

Luiz Alberto Oliveira Lima Roque

**A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA
EDUCACIONAL PARA APRENDIZAGEM DOS
ALUNOS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO**

LUIZ ALBERTO OLIVEIRA LIMA ROQUE

A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS DO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

1ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

1ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

ROQUE, LUIZ ALBERTO OLIVEIRA LIMA
R638A A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA APRENDIZAGEM
DOS ALUNOS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO
LUIZ ALBERTO OLIVEIRA LIMA ROQUE. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2025

229 f.: il

DOI: 10.37423/2025.edcl1111

ISBN: 978-65-5367-643-5

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. robótica 2. educação 3. engenharia 4. controle 5. automação I. ROQUE, LUIZ ALBERTO
OLIVEIRA LIMA II. Título

CDU: 370

<https://doi.org/10.37423/2025.edcl1111>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

Dr. Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

Dra. Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos



10.37423/2025.edcl1111



Dedico este trabalho aos alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – Campus Macaé.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Adilson e Maria José, por inspirarem em mim o apreço aos estudos e à pesquisa.

Manifesto gratidão a minha esposa, Luziani, pelos muitos exemplos de resiliência e determinação.

Louvo a Deus por me conceder forças e conseguir finalizar esta tese.

Registro meu muito obrigado ao professor Dr. Cristiano Siqueira, pela excelente orientação.

Deixo meu reconhecimento ao imprescindível apoio de Gloria Sirtoli, sem a qual não teria chegado até aqui.

“Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua própria produção ou a sua construção”.

Paulo Freire

Resumo: A robótica é muito importante no cenário econômico nacional, como elemento capaz de alavancar o produto interno bruto por meio da automação de processos e, conseqüentemente, ampliar o índice de desenvolvimento humano, uma vez que serão aperfeiçoados serviços essenciais à elevação da qualidade de vida, que são saúde, moradia, emprego, segurança, esporte e lazer. Dessa forma, tornam-se imprescindíveis estudos que permitam avaliar influência de robótica educacional no aprendizado de engenharia de controle e automação. Uma vez que o Brasil é um dos países com maior produto interno bruto do mundo, o objetivo geral desta tese pretendeu analisar a contribuição da robótica educacional para os alunos da graduação em engenharia de controle e automação de um instituto federal. A metodologia de trabalho consistiu em elaborar questionário objetivo com 25 perguntas a serem respondidas por alunos, para avaliar se robótica educacional está contribuindo para o aprendizado dos alunos de engenharia de controle e automação, verificar os desafios que os alunos possuem para aprender robótica educacional no curso, descrever o processo de motivação e aprendizagem da robótica educacional e avaliar se as metodologias de ensino de robótica educacional estão sendo eficazes na formação dos graduandos. A pesquisa utilizou uma abordagem quantitativa, de natureza básica, descritiva, envolvendo revisão bibliográfica e pesquisa de campo. Os principais resultados encontrados foram que robótica educacional é importante na formação discente, pois a disciplina ajuda a desenvolver habilidades práticas e competências interpessoais, além de facilitar aprendizagem de conhecimentos complexos, integrar conhecimentos de diversas matérias do curso, motivar o estudo de engenharia de controle e automação, contribuir para a criatividade e preparar para o mercado de trabalho. Após analisar os dados obtidos pelos questionários respondidos, chegou-se à conclusão que robótica educacional contribui positivamente para o aprendizado discente de engenharia de controle e automação.

Palavras-chave: robótica; educação; engenharia; controle; automação.

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 Total dos sujeitos.....	157
Quadro 02 Amostra da pesquisa.....	158

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 Gênero dos discentes.....	160
Gráfico 02 Faixa etária dos discentes.....	161
Gráfico 03 Nível de satisfação com as aulas de robótica educacional em Engenharia de Automação	162
Gráfico 04 Importância de robótica educacional para a formação em Engenharia de Automação	164
Gráfico 05 Frequência de utilização dos conceitos de robótica educacional em outros componentes	165
Gráfico 06 Contribuição de robótica educacional para o desenvolvimento de habilidades práticas.....	166
Gráfico 07 Aulas de robótica educacional melhoram compreensão teórica sobre automação	167
Gráfico 08 O uso de robótica educacional facilita a aprendizagem de conceitos complexos	169
Gráfico 09 Infraestrutura disponível para as aulas de robótica educacional na instituição	170
Gráfico 10 Conhecimento docente para ministrar aulas de robótica educacional.....	171
Gráfico 11 Carga horária dedicada a robótica educacional no currículo.....	174
Gráfico 12 As atividades práticas de robótica ajudam a desenvolver competências interpessoais.....	175
Gráfico 13 Motivação para estudar Engenharia de Automação devido às aulas de robótica	176
Gráfico 14 Contribuição de robótica educacional para resolver problemas complexos	177

Gráfico 15 Robótica educacional ajuda a integrar conhecimentos de diversas disciplinas do curso	178
Gráfico 16 As atividades de robótica educacional preparam para o mercado de trabalho.....	180
Gráfico 17 As atividades práticas de robótica educacional são desafiadoras.....	181
Gráfico 18 As atividades de robótica educacional contribuem para sua criatividade	182
Gráfico 19 Robótica educacional deve ser parte obrigatória do currículo de Engenharia de Automação	184
Gráfico 20 Preparação para participar de competições de robótica após aulas de robótica educacional	185
Gráfico 21 As aulas de robótica educacional contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico.....	186
Gráfico 22 Robótica educacional ajuda a melhorar as habilidades em programação	188
Gráfico 23 Robótica educacional contribui para a inovação do curso.....	189
Gráfico 24 Confiança para realizar projetos de automação após as aulas de robótica educacional	191
Gráfico 25 Relevância de robótica educacional para o futuro de Engenharia de Automação.....	192

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI-5 Ato Institucional Número 5

AVA Ambiente Virtual de Aprendizagem

BNCC Base Nacional Comum Curricular

CAPES Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEFET–MG Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

CES Câmara de Educação Superior

CF Constituição Federal

CFE Conselho Federal de Educação

CNBB Confederação Nacional dos Bispos

CNE Conselho Nacional de Educação

CNEC Campanha Nacional de Escolas da Comunidade

CNPQ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CPU Unidade Central de Processamento

DCN Diretrizes Curriculares Nacionais

EEP Extensão e Engenharia Popular

ESG Escola Superior de Guerra

FEEC Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Unicamp

IDE Ambiente de Desenvolvimento Integrado

IDEB Índices de Desenvolvimento da Educação Básica

IFMG Instituto Federal de Minas Gerais

IFPI Instituto Federal do Piauí

IME Instituto Militar de Engenharia

INEP Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos

IPHAN Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional

ITA Instituto Tecnológico da Aeronáutica

LDB Lei de Diretrizes e Bases

LDBEN Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LED Diodo Emissor de Luz

MEB Movimento de Educação de Base

MEC Ministério da Educação e Cultura

MOBRAL Movimento Brasileiro de Alfabetização

MRU Movimento Retilíneo Uniforme

MU Movimento Uniforme

MUV Movimento Uniformemente Variado

OBR Olimpíada Brasileira de Robótica

OMB Ordem dos Músicos do Brasil

PBL Aprendizagem Baseada em Problemas

PJL Aprendizagem Baseada em Projetos

PIB Produto Interno Bruto

PID Proporcional, Integral e Derivativo

PNE Plano Nacional de Educação

PPP Parcerias Públicas Privadas

PRONATEC Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego

PUC Pontifícia Universidade Católica

RE Robótica Educacional

SEI Sequência de Ensino Investigativa

SENAC Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial

SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SENAR Serviço Nacional de Formação Profissional Rural

STEM Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática

TEA Transtorno do Espectro Autista

TIC Tecnologias de Informação e Comunicação

UERJ Universidade do Estado do Rio de Janeiro

UFERSA Universidade Federal Rural do Semi Árido

UFMG Universidade Federal de Minas Gerais

UFMT Universidade Federal do Mato Grosso

UFRJ Universidade Federal do Rio de Janeiro

UnB Universidade de Brasília

UNE União Nacional dos Estudantes

UNESCO Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNIVATES Universidade do Vale do Taquari

USP Universidade de São Paulo

VLSI Escala Muito Ampla de Circuitos Integrados

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 PROBLEMA.....	16
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
1.4 OBJETIVOS	18
1.4.1 GERAL	18
1.4.2 ESPECÍFICOS	18
2 MARCO TEÓRICO	18
2.1 MARCO EPISTEMOLÓGICO	18
2.1.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA EDUCAÇÃO NO BRASIL	18
2.1.2 CRONOLOGIA DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA.....	19
2.1.2.1 SÉCULOS XVI-XIX	19
2.1.2.2 SÉCULOS XX-XXI	32
2.1.3 CONTEXTO HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL	54
2.1.4 PRINCIPAIS LEGISLAÇÕES EDUCACIONAIS BRASILEIRAS	57
2.2 MARCO REFERENCIAL	64
2.2.1 DEFINIÇÃO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	64
2.2.2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	70
2.2.3 A ROBÓTICA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO DO ALUNO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO.....	72
2.2.4 O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO PARA ENGENHEIROS DE AUTOMAÇÃO.....	77
2.2.6 A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA LÚDICA PARA APRENDIZAGEM DE ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO.	86
2.2.7 ROBÓTICA EDUCACIONAL CONSTRUTIVISTA BRASILEIRA.....	93
2.2.8 USANDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA MELHOR COMPREENSÃO DAS CIÊNCIAS EXATAS	96
2.3 MARCO CONCEITUAL	103
2.3.1 METODOLOGIAS DE ENSINO UTILIZADAS EM ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	103

2.3.2 APLICAÇÕES DE ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO.	108
2.3.3 UTILIZAÇÃO DE CONJUNTOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL.....	113
2.3.4 APLICAÇÃO DE SIMULADORES NO ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL.	124
2.3.5 IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE CONJUNTOS DIDÁTICOS E SIMULADORES DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL À ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO.	132
2.3.6 CONTRIBUIÇÃO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO.	141
3 MARCO METODOLÓGICO.....	154
3.1 CATEGORIZAÇÃO GERAL	154
3.1.1 QUANTO À NATUREZA	154
3.1.2 QUANTO À ABORDAGEM DO PROBLEMA	155
3.1.3 QUANTO AOS OBJETIVOS.....	155
3.1.4. QUANTO AOS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	156
3.2 HIPÓTESES	156
3.3 LOCAL DA PESQUISA	157
3.4 UNIVERSO, AMOSTRA E AMOSTRAGEM DA PESQUISA	157
AMOSTRA DA PESQUISA.....	157
AMOSTRAGEM	158
3.5 INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS.....	159
3.6 PLANO DE TABULAÇÃO E ANÁLISE	159
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	160
4.1 QUESTIONÁRIO RESPONDIDO PELOS ALUNOS	160
RECOMENDAÇÕES	194
REFERÊNCIAS	196
APÊNDICES.....	213
APÊNDICE (B) - OFÍCIO DE ENCAMINHAMENTO/SOLICITAÇÃO – PESQUISA DE CAMPO.....	220
APÊNDICE (C) - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	221
ANEXOS – AUTORIZAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA FICS	223

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica experimentada pela humanidade nas últimas décadas baixou o custo de dispositivos microprocessadores, possibilitando o uso de robótica em larga escala. Circuitos integrados cada vez mais velozes são desenvolvidos, viabilizando o uso comercial de robôs, que se tornaram imprescindíveis à ampliação da capacidade de produção de instalações industriais, bem como ao aumento da qualidade dos itens fabricados, destacando a importância de robótica para o crescimento econômico nacional.

A robótica é utilizada no preenchimento de recipientes, que podem conter remédios, grãos, bebidas, sucos, refrigerantes, cerveja, água, produtos de limpeza, iogurtes, manteiga, doces. Robôs também auxiliam em cirurgias remotas, montagem de veículos, construção civil, pavimentação, indústria aérea, construção naval, automação de processos industriais, realização de atividades arriscadas à saúde humana, transporte de cargas pesadas, desarmamento de bombas, exploração petrolífera, construção de gasodutos, prospecção de jazidas minerais e atuação em plantas industriais de alta periculosidade.

Essa era da automação vivenciada pela sociedade necessita de instituições educacionais com qualidade reconhecida, para suprir a demanda por profissionais qualificados em diversas áreas, dentre as quais se destacam eletrônica, automação e eletromecânica, todas elas abordadas na disciplina robótica, pertencente à grade curricular do bacharelado em engenharia de controle e automação. Assim, a robótica educacional é fundamental à formação do engenheiro de automação, caracterizando a relevância de realizar pesquisas sobre a contribuição da disciplina ao ensino desta área do conhecimento.

Há diversos métodos orientados ao ensino de robótica educacional para engenharia de controle, dentre os quais se destacam aqueles baseados em teoria, simuladores e através de conjuntos didáticos, caracterizados por custo acessível, geralmente na faixa de algumas unidades de milhares de reais. Tais conjuntos são dotados de peças encaixáveis, unidade central de processamento (CPU), sensores e atuadores, elementos combinados que permitem montar em pequena escala vasta gama de plantas de chão de fábrica, cuja diversidade é limitada somente pela criatividade do usuário.

Apesar de conjuntos robóticos educacionais apresentarem custos que viabilizam sua aquisição por instituições educacionais, eles ainda são caros para compra individual. Portanto, uma maneira alternativa para ensino de robótica, que viabilize os estudos discentes em casa, é por meio de simuladores gratuitos disponibilizados na rede mundial de computadores.

1.1 PROBLEMA

Para que haja uma contribuição efetiva de robótica educacional no ensino da engenharia de controle e automação, é preciso haver investimento das instituições de ensino superior que ofertam esta área da educação, visando à aquisição de computadores, aplicativos, ambientes de desenvolvimento integrado, insumos e conjuntos robóticos educacionais atualizados, que possibilitem efetivar formação profissional diferenciada.

Outro elemento fundamental à contribuição da robótica educacional no ensino da engenharia de controle e automação passa necessariamente por investimentos em infraestrutura. É preciso que as instituições de educação da área disponibilizem suporte ao ensino de robótica, caracterizado por acesso a internet com velocidades razoáveis de download e upload, viabilizando o acesso a simuladores desta área encontrados na rede, muitos deles com acesso gratuito. A infraestrutura também passa por disponibilizar laboratórios com mobiliário ergonômico, e em quantidade suficiente para os alunos do curso.

A contribuição da robótica educacional ao ensino de engenharia de controle e automação demanda docentes qualificados, estimulados a realizar capacitações continuamente, para que eles consigam acompanhar as constantes evoluções tecnológicas, agregando valor ao desenvolvimento dos processos cognitivos de seus discentes.

Considerando os parágrafos desenvolvidos nesta seção, surge o seguinte questionamento ao problema aqui tratado: Como a robótica educacional contribui para a aprendizagem dos alunos do curso de graduação em engenharia de controle e automação de um instituto federal no Estado do Rio de Janeiro?

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO

P1- De que forma a robótica educacional contribui para a aprendizagem de engenharia de controle e automação?

P2- Quais são os principais desafios enfrentados pelos alunos para aprender robótica educacional em engenharia de controle e automação?

P3- Como motivar o aluno da engenharia de controle e automação no aprendizado de robótica educacional?

P4- Quais atividades promovem maior participação para aprendizagem de robótica educacional, sendo mais eficazes na formação do engenheiro de controle e automação?

1.3 JUSTIFICATIVA

O avanço tecnológico e a crescente demanda por profissionais altamente qualificados na área de engenharia de automação exigem novas abordagens educacionais que integrem teoria e prática de maneira eficiente. A robótica educacional emerge como uma metodologia promissora, capaz de fomentar um ambiente de aprendizado dinâmico e interativo. Este estudo investigou como a robótica educacional pode ser utilizada para melhorar a aprendizagem dos alunos do curso de graduação em engenharia de automação, promovendo um entendimento mais profundo dos conceitos técnicos e desenvolvendo habilidades essenciais para o mercado de trabalho.

Ao integrar a robótica educacional no currículo de engenharia de automação apresenta desafios significativos. É necessário desenvolver um modelo educacional que incorpore atividades práticas de robótica de maneira coesa com o conteúdo teórico das disciplinas, bem como a formação contínua dos professores, a aquisição e manutenção de kits de robótica e a adaptação das infraestruturas existentes são fatores que adicionam complexidade à implementação.

Diante disso a proposta de utilizar a robótica educacional tem uma aplicabilidade ampla e direta no contexto do curso de engenharia de automação. Ao criar um ambiente de aprendizagem mais interativo e envolvente, os alunos poderão aplicar conceitos teóricos em projetos práticos, facilitando a compreensão e retenção do conhecimento. A metodologia desenvolvida neste estudo poderá ser adaptada e replicada em outras instituições de ensino superior, beneficiando um número ainda maior de estudantes e ampliando o impacto positivo na formação de futuros engenheiros.

Este estudo se diferencia por focar especificamente na integração da robótica educacional no curso de engenharia de automação de um instituto federal, um contexto muitas vezes desafiado por limitações de recursos. Ao invés de adotar abordagens genéricas, a pesquisa foi customizada para atender às necessidades específicas dos alunos e professores deste curso combinando técnicas de ensino tradicionais com ferramentas de robótica moderna, visando criar uma metodologia educacional inovadora, que pode servir como referência para outras áreas do conhecimento técnico-científico.

