOS EVANGELISTA

Possui graduação em Licenciatura Em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande (1996), graduação em Estatística pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2008), mestrado em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000) e doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2015). Atualmente é professor ensino superior da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará. Tem experiência na área de Probabilidade, Estatística e Educação Matemática.

EDUARDO BIDESE PUHL

Possui graduação em Curso superior em Mecatrônica Industrial pelo Instituto Federal de Santa Catarina (2008), mestrado em Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2011) e doutorado em Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2017). Atualmente é professor do Instituto Federal Catarinense em Rio do Sul.

ELISETE SANTOS DA SILVA ZAGHENI

Possui Doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (2011), Mestrado em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina (2004) e Graduação em Administração pela Universidade do Vale do Itajaí (1999). Atualmente é docente e pesquisadora da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville. Tem experiência na área de Administração, Transportes e Logística, atuando principalmente nos seguintes temas: planejamento e operação de sistemas de transportes, logística empresarial, planejamento estratégico, empreendedorismo e canais de distribuição. Participa dos seguintes grupos de pesquisa: GIT - Grupo de Pesquisa em Infraestrutura e Transportes e do Grupo de Pesquisa em Operações e Sistemas de Transporte.

ELYELTON CESAR DE SOUZA LIMA

Possui Graduação em Engenharia de Transportes e Logística pela Universidade Federal de Santa Catarina (2019). Atualmente é Analista de Logística na Opentech Gerenciamento de Risco e Logística. Tem experiência em Planejamento Urbano, Transportes e Logística. Tem Interesse nas áreas de Pesquisa Operacional, Engenharia de Tráfego, Transportes e Logística.

FÁBIO G. A. FILHO

Estudante de Engenharia Mecânica na Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Estagiário no Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática.

FELIPE PEREZ GUZZO

Estudante do curso de graduação em Design no Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia (2017-2020).

FRANCISCO ROGÉRIO LEITE DE MACÊDO

Técnico em Eletrotécnica pelo IFCE, Graduando em Engenharia Elétrica pela UFC. Com experiência na Operação do Sistema Elétrico Brasileiro. Atualmente, atua como operador de instalação na CHESF, Eletrobrás. Interessa-se por eficiência energética na operação de sistemas fotovoltaicos.

GABRIEL LOUREIRO DE LIMA

Possui graduação em Bacharelado em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (2001), graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (2005), mestrado em Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (2004) e doutorado em

Educação Matemática pelo Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (2012). Na mesma instituição é líder do Grupo de Pesquisa A Matemática na Formação Profissional e participa do GPEA (Grupo de Pesquisa em Educação Algébrica). Tem como principal área de interesse o ensino e aprendizagem de Matemática no Ensino Superior, com ênfase nos processos de ensino e de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral, da Análise Matemática e da Álgebra. É professor do Departamento de Matemática da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) e professor do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC-SP. Foi eleito vice coordenador do GT4 - Ensino Superior - da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM) em novembro de 2015 e reeleito para a mesma função em novembro de 2018. É também, desde 2017, um dos coordenadores do Grupo de Trabalho Ciências Básicas e Matemática na Engenharia da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE).

GUSTAVO LACERDA DIAS

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Juiz de Fora (1994), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000) e doutorado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (2005). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Estruturas, Materiais e Componentes de Construção, atuando principalmente nos seguintes temas: concreto armado; madeira; aço; análise estrutural. Professor efetivo da UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus de Pato Branco. Entre 2008 e 2013, esteve à frente da Secretaria de Bacharelados e Licenciaturas do campus (SELIB/DIRGRAD). Em 2017 e 2018, foi Coordenador do Curso de Engenharia Civil da UTFPR campus Pato Branco.

HECTOR ALEXANDRE CHAVES GIL

Bacharel em Química (Universidade de São Paulo -1989), Mestre em Ciências - Físico-Química (Universidade de São Paulo - 1993) e Doutor em Ciências - Físico-Química (Universidade de São Paulo - 1998). Atualmente é Professor Titular e Coordenador do Ciclo Básico do Curso de Engenharia do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia.

HELOIZA APARECIDA PIASSA BENETTI

Graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Estado de Santa Catarina (1994), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina (2006) e doutorado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010). Atualmente é professora titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Civil, atuando principalmente nos seguintes temas: Mecânica das Estruturas, Construção Civil, Sistemas Produtivos e Sistemas de Qualidade.