A motivação para a realização deste estudo é impulsionada pela necessidade de inovação no ensino de engenharia de automação. A lacuna entre a teoria ensinada nas salas de aula e a prática exigida

pelo mercado de trabalho destaca a urgência de métodos educacionais mais eficazes. A robótica educacional, com seu potencial de transformar a aprendizagem em uma experiência mais tangível e envolvente, representa uma oportunidade única para alcançar esses objetivos.

A pesquisa proposta visa não apenas a melhoria do ensino de engenharia de automação, mas também a criação de um modelo replicável que possa beneficiar outras disciplinas e instituições, contribuindo para a formação de profissionais mais competentes e preparados para as demandas do futuro.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GERAL

Analisar a contribuição da robótica educacional para os alunos da graduação em engenharia de controle e automação de um Instituto Federal no Estado do Rio de Janeiro.

1.4.2 ESPECÍFICOS

OE1- Identificar a contribuição de robótica educacional para o aprendizado dos graduandos em Engenharia de Controle e Automação.

OE2 – Verificar os desafios que os alunos possuem para aprender robótica educacional no curso de graduação em engenharia de controle e automação.

OE3 – Descrever o processo de motivação e aprendizagem da robótica educacional para os alunos do curso de engenharia de controle e automação.

OE4- Avaliar se as atividades de robótica educacional estão sendo eficazes na formação dos graduandos em engenharia de Controle e Automação.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 MARCO EPISTEMOLÓGICO

2.1.1 EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA EDUCAÇÃO NO BRASIL

A educação brasileira é predominantemente elitista e de caráter religioso, apesar das propagandas veiculadas por administrações federais, estaduais e municipais apregoarem o contrário disso, afirmando que as pedagogias por eles adotadas são includentes e laicas. Grandes grupos educacionais

elegem representantes no senado e na câmara dos deputados, para limitar cada vez mais os recursos destinados à educação pública, e ampliar o apoio a instituições privadas de ensino.

Entretanto, há administradores públicos em todas as esferas de governo que são legitimamente compromissados com a educação pública, gratuita e de qualidade, como forma de garantir a ascensão social e econômica do indivíduo e, por extensão, de toda a nação. De acordo com Roque (2018), há um embate permanente entre os defensores do estado mínimo, e as pessoas que veem a administração pública como mola propulsora fundamental da economia, cuja ação passa necessariamente por investimentos em educação, saúde e infraestrutura.

Segundo Niskier (2011), o Estado enxerga a educação como forma de disseminar a ideologia das elites dominantes, abstendo-se de ampliar investimentos nesta atividade imprescindível à ascensão sócio econômica de pessoas carentes, que constituem a maior parcela da população brasileira. Para melhor contextualizar a conjuntura educacional brasileira, é necessário apresentar aspectos relevantes de sua história, o que será efetuado nas próximas seções.

2.1.2 CRONOLOGIA DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA

O primeiro marco temporal na história da educação brasileira será descrito na próxima seção, contemplando o período anterior à independência de Portugal, que abrange desde o descobrimento até 1822.

Essa primeira etapa da cronologia educacional brasileira também compreende seu desenvolvimento durante o império, que se encerrou em 1889, ano em que a república foi proclamada.

2.1.2.1 SÉCULOS XVI-XIX

Entre 1500 e 1822 o Brasil foi colônia de Portugal. Quando obteve sua independência, o país inaugurou forma de governo monárquica, que perdurou até 1889, com a proclamação da república. Dessa forma, durante o período situado entre os séculos dezesseis e dezenove a educação brasileira caracterizou-se por três principais etapas, que são identificadas pelas fases colonial, monárquico e republicano.

Ghiraldelli Jr. (2005) resume a educação colonial brasileira em três fases. A primeira delas é caracterizada pelo período jesuíta, que abrange desde o descobrimento, até sua expulsão do Brasil em 1759, pelo Marquês de Pombal. O segundo período começa com a reforma pombalina, terminando após a chegada da família real no Brasil, em 1808. A terceira fase se inicia em 1808, encerrando-se na data da independência, que é o dia sete de setembro de mil oitocentos e vinte e dois.

Apesar do descobrimento ter ocorrido em 22 de abril de 1500, Cunha (2012) salienta que a colonização começou apenas em 1530, após o estabelecimento de capitanias hereditárias, associado às doações de vastas áreas de terra, denominadas sesmarias. Esse período marcou o início da economia brasileira, inicialmente baseada na monocultura da cana de açúcar. Analisando a evolução histórica da agricultura, parece que sua situação foi pouco modificada, pois as indústrias deste setor produtivo ainda baseiam suas atividades no plantio de vastas áreas de soja, mesmo sabendo que o hábito da monocultura é prejudicial ao solo.

Marra e Guilherme (2020) destacam que os jesuítas chegaram ao Brasil algumas décadas após o descobrimento, por volta de 1552. Padre Manoel da Nóbrega foi pioneiro na educação brasileira, com a fundação do colégio São Paulo, que marcou a fundação da capital do estado homônimo. Os sacerdotes da Companhia de Jesus concentraram suas ações em catequizar, educar e subjugar os povos indígenas através da fé, enquanto os portugueses queriam espoliar as riquezas locais, que eram pertencentes aos nativos brasileiros.

A educação brasileira começou excludente, como instrumento de dominação da colônia portuguesa sobre pessoas menos favorecidas, com o objetivo de legitimar a dominação sobre elas, considerando o modelo europeu como paradigma ideal de ensino. Dessa forma, o estudo da história da educação pode ser utilizado como forma de evitar os muitos erros do passado, e construir um modelo educacional incluyente, que acolha todos os indivíduos, independente de religião, opção sexual, nacionalidade, cultura ou etnia.

Não há como escrever sobre a educação brasileira colonial, sem destacar o padre José de Anchieta, natural da ilha de Tenerife, na Espanha, onde nasceu em 1534. Inscreveu-se no seminário da Companhia de Jesus em 1551, antes de completar 18 anos. Foi designado para desempenhar suas funções sacerdotais no Brasil com 19 anos. Um ano após sua chegada à colônia, edificou o Colégio Piratininga, marco inicial da cidade de São Paulo, em 1554.

José de Anchieta foi uma figura histórica ímpar, durante o primeiro século do Brasil colônia. Ele esteve presente na edificação do município do Rio de Janeiro no ano de 1565. O sacerdote também se destacou por sua produção literária, tendo redigido uma versão do catecismo, gramática e versos no idioma tupi, além de encenar autos com indígenas convertidos ao catolicismo. Tornou-se administrador dos jesuítas brasileiros em 1578, tendo falecido no município homônimo de Anchieta - ES, em 1597.

Autores renomados de história da educação consideram o padre José de Anchieta como um dos maiores educadores brasileiros, desde o período colonial até a atualidade.

O período de educação jesuíta compreendeu aproximadamente dois séculos, a qual se concentrou na criação de escolas, juntamente com a pedagogia voltada à formação de pessoas cristãs, orientada ao estudo de disciplinas da área de humanas, como filosofia e teologia. Antes da criação dos colégios jesuítas, a educação era responsabilidade das famílias. As pessoas mais abastadas contratavam professores particulares para ensinar seus filhos. As instituições educacionais jesuítas atendiam predominantemente pessoas brancas, cujas famílias tinham algum destaque social.

Os jesuítas perceberam que não conseguiriam converter indígenas sem antes alfabetizá-los. Por esse motivo, os sacerdotes se empenhavam no ensino com o mesmo afinho reservado à pregação de conteúdos bíblicos. Visando ampliar o público que compartilhasse da fé cristã, os padres da Companhia de Jesus se dedicaram à edificação de muitos estabelecimentos de ensino.

Ghiraldelli Jr. (2005) salienta que a ordem jesuíta edificou mais de uma centena de instituições de ensino até 1759, quando a congregação foi expulsa de terras lusitanas, nas quais estavam incluídas suas colônias, juntamente com o Brasil. O autor aponta a união ibérica como principal catalisador da expansão da Companhia de Jesus, a partir de 1580. Como resultado da agregação de Portugal e Espanha num único país, os Jesuítas tinham facilidade de circulação entre colônias espanholas da América do Sul, como o Paraguai, onde se localizavam instalações dos padres da mesma ordem.

Cunha (2012) cita que os jesuítas lecionavam em outros níveis educacionais, além das séries iniciais. Ofereciam-se em seus estabelecimentos o ensino de Letras e Filosofia, considerados de nível médio, juntamente com o curso superior de Teologia Sacerdotal. Em filosofia estudava-se Lógica, Física, Moral, Matemática, Ciências e Metafísica.

Apesar da prosperidade da Companhia de Jesus em colônias ibéricas, seus integrantes enfrentaram dificuldades, especialmente na região sul brasileira, como os ataques realizados pelos bandeirantes em seus estabelecimentos, com o intuito de capturar e escravizar os índios lá encontrados.

Na Bahia a educação jesuíta ocorria normalmente, sem maiores problemas. Nessa capitania eram admitidos estudantes que não eram aproveitados como serviçais da Companhia de Jesus. De acordo com Niskier (2011), os jesuítas dividiam seus estudos em sete séries, cujo conteúdo abordava, respectivamente, as disciplinas Português, Latim, Ortografia, Retórica, Matemática, Filosofia e Teologia.

Bittar e Bittar (2022) citam como uma das instituições pioneiras na educação jesuíta o Colégio dos Meninos de Jesus, fundado em Salvador - BA, no ano de 1574. O educandário tinha livreria, capela e excelente área, localizado em vista privilegiada para o mar. Quase duzentos anos após sua fundação, os jesuítas foram deportados do Brasil, fazendo com que o colégio se tornasse um hospital. Posteriormente, no século XIX, instalou-se em suas dependências a 1ª Escola Brasileira de Medicina.

Convém destacar a importância da criação do Seminário de Olinda, em 1798, após a igreja católica brasileira obter permissão para ocupar as instalações do antigo educandário jesuíta, cujas operações foram encerradas em 1759, com a expulsão da Companhia de Jesus do país. Além de aprender matérias de cunho religioso, que eram imprescindíveis aos postulantes a sacerdote, os seminaristas também estudavam disciplinas como matemática e ciências.

A influência dos jesuítas na educação do período colonial brasileiro foi tão intensa, que inspirou a criação de companhias leigas, conhecidas por ordens terceiras, durante a primeira metade do século dezessete. Niskier (2011) aponta a invasão holandesa de 1630 como o início das dificuldades enfrentadas pelos jesuítas baianos, devido aos saques e captura de sacerdotes, que terminavam extraditados para os Países Baixos.

Os jesuítas estabeleceram as bases educacionais brasileiras, que perduram até hoje. Havia uma pedagogia destinada ao proletariado, composto por pessoas negras, mestiças e indígenas. Outra educação era direcionada às pessoas brancas, caracterizada por conhecimentos propedêuticos, de cunho mais intelectual, que possibilitava à elite estudar em universidades europeias.

Essa discriminação no ensino era um dos aspectos negativos. Outra característica desfavorável à pedagogia jesuíta era a dissociação dos planos de ensino com a realidade, os quais davam extrema importância à formação cristã, seguindo as diretrizes da cultura associada aos países europeus.

Não havia uma preocupação com a didática. Os alunos tinham a obrigação de se adaptar à metodologia de ensino docente, que se baseava em memorização e repetição, desconsiderando criatividade, contexto familiar e situação socioeconômica em que os discentes se encontravam. A pedagogia aplicada era essencialmente bancária, na qual os estudantes recebem os conhecimentos depositados pelos docentes, sem ter o direito de questionar ou tecer comentários a respeito. Tratava-se de uma metodologia unidirecional de ensino (Ghiraldelli Jr, 2017).

Outro destaque importante da pedagogia jesuíta é a privatização da educação, situação em que o Estado detinha participação mínima no ensino. De acordo com Bitar e Bitar (2012), essa situação se

repete na atualidade, com grandes corporações defendendo estado mínimo e redução acentuada de investimentos educacionais, visando a maximização do lucro com seus colégios e universidades particulares.

Porém, Ghiraldelli Jr. (2005) ressalta que apesar da educação privada proporcionada pela Companhia de Jesus, geralmente não era cobrada mensalidade de pessoas menos abastadas, enquanto estudantes de classes altas tinham a obrigatoriedade de custear sua educação.

Os jesuítas tinham muito poder, pois considerável parcela do montante de impostos coletados no Brasil colônia eram destinados a eles. Dessa forma, a companhia de Jesus possuía propriedades e tinha escravos, destacando-se também como produtores agrícolas. Apesar de toda a influência jesuíta, eles não conseguiram evitar a proibição de atuarem em terras portuguesas, que ocorreu em grande parte devido ao advento do iluminismo, filosofia que atribuía maior valor às ciências, à ética, ao materialismo e ao humanismo, em detrimento da religião.

A expulsão dos jesuítas inaugurou nova fase na educação brasileira, cujos rumos foram determinados pelo iluminista marquês de Pombal, primeiro ministro do Rei português Dom José I, entre 1750 e 1777. A saída dos jesuítas conferiu caráter público à educação em Portugal, com o objetivo de formar cidadãos autônomos, críticos e independentes, conscientes de seus direitos e deveres.

As reformas pombalinas trouxeram mudanças educacionais positivas, determinando o Estado como responsável pelo sistema público de ensino em 1772, juntamente com a criação de concursos para admissão de professores. No Brasil o curso de humanidades foi substituído pelo ensino dos idiomas grego e latim, juntamente com disciplinas associadas a retórica e filosofia, constituindo a metodologia de ensino conhecida por Aulas Régias. A remuneração docente foi garantida através de uma modalidade de impostos, que era designada por subsídios literários.

De acordo com Cunha (2012), essas mudanças no sistema de ensino realizadas por Pombal, conferiram maior ênfase às disciplinas francês, geometria, matemática, desenho e ciências. Marquês de Pombal era um visionário, que tinha como objetivo tornar o estado laico, influenciado pelas ideias do iluminismo. Para alcançar sua meta, ele elaborou reformas econômicas, políticas e culturais, que reduziram consideravelmente o alcance da influência religiosa nas esferas governamentais.

Os estudos de Ciências ganharam impulso no Brasil colonial em 1771, quando se criou a Academia Científica do Rio de Janeiro, pelo então Vice-Rei Marques de Lavradio, segundo Niskier (2011). Em

1786 surgiu a Academia Literária do Rio de Janeiro, cujas disciplinas tratadas eram: Matemática, Física, Química, História, Medicina, Geografia e Artes.

Porém, Luís de Vasconcelos e Sousa era o Vice-Rei responsável pela fundação da Academia Literária. Revestido de sua autoridade, ele declarou que seria terminantemente proibido estudar assuntos sobre legislação, constituição e política brasileiros, numa clara tentativa de evitar o surgimento de ideias libertárias voltadas à independência nacional.

Conforme Ghiraldelli Jr. (2017), o período iluminista vivenciado em Portugal durante a gestão do Marquês de Pombal contribuiu para a formação de uma nova elite intelectual brasileira, que concluía sua educação superior na Universidade de Coimbra.

Aliado ao supracitado fato, a independência norte americana ocorrida em 1776 e os ideais da revolução francesa inspiraram nesta burguesia sentimentos nacionalistas, que culminaram na Inconfidência Mineira de 1789, de acordo com Coutinho, Passerino e Henriques (2021). Joaquim José da Silva Xavier foi o único condenado à morte pela coroa portuguesa, como forma de responsabilizá-lo pela tentativa de independência em 1789.

Percebeu-se que o Brasil ainda não tinha um sistema educacional sedimentado e consistente, após três séculos de domínio lusitano sobre a colônia. As aulas de alfabetização eram precárias, pois atendiam a quantidade limitada de pessoas. Além disso, a qualidade do ensino era duvidosa, uma vez que os professores não tinham preparo adequado. Salvo raras exceções, havia estabelecimentos de ensino durante o período colonial somente em regiões litorâneas brasileiras, caracterizadas por maior densidade demográfica.

Bittar e Bittar (2022) destacam que a escola pública é fundamental para consolidar a democracia brasileira. Por essa ótica, compreende-se o desinteresse em estender o alcance da educação a toda a população. Os autores salientam que desde o período colonial a docência já era socialmente sem prestígio, caracterizada por baixa remuneração, situação que perdura até a atualidade, salvo raras exceções, como o magistério federal tecnológico e universitário.

No início do século XIX a educação colonial se concentrava mais em disciplinas como Latim e Grego. Ensinava-se até retórica. Entretanto, não havia preocupação de lecionar a língua portuguesa, matemática e ciências, disciplinas que demoraram a ser integradas no currículo, de acordo com Cunha (2012). Nesse período a educação superior realizava-se na Universidade de Coimbra, que formou 818 estudantes, todos oriundos de famílias mais abastadas (Niskier, 2011).

Havia um receio de consolidar educação pública na colônia, porque a coroa portuguesa temia que o acesso à instrução fomentasse nas pessoas os ideais de independência e autonomia veiculados pelos franceses, incentivando os brasileiros a se libertarem do jugo de Portugal. Niskier (2011) lembra que José Bonifácio enfrentou o vexame de ter seus livros confiscados para vistoria pela alfândega, quando retornou ao Brasil em 1819, após concluir sua graduação em Portugal.

Niskier (2011) destaca carta enviada pelo ministro português Rodrigo Coutinho ao Vice-Rei brasileiro no ano de 1819, que era o Conde de Resende. Neste manuscrito, o ministro Coutinho pede ao administrador da colônia zelo quanto à opinião religiosa e política da população, ordenando que se prendesse e processasse os partidários da ideologia francesa de liberdade, igualdade e fraternidade.

Estudando as origens educacionais brasileiras pode-se compreender porque as elites têm receio de investir em ensino público de qualidade. Possivelmente um dos motivos desta inépcia dos políticos corresponde aos mesmos receios de Dom Rodrigo Coutinho, uma vez que ambos compartilham dos mesmos ideais quanto aos perigos para as elites dominantes com relação à formação de uma população instruída.

Pessoas que estudam desenvolvem autonomia e questionamento, passando a cobrar de políticos investimentos em saúde, emprego, moradia, segurança e educação. Dessa forma, os parlamentares terão que trabalhar para a construção de uma sociedade justa e igualitária, sendo esta atitude contrária ao interesse de parcela relevante de políticos, uma vez que grande parte deles é financiada por empresários, focando sua atuação em elaborar leis favoráveis aos detentores do capital.

A repressão ideológica, a pesada carga tributária e o controle rígido exercido pela coroa portuguesa sobre as atividades coloniais causavam grande insatisfação entre os brasileiros. Por isso, apesar de toda a recomendação do ministro português Rodrigo Coutinho ao Vice-Rei José de Castro, o Conde de Resende, quanto aos cuidados para evitar a disseminação dos ideais franceses na colônia brasileira, o sentimento de independência repercutiu na classe alta local, especialmente entre a elite que se formou na Universidade de Coimbra, no princípio do século dezenove.

A terceira fase da educação colonial ocorre com a chegada da família real portuguesa ao Rio de Janeiro, em 1808, fugindo de Napoleão Bonaparte, o conquistador europeu do século XIX. Segundo Marra e Guilherme (2020), a chegada da família real no Brasil em 1808 foi um evento importantíssimo para a educação da colônia. Dentre os acontecimentos do período, destacam-se a criação de estabelecimentos como Biblioteca Nacional, Jardim Botânico, Imprensa Nacional, Banco do Brasil, além da abertura de portos aos países aliados.

A chegada da família real ao Rio de Janeiro em 1808 estabeleceu o Rio de Janeiro como sede da coroa portuguesa, de acordo com Niskier (2011). A capital do Brasil experimentou grande progresso nesse período, para comportar o aparato administrativo e judiciário português. O desenvolvimento cultural também recebeu fomento, juntamente com a educação.

Dom João desembarcou inicialmente em Salvador, em janeiro de 1808. Dois meses depois ele assinou a autorização para criar o Colégio Médico Cirúrgico da Bahia. Niskier (2011) salienta que ao final de 1808 a escola de Anatomia, Cirurgia e Medicina foi aberta na capital do Brasil à época, a cidade do Rio de Janeiro. O bacharelado em medicina tinha a duração de 5 anos. O autor também destaca a criação da Academia Real de Ciências em 1809, que oferecia cursos como Medicina, Química, Física, Cirurgia, Botânica, Agricultura, Economia e Mineralogia.

O ensino militar para formação de contingente humano para a Marinha e o Exército ocorreu em 1810 e 1811, respectivamente, com o estabelecimento das Academias Militares da Marinha e do Exército. Em 1809 iniciou-se em Pernambuco o ensino das disciplinas Cálculo Integral, Mecânica e Hidrodinâmica, o que viria a ser o embrião para a criação da Universidade Federal de Pernambuco.

Não havia planejamento unificado para a expansão educacional. As instituições de ensino eram criadas conforme demanda de municípios e governos. Ainda nos dias de hoje o gerenciamento ineficiente é uma característica das esferas públicas municipais, estaduais e federais, em saúde, educação, moradia, emprego e meio ambiente.

A situação era mais complexa no ensino de séries iniciais, segmento que não dispunha de nenhuma escola para formação de professores. Somente em 1809 teve início um estabelecimento educacional orientado à capacitação docente para lecionar no ensino primário. Com a criação de um fundo destinado à educação pública em 1816, o ensino começou a se desenvolver no Rio de Janeiro, apesar de ainda haver carência de planos diretores.

No início do século dezenove o Brasil contava com somente 2 livrarias, para uma população de cem mil pessoas. A vinda da família real ao Brasil proporcionou condições para o surgimento de uma biblioteca Real, em 1810, que dispunha de 60 mil obras, de acordo com Marra e Guilherme (2020). Os conventos também dispunham de considerável acervo, permitindo o empréstimo de livros às pessoas.

Os livros didáticos educacionais eram trazidos de Lisboa, sendo descontextualizados da realidade brasileira. Após visita de missão francesa ao Brasil em 1816, Dom João criou um decreto no mesmo ano, para regulamentar a educação profissionalizante e artística, promovendo a criação da Escola Real

de Ciências, Artes e Ofícios, conforme salienta Niskier (2011). Essa escola se destinava a formar mão-de-obra especializada para serviço público, agricultura, indústria, geologia, comércio, mecânica, carpintaria e demais ofícios imprescindíveis à sociedade da época.

Com a vinda da família real ao Brasil, houve relevante desenvolvimento educacional. Apesar da criação de instituições públicas de ensino, a maioria da população ainda era desassistida nesta área. Mesma a elite sentia necessidade de melhor educação, e por este motivo continuava a enviar seus filhos para continuarem sua educação no continente Europeu.

Em 1822 ocorreu a independência brasileira e, com isto, surgiram importantes avanços na educação pública. Mesmo antes da independência, em 1821, quando Dom Pedro I já era príncipe regente, ele havia autorizado a qualquer indivíduo lecionar conteúdo de séries iniciais, sem que houvesse necessidade de alvará, desde que as aulas fossem realizadas em caráter particular. Segundo Cunha (2012), o ensino fundamental começou a ser organizado somente quando o Brasil se tornou independente, durante o período monárquico, situado entre 1822 e 1889.

Nos primeiros séculos do Brasil colônia não havia interesse por educação fundamental pelo fato de o país ter sua economia baseada na agricultura, cuja força de trabalho era realizada por mão de obra escrava. Havia muitas pessoas sem instrução, especialmente mulheres e afrodescendentes.

A partir do momento em que o país cresceu e houve alguma diversificação econômica, as cidades geraram uma nova burguesia, que almejava alcançar estratos mais elevados na sociedade. Pessoas mais abastadas como latifundiários enviavam sua prole, para frequentar curso superior no continente europeu.

O ensino brasileiro foi organizado nos níveis primário, secundário e superior, durante o império. A educação secundária tinha como objetivo proporcionar aos alunos conhecimentos necessários para cursar as faculdades do ensino superior. Niskier (2011) destaca que alcançar essa estrutura educacional foi tarefa complexa, uma vez que diversos projetos de lei interessantes foram apresentados a partir de 1826, sem receber a devida atenção da classe política, mais preocupada em atender ao interesse das elites econômicas, tal qual ocorre nos dias de hoje.

Segundo Cunha (2012), a partir de cursos de disciplinas jurídicas isoladas, criadas em 1827 em São Paulo e Recife, estabeleceram-se as primeiras faculdades de direito no ano de 1854. O mesmo autor destaca que o diploma de ensino superior exercia fascínio junto às classes mais abastadas, por

homologarem a aquisição de conhecimentos orientados ao trabalho intelectual, em detrimento das atividades físicas, cada vez mais desqualificadas por uma sociedade escravagista e eurocêntrica.

Conforme Cunha (2012), a constituição de 1824 determinou gratuidade no ensino primário para todas as pessoas nascidas no Brasil. A primeira lei da educação primária estabelecia a obrigatoriedade de construir escolas para este segmento educacional, em todos os municípios e distritos brasileiros. O autor destaca a pouca importância atribuída ao ensino primário, apesar dessa lei, que inspirou a criação do dia do professor em 15 de outubro, data em que essa legislação foi promulgada, no ano de 1827.

Em 1834 o governo elaborou um ato constitucional adicional, determinando como responsabilidade da capital do Rio de Janeiro regulamentar o ensino superior em todo o país. A responsabilidade de legislar sobre a educação primária e média ficou a cargo das províncias, que tinham dificuldades em promover a formação de professores. Dessa forma, o ensino público apresentava baixa qualidade.

Por outro lado, a educação privada no ensino médio era bem melhor, cujos serviços eram utilizados apenas por quem pudesse pagar pelos mesmos, evidenciando o caráter excludente e elitista das escolas particulares. Portanto, colégios religiosos continuaram ainda a ter grande destaque na educação de qualidade, embora sua base fosse somente propedêutica, abstendo-se de apresentar projetos pedagógicos de cunho científico.

Em 1837 criou-se o Colégio Pedro II para a educação secundária, cujos conhecimentos desenvolvidos homologavam a doutrina das elites dominantes, tornando a democratização do ensino uma realidade cada vez mais inalcançável, apesar de todos os avanços realizados após a independência.

Niskier (2011) relembra que o imposto conhecido como subsídio literário, criado em 1772 para remuneração docente, teve sua verba complementada pelo tesouro em 1840 para ampliar a remuneração docente, no começo do segundo reinado, após os professores redigirem carta ao Imperador Pedro II, relatando os baixos salários por eles recebido.

Desde os primórdios da educação brasileira a remuneração dos profissionais da educação é caracterizada pelos baixos valores, levando a pertinentes questionamentos sobre se as elites consideram, de fato, que a educação é importante para o povo. Professores e servidores do ensino bem remunerados, e com plano de cargos e salários claramente definidos, sentir-se-ão motivados a buscarem capacitação permanente, uma vez que a maior instrução lhes trará aumento salarial diretamente proporcional, graças à estruturação de carreira.

A maior instrução de servidores administrativos e docentes ampliará a qualidade do ensino público oferecido, resultando em alunos com melhor preparo intelectual e, portanto, mais autonomia.

Discentes independentes e instruídos são bons para o crescimento econômico nacional, porém constituem sério impedimento à manutenção do poder pelas elites dominantes, uma vez que eles passarão a questionar tudo, e exigir investimentos políticos em áreas que são asseguradas pela constituição, como saúde, educação, moradia, segurança e emprego.

Dessa forma, políticos seriam obrigados a contrariar o interesse de empresários que financiaram suas campanhas eleitorais, vendo-se compelidos a aprovar projetos de lei que contemplem gastos sociais, ampliando tópicos imprescindíveis a uma nação justa, como maior número de escolas, hospitais, ações de saneamento básico, projetos para fomento ao crescimento econômico e remuneração de servidores públicos.

A lei Eusébio de Queirós eliminou o tráfico negreiro em 1850. Nesse período houve o encerramento da economia baseada na cana de açúcar, enquanto a produção de café começou a cair, devido à concorrência de outros países. Essas transformações ocorreram no segundo reinado, cujo regente foi Dom Pedro II, e deram início ao primeiro ciclo industrial brasileiro.

O Brasil iniciou suas atividades fabris com quase um século de atraso, em relação à primeira revolução industrial. O comércio foi ampliado, juntamente com o setor de serviços e o artesanato. Isso proporcionou crescimento demográfico, ampliando as demandas educacionais da sociedade brasileira.

Entretanto, esse desenvolvimento foi desigual, e persiste até os dias de hoje. As regiões sul e sudeste são mais industrializadas, concentrando a maior parte do produto interno bruto nacional (PIB). O centro oeste do país desempenha suas atividades econômicas predominantemente em agricultura e pecuária. Essa carência financeira foi o principal fator que impediu o desenvolvimento da educação primária em certas províncias. Uma das poucas províncias a organizar um sistema educacional primário eficiente foi São Paulo, cujos recursos financeiros se originavam da produção e exportação cafeeira.

Contrastes políticos e econômicos refletem diretamente na qualidade do ensino. Por isso, o sistema educacional geralmente apresenta melhor desempenho entre alunos de estados que dispõem de maiores recursos financeiros. Dessa forma, a baixa escolaridade e falta de instrução predomina em estados economicamente carentes.

Niskier (2011) pontua que a educação rural também era deficiente devido à carência econômica, tendo recebido atenção somente a partir do segundo reinado e da primeira república, quando a classe política se conscientizou do caráter agrícola brasileiro da época, pois a maior parte do Produto Interno Bruto (PIB) era obtida pela venda de café, algodão, açúcar, fumo e borracha. Ações isoladas durante o império promoveram a criação de fazendas escolas em alguns estados, tendo em vista o aperfeiçoamento e ensino das técnicas de atividades agrícolas.

Após a Guerra do Paraguai, em 1870, Cunha (2012) destaca que os militares iniciaram campanha para instaurar a república, com eles no poder. Desde esse período, há uma crença arraigada em apoiadores de ideologias conservadoras, sobre suposta conduta ilibada, competência técnica, talento gerencial e integridade inquestionável dos militares.

Baseado nisso e sob o pretexto sem fundamento de combater o risco de instaurar um regime político comunista, desde o início da república esses indivíduos frequentemente apoiam movimentos que atentam contra o estado democrático de direito, na maioria das vezes em que políticos progressistas vencem eleições presidenciais brasileiras.

Em 1874 foi criada a Escola Politécnica, atual Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), um marco na educação superior brasileira. Apesar desse evento alentador, Cunha (2012) destaca que desde o século XIX já havia abatimento e desânimo no magistério superior, devido à baixa remuneração docente, e falta de preparo dos professores, que não sabiam inspirar apreço aos estudos por parte dos alunos, nem selecionar os conhecimentos necessários à formação de um profissional crítico, autônomo e competente.

Além de se destacar na área educacional em relação às demais províncias imperiais, a cidade do Rio de Janeiro também tinha intensa vida cultural, evidenciada pela criação das seguintes instituições elencadas por Niskier (2011), durante o século XIX: Arquivo Público; Escola de Medicina do Rio de Janeiro; Academia Imperial de Belas Artes, Biblioteca Pública; Colégio Pedro II; Jardim Botânico; Museu Nacional; Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional; Sociedade Central de Horticultura e Agronomia Brasileira; Academia da Marinha; Academia Imperial de Medicina; Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro.

Outras instituições igualmente relevantes no Rio de Janeiro do século XIX são apontadas por Niskier (2011): Instituto dos Advogados Brasileiros; Sociedade Literária do Rio de Janeiro; Seminário Episcopal São José; Gabinete Português de Leitura e Conservatório Dramático Brasileiro.

A primeira república iniciou em 1889, e sua constituição foi elaborada dois anos depois, quando se instaurou governo federativo. A segunda Carta Magna da história brasileira foi redigida em 1891, e manteve junto aos estados a atribuição de formar professores e zelar pela educação primária, situação análoga à vivenciada durante a república. O ensino profissionalizante destinado às pessoas mais simples também teve a administração delegada aos estados. Enquanto isso, a administração federal foi incumbida de cuidar dos ensinos médio e superior.

Marra e Guilherme (2020) citam que em 1889 o Brasil contava com os seguintes estabelecimentos de ensino superior: Faculdades de Direito, Medicina e Farmácia, além das Escolas de Minas (Ouro Preto-MG), Nacional de Belas Artes, Politécnica, Militar e Naval. Havia também os Institutos Nacional dos Surdos e Benjamin Constant. A maior parte dessas faculdades estava na Capital Federal à época, que era o Município do Rio de Janeiro.

De acordo com Niskier (2011), a Igreja tinha grande influência sobre as políticas educacionais, situação que foi modificada na primeira república de 1889. Um dos aspectos positivos da constituição de 1891 foi dissociar a Igreja de qualquer esfera sob responsabilidade do Estado, que passou a assumir caráter laico. Outros aspectos positivos republicanos foram o apoio à instrução feminina e à abolição da escravidão, ações que contribuíram para disseminar a ideologia positiva sobre a importância da educação como instrumento de ascensão socioeconômica, e consequente desenvolvimento nacional.

A ideologia progressista oriunda da proclamação republicana de 1889 passou a enxergar a educação como instrumento capaz de proporcionar às pessoas ascensão socioeconômica. Dessa forma, a sociedade da época compreendeu a instrução como forma de empoderamento feminino e reparação das pessoas vítimas da escravidão.

Apesar da alentadora constatação apresentada no parágrafo anterior, a segunda constituição declarou a não obrigatoriedade do segmento de ensino relacionado às séries iniciais, abstendo-se de estruturar a educação nas esferas governamentais. Ao retirar a obrigatoriedade do ensino primário, a Carta Magna de 1891 procedeu de forma contrária à visão social da época, sabotando o processo educacional, uma vez que pessoas hipossuficientes constituíam a maior parte da população, e por este motivo não teriam recursos para financiar a instrução inicial de seus filhos.

A história da humanidade alterna períodos em que os líderes de cada nação tomam medidas que são propícias ou não ao bem estar da população. Quando os governantes eleitos são conservadores, eles costumam elaborar leis favoráveis às elites econômicas que financiaram suas campanhas eleitorais, conforme salienta Niskier (2011). Em períodos onde políticos progressistas são maioria, a legislação é

modificada para contemplar medidas que elevem o índice de desenvolvimento humano (IDH) do país, e isto passa necessariamente pela construção de mais hospitais, escolas, universidades a crescimento econômico rumo ao pleno emprego.