HERNÁN FABRICIO ALVARADO ROMERO

Estudios terciarios, Universidad Técnica Particular de Loja, Ingeniero Civil, octubre de 2003; estudios de cuarto nivel de la Universidad Nacional de Loja, noviembre de 2014, Magister de la construcción civil en el desarrollo sostenible.

IVONETE MACIEL

Graduada em Sistemas de Informação pela Faculdade de Tecnologia e Ciências (FTC, 2007) e mestra em Computação Aplicada pela Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS, 2015). Desenvolveu pesquisa na área de Telecomunicações com ênfase no sinal digital. Especialização em Logística pela FTC e em Gestão e Tutoria (Uniasselvi - Centro Universitário Leonardo Da Vinci). Atualmente é diretora de imagem da TV Subaé e docente da Faculdade Nobre e na Faculdade FAESF/UNEF nos cursos de engenharia Elétrica, Civil, Mecânica, Química e Publicidade e Propaganda.

JHON ALEXANDER CALDERON SANMARTÍN

Ingeniero en Sistemas graduado en la Universidad Nacional de Loja-Ecuador; ha obtenido algunos reconocimientos por la IEEE, Cisco, UNL, otras, Certificaciones; Líderes de próxima generación (NGL) organizado por ISOC, IPv6 Certification Sage, Cisco, LINUX IBM, así mismo ha participado en cursos, talleres organizados por LAGNIC, como también conferencista en varias universidades a nivel nacional e internacional. Además miembro de ISOC(Internet Society Global).

JÔNATAS D. LOPES

Estudiante de Engenharia Mecânica na Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Estagiário Voluntário no Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática.

JORGE MICHAEL VALAREZO RIOFRÍO

Ingeniero en minas, Universidad Nacional de Loja, Facultad de Geología y Ordenamiento Territorial, Director de la FEIRNNR 2019.

JOSÉ HÉLIO DE SOUZA

Bacharel em Engenharia de Sistemas pela Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES (2018). Atualmente é aluno de Mestrado em Engenharia Elétrica pela UFMG na área de Inteligência Computacional. Principais áreas de interesse e experiência são: Análise de dados; Data Science, Machine learning, Deep Learning, Otimização e Automação.

JOSÉ LEONARDO BENAVIDES MALDONADO

Recibió el grado de Ingeniería en Electromecánica de la Universidad Nacional de Loja., Loja, Ecuador, en 2004, y Master en Sistemas Automáticos e Informáticos de la Universidad Central Marta Abreu, Santa Clara, Cuba, en 2008. Doctorando en Control Automático en el Icimaf, Habana. investiga sobre los laboratorios virtuales para la enseñanza de control avanzado en la minería instalaciones cobre y del petróleo en el Ecuador

JOSÉ MARCELO GRACIOLI VILAS BOAS

Recebeu o título de bacharel em engenharia de controle e automação em 2018, pelo Instituto Federal de Mato Grosso.

JULIA BEATRIZ SAUGO MILANI

Acadêmica do curso de Engenharia Civil na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - Campus Pato Branco. Voluntária do programa de Iniciação Científica entre os anos de 2016 e 2017. Monitora bolsista de cálculo 2 na UTFPR entre os anos de 2015 e 2016, participou do projeto de extensão "Projeto de Habitação de interesse social" na UTFPR. Realizou intercâmbio na Hochschule Furtwangen na Alemanha no ano de 2018. Participa atualmente do Centro Acadêmico de Engenharia Civil na UTFPR.

KLEBER DIAS MOREIRA

Bacharel em Engenharia de Sistemas (2018) pela Universidade Estadual de Montes Claros, Áreas de interesse e experiência são: Eletrônica, Robótica, Automação, Redes de computadores. Atualmente trabalha com TI.

LARISSA SATOMI DA COSTA

Estudante de graduação em Engenharia Têxtil na UFSC. Lecionou aulas de informática para cegos e pessoas com baixa visão no projeto de extensão "Tecnologias para o desenvolvimento inclusivo". Interessa-se por projetos sociais.

LUÍS PAULO TOLENTINO FERNANDES

Graduado em Engenharia de Sistemas pela universidade Estadual de Montes Claros, possui formação técnica em informática pela Fundação Educacional de Montes Claros e atualmente é Gerente de Projetos.

LUIS ROBERTO JÁCOME GALARZA

Universidad Nacional de Loja, Facultad de Sistemas, actualmente doctorante en la ESPOL

LUIZ CARLOS CORDEIRO JR

Professor Adjunto da UERJ por 20 anos, cursou Doutorado pela UNESP Guaratinguetá, na área de Energia (simulação CFD) e Mestrado pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica, na área de Mecânica e Energia (Heat Pipes). Atualmente responsável pelo Laboratório de Mecânica, encabeçando trabalhos em hidráulica, motores e energias renováveis. Possui 22 anos de experiência profissional em indústrias de autopeças e em montadora automobilística de veículos pesados, sempre atuando na Engenharia de Desenvolvimento do Produto.