A história da educação também é repleta de altos e baixos. Niskier (2011) aponta uma ação alentadora realizada pela primeira república, em 1890, com a criação do primeiro ministério dedicado à educação, capitaneado por Benjamin Constant, que regulamentou no mesmo ano os níveis de instruções elementar, médio e superior, estabelecendo o conteúdo a ser desenvolvido no ciclo básico de ensino e também no terceiro grau.

A próxima seção dissertará sobre os fatos mais relevantes que ocorreram na educação brasileira, entre os séculos XX e XXI.

2.1.2.2 SÉCULOS XX-XXI

Apesar da industrialização iniciada na segunda metade do século XIX, a economia do Brasil de 1900 ainda apresentava características predominantemente agrícolas, baseadas em monocultura. Portanto, havia pouco, ou nenhum interesse efetivo em desenvolver a educação no interior. Por outro lado, a nova classe média que surgia nas cidades como consequência da industrialização dependia da educação para ascender socialmente. Assim, havia uma demanda por sistemas de ensino de qualidade, para as regiões metropolitanas.

Marra e Guilherme (2020) destaca a importância da criação dos seguintes estabelecimentos de ensino direcionados à agricultura, no começo do século XX: Escola Agrícola de Lavras, criada em Minas Gerais, em 1908; Escola Superior de Agricultura e Medicina Veterinária, fundada no Rio de Janeiro, em 1910, a qual posteriormente se tornaria a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; Escola de Agricultura, criada em Pernambuco, no ano de 1913; Escola Agrícola de Piracicaba, fundada em 1925, no estado de São Paulo; Escola Superior de Agricultura e Veterinária, estabelecida em Lavras - MG, no ano de 1925.

De acordo com Cunha (2012), propostas educacionais democráticas começaram a surgir após a 1ª Guerra Mundial (1914-1918), elaboradas por pensadores famosos como Anísio Teixeira, Francisco Campos e Lourenço Filho, que se basearam na corrente educacional Escola Nova, criada em oposição à pedagogia tradicionalmente bancária, na qual o professor era considerado o detentor exclusivo do saber.

Segundo Niskier (2011), Anísio Teixeira defendia a relevância da educação como instrumento de mudança. Dessa forma, a reestruturação social necessária a um paradigma socioeconômico mais incluyente dependia de mudanças educacionais, que passam necessariamente por valorização cultural, além da alfabetização tradicional.

Cunha (2012) cita que a consolidação do capitalismo industrial se deu entre 1920 e 1939. O Brasil estava aquém dessa sociedade moderna, e precisava reestruturar sua educação, para abandonar definitivamente o estigma de nação subdesenvolvida.

Durante o século XX a nação brasileira passou por diversas formas de governo, e consequentes mudanças culturais. Embora Cunha (2012) coloque que a educação pública desvinculada de qualquer formação religiosa tenha surgido a partir de 1920, essas modificações que beneficiariam a maior parte da população, ou seja, as pessoas sem disponibilidade de recursos financeiros ocorreram de forma bastante vagarosa, uma vez que os detentores do poder viam com reticências investimentos favoráveis aos indivíduos hipossuficientes.

Os autores supracitados são unânimes em destacar que a era capitalista sedimentada a partir do século XX produziu enorme desigualdade social, nunca vista antes na história.

A primeira guerra mundial ocorreu entre os anos 1914 e 1918. Um de seus principais efeitos foi à redução da oferta de produtos manufaturados no mercado brasileiro, como consequência do redirecionamento de grande parte do parque industrial europeu para atividades bélicas. Por esse motivo, fomentou-se a industrialização nacional neste período, cujo crescimento atraiu imigrantes europeus.

Os trabalhadores recém-chegados ao Brasil trouxeram as bases da organização sindical, que inexistia no país. Cunha (2012) aponta que essa defesa dos direitos dos operários baseou-se em ideologias anarquistas, comunistas e socialistas, fundamentadas em pensadores europeus como Karl Marx. Esses movimentos pregavam uma educação para conscientização dos trabalhadores no combate ao capitalismo e à burguesia, principais responsáveis por manter estagnada a ascensão social do proletariado.

Os principais pontos da educação socialista fundamentavam-se sobre justiça e igualdade para todos, culminando na distribuição de riqueza, levando toda a população a usufruir dos direitos básicos garantidos pela constituição federal. Quando os europeus chegaram para trabalhar no Brasil, a influência do paradigma educacional anarquista superou o modelo socialista.

Segundo Niskier (2011), anarquistas eram contrários à obrigatoriedade da educação e sua chancela pelo Estado, apesar de compreenderem o imperativo de combater a falta de instrução, responsável por miséria e estagnação social. Eles defendiam escolas geridas por recursos próprios, sem a intervenção de igrejas ou governos, fomentando o crescimento de instituições educacionais privadas, como a Escola Italiana Príncipe de Nápoles, fundada por imigrantes em 1906, em Caxias do Sul – RS.

As duas décadas de 1920 e 1930 foram marcadas pelo estabelecimento da burguesia industrial, devido ao crescimento da manufatura nacional. Houve também diversos outros acontecimentos igualmente relevantes, que geraram transformações em importantes setores, como educação, política e cultura. De acordo com Cunha (2012), destacam-se dentre aqueles eventos a Semana de Arte Moderna, a Escola Nova, o surgimento do Partido Comunista Brasileiro, a Coluna Prestes e a Revolta dos Tenentes. O autor também cita a criação da Associação Brasileira de Educação, em 1924, cujo objetivo era promover eventos relacionados ao ensino e a pedagogia.

A semana de arte moderna realizada em 1922 foi pioneira na valorização da arte brasileira, desvinculando-a de paradigmas europeus. Esse movimento cultural pregava o fim das regras estéticas, inaugurando a arte moderna brasileira, influenciada por ideologias anarquistas e socialistas. Como o país ainda era culturalmente dominado pelos latifundiários da primeira república, filósofos, escritores, poetas e demais artistas que compartilhavam de ideologias conservadoras manifestaram oposição à realização da Semana de Arte Moderna (Cunha, 2012).

Além do movimento da Escola Nova, o psicólogo estadunidense John Dewey influenciou a educação brasileira da época, combatendo a imposição de passividade aos alunos, bem como a obrigatoriedade de gravar conteúdos através da repetição. Cunha (2012) explica que a pedagogia progressista de Dewey se fundamentava sobre o modelo de ensino baseado em experimentações práticas, ou seja, aprender fazendo. Através dessa conexão entre saberes e experiência, esperava-se desenvolver nos alunos autonomia, independência e senso crítico, que são valores fundamentais à democracia.

Niskier (2011) aponta uma crítica à pedagogia de Dewey, que define seu objetivo como moldar o discente aos interesses da industrialização emergente, que consolidou o capitalismo. Ao trabalhar autonomia, independência e auto estima nos estudantes, a pedagogia de Dewey estaria contribuindo para tornar os discentes futuros operários de fábricas, inserindo-os na emergente burguesia industrial.

Gadotti (2006) adverte que os adeptos da Escola Nova trataram a educação local a partir de autores norte-americanos, que traziam uma realidade completamente distinta da brasileira. Dessa forma, as

teorias elaboradas por pensadores estadunidenses teriam baixo impacto sobre a realidade do Brasil, por mais incluídas e libertadoras que seus ideais fossem concebidos.

Anísio Teixeira foi um grande educador brasileiro, que fundamentou suas ações pedagógicas a partir da Escola Nova, sendo inspirado pelas ideias de John Dewey. Gadotti (2006) lembra que o eminente educador era adepto da educação integral, nos moldes norte-americanos. Anísio criou em 1950 em Salvador uma instituição de ensino chamada de Escola Parque, que funcionava 8 horas por dia, e inspirou 30 anos depois a organização de Centros Integrados de Educação Pública (CIEP), no estado do Rio de Janeiro.

A ideia dos CIEP era ótima, pois esses institutos atenderiam as necessidades básicas dos estudantes e sua família, como habitação, higiene, saúde e nutrição. O problema é que, ao contrário dos Estados Unidos, o Brasil não dispunha de recursos financeiros para sustentar esses centros educacionais em larga escala.

O educador Fernando Azevedo foi um dos expoentes da Escola Nova. Sua pedagogia teve forte influência de Émile Durkheim, psicólogo francês considerado o responsável pelo surgimento da sociologia moderna, que nasceu na segunda metade do século XIX.

Cunha (2012) resume os pensamentos de Durkheim colocando que a consciência individual é produto da coletividade, porque a educação molda o comportamento social humano, tornando o homem um produto do meio.

Gadotti (2006) ressalta a liderança de Fernando Azevedo na luta por ensino gratuito e de qualidade, que inspirou o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, texto redigido em 1932 por dezenas de educadores favoráveis ao ensino público, gratuito, laico e de qualidade.

Como a Igreja ainda era bastante influente na sociedade brasileira, a constituição de 1934 contemplou tanto as demandas dos defensores da Educação Nova, quanto as necessidades dos líderes do catolicismo, ao determinar que o ensino de religião fizesse obrigatoriamente parte do projeto pedagógico institucional, enquanto os alunos podiam escolher se gostariam de assistir ou não as aulas desta disciplina.

Desde a década de 1930 os adeptos da Escola Nova já defendiam pautas como educação inclusiva e contextualizada à realidade dos alunos de cada região, exigência de curso superior para professores de todos os segmentos de ensino, combate à mentalidade de uma escola para a burguesia e outra direcionada às pessoas hipossuficientes.

Apesar da importância histórica do Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, que influenciou educadores como Darcy Ribeiro e Florestan Fernandes, seu conteúdo apresenta termos considerados atualmente elitistas e preconceituosos, conforme destaca Cunha (2012), citando uma frase do texto que se refere ao talento individual como uma característica inata, ao invés de habilidade que pode ser construída com educação inclusiva.

O Capitalismo Industrial teve seu auge no século XX. Inicialmente não havia preocupação com a quantidade de mercadoria a ser produzida. Pensava-se somente em gerar mais produtos, independente da demanda pelos mesmos. Por esse motivo ocorreu a crise de 1929 nos Estados Unidos, quando o excedente de mercadoria produzida não pôde ser absorvido por todos os norte-americanos, uma vez que não havia necessidade de tantos produtos. Sem ter como pagar os custos da produção, muitas indústrias quebraram, provocando falências e desempregos em escala planetária.

A crise de 1929 atingiu os cafeicultores brasileiros, pois os países que compravam seus produtos agrícolas não tinham mais condições de prosseguir com as transações econômicas. Para evitar prejuízos, os produtores de café utilizaram sua influência política para forçar o governo federal a adquirir os grãos estocados, levando o Brasil à falência por esta ação.

O aspecto positivo da crise de 1929 foi o rompimento do modelo agrário brasileiro, abrindo espaço à ampliação do parque industrial nacional.

A eleição de 1930 teve suspeita de fraude em vários estados, culminando com o assassinato do candidato a vice-presidente João Pessoa, pertencente à chapa do candidato a presidente Getúlio Vargas, um latifundiário gaúcho. Segundo Ghiraldelli (2006), esse foi o estopim para a revolução de 1930 levou Getúlio Vargas ao poder, apesar de ele ter perdido as eleições para Júlio Prestes. Conforme o mesmo autor, o país passou o quadriênio de 1930 a 1934 numa espécie de governo provisório sob a gestão de Vargas, que convocou assembleia constituinte em 1933, após exigência da oposição paulista no ano anterior.

Em 1934 foi promulgada nova constituição, que espelhou as ideias da nova elite, composta por industriais, militares, burguesia e outras Cartas Magnas de países com ideais políticos autoritários da Europa ocidental, como Alemanha, Espanha e Itália.

Apesar do caráter totalitário desta nova Carta Magna Brasileira, a constituição de 1934 teve o mérito de organizar a educação brasileira a partir dos seguintes pilares: ensino primário gratuito e obrigatório, estabelecimento do direito à educação para toda a população, obrigação do governo federal de

garantir a educação e dever da família em matricular seus filhos na escola, seja ela de natureza privada ou pública.

A Carta elaborada em 1934 constatou que a falta de instrução seria um entrave ao crescimento econômico. Com o objetivo de garantir mão de obra qualificada para a nova classe trabalhadora oriunda de setores como indústria e comércio, a constituição de 1934 estabeleceu a obrigatoriedade do ensino de primeiro grau a todos os brasileiros.

Essa obrigação de ensino somente até o primeiro grau teve como principal objetivo formar trabalhadores para fábricas, que não necessitavam de instrução muito apurada, além da alfabetização propriamente dita, bastando que o proletariado soubesse apenas efetuar as quatro operações básicas, ler e escrever, para garantir os lucros dos empresários.

Consolidou-se na constituição de 1934 a exigência de concurso público para atuar no magistério, bem como a obrigação do governo elaborar planos nacionais de educação (PNE), para fiscalizar e regulamentar escolas públicas e particulares, além de apontar estudos visando à implantação da gratuidade para os ensinos secundário e superior. Apesar das características progressistas dessa Carta, Gadotti (2006) destaca que defensores de linhas educacionais conservadoras conseguiram inserir a educação religiosa no currículo.

Francisco Campos foi ministro da Educação e Saúde de Getúlio Vargas, entre 1930 e 1932. Segundo Cunha (2012), ele realizou importantes reformas, como: criação do conselho nacional de educação (CNE), regulamentação do ensino superior, legislação sobre ensino secundário e organização do ensino comercial, da Universidade do Rio de Janeiro e demais Centros de Educação Superior do Brasil. Porém, o caráter elitista dessa reforma não apresentou iniciativas para combater o analfabetismo, cuja condição compreendia a maior parte da população (Niskier, 2011).

A reforma de Campos era direcionada às elites. Por isso, não apresentou iniciativas para erradicar o analfabetismo. Segundo Piletti (2006), o ensino secundário foi organizado em dois níveis, com duração de 7 anos. Levava-se 5 anos para cursar o grau fundamental de instrução, enquanto para o nível complementar eram reservados 2 anos.

Os dois anos de nível complementar do ensino secundário, organizado por Francisco Campos, tinham características pré-universitárias, ou seja, visavam preparar os alunos para o 3º grau. Os alunos que ingressavam no nível complementar precisavam escolher o enfoque do ensino conforme o curso

superior que pretendiam cursar, selecionando cada uma das três opções disponíveis, que eram estruturadas em Humanidades, Ciências e Engenharias (Piletti, 2006).

Nova constituição foi outorgada em 1937, marcando o início da ditadura Vargas. Nessa Carta Magna, foi suprimido o artigo 149 da constituição anterior, que destacava a educação como direito de todos os brasileiros. Somente em 1946 o direito à educação viria novamente a fazer parte da Carta promulgada neste ano.

Outro aspecto relevante da Reforma Campos foi a criação das universidades brasileiras, a partir da união de faculdades públicas isoladas. Essa ação possibilitou implantar estrutura adequada ao ensino superior. Piletti (2006) revela que a primeira universidade brasileira a ser criada foi a Universidade de São Paulo (USP), em 1934.

Gadotti (2006) cita como fundamental o apoio do exército e das elites ao golpe de Getúlio Vargas aplicado em 1937, no último ano de seu governo, que inaugurou o período conhecido por Estado Novo. Esse período ditatorial obteve apoio da sociedade sob a justificativa de combate ao comunismo, discurso até hoje utilizado pelas classes dominantes, quando representantes de ideologias progressistas chegam ao poder, uma vez que as elites não concordam em repartir os investimentos do Estado, com a maioria da socialmente desassistida população brasileira.

Para viabilizar sua ditadura, Vargas decretou estado de guerra, situação em que qualquer pessoa podia ser presa sem mandado da justiça. Em seguida, Getúlio apresentou nova constituição em 1937, homologando o Estado Novo, que consistiu na fase autoritária de sua gestão presidencial.

O cunho autoritário dessa nova Carta Magna tirou do estado a responsabilidade de estruturar e manter o ensino público. Deixa de existir fração orçamentária reservada à educação, que se apresenta com duas características, segundo Niskier (2011).

A primeira delas é o ensino de elite, voltado às classes dominantes, que abrange os níveis secundário e superior. Já a educação primária e profissional é destinada à maioria da população, que é composta por pessoas de origem humilde. Excluiu-se o acesso do proletariado aos ensinos secundário e superior, com essa constituição norteadas por ações conservadoras, típicas de regimes antidemocráticos. Dessa forma, houve grande aumento da desigualdade social.

A segunda guerra mundial ocorreu entre 1939 e 1945, durante a fase ditatorial do governo de Getúlio Vargas, que enviou tropas para apoiar o exército dos Aliados (aliança entre Inglaterra, França, Estados Unidos e União das Repúblicas Socialista Soviéticas) nas batalhas.

Entre a primeira e segunda guerras mundiais, tanto Alemanha quanto Itália enfrentavam muitas dificuldades sociais, provocadas pelas grandes taxas de desemprego. Ambos os países investiram na indústria de armamentos para combater a crise econômica. A visão expansionista japonesa levou o país a se aliar com Itália e Alemanha, para formar a aliança conhecida por Eixo (Cunha, 2012).

Durante a segunda guerra, o ministro da educação Gustavo Capanema criou decretos a partir de 1942, para inicialmente organizar o ensino entre os níveis secundário, industrial e comercial. Cunha (2012) destaca que as leis de Capanema possibilitaram a criação de importantes órgãos, que existem até hoje, como Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP), Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN).