LYDIA ROSSANA ZICCARDI VIEIRA

Possui Mestrado em Matemática e Doutorado em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. É Professora do Departamento de Matemática da PUC-SP. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Cálculo Diferencial e Integral, Análise Matemática e Teoria dos Números e em Educação Matemática na linha de pesquisa História, Epistemologia e Didática da Matemática. Membro do Grupo de Pesquisa: A Matemática na Formação Profissional, atuando na linha de investigação A Matemática como Componente Curricular de Cursos de Graduação, que volta sua atenção para o ensino de Matemática em cursos superiores, cujo foco não é a formação de Matemáticos.

MARCEL VELOSO CAMPOS

Possui graduação e título de mestrado em Engenharia Elétrica pelo INATEL e Doutorado pela UNICAMP em Microeletrônica. Atualmente é professor da UNIMONTES.

MARCELO CARDOSO

Graduado em Engenharia Química pela UFMG (1988), mestrado e doutorado em Engenharia Química pela UNICAMP (1991 e 1998, respectivamente). Pós-doutorado em Engenharia Química pela USP (2003-2004), e em Engenharia Florestal pela UFV (2014). Trabalha na área de processos industriais com ênfase em simulação de processos, indústria de celulose e conversão de biomassas em energia. Coordenador do Laboratório de Processos Industriais da UFMG.

MARIA APARECIDA VIEIRA CARVALHO

Graduada em Engenharia de Energia pela Universidade de Brasília.

MARIA INEZ RODRIGUES MIGUEL

Bacharel e Licenciada em Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP, 1975), mestrado em Ensino da Matemática (PUC-SP, 1992) e doutorado em Educação Matemática

(PUC-SP, 2005). Atualmente é assistente doutor da PUC-SP e membro do comitê Institucional do PIBIC. Membro do grupo de pesquisa: a Matemática na formação profissional, com foco na investigação da Matemática como componente curricular de cursos de graduação. Tem experiência na área de Probabilidade e Estatística, Álgebra e Geometria. Professora da PUC-SP desde 1976. Experiência na área de Ensino a Distância.

MARIA LÚCIA LORENZETTI WODEWOTZKI

Doutora pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro (1974), e livre-docência pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1998). É aposentada como professor-adjunto desta Universidade, e professora voluntária na mesma. Tem experiência na área de Probabilidade e Estatística Aplicadas, com ênfase em Educação Estatística, atuando principalmente nos seguintes temas: análise estatística multivariada, modelagem matemática, educação matemática crítica, educação ambiental, formação de professores.

MARILISE LUIZA MARTINS DOS REIS SAYÃO

Professora Adjunta da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Blumenau, na especialidade de Sociologia. Doutorado e Mestrado em Sociologia Política e graduação em Ciências Sociais, todos pela Universidade Federal de Santa Catarina. É líder do grupo de pesquisa em Desenvolvimento Regional e Inovação (NUDRI/UFSC-Blumenau) e é pesquisadora do Núcleo de Pesquisas em Movimentos Sociais (NPMS/UFSC) e do Alteritas: Grupo de estudos e pesquisas sobre diferença, arte e educação (Departamento de Estudos Especializados em Educação - UFSC). Atualmente supervisiona o Laboratório de Ciência, Tecnologia e Inovação - LabCTI - UFSC/Blumenau e é coordenadora de extensão do Departamento de Engenharia de Controle, Automação e Computação.

MÁRIO LUCIO ROLOFF

Possui graduação em Engenharia de Controle e Automação Industrial pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) (2000), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002) com intercâmbio na Universidade Técnica de Aachen, Alemanha, mestrado profissional em Administração pela Universidade do Estado de Santa Catarina (2007) e doutorado em Engenharia de Automação e Sistemas pela UFSC (2014), com intercâmbio na Universidade Técnica de Aachen, Alemanha. Atualmente é Professor do ensino Básico, Técnico e Tecnológico na Unidade Tecnológica do campus Rio do Sul do Instituto Federal Catarinense (IFC) e líder do INOVA - Grupo de Pesquisa em Engenharia Mecatrônica (<http://mecatronica.ifc-riodosul.edu.br/inova>). Possui experiência na área de Mecatrônica e Automação Industrial, na especialidade de Informática Industrial.