Cunha (2012) destaca que as mudanças educacionais foram realizadas por Gustavo Capanema entre 1942 e 1946, ano em que os ensinos normal, primário e agrícola foram reestruturados. Essas modificações criaram o Orientador Educacional, para assegurar o bom andamento da rotina escolar. Tais reformas tiveram reflexo no ano seguinte, quando se verificou diminuição do número de indivíduos analfabetos em todo o país.

A lei orgânica do ensino secundário foi elaborada em 1942, tendo reestruturado este segmento educacional, cuja finalidade passa a ser despertar o patriotismo, desenvolver o pensamento humanista e preparar o jovem para estudos de alto nível intelectual, com o objetivo de formar novos dirigentes.

Conforme Niskier (2011), o ensino secundário foi estruturado nos níveis ginásial e colegial, cuja extensão abrangia 4 e 3 anos, respectivamente. Sua formação passou a ser geral, apresentado ramificações clássica e científica. Aboliu-se a característica elitista anterior a esta organização proposta em 1942, que especificava o ensino secundário pela função exclusiva de preparar para o ingresso à universidade.

As mudanças de Capanema aumentaram o tempo dedicado às humanidades, para satisfazer à exigência do ensino de latim no ginásial, juntamente com ofícios, história, geografia e hinos de louvor à pátria. Por esse motivo, reduziu-se a carga horária de matemática, um equívoco que poderia explicar porque grande parte dos brasileiros temem esta disciplina. Cunha (2012) comenta que se houvesse maior tempo dedicado ao ensino de disciplinas das ciências exatas, seriam reduzidas as chances de ocorrência de rejeição ao seu conteúdo.

Marra e Guilherme (2020) citam que a função da educação profissionalizante se concentrava em proporcionar ao proletariado formação de mão de obra para atuar na indústria, realizando trabalhos mais desgastantes, que são caracterizados por intenso esforço físico.

Piletti (2006) aponta que entre 1942 e 1946 foram criadas escolas técnicas industriais, comerciais e agrícolas, cuja finalidade era proporcionar aos alunos formação profissional de qualidade, possibilitando aos discentes desempenhar suas funções com destreza, habilidade, eficiência e produtividade.

Cunha (2012) salienta que a educação primária ficou de 1827 a 1946 sem qualquer revisão ou reorganização de seu modelo constitutivo, caracterizando evidente desprezo por este segmento de ensino imprescindível para combater o analfabetismo.

Reestruturado pela primeira vez após 119 anos desde sua organização, o ensino primário teve suas funções redefinidas através de decreto no ano de 1946, visando ampliar a visão cultural dos discentes, estimular a autonomia dos alunos, sedimentar conhecimentos associados à saúde e proporcionar o aprendizado de trabalhos simples, com o objetivo de iniciar os estudantes na vida profissional.

Gadotti (2006) relembra que o ensino primário foi estruturado em duas categorias. Uma delas era destinada a crianças de 7 a 10 anos, sendo nomeada ensino primário elementar, enquanto a segunda categoria foi direcionada a alunos cuja faixa etária estava entre 11 e 12 anos, a qual se tornou conhecida como ensino primário complementar. Havia também ensino primário destinado a jovens e adultos, designado por educação primária supletiva.

De acordo com Cunha (2012), escolas normais existiam às centenas durante a década de 1940, sendo principalmente destinadas a alunos do sexo masculino. A reforma de Gustavo Capanema fez com que institutos de educação oferecessem cursos normais com 7 anos de duração, estruturados em 2 ciclos e destinados exclusivamente às pessoas do sexo feminino.

Niskier (2011) comenta que a modificação do público discente corresponde aos anseios elitistas governamentais de reservar salários menores do que os praticados à época, uma vez que neste período a remuneração feminina era inferior à masculina. Por outro lado, essa mudança do público frequentador das escolas normais foi um grande avanço social, por possibilitar às mulheres o exercício de uma profissão regulamentada. As muitas matérias de formação cultural e propedêutica ofertadas tinham carga horária elevada e currículo com diversidade de temas abordados, quando comparadas às poucas disciplinas de caráter profissional que eram oferecidas.

A derrota dos países de regime totalitário durante a segunda guerra mundial incentivou no Brasil a luta contra o regime totalitário de Vargas. Conforme Marra e Guilherme (2020), isso despertou em Getúlio a vontade de estabelecer medidas democráticas como libertar presos, autorizar sufrágio eleitoral, permitir atuação de imprensa e possibilitar o pleno funcionamento de partidos políticos, para se perpetuar no poder através de eleições.

Marra e Guilherme (2020) salientam que ainda assim Vargas foi deposto em outubro de 1945, tendo José Linhares assumido a presidência com o apoio de militares e oposição. A consequência disso foi a eleição do General Eurico Gaspar Dutra para a presidência, seguida da promulgação da constituição de 1946, que trouxe de volta a democracia, juntamente com a quarta Carta Magna em apenas 57 anos de república, evidenciando a fragilidade política brasileira.

Embora tenha governado o Brasil por apenas 4 meses, até o dia 31 de janeiro de 1946, data da posse do presidente eleito Eurico Dutra, Niskier (2011) relata que José Linhares realizou algumas mudanças na educação, dentre as quais se destacam a autonomia financeira, administrativa, didática e disciplinar da Universidade do Brasil, futura Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Também houve algumas exigências para instituições de ensino superior pleitearem o status de universidade, que foram as seguintes: ofertar pelo menos três cursos superiores, com pelo menos dois deles sendo filosofia, engenharia, medicina ou direito; especificar as fontes de recursos financeiros para garantir o funcionamento da universidade.

No curto período de 4 meses entre a deposição de Getúlio Vargas e a posse do presidente eleito Eurico Dutra, realizaram-se relevantes mudanças, como a homologação de leis orgânicas dos ensinos primário e normal. Em 10 de janeiro de 1946 o governo José Linhares criou o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), além de regulamentar procedimentos para produzir, implantar e utilizar livros didáticos através da recém estabelecida Comissão Nacional do Livro Didático, conforme salienta Niskier (2011).

Niskier (2011) cita ainda que a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC – RJ) foi reconhecida pelo Ministério da Educação e Saúde em 15 de janeiro de 1946.

Em 12 de março de 1946 entrou em vigor decreto que determinava a criação de colégios de aplicação para faculdades de filosofia, para prática docente dos estudantes da disciplina Didática, que seria realizada no ensino secundário, próximo aos centros de educação superior (Niskier, 2011).

O mesmo autor comenta ainda sobre a criação da Universidade Federal da Bahia em 8 de abril de 1946, resultado da união das faculdades de engenharia, economia, direito, medicina, odontologia, farmácia e filosofia. Em 29 de junho de 1946 criou-se também a Universidade Federal de Pernambuco, após a união de diversas faculdades.

Em 1947 a graduação em aeronáutica começou a ser lecionada no Instituto Militar de Engenharia (IME), no Rio de Janeiro. Poucos anos depois o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) foi transferido das instalações do IME para São José dos Campos - SP, conquistando sede própria. Instituiu-se em 1950 a Universidade do Distrito Federal, atual Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), como resultado da agregação das faculdades de medicina, economia, letras e direito.

De acordo com Niskier (2011), a constituição de 1946 voltou a estabelecer a educação como direito de todos, determinando à esfera federal de governo competência exclusiva na formulação de leis de diretrizes e bases (LDB), cujo anteprojeto foi apresentado em 22 de outubro de 1948 para sanção no congresso, com os objetivos de descentralizar os sistemas de ensino, ratificar autonomia universitária e implantar atividades extracurriculares, além de organizar os ensinos rural e profissionalizante. A primeira LDB levou treze anos para ser aprovada, o que ocorreu apenas em 1961.

Niskier (2011) recorda que uma das primeiras leis educacionais remonta ao ano de 1947, autorizando a União a estabelecer cooperação com estados e municípios, através de convênios fiscalizados pelo Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos (INEP), para ampliar e aperfeiçoar os ensinos primário, secundário e normal, em locais onde estes segmentos enfrentassem carência de recursos.

O Ministério da Educação e Saúde do governo Gaspar Dutra tinha como parcela relevante de suas atribuições o reconhecimento de colégios em toda a federação, assim como a cassação da permissão de funcionamento, em caso de irregulares devidamente investigadas, de acordo com Marra e Guilherme (2020).

Marra e Guilherme (2020) destacam também a criação da Escola Superior de Guerra (ESG) em 1949, para consolidar o ensino militar orientado à segurança nacional. Eles também citam que no mesmo ano federalizou-se a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), cuja fundação ocorreu no ano de 1927, marcando esta instituição como a segunda mais antiga do Brasil, após a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Em 1953 Cunha (2012) destaca que o Ministério da Educação e Saúde originou dois outros, que foram respectivamente nomeados como Ministério da Educação e Cultura (MEC) e Ministério da Saúde,

lembrando também que no ano de 1930 existiam somente duas universidades em todo o Brasil. Entretanto, o autor comenta que entre 1945 e 1961, ano de criação da lei de diretrizes e bases, houve uma profusão de instituições de ensino superior.

Gadotti (2006) cita que o MEC estabeleceu o Fundo Nacional do Ensino Médio, em 1954, para promover aperfeiçoamento e ampliação das escolas destinadas a este segmento educacional. No ano seguinte, em 1955, o MEC determinou a realização de concursos para o magistério. Também em 1955 houve a separação dos cursos superiores de Geografia e História, que anteriormente eram lecionados numa mesma graduação, vinculada às faculdades de filosofia.

Em 1959, o MEC organizou as escolas industriais federais, delegando a elas o objetivo de ensinar ao estudante atividade técnica agregada às disciplinas de ensino médio, conferindo aos alunos egressos capacidade para ingressar no mercado de trabalho, ou dar prosseguimento aos estudos, de acordo com Niskier (2011). O ministério da Educação e Cultura (MEC) possibilitou a criação de escolas técnicas industriais regidas por legislações nas esferas estaduais e municipais, desde que esses entes federados se submetessem às diretrizes e bases das legislações educacionais federais.

Durante o governo de Juscelino Kubistchek a capital brasileira passou a ser Brasília, em 21 de abril de 1960. A cidade do Rio de Janeiro foi transformada de Distrito Federal para Estado da Guanabara. Nesse mesmo ano, Niskier (2011) destaca a criação da Universidade Federal Fluminense, em Niterói – RJ, da Universidade Federal de Juiz de Fora e da Universidade Federal da Paraíba, todas resultantes da união de antigas faculdades.

Em 1960 também ocorreu a criação da Ordem dos Músicos do Brasil (OMB). Tendo assumido a presidência do Brasil em 1960, Jânio Quadros renunciou no ano seguinte, 1961, quando se instituiu a Universidade de Brasília.

O ministro da educação de Getúlio Vargas, Gustavo Capanema, tornou-se deputado federal. Em 1949 ele redigiu parecer contrário à proposta para criação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da educação, enviada ao congresso. Por outro lado, Cunha (2012) destaca deputado, Almeida Junior, que manifestou total oposição à rejeição de Capanema, iniciando confrontos políticos sobre matérias educacionais, que perduraram até 1961, quando enfim ocorreu a aprovação da LDB, após embates no Congresso conhecidos por Guerra dos 13 anos.

O primeiro artigo da LDB de 1961 expunha o caráter completamente incluso e democrático de seu texto, por citar como objetivos da educação os seguintes tópicos, destacados por Niskier (2011):

ensino dos direitos e deveres ao cidadão; respeito aos direitos humanos e liberdade; integração das unidades federativas; desenvolvimento humano para auxiliar na construção de sociedade igualitária; preparar estudantes para o aprendizado de equipamentos científicos e tecnológicos; preservar e expandir a cultura nacional; combater qualquer discriminação por crenças filosóficas, políticas e religiosas, ou preconceitos elaborados em função de origem étnica, regional ou socioeconômica.

Visando garantir a descentralização, a LDB de 1961 admitia autonomia legislativa educacional, nos estados e municípios, desde que esses entes federados não violassem o que foi estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases deste ano.

Essa ação descentralizadora tinha a intenção de acabar com regalias e vantagens dos donos de instituições privadas de ensino, que faziam campanha pra monopolizar recursos financeiros governamentais para as elites, apoiados por políticos que destinavam ao ensino público verbas escassas e educação homogeneizada, sem contextualizar os conhecimentos trabalhados, de acordo com regionalidades e especificidades de cada município ou estado da federação brasileira.

Entretanto, Niskier (2011) destaca que a descentralização não resolve todas as questões educacionais, uma vez que o ensino primário ficou mais de um século sob responsabilidade das províncias, e não desenvolveu. Dessa forma, o autor salienta que a descentralização deve corresponder ao deslocamento de poder das regiões centrais para as periferias, estruturando de maneira mais eficiente os ensinos estaduais e municipais.

Portanto, as escolas deveriam decidir suas questões educacionais conforme as especificidades características das regiões em que se encontram inseridas, agindo de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 4024 de 1961, que veio para combater modelo educacional único, implantando a descentralização.

Porém, um pouco de centralização se faz necessária, como projetos de apoio financeiro federal ao transporte escolar para escolas estaduais e municipais, bem como programas que disponibilizem verba da União para os demais entes federativos, orientados à aquisição de livros didáticos, alimentação ou complemento salarial incentivando a capacitação de servidores ligados à educação, como docentes ou pessoal técnico e administrativo.

A descentralização do ensino não é tema recente no cenário educacional brasileiro. Niskier (2011) recorda que esse assunto já era defendido desde o Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, movimento ocorrido em 1932, durante o governo de Getúlio Vargas. O autor relembra que a LDB de

1961 determinou a criação de conselhos, que teriam função de autorizar o funcionamento de escolas. Posteriormente os estabelecimentos de ensino seriam visitados, para receber o reconhecimento institucional, possibilitando validade de seus certificados de diplomas e certificados emitidos, em âmbito nacional.

Havia reclamações que parecem recentes, sobre como as escolas de nível primário e secundário não consideravam as características regionais na construção de conhecimentos, nem possibilitavam uma educação com oportunidades iguais a todos, referente a qualidade, quantidade de vagas e integração com a comunidade local, de acordo com Cunha (2012). Nesse contexto a LDB 4024/61 foi célebre na elaboração de soluções adequadas para os problemas apresentados, proporcionando às escolas estaduais e municipais flexibilidade curricular e de avaliações, além de estabelecer um núcleo comum obrigatório de disciplinas.

Niskier (2011) salienta que o Conselho Federal de Educação recebeu da LDB de 1961 a incumbência de indicar as cadeiras do núcleo comum, que eram Português, Matemática, Geografia, História e Ciências. Já o Conselho Estadual de Educação deveria complementar as matérias obrigatórias, e proceder à indicação das optativas, além de permitir em suas reuniões a representação de instituições educacionais públicas e privadas.

O estabelecimento de ensino tinha obrigação de escolher duas matérias optativas, além de ofertar Educação Física e mais algumas disciplinas oferecidas pela escola, de acordo com as especificidades regionais. Essa flexibilidade foi o elemento imprescindível à descentralização.

Os Conselhos Estaduais de Educação também eram obrigados pela Lei 4024/61 a publicar estatísticas anuais sobre dados relacionados ao ensino, que serviriam de subsídios ao gerenciamento da aplicação de recursos financeiros do erário no ano seguinte, distribuindo as verbas da União prioritariamente em unidades federativas que apresentassem menores desempenho. Segundo Niskier (2011), essa medida tinha o objetivo de proporcionar condições ao aprimoramento da educação em estados ou municípios onde houvesse maior necessidade.

Gadotti (2006) destaca a participação da Igreja Católica durante os treze anos em que se efetuaram debates necessários à aprovação da LDB de 1961. O autor também cita que o ensino religioso era matéria constitucional desde 1934, apesar da primeira constituição republicana declarar o estado laico.

A década de 1960 ainda era bastante etnocêntrica, de modo que ainda havia muitos defensores do ensino católico, desconsiderando a importância das religiões de matrizes africanas na formação cultural brasileira. Dessa forma, o artigo 97 da Lei de Diretrizes e Bases incluiu a oferta de ensino religioso pelas instituições de ensino, salientando, porém, que a matrícula dos alunos seria facultativa. Desde a elaboração da lei 4024/61 já havia a disputa sobre quais os percentuais dos recursos públicos deveriam ser aplicados no ensino privado ou na educação pública. A influência dos donos de escolas e universidades particulares já era relevante, de forma que eles conseguiram incluir no artigo 93 da LDB normatização sobre a aplicação de verbas do erário, descrevendo que elas seriam preferencialmente direcionadas às instituições públicas de ensino.

Niskier (2011) avalia esse artigo 93 como um perigoso precedente, pois segundo esta parte do trecho da LDB, bastava aplicar pouco mais da metade do orçamento educacional em escolas públicas, para cumprir a exigência deste dispositivo legal. O autor comenta que a brecha para aplicação dos recursos públicos em escolas privadas dessa lei 4024/61 foi baseada no artigo 167 da constituição vigente à época.

Belchior (2020) lembra que em 1958 o congresso ainda debatia alterações no anteprojeto que se tornaria a LDB 4024/61. Nesse ano, o deputado Carlos Lacerda propôs o artigo 70 da lei, que obrigava o estado a destinar recursos do Fundo Nacional da Educação (FNE) às instituições particulares de ensino. Isso seria catastrófico às pessoas de origem humilde, que não tinham condições de frequentar escolas privadas.

Por isso Florestan Fernandes iniciou, no mesmo ano de 1958, uma campanha em defesa da escola pública. Interessante destacar que esse trecho da história da educação parece bastante atual, uma vez que nos dias de hoje as corporações privadas ainda tentam se apoderar de recursos públicos financiando eleições de políticos que os representem tanto no congresso, quanto no senado.

Roque (2018) destaca que essas instituições de caráter particular se lembram da coletividade somente quando vão à falência, e recorrem à União para repartir os prejuízos com a maioria dos brasileiros, pagadores de impostos que financiam diariamente a máquina governamental, ao comprar alimentos necessários a sua subsistência, uma vez que há taxaação sobre relevante parcela de produtos industrializados.

Essa campanha iniciada por Florestan Fernandes resultou na LDB 5692/71, aprovada 10 anos após a lei 4024/61. Essa nova LDB reestruturou o Conselho Federal de Educação, descrevendo que sua

composição seria de 24 membros, nomeados pelo presidente da república, com base em seu saber e experiência educacional, de acordo com Belchior (2020).

O autor cita que os conselheiros tinham mandato de seis anos, e exerciam relevantes atividades, inclusive cooperando com Conselhos Estaduais de Educação.

Conforme Niskier (2011), a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 5692/71 era inovadora por dedicar dois artigos à educação de pessoas especiais, versar sobre assistência social e estabelecer atribuições do Conselho Federal de Educação (CFE), dentre as quais se destacam as seguintes: deliberar sobre o funcionamento de faculdade e universidade particulares ou públicas; recomendar ou não a incorporação de colégios ao sistema federal de educação; deliberar sobre disciplinas obrigatórias no ensino médio; estabelecer duração e currículo mínimo de cursos superiores.

Outras atribuições do Conselho Federal de Educação estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 5692/71 foram: realizar sindicâncias em instituições de ensino sempre que julgar adequado; analisar recursos impetrados por candidatos que não lograram êxito em concursos para o magistério federal; promover e divulgar estudos sobre sistemas de educação estaduais; fomentar assistência social escolar; realizar intercâmbio com as secretarias estaduais de ensino; propor medidas para expandir e aperfeiçoar a educação.

O Conselho Federal de Educação foi extinto em 1994, sendo substituído no mesmo ano pelo Conselho Nacional de Educação, composto por 24 membros, cada um deles com mandato de 4 anos, cuja metade é nomeada pelo Presidente da República mediante indicação do Ministros da Educação, enquanto a outra metade é escolhida através de listas tríplexes indicadas ao Ministro da Educação apresentadas por segmentos sociais ligados à educação (Belchior, 2020).

De acordo com Cunha (2012), em 27 de março de 1961 criou-se o Movimento de Educação de Base (MEB), cujo objetivo era erradicar o analfabetismo, atuando inicialmente nas regiões menos desenvolvidas do Brasil à época, onde a falta de instrução era maior do que os demais estados brasileiros. O MEB alfabetizou meio milhão de alunos, tendo atuado em 6128 escolas.

O MEB foi implantado através de acordo entre o governo federal e a Confederação Nacional dos Bispos (CNBB), inspirada pelo Cardeal Dom Eugênio Sales, fundador da Campanha da Fraternidade. Apesar de o estado ser laico, trata-se de um exemplo positivo de ações da Igreja, que se uniu ao governo na erradicação do analfabetismo.

Niskier (2011) cita que o analfabetismo na região nordeste no começo da década de 1960 compreendia a maior parte das pessoas cuja idade era superior a 14 anos. Isso inspirou a Secretaria Municipal de Educação de Natal – RN, liderada por Moacyr Góes, a criar no mesmo ano a campanha “De pé no chão também se aprende a ler”, que chegou a ter 17000 alunos em 1963, quando a iniciativa passou a ensinar profissões como enfermagem, marcenaria, barbearia, corte e costura, artesanato, sapataria e encadernação. Conforme o autor, o Regime Militar instaurado em 1964 abandonou este projeto educacional.

Em 21 de janeiro de 1964 constituiu-se o Programa Nacional de Alfabetização, iniciativa do Ministério da Educação e Cultura (MEC) baseada no método desenvolvido por Paulo Freire, que apresentava resultados após 40 horas de aplicação, conforme Belchior (2020). O autor destaca que a metodologia de Paulo Freire era tão conceituada, que o renomado educador tinha seu nome incluído no texto da Lei 53465/64, que estabeleceu o Programa Nacional de Alfabetização.

O sistema de alfabetização proposto por Paulo Freire propunha o levantamento do vocabulário das pessoas inscritas nas turmas, que consistia em determinar quais eram as palavras que eles conheciam, inerentes à realidade de cada indivíduo. Após essa etapa inicial, criavam-se a partir de roteiros situações contextualizadas às palavras conhecidas pelo grupo, decompondo-se em fichas os fonemas dos vocabulários empregados nas turmas.

Belchior (2020) comenta que num período entre 45 e 60 dias após a aplicação do método Paulo Freire em cada turma, os alunos nela inscritos concluíam o programa lendo e escrevendo. O autor recorda que em 1964 o Diretor de Extensão da Universidade Federal de Pernambuco era Paulo Freire, que via a educação como um ato político. Por esse motivo, com o advento da ditadura militar em 1964, o pesquisador brasileiro mais publicado no exterior foi cassado pelo governo, que considerava suas ideias subversivas ao regime.

Assim, Paulo Freire teve que sair do Brasil e continuar seu relevante trabalho de educador em outras nações, nas quais foi condecorado e recebeu o devido reconhecimento.

Conforme Cunha (2012), é preciso destacar a Campanha Nacional de Escolas da Comunidade (CNEC), que começou em 1943 com a iniciativa promovida por estudantes à época, que resolveram criar uma escola para o atendimento escolar de pessoas carentes. O autor cita que a CNEC foi o maior movimento nacional organizado e comunitário de ensino, alcançando desde as séries iniciais até o terceiro grau. Em 1994 o CNEC tinha quase 400.000 alunos, inscritos em 1300 escolas, que recebiam aulas de aproximadamente 25000 docentes.

O regime militar tinha alguma preocupação com o sistema educacional, apesar de sua inclinação à pedagogia tecnicista, que visava principalmente a formação de mão-de-obra especializada.

De acordo com Niskier (2011), o governo instituiu em outubro de 1964 o salário educação, que deveria ser pago pelas empresas à Previdência Social, para custear o ensino primário dos filhos de seus funcionários. Metade do valor arrecadado era destinado ao Fundo Estadual do Ensino Primário, enquanto cabia ao Fundo Nacional de Ensino Primário a parcela restante. O autor relembra que a lei 4440/64 instituiu esse benefício, deixando claro que o salário educação não poderia ser abatido do salário dos empregados, sendo um imposto recolhido junto às empresas pela Previdência Social.

Em 6 de dezembro de 1965 estabeleceu-se o Estatuto do Magistério Superior, de acordo com Belchior (2020), cuja função era instituir o regime jurídico dos professores federais. Essa Lei foi designada por 4881-A/65, sendo também conhecida como Lei da Reforma Universitária, por estruturar em centros e departamentos as instituições públicas de ensino superior.

O governo militar revogou o Programa Nacional de Alfabetização, criando em seu lugar através da Lei 5379/64 o Movimento Brasileiro de Alfabetização, amplamente conhecido como MOBRAL, conforme Niskier (2011). O autor destaca que o MOBRAL era mantido através de recursos oriundos da Loteria Esportiva, e de 1% do imposto de renda pago por pessoas jurídicas.

Além da erradicação do analfabetismo, o MOBRAL pretendia integrar os alfabetizados na sociedade, auxiliando-os na inserção do mercado de trabalho. Visando igualdade de oportunidade a todas as pessoas por meio da educação, o MOBRAL tentava alcançar este objetivo inserindo-se em regiões com elevadas taxas de analfabetismo.

O Movimento Brasileiro de Alfabetização foi amplamente premiado e reconhecido no exterior, especialmente pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e por países de todo o mundo, de acordo com Niskier (2011), tendo várias nações celebrado acordos de cooperação técnica com o Brasil, como Paraguai, Bolívia, Jamaica, Senegal, Guatemala e Espanha.

Entretanto, eminentes educadores como Anísio Teixeira criticaram o MOBRAL, devido a sua principal característica, que consistia em apenas alfabetizar, sem proporcionar aos recém letrados a oportunidade de praticar os conhecimentos adquiridos com o letramento. Segundo Niskier (2011) há relatos de populações que aprenderam a ler e escrever que se tornaram novamente analfabetos, porque não tiveram letramento contextualizado à própria realidade, deixando por este motivo de praticar a leitura e a escrita.

Em 1981 o MOBRAL foi subordinado à secretaria de primeiro e segundo graus, pertencente ao Ministério da Educação e Cultura (MEC). Por esse motivo, passou também a atender à pré-escola, além do programa supletivo, onde atuava em alfabetização e profissionalização.

Cunha (2012) destaca que o fim do MOBRAL se deu em 1985, quando foi substituído pela Fundação Educar. Nesse mesmo ano o Brasil tinha 30 milhões de pessoas analfabetas, em todo o espectro demográfico nacional.

A constituição do Regime Militar foi promulgada em 24 de janeiro de 1967, substituindo a Carta de 1946. Cunha (2012) salienta que dentre os principais artigos e parágrafos relacionados à educação, destacavam-se nessa constituição as seguintes iniciativas:

- Ensino dos 7 aos 14 anos obrigatório e gratuito em escolas públicas da rede primária;
- Educação livre à iniciativa particular, que poderá receber apoio técnico e financeiro do poder público;
- A gratuidade de ensino após o nível primário está condicionada à comprovação de falta de recursos financeiros;
- Bolsas podem ser concedidas para pessoas hipossuficientes cursarem o ensino superior, desde que elas se comprometam a ressarcir valores recebidos ao erário, após a formatura;
- Ensino religioso facultativo;
- Necessidade de concurso público de provas e títulos para o magistério de segundo grau e superior, em estabelecimentos oficiais de ensino;
- União proporcionará assistência técnica e financeira a estados e municípios, bem como aos alunos com insuficiência de recursos;
- Obrigatoriedade de serviço de assistência educacional nos sistemas de ensino, para proporcionar suporte aos discentes que necessitem aprimoramento da eficiência escolar.

O Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) foi criado pela Lei 5357 de 21 de novembro de 1968, de acordo com Niskier (2011), sendo vinculado ao Ministério da Educação e Cultura (MEC). O FNDE tinha objetivo de captar recursos financeiros, direcionando-os à manutenção de projetos de ensino e pesquisa, incluindo alimentação escolar e bolsas de estudo. O aporte financeiro do FNDE era garantido por lei, consistindo de recursos orçamentários e fiscais, 30% da receita líquida da Loteria Federal, fontes oriundas do salário educação, quantias recolhidas da Petrobras e transferências da União a estados e municípios.

Em 1968 o governo do presidente Artur da Costa e Silva elaborou no mês de dezembro o Ato Institucional Número 5 (AI-5), que fechou o congresso e cassou mandatos de deputados e senadores, além de negar direitos políticos aos opositores do regime militar. Segundo Niskier (2011), Costa e Silva

adoeceu em 1969, ficando impossibilitado de continuar a exercer a presidência da república, tendo falecido em 17 de dezembro do mesmo ano.

Os militares não permitiram que o vice-presidente Pedro Aleixo assumisse o comando do país. Eles designaram Emilio Garrastazu Médici como novo presidente, e promulgaram em 17 de outubro de 1969 a Emenda Constitucional nº 1, que equivalia a uma nova Carta, devido à grande quantidade de modificações, conforme Niskier (2011). Essa Emenda evidenciou a necessidade de uma lei única, para consolidar instrumentos legais desde o ensino básico (pré-escolar, ensino fundamental e ensino médio), até o superior (3º grau, pós graduações lato sensu, mestrado e doutorado).

O crescimento econômico durante o governo Juscelino Kubitschek criou demanda por profissionais de nível superior nas novas empresas que surgiram, e também nas antigas, proporcionando condições à enorme expansão do ensino superior brasileiro, a partir de 1960.

A rede de ensino do 2º grau também foi ampliada, proporcionando condições ao surgimento de instituições de 3º grau, principalmente aquelas de caráter privado. Niskier (2011) corrobora essa afirmação, comentando que pouco menos da metade das vagas em universidades eram ofertadas por instituições de ensino particulares em 1960, enquanto esse porcentual cresceu consideravelmente na década de 70, tendo quase dobrado.

Essa enorme expansão do ensino superior trouxe impactos negativos à qualidade da educação oferecida pelas instituições de 3º grau. Tal constatação motivou a criação da Lei 5540 em 28 de novembro de 1968, conhecida como Lei da Reforma Universitária, cujo objetivo foi organizar o funcionamento do ensino superior (Niskier, 2011).

Essa reforma modificou o regime de ensino das universidades, que tinha caráter seriado ou anual, tornando o mesmo semestral. A Lei 5540/68 concedeu às universidades autonomia didática, científica, administrativa, disciplinar e financeira, tendo estabelecido também a indissociabilidade entre ensino e pesquisa. Outro decreto relevante à época foi o nº 63341/68, que estabeleceu critérios para expansão universitária, tentando impedir abertura de novos cursos em áreas saturada (Niskier, 2011).

Em 1971 foi institucionalizado o sistema de créditos, pelo Parecer 331, que permite promoção discente por disciplina isolada. Esse parecer definiu cada crédito como 15 horas de aula, ou seja, uma disciplina de 40 horas equivaleria a 2 créditos (Marra e Guilherme, 2020). Os autores também comentam sobre mudanças no processo seletivo para o ensino superior, que começou em 1911, quando era chamado de exame de Estado.

A partir de 1942 esse exame passou a ser conhecido como vestibular. A partir de 1947 os alunos podiam se matricular em qualquer curso superior, desde que comprovassem a conclusão do ensino clássico ou científico, conforme Niskier (2011). A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) nº 4024 de 1961 concedeu às instituições de 3º grau maior autonomia quanto à elaboração dos critérios de admissão.

De acordo com Niskier (2011), o Parecer 791/69 determinou parâmetros para a realização do concurso vestibular, devido ao grande aumento da concorrência pelas vagas oferecidas em instituições de ensino superior, tendo estabelecido que os conhecimentos cobrados no exame não poderiam suplantar o conteúdo trabalhado durante o 2º grau, além de exigir que os conteúdos avaliados deveriam ser os mesmos para todos os cursos superiores.

Em caráter oficial a pós-graduação brasileira começou a partir do decreto 29741 de 1951, que criou a Campanha Nacional de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), órgão destinado à qualificação dos profissionais de 3º grau, atuando através da concessão de bolsas individuais, ou fomento aos programas de pós-graduação de faculdades.

Conforme Niskier (2011), a partir do artigo 25 da Lei do Magistério (nº4881-A de 1965), o parecer 977/65 diferenciou pós-graduações *lato sensu* e *stricto sensu*, além de conceituar mestrado e doutorado, juntamente com a definição acompanhada da respectiva duração desses níveis de formação.

A pós-graduação *lato sensu* é realizada após a graduação, e seus cursos são denominados especialização ou aperfeiçoamento. Embora a pós-graduação *stricto sensu* também seja realizada ao final de cursos superiores, ela proporciona maior formação científica, cultural e acadêmica, com a oferta de mestrados e doutorados, que respectivamente requerem defesa de dissertações ou teses, ao final de um período mínimo de disciplinas cursadas e pesquisas realizadas de 2 anos ou 4 anos, em cada um desses níveis de ensino.

Em 1970 o decreto 66662 alterou a denominação da CAPES para Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, tornando o órgão autônomo, apesar de seu vínculo com o Ministério da Educação (Cunha, 2012).

Assim como ocorreu com a graduação, houve crescimento exagerado na oferta de especializações, mestrados e doutorados, levando à criação do primeiro Plano Nacional de Pós-Graduação, em 1975,

que exigiu das instituições superiores solicitação de licença para criação de novos cursos (Niskier, 2011).

O autor comenta pesquisa realizada pela CAPES em 1982, que levantou dados dentre os 992 cursos de pós-graduação existentes, evidenciando apenas 27% com elevado padrão de qualidade. Por esse motivo, desde 1992 a CAPES auxilia o Ministério da Educação a formular política de avaliação para cursos de pós-graduação, ano em que se tornou Fundação Pública pelo decreto nº 524.

PILETTI (2006) elenca elevado índice de repetência, crescente analfabetismo, alta evasão escolar, falta de materiais em instituições de ensino e baixa remuneração de professores e servidores administrativos, como características que até hoje perduram e foram herdadas da educação durante o regime militar, que compreendeu o período entre os anos de 1964 e 1985.

Belchior (2020) cita que o regime militar se tornou adepto da pedagogia tecnicista e do taylorismo, que é baseado na educação racionalista, onde o indivíduo somente executa tarefas em resposta aos objetivos, sem nada questionar, constituindo um entrave ao desenvolvimento de autonomia e engajamento discente, elementos fundamentais a uma educação libertadora, conforme defendia a pedagogia dos oprimidos de Paulo Freire.