MICHELE SEFERINO TONOLLI

Engenheira Civil de Infraestrutura formada pela Universidade Federal de Santa Catarina

MICHELI CRISTINA STAROSKY ROLOFF

Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul. Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Santa Catarina (2004), especialização em Educação de Jovens e Adultos pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina (2007) e mestrado em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí (2009). Tem experiência na área de Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: matemática, engenharia mecatrônica e ensino de matemática.

NORMELIO VITOR FRACARO

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa - PR (UEPG), com Mestrado em Ciência do Solo pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Atualmente é professor do curso de

Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), na área de Processos Construtivos, Gestão Ambiental e Impermeabilização. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil e Gestão Ambiental na Construção Civil.

PATRICIA ANTONIO DE MENEZES FREITAS

Graduada em Engenharia Química (Instituto Mauá de Tecnologia - 1996), Mestrado em Química, área de concentração Química Analítica (Universidade de São Paulo - 2003), Doutorado em Química, área de concentração Química Analítica (Universidade de São Paulo - 2007) e Pós-Doutorado (Universidade Federal do ABC - 2011). Atualmente é Professora Titular do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia onde é responsável pela disciplina de Fundamentos de Engenharia (Ciclo Básico) desde 2017.

PATRICIA REGINA SOBRAL BRAGA

Formada pela Universidade de Brasília, tanto no curso de Bacharelado em Química (2002) como em Licenciatura em Química (2006). Possui o título de mestre na área de Química Inorgânica também pela Universidade de Brasília (2005). Seu mestrado se baseou na Química com ênfase em Foto-Química Inorgânica, atuando principalmente nos seguintes temas: processos oxidativos avançados com os corantes Preto de Eriocromo T, Vermelho Congo e Azur II. Aplicou seus estudos nas análises por UV para processos Fenton, foto-Fenton e catalálise heterogênea. É doutora pela UnB (2011) com ênfase em Catálise se dedicando ao estudo de catalisadores mesoporosos aplicados em reações industriais: reação de ciclização intramolecular do (+)-citronelal e esterificação do ácido oléico com etanol.

PEDRO PRATES VALÉRIO

Doutor em Engenharia Química (2017) pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Possui mestrado em Ciência de Alimentos pela UNICAMP (2012) e extensão universitária em Formação em Docência do Ensino Superior pela UFMG (2013). Engenheiro de Alimentos, acompanhou pesquisa científica na School of Food Science and Environmental Health - DIT, na Irlanda (2008), retornando para Período Sanduíche (2016). Acumula experiências incluindo as relacionadas a Cinética Química, Modelagem Cinética, Processos Industriais, Compostos Bioativos, Instrumentação Analítica. Coordenador de cursos de graduação em Engenharia Química, Engenharia Ambiental, Engenharia Civil, Engenharia Elétrica Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica, atua como membro de corpos editoriais e revisor Ad Hoc de periódicos científicos. Associated Member: ISEKI_Food Association.

RAFAEL BEZERRA CORREIA LIMA

Formado em Engenharia Elétrica com Ênfase em controle e automação (2010), Mestrado (2012) e Doutorado (2016) pela Universidade Federal de Campina Grande. Atua desde 2017 como professor Adjunto na UFCG desenvolvendo atividades principalmente nas áreas de Sistemas embarcados, Identificação e Controle de sistemas dinâmicos.

RAFAEL COSTA DA SILVA

Cursou Ensino Médio no Colégio Curso Equipe Grau. Estudante de Engenharia de Produção na UERJ, dedicou se ao Centro Acadêmico durante 2 anos. Através de pesquisa aplicada, bolsista FAPERJ durante 2 anos, desenvolveu estudos e pesquisas no campo da Hidráulica Mobil na busca pelo desenvolvimento do produto. Atualmente atua na Gestão Econômica e desenvolve atividades na busca pela redução dos custos, impulsionando ganhos.

RAPHAEL SANTANA GALDINO

Estudante de graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande. Encontra-se atualmente estagiando na empresa CIPAN, com ênfase em automação e manutenção de equipamentos industriais.

ROBSON ROGÉRIO DUTRA PEREIRA

Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em 2005. Mestre em Engenharia Mecânica pela Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo (EESC-USP), em 2009. Professor efetivo do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)/Campus Cel. Octayde Jorge da Silva desde 2015. As áreas de atuação são modelagem e controle de máquinas elétricas e de processos industriais, sistemas embarcados e Sensoriamento Remoto (SR) e VANTs/ARP.

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

RONAN MARCELO MARTINS

Possui Graduação, Mestrado e Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O Mestrado e Doutorado com ênfase em Instalações Elétricas e Industriais com aplicação de controle baseado em Fuzzy e Sistemas Especialistas. Atualmente, é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFMT) de Mato Grosso/Campus Cel. Octayde Jorge da Silva. Nos últimos anos, tem atuado em temas da área da Robótica.

RUAN MIGUEL DE MELO FENNA

Cursou Ensino Médio no Colégio Militar do Rio de Janeiro. Atualmente cursa Engenharia Mecânica na Faculdade de Tecnologia (UERJ). Estagiário do Laboratório de Motores, Hidráulica e Pneumática da UERJ.

SÉRGIO LUIZ DALLAGNOL

Acadêmico do nono período do curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Pato Branco. É voluntário do Centro Acadêmico no ano de 2019. Realizou intercâmbio em Engenharia Civil na Universidade de Santiago de Compostela na Espanha em 2018 e estagiou na Monsa Urbanismo, empresa espanhola, durante quatro meses, trabalhando com projetos de planejamento territorial de municípios. Foi monitor voluntário da disciplina de Sensoriamento Remoto no ano de 2016.

TAÍS RESENDE COSTA

Graduanda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Minas Gerais. Entre temas de interesse incluem-se tópicos ambientais, educação e divulgação científica.

THELMA PRETEL BRANDAO VECCHI

Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Maringá (2016), Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia pela Universidade Federal do Paraná (2004), Especialização em Educação Matemática pela Faculdade Estadual de Ciências e Letras de Campo Mourão (1998) e

Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual de Maringá (1993). Professora efetiva da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - campus Campo Mourão, Departamento de Matemática. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Matemática e Otimização. Participa como membro dos Grupos de Pesquisa: Ensino de Matemática e Sistemas e Processos em Engenharia Química.

THIAGO CARVALHO BEZERRA DE LIMA

Graduado em Engenharia de Energia pela Universidade de Brasília.

THIAGO LUIZ MARTINS

Graduando em Engenharia de Transportes e Logística pela Universidade Federal de Santa Catarina.

VANDILBERTO PEREIRA PINTO

Pós-doutorado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA (2017), Doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará, mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal do Ceará, Especialização em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará, graduação em Matemática pela Universidade Federal do Ceará, formação Técnica e tecnológica Pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará em Telecomunicações. Atualmente é professor Adjunto IV da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) - Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS) e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica e Computação da UFC (PPGEEC-UFC) da Universidade Federal do Ceará no Campus de Sobral. 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.

VANESSA ALVIM ALVES

Atualmente é aluna de graduação do curso Engenharia de Energia na Universidade de Brasília. Tem experiência na área de combustíveis, petróleo e energias renováveis. Atuou como Diretora de Gestão de Pessoas na Empresa Júnior Matriz Engenharia de Energia que tem o foco de soluções energéticas e fotovoltaico, trabalhou na Embrapa Agroenergia com desenvolvimento de pesquisa laboratorial com foco em avaliação da oxidação do biodiesel na presença de extratos, atualmente trabalha em Teste e Desenvolvimento de Projetos na empresa Lacuna Software. Atua como aluna pesquisadora no projeto de pesquisa em Nanotecnologia.

VICTOR RAFAEL BEZERRA MACIEL

Estudante de graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Atualmente participa de projeto de Iniciação Científica no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC), com ênfase em Controle Preditivo. Suas áreas de interesse são: Robótica, Identificação de Sistemas e Controle Preditivo.

VICTOR ROCHA SILVA

Recebeu o título de bacharel em engenharia de controle e automação em 2018, pelo Instituto Federal de Mato Grosso. Atualmente, ele está cursando desde 2018, mestrado no Departamento de Automação e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Seus interesses de pesquisa incluem Robótica, Robôs Aéreos, VANT e Quad-Tiltrotor. Professor de robótica no Sesi/Senai Itajaí-SC.

VILMA ESTEFANÍA SALINAS NALVAY

Recibida de Ingeniería en Sistema en la Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador, in 2015, Master en Aplicaciones de las TICs en Docencia, en el 2018.

VINICIUS GUIMARÃES DE OLIVEIRA

Aluno do curso técnico integrado em informática da UTFPR campus Campo Mourão. Participou como aluno de iniciação científica (bolsista CNPQ) do Projeto de pesquisa "O uso do software Geogebra como ferramenta no ensino de Cálculo Diferencial e Integral I, orientado pela professora Thelma Pretel Brandão Vecchi, no período de 08/2017 a 07/2018.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7042-195-1



9 788570 421951