De acordo com Gadotti (2006) a União Nacional dos Estudantes (UNE) surgiu em 1937, e foi reconhecida como entidade que representava os estudantes universitários brasileiros em 1942, pelo Decreto-lei 4105. A UNE era bastante ativa politicamente, tendo batalhado por pautas relevantes como ingresso do Brasil na 2ª Guerra Mundial, defesa da imprensa, ensino gratuito, participação da campanha pelo monopólio estatal do petróleo e combate à Lei de Segurança Nacional de 1950.

Durante o regime militar a UNE foi colocada na clandestinidade devido ao seu engajamento político. Apesar disso, a entidade continuou sua luta por democracia e pelos direitos estudantis.

Cunha (2012) comenta que as reformas educacionais que ocorreram durante o regime militar não dialogavam entre os diversos segmentos educacionais e a sociedade. Por isso, elas foram ineficientes na tentativa de combater as mazelas até hoje inerentes ao ensino brasileiro, apesar de conseguirem algumas conquistas.

A próxima seção abordará as principais legislações brasileiras na área educacional.

2.1.3 CONTEXTO HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL

As obras de engenharia no período colonial brasileiro tiveram início com a construção de fortificações militares, edificações civis, escolas, conventos e igrejas, em meados do século XVI. Por outro lado, a educação em engenharia no Brasil levou alguns séculos para surgir.

O atraso no surgimento do ensino de engenharia brasileiro teve reflexos negativos, adiando o processo de desenvolvimento nacional, uma vez que engenheiros geram ideias e soluções que são fundamentais às tecnologias e inovações utilizadas em processos de crescimento econômico.

As ações de engenharia no Brasil iniciaram durante o governo de Tomé de Sousa, que administrou o Brasil entre 1549 e 1553, trazendo servidores públicos e jesuítas, padres que eram referência em ciência, pesquisa e educação, durante o período colonial.

Estudos de matemática e cartografia foram realizados em fortificações militares, para aperfeiçoar técnicas de defesa e construção civil, até a Carta Régia de 1699 oficializar o ensino de engenharia militar brasileira.

A partir da Carta Régia, o ensino de engenharia começou a se desenvolver, surgindo novas aulas, academias militares e cursos da área, até a vinda da família real portuguesa para o Rio de Janeiro em 1808, constituindo o marco do ensino superior nacional (Ferreira, Souza e Spritzer, 2022).

Uma curiosidade sobre as carreiras de engenharia militar era que sua escolha era realizada levando-se em conta não a vocação do aluno, mas sim os valores acessíveis de seus custos, que proporcionavam um diploma de ensino superior, sem sobrecarregar financeiramente os filhos de famílias burguesas da época.

Outro fator que retardou o desenvolvimento do ensino nacional de engenharia foi que não havia a percepção, na sociedade brasileira do século XIX, de que o crescimento universitário era fundamental ao progresso econômico.

As atividades científicas eram precárias, e a população as enxergava somente como complementos culturais, sem possibilidades de retorno econômico. Esse foi um dos motivos pelos quais as universidades brasileiras foram criadas apenas no século XX, e ainda assim como união de faculdades isoladas já existentes (Ferreira, Souza e Spritzer, 2022).

Até 1920 a atividade predominante de engenharia no Brasil foi a construção de estradas de ferro. O uso do concreto armado se tornou comum a partir dessa década, culminando com o desenvolvimento

da indústria de construção civil durante a Velha República, período político brasileiro que se encerrou em 1930.

A primeira escola de engenharia do Brasil foi a Escola Politécnica, criada em 1874, cuja origem remonta à Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, estabelecida em 1792 para formar engenheiros, bacharéis e doutores em Ciências, através de um corpo docente competente, que garantia ensino de alto nível.

A primeira universidade brasileira foi criada em 1920. Trata-se da Universidade do Rio de Janeiro, resultante da fusão das Escolas Politécnica, de Medicina e Direito. Novas instituições de ensino surgiram nas décadas de 1920 e 1930, como a Universidade de Minas Gerais, estabelecida em 1927 pela fusão entre 4 escolas de nível superior. Em 1934 surgiram as Universidades de Porto Alegre e de São Paulo (USP), que também se originaram da união de institutos de educação superior isolados (Ferreira, Souza e Spritzer, 2022).

Entre 1930 e 1940 ocorreu uma modernização na indústria nacional, proporcionando diversificação das atividades de engenharia, a qual passa a se tornar profissão urbana, em contraste com a engenharia ferroviária.

A década de 1950 foi caracterizada por grande investimento estatal em infraestrutura e desenvolvimento, ampliando a oferta de trabalho para engenheiros, resultando em considerável crescimento econômico nacional.

Após a segunda guerra mundial criaram-se institutos de ensino e pesquisa, como o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em 1951, a Universidade de Brasília (UnB) em 1962 e a Coordenadoria dos Programas de Pós Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em 1963.

A reforma universitária instituída pela lei 5540/1968 adotou um paradigma híbrido de gestão, preservando alguma centralização do modelo de gestão educacional francês, e implantando a autonomia institucional comum à Alemanha e aos Estados Unidos.

Essa modificação do modelo de administração universitário formalizou o vínculo entre educação, mercado de trabalho e desenvolvimento econômico, estimulou interações entre universidade e empresas, implantou vestibular unificado e uma série de ações relevantes, como a criação do ciclo básico, regime de créditos, matrícula por disciplinas, cursos de curta duração, regime de dedicação

exclusiva docente, extensão universitária e estrutura departamental, além de ampliar o número de vagas disponíveis em instituições de ensino de terceiro grau públicas e privadas.

As décadas de 1950 e 1960 foram caracterizadas pelo surgimento de especializações em engenharia, quando o Brasil resolveu fomentar a indústria nacional, reduzindo a quantidade de itens importados. Isso incentivou a formação de engenheiros com maior conhecimento técnico e científico.

A partir de 1950 criaram-se cursos de engenharia voltados às novas tecnologias como petróleo, telecomunicações, controle, automação, mecatrônica, eletrônica, materiais e computação.

A década de 1960 caracterizou-se por uma maior preocupação com a saúde e o meio ambiente. Por esse motivo, estabeleceram-se cursos como engenharia ambiental, sanitária, de pesca, alimentos e florestal.

A partir de 1970 surgiram cursos de engenharia de produção, voltados às tecnologias de gestão, marcados por características generalistas, tendência contrária à especialização, que se delineava entre os bacharelados em engenharia.

A importância de ciência e tecnológica em engenharia para o desenvolvimento nacional pode ser destacada pelas experiências bem sucedidas de empresas estatais petrolíferas, aeronáuticas, siderúrgicas, de mineração, de telecomunicações e energia elétrica.

A pós graduação do Brasil foi estabelecida pelo parecer do Conselho Federal de Educação nº 977/1965, que distinguiu os cursos de caráter prático e profissional, conhecidos por *lato sensu*, dos cursos de mestrado e doutorado, também chamados de *stricto sensu* devido a sua natureza acadêmica (Ferreira, Souza e Spritzer, 2022).

A competitividade decorrente do processo de globalização iniciado em meados de 1980 modificou o perfil do engenheiro requisitado pelo mercado de trabalho. Passou a se destacar o profissional de engenharia que tivesse a capacidade de resolver problemas e trabalhar em equipe, sendo que estas características se sobressaíram em relação às habilidades técnicas e científicas tradicionais. Com isso, ampliou-se a demanda por engenheiros de produção, trazendo novas mudanças no ensino superior brasileiro, com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 9394/1996.

A LDB substituiu os currículos mínimos por diretrizes curriculares gerais, para proporcionar maior flexibilidade, qualidade e liberdade às instituições de ensino, estimulando o crescimento da quantidade de cursos de engenharia, juntamente com as respectivas modalidades e ênfases.

O artigo 3º da Resolução do Conselho Nacional de Educação (CNE) e da Câmara de Educação Superior (CES) nº 11/2002 define o perfil do egresso em engenharia como sendo de formação geral, crítica, criativa e reflexiva, capaz de absorver e desenvolver novas tecnologias, com visão ética e humanista, em atendimento às demandas da sociedade (Tonini, 2019). Essa resolução contribuiu para consolidar o perfil do engenheiro brasileiro como especialista de base científica.

Apesar das inovações trazidas pela LDB, a formação do engenheiro ainda é baseada em projetos pedagógicos descontextualizados e sem integração entre disciplinas e currículos. As aulas de engenharia são em grande parte expositivas, agregadas à solução de exercícios e práticas laboratoriais, levando os estudantes a adquirirem conhecimentos para aprovação nas disciplinas (Mineiro e Lopes, 2020).

Portanto, é necessário investir esforços na implantação de uma formação mais humanística para o estudante de engenharia, na qual o mesmo desenvolva criatividade e sensibilidade em relação às questões socioambientais incorporadas nas tecnologias.

2.1.4 PRINCIPAIS LEGISLAÇÕES EDUCACIONAIS BRASILEIRAS

O Brasil teve o poder de elaborar leis pela primeira vez a partir de 1808, quando a família real chegou ao país. Antes dessa data as leis educacionais aplicadas no Brasil vinham de Portugal, uma vez que o país era somente uma colônia lusitana e, como tal, não tinha autonomia para legislar. Entre 1500 e 1759 a educação era predominantemente jesuíta. Após a expulsão da ordem católica do Brasil, as diretrizes educacionais da colônia foram estipuladas pelo Marques de Pombal, de 1759 a 1808 (Silva, Novaes e Gonçalves, 2021).

Conforme Saviani (2019), o período colonial brasileiro era predominantemente exportador, explorando a mão-de-obra de índios e afrodescendentes através da escravização destas pessoas. O autor destaca que a educação brasileira era influenciada pela conjuntura política e econômica de cada período histórico. Por esse motivo, visava-se à formação de pessoal qualificado para trabalhar no modelo econômico vigente, caracterizando educação de cunho tecnicista.

A primeira Constituição Federal (CF) surgiu em 1824, dois anos após a independência. Nessa Carta Magna havia somente um artigo, com apenas dois parágrafos destinados à educação. Nenhum deles mencionava fonte de recursos para esse setor imprescindível à ascensão socioeconômica nacional. Silva, Novaes e Gonçalves (2021) salientam que a CF de 1934 foi a primeira a reservar fontes orçamentárias para a educação.

Considerando que a economia do Brasil colônia se baseava em latifúndios, escravagismo e monocultura, não havia grande preocupação em desenvolver a educação nacional. Saviani (2005) comenta que o jesuíta Manoel da Nobrega chegou ao Brasil em 1549, trazido por Tomé de Souza. O padre Manoel teve a brilhante ideia de trazer crianças órfãs para serem educadas em escolas jesuítas brasileiras, com o intuito de despertar nos filhos de índios e caciques a vontade de receber instruções conforme a fé católica.

Aranha (2006) ressalta o caráter colonizador da educação jesuíta, que tinha como principal objetivo catequizar pessoas indígenas, para torná-los dóceis e resignados ao trabalho. Apesar da alfabetização englobar tanto crianças indígenas quanto filhos de colonos, para estes últimos a educação era mais elitista, uma vez que possibilitava a eles prosseguimento a níveis superiores de estudos, devido ao caráter propedêutico das disciplinas e elas lecionadas.

Dessa forma, os jesuítas contribuíam para a reprodução da relação de dominação, ao preparar os filhos das elites para se tornarem futuros graduados em Artes, Medicina ou Direito na metrópole portuguesa, enquanto às populações escravizadas era reservada uma educação simples, sem perspectiva de ascensão social, que direcionava somente à alfabetização para a população escravizada ser catequizada e conseguir realizar ofícios simples, que não demandassem níveis instrucionais mais aprimorados.

Em 1759 ocorreu a expulsão dos jesuítas de Portugal e suas colônias. A partir desse evento, os rumos da educação lusitana foram orientados por características iluministas, seguindo os rumos do Marquês de Pombal, cuja visão de ensino era direcionada por aspectos mais racionais, contrapondo-se aos dogmas religiosos. Esses eventos tiveram reflexos no Brasil colônia, especialmente com a vinda da Família Real para a nação, em 1808, ocasionada pela invasão de Napoleão a Portugal (Silva, Novaes e Gonçalves, 2021).

De acordo com Saveli (2020), a primeira constituição brasileira estabeleceu, em 1824, educação fundamental gratuita a toda a população, conforme pode ser verificado no artigo 179, parágrafo XXXII. Essa legislação foi o ponto de partida para a criação de uma série de leis educacionais brasileiras.

Conforme São Paulo (2011), a primeira lei educacional foi elaborada no Brasil Império, em 15 de outubro de 1827. Esse decreto de Dom Pedro I criou o ensino fundamental, estabelecendo que todas as cidades deveriam ter escolas de primeiras letras. Essa lei foi pioneira em estabelecer a descentralização de ensino, a forma de contratação de professores, a remuneração dos docentes e as

disciplinas que deveriam ser lecionadas aos discentes. A partir do ano de 1947, ficou estabelecido que esse importante dia 15 de outubro seria dedicado aos professores.

Criou-se por lei, em 1838, o colégio Pedro II, que se tornou modelo para o ensino secundário. Saveli (2020) destaca que por vários anos apenas quem estudasse nesta escola situada na capital do Império, que era a cidade do Rio de Janeiro, poderia ingressar em cursos superiores.

A educação primária foi deficiente no Império, devido a diversos fatores elencados por Saveli (2020), dentre os quais se destacam: baixa quantidade de instituições de ensino, despreparo docente, falta de motivação dos professores devido à baixa remuneração, falta de consciência familiar quanto à importância de enviar filhos à escola, etc. Apesar dos quase 10 milhões de habitantes registrados no censo de 1870, apenas 200 mil eram estudantes, ou seja, parcela ínfima da população estava matriculada nos estabelecimentos escolares.

Saveli (2020) comenta a elevada taxa de analfabetismo, que compreendia a maior parte da população no segundo império, comprovando que o acesso à educação de qualidade era garantido somente às classes mais abastadas, que tinham condições financeiras para contratar professores qualificados, e enviar seus filhos para cursarem universidades europeias.

Belchior (2020) destaca a importância do período imperial na educação brasileira, quando se aprovou lei que organizava o ensino nos níveis primário, liceu, ginásio e superior. O autor aponta que desde a segunda metade do século dezenove havia a preocupação em ensinar ofícios a pessoas com necessidades especiais e a crianças sem teto, para evitar que essa parcela da população fosse marginalizada, devido à lacuna na formação profissional.

Pelo supracitado motivo, o governo imperial estabeleceu que órfãos estudassem em Liceus de Ofícios e em escolas para aprendizes de marinheiros, como forma de garantir ocupações às pessoas desassistidas.

Com o advento da república vieram aspectos políticos positivos, como implantação do estado laico, ampliação do sufrágio, liberdade religiosa e de cátedra. Porém, não houve relevantes mudanças pedagógicas e pessoas não alfabetizadas foram proibidas de votar. Conforme Belchior (2020), a recém criada república não se preocupou em desenvolver amplo programa de alfabetização voltado a colonos e descendentes de escravos, que constituíam parcela relevante da população socialmente fragilizada e desassistida.

A segunda constituição foi promulgada em 1891, e uma de suas iniciativas foi sedimentar a autonomia federativa estadual, colocando a União como responsável pelos ensinos universitário e de segundo grau, enquanto os estados eram mantenedores da educação elementar e profissional. Saveli (2020) aponta o retrocesso desta Carta Magna em não salientar a obrigatoriedade do ensino gratuito e obrigatório, desamparando a educação primária, responsável em primeira instância por alfabetizar os cidadãos brasileiros.

O crescimento populacional do século vinte e a primeira guerra mundial criaram condições para o avanço do parque industrial nacional. Porém, o analfabetismo continuava alto ainda na década de 1920, abrangendo a maior parte da população (Belchior, 2020). Essa situação constituía forte impeditivo ao crescimento econômico brasileiro, uma vez que pessoas sem instrução estavam inaptas a desempenharem ocupações industriais, pois não conseguiam ler instruções para uso de máquinas, nem redigir memorandos de comunicação interna.

Pelos motivos descritos no parágrafo anterior, a república brasileira estabeleceu o Decreto 7566, de 23/09/1909, que implanta oficialmente o ensino nacional de ofício, possibilitando o advento de escolas de aprendizes profissionais gratuitas na educação primária (Belchior, 2020).

Essas escolas iniciaram a Rede Federal de Educação Tecnológica, que posteriormente passaram a ser denominadas Escolas Técnicas Federais e Centros Federais de Educação Tecnológica, sendo atualmente designadas por Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Houve iniciativas isoladas de alguns estados, que desenvolveram redes próprias de educação tecnológica, desatreladas do governo federal.

Roque (2018) destaca a relevância do ensino tecnológico para o crescimento econômico de uma nação, lembrando que metade dos estudantes de países desenvolvidos passaram por escolas técnicas, enquanto no Brasil este porcentual mal chega à décima parte do total de alunos.

As escolas foram vinculadas ao Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio até 1930, conforme Belchior (2020), setor público que estava bastante sobrecarregado pois, além de se ocupar do desenvolvimento do Produto Interno Bruto (PIB) através de exportações, deveria se responsabilizar também pela formação da mão de obra especializada para atuar tanto na agricultura, quanto na indústria ou no comércio.

Para atender à demanda por professores da educação profissional tecnológica, criou-se em 1919 a Escola Normal de Artes e Ofícios Wenceslau Braz, que funcionou até 1937 na capital federal da época,

a cidade do Rio de Janeiro (Belchior, 2020). Saveli (2020) aponta que essa pioneira instituição de ensino contribuiu para a ascensão social de pessoas oriundas de classes menos abastadas, salientando a relevância do ensino tecnológico no crescimento socioeconômico de uma nação.

Belchior (2020) cita que a Era Vargas trouxe relevantes mudanças na educação brasileira durante suas três fases, respectivamente denominadas Governo Provisório (1930-1934), Governo Constitucional (1934-1937) e Estado Novo (1937-1945). Getúlio Vargas criou o Ministério da Educação e Saúde Pública, abrindo espaço para ampliar políticas de ensino profissionalizante.

Durante o período do Estado Novo promulgou-se a quarta constituição brasileira, que substituiu a Carta Magna de 1934. Nessa terceira etapa de governo, o artigo 131 da Constituição do Estado Novo determinava a obrigatoriedade do ensino de trabalhos manuais em toda a educação básica, que abrangia à época escolas primárias, normais e secundárias.

Esse foi um marco para a educação profissional, que fora abordada pela primeira vez em uma constituição. Belchior (2020) ainda destaca as mudanças sofridas pelas Escolas de Aprendizes Artífices em 1942, cuja denominação foi modificada para Escolas Industriais e Técnicas, que se tornaram autarquia em 1959, quando então passaram a se chamar Escolas Técnicas Federais.

O Decreto 4048/1942 foi editado pelo presidente Getúlio Vargas, para criar o Serviço Nacional da Indústria (SENAI), instituição vinculada ao Ministério da Educação e Cultura (MEC), cujos objetivos são, de acordo com Belchior (2020), formação de profissionais para atuação industrial e incentivo à capacitação de funcionários no local de trabalho, através da realização de treinamentos, cursos e seminários.

A Lei 4073/1942 foi promulgada para regulamentar o Ensino Industrial como sendo constituído por quatro espécies distintas de escolas: técnicas, artesanais, industriais e de aprendizagem. Belchior (2020) salienta que o ensino médio era lecionado concomitante à educação profissionalizante.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC) foi criado pela Lei 8621/1946, para formar mão de obra especializada em realizar atividades relacionadas ao comércio, ficando sob a responsabilidade da Confederação Nacional do Comércio. Tanto o SENAI quanto o SENAC foram fundamentais à formação de trabalhadores especializados para a indústria e o comércio, cuja mão de obra foi aproveitada pelas empresas multinacionais que chegaram ao Brasil a partir de 1950 (Belchior, 2020).

Essa industrialização da década de 1950 aumentou a demanda por profissionais qualificados, causando o aumento do número de estabelecimentos educacionais brasileiros. A ampliação do sistema nacional de ensino levou à necessidade de garantir qualidade nas escolas, através da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 4024/1961, que era constituída por 120 artigos, de acordo com Belchior (2020), o qual ainda cita que a mesma LDB foi responsável por incentivar a expansão do ensino tecnológico.

O período conhecido como Milagre Econômico se deu no governo do presidente Emilio Garrastazu Medici, quando houve nova atualização do ensino básico, por meio da LDB 5692/1971, que instituiu a obrigação de todos os cursos de ensino médio proporcionarem formação profissional aos alunos, com o intuito de garantir a disponibilidade de profissionais especializados às empresas, e manter o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), através do fomento à industrialização.

Conforme Belchior (2020), a LDB 5692/1971 conferiu ao segundo grau (atual ensino médio) caráter profissionalizante, abandonando sua habilitação exclusivamente propedêutica, considerada excludente, pois sua finalidade era somente a continuidade dos estudos em nível universitário, ou terceiro grau. As instituições que atuavam no ensino médio tinham a obrigação de escolher uma dentre mais de uma centena de habilitações, para formação de seus alunos, que levavam certificado de formação profissional ao concluírem o ensino básico.

O Serviço Nacional de Formação Profissional Rural (SENAR) foi criado pela Lei 77354/1976, promulgada pelo presidente Ernesto Geisel, com o intuito de proporcionar formação de mão-de-obra habilitada para atuar em empresas agrícolas, através da construção de duzentas instituições de ensino especializadas na área (Belchior, 2020).

O problema é que a responsabilidade pela implantação das escolas técnicas foi em grande parte delegada aos estados, que não tinham recursos financeiros para manter ou criar as instituições profissionalizantes, uma vez que elas demandavam muito dinheiro para atualização de materiais de laboratório, manutenção das instalações e despesas com docentes e servidores técnico-administrativos.

Com o final do regime militar o Congresso aprovou a nova Constituição Federal em 1988, cujo artigo 205 determinou que a educação passa a ser responsabilidade e direito de toda a população brasileira, cujo objetivo era formar cidadãos autônomos, independentes, conscientes e qualificados para o trabalho, tornando anacrônica a LDB de 1971. Dessa forma, após 8 anos de debates foi aprovada a

nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), por meio da Lei 9394/1996, no governo do presidente Fernando Henrique Cardoso.

Belchior (2020) comenta que a LDB 9394/1996 também é conhecida como Lei Darcy Ribeiro, como homenagem ao eminente político e educador brasileiro, um de seus principais formuladores. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi prevista nessa LDB, como forma de homogeneizar os métodos de construir conhecimentos em toda a nação, delimitando os escopos dos ensinos médio, técnico e tecnológico nos artigos 36 e 42 desta Lei 9394/1996.

Os dois primeiros mandatos do Presidente Luís Inácio Lula da Silva foram caracterizados por grande crescimento do ensino federal tecnológico, de 2003 a 2011. A importância da educação profissionalizante é tamanha que o PIB brasileiro poderia crescer consideravelmente se o número de vagas no ensino técnico triplicasse (Palhares, 2023).

A Lei 11741/2008 regulamentou a educação profissionalizante, integrando-a aos diferentes níveis de ensino, juntamente com trabalho, ciência e tecnologia. Segundo Saveli (2020), essa Lei foi muito importante, pois definiu a organização de cursos por eixos tecnológicos e itinerários formativos, que possibilitam ao aluno se especializar na área do conhecimento técnico que escolher.

A mesma Lei 11741/2008 também define o escopo da educação profissionalizante, que deve abranger cursos de formação inicial continuada (FIC), profissional, técnica de nível médio e tecnológica de graduação e especialização. Além de cursos regulares, os institutos federais de educação, ciência e tecnologia podem ofertar cursos à comunidade.

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Educação Técnica de Nível Médio foram definidas pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), através da resolução 6/2012 (Belchior, 2020). Essas DCN definiam parâmetros para organizar, planejar, desenvolver e avaliar o ensino tecnológico, tanto em instituições pública, quanto nas privadas.

As parcerias públicas privadas (PPP) começaram no governo do Presidente Lula e se estenderam até a gestão da presidente Dilma Roussef, de acordo com Saveli (2020). Essas PPP ajudaram a democratizar e universalizar o ensino. Nesse período também foi estabelecido O PRONATEC (Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego), que auxiliou a ampliar a oferta de vagas na educação profissionalizante, para atender às demandas por mão de obra das empresas brasileiras industriais, comerciais e agrárias.

A Lei 13415/2017 foi aprovada no governo Michel Temer, inserindo modificações na Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996, com o intuito de possibilitar educação profissionalizante no ensino médio, estabelecendo critérios específicos para esta finalidade. Belchior (2020) comenta que esta Lei é considerada retrocesso por alguns teóricos da educação, uma vez que o ensino técnico já foi obrigatório em todo o nível médio, durante o regime militar.

Porém, há falta de trabalhadores especializados, e muitos deles não concluíram o ensino médio. Dessa forma, a reforma do governo Temer pode ser uma boa opção para ampliar a oferta de vagas na educação profissional, principalmente porque o estudante poderá selecionar disciplinas e cursos, conforme sua aptidão e facilidade para construção de conhecimentos na área escolhida.

Belchior (2020) destaca que o Plano Nacional de Educação (PNE) mais recente foi definido pela Lei 13005/2014, cujo objetivo foi alcançar 20 metas, cuja execução e cumprimento são realizadas por diversos órgãos, como Ministério da Educação (MEC), Comissão de Educação da Câmara dos Deputados e do Senado Federal, Conselho Nacional de Educação (CNE) e Fórum Nacional de Educação.

As metas especificadas pelo PNE estabelecem prazos para ampliar o número de matrículas na educação infantil, no ensino fundamental e no ensino médio. Outras metas definem prazo para alfabetização de todas as crianças até o terceiro ano do ensino fundamental.

Saveli (2020) comenta que também são estabelecidos valores mínimos a ser alcançados nos Índices de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), que são 5,2 para o ensino médio, juntamente com 6,0 e 5,5, para os anos iniciais e finais do ensino fundamental, respectivamente.

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 DEFINIÇÃO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL

O ensino de robótica desperta interesse de docentes e pesquisadores, como ferramenta para desenvolvimento dos processos cognitivos discentes, de alunos de séries iniciais, ensino fundamental, nível médio e educação superior. Dessa forma, robótica proporciona fundamentos ao aprendizado de ciências, tecnologia, matemática, física, informática, e demais disciplinas que demandem conhecimento de lógica. Desde a educação infantil até a Universidade a robótica educacional tem grande potencial para influenciar positivamente na construção de conhecimentos dos discentes.

Conjuntos educacionais permitem aos alunos montarem qualquer geometria de robôs, bastando para isto realizarem combinações entre peças encaixáveis de diversas dimensões, acoplando-as a sensores,

atuadores e à unidade central de processamento (CPU). Os sensores realizam medições sobre grandezas físicas, como luminosidade, pressão, toque, fluxo, temperatura e presença, dentre outras.

Os parâmetros medidos passarão por circuito conversor de grandezas analógicas para digitais, e fornecerão seus valores ao programa de controle do robô, que está em execução na memória da CPU. De acordo com o resultado das lógicas programadas, as saídas do robô atuarão sobre motores, girando-os indefinidamente, por tempo, rotação, ângulo ou até que nova variação de grandeza física seja detectada.

Conjuntos robóticos educacionais podem ser programados por paradigmas visuais e lúdicos, devido ao caráter auto explicativo de seus blocos constituintes, como verificado nas linguagens NXT-G, EV3, Open Roberta, Scratch e várias outras. Por esse motivo, crianças a partir de 9 anos de idade estão aptas a aprenderem programação em robótica educacional, uma vez que o caráter lúdico das linguagens de blocos, aliado à prazerosa ação de montagem dos protótipos, constituem ações que contribuem enormemente à ampliação dos processos cognitivos discentes.

A ação de aprender fazendo é típica da robótica educacional. Dessa forma, ambientes de desenvolvimento integrado (IDE) interativos orientados à programação e montagem de robôs incentivam interesse e curiosidade nas estudantes, levando-os ao aprendizado consistente dos conhecimentos desenvolvidos.

Há outras formas de programar robôs, que são baseadas em linguagens textuais, como NXC, Python e Java. Esses modelos de codificação são mais complexos, porque demandam o domínio de uma gramática de comandos. Portanto, tais linguagens não são adequadas ao uso de robótica educacional no ensino fundamental, uma vez que crianças e jovens adolescentes ainda não dominam a gramática da língua materna, o que poderia levar esse grupo a apresentar dificuldades de compreensão do paradigma textual de programação.

Dessa forma, programação textual de robôs é mais adequada ao ensino médio e na Universidade, pois nestes segmentos de ensino os estudantes já desenvolveram sólidos conhecimentos de gramática no idioma natal.

Antunes (2023) comenta que robótica vem sendo utilizada em estudantes da educação básica (dos 3 aos 18 anos) e superior (acima de 18 anos), sendo conjuntos didáticos da marca Lego os protótipos adotados pela maior parte das instituições de ensino.

Campos (2021) cita que construtivismo e construcionismo são as teorias de aprendizagem sobre as quais se fundamentam as ações pedagógicas de robótica educacional. Essa afirmação é corroborada por Piaget (1974), que relacionada a manipulação de artefatos à construção de conhecimentos entre crianças e jovens. Papert (1980) reforça a importância da montagem e programação de protótipos artesanais ou tecnológicos como ação intensificadora dos processos cognitivos discentes.

De acordo com Resnick (2000), o desenvolvimento individual é realçado pelo compartilhamento das atividades construtivas no espaço social. Dessa forma, quando um grupo se une para montar determinado robô e programar seu protótipo, a interseção entre cada maneira individual de resolver o problema amplia os processos cognitivos de cada um. Assim, o espaço social está relacionado ao desenvolvimento do processo criativo.

A pedagogia utilizada nos ambientes de ensino da robótica educacional coloca o docente como mediador do conhecimento, ou seja, ele se torna um orientador, que guiará os alunos indicando os caminhos mais adequados ao desenvolvimento das possíveis soluções para os problemas abordados em sala de aula (Roque e Gonçalves, 2019). Os autores destacam que a robótica educacional proporciona meio de aprendizagem interativo, que possibilita aos discentes abordarem questões inerentes ao seu cotidiano.

Robótica tem potencial para fomentar o desenvolvimento em diversas áreas do conhecimento, além de impactar positivamente sobre habilidades sociais como autonomia, iniciativa, criatividade, trabalho colaborativo e capacidade de solucionar problemas.

Segundo Campos (2021), a robótica educacional é estruturada no currículo escolar sob as perspectivas de tema, projeto e objetivo. O escopo tema trata o ensino de robótica por área de conhecimento ou saber, que pode abranger uma ou mais disciplinas. O parâmetro projeto é o desenho curricular que integra diversos saberes ao aprendizado de robótica, com uma ou mais finalidades específicas. Já o currículo por objetivo é comumente direcionado à participação em competições de robótica, disseminadas em centenas de países e milhares de regiões (Benitti, 2022).

Observam-se nas últimas décadas o crescimento das competições de robótica, juntamente com publicações de artigos, dissertações e teses sobre suas aplicações educacionais. Isso é bastante positivo para disseminar conhecimento na área.

Uma das formas de disseminar conhecimento de robótica é através da oferta de projetos de extensão à comunidade externa ao público acadêmico, para tornar mais acessível o conhecimento científico produzido em universidades.

Ações de extensão são benéficas por envolverem a comunidade externa na pesquisa, ampliando as aplicações práticas dos conhecimentos científicos produzidos em robótica educacional. A temática sobre robôs tem grande potencial de engajamento no público externo às instituições superiores de ensino, podendo contribuir para a formação de competências e habilidades que serão utilizadas no cotidiano, ou durante o exercício de uma profissão, como pensamento crítico, trabalho em grupo, criatividade e capacidade de resolver problemas.

Atividades de extensão promovem a inclusão digital social, e também são realizadas por empresas em comunidades carentes, onde são oferecidas aulas de robótica para crianças em risco de exclusão social, conforme Freitas, Souza e Junior (2023). Nessas classes são abordados temas como programação e construção de robôs a partir de sucatas reaproveitadas de materiais eletrônicos descartados.

Orientados por Freitas, Souza e Junior (2023), e através de conjuntos robóticos educacionais Lego EV3, estudantes de engenharia de automação do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG) realizaram extensão de clube de robótica em escola estadual, onde ensinaram montagem e programação de protótipos a 24 crianças de 10 a 15 anos. Foram abordados conceitos fundamentais sobre lógica computacional, eletricidade, magnetismo, sensoramento e motores elétricos.

Observou-se grande participação e engajamento dos adolescentes durante as aulas do projeto de extensão, em cujo final realizou-se avaliação, para medir o aproveitamento discente, que foi produtivo em todos os participantes, os quais desenvolveram criatividade, capacidade de trabalho em grupo, autonomia, independência e potencial para solucionar problemas.

Percebeu-se também ampliação do rendimento acadêmico nas disciplinas de graduação cursadas pelos bolsistas participantes do projeto, uma vez que estes também consolidaram aprendizagem significativa, pois puderam verificar na prática assuntos vistos inicialmente apenas na abordagem teórica em sala de aula, confirmando o potencial de aprimoramento dos processos cognitivos discentes através das metodologias ativas de ensino baseadas em robótica educacional.

Apesar do crescente número de instituições de ensino engajadas em inserir robótica em seus currículos, Campos (2021) observa que ainda há carência de parâmetros curriculares nacionais, para nortear o ensino da disciplina no currículo escolar brasileiro.

Robótica educacional é diretamente relacionada à tecnologia e, como tal, precisa vencer alguns desafios, para viabilizar sua continuidade e progressão nas instituições de ensino.

Roque (2018) destaca o crescente uso de robôs pela sociedade moderna, inclusive aqueles utilizados com fins educacionais. Apesar de automação e robótica estarem cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas, há a lentidão característica das escolas se adaptarem à novas tecnologias, como resultado de um apego à pedagogia tradicional, levando os docentes a se tornarem avessos a mudanças, que têm o potencial de beneficiar tanto professores, quanto alunos.

Dessa forma, um grande desafio consiste em elaborar formas de incentivar o uso da robótica educacional por instituições de ensino, o que é feito por ações isoladas, tanto nas esferas públicas, quanto nas privadas. O ideal seria que robótica educacional estivesse integrada às aulas regulares, ao invés de ser oferecida somente como cursos de extensão.

Ainda há mais alguns empecilhos à adoção de robótica como componente curricular regular. Um deles consiste na preferência de parcela relevante de docentes por realizar atividades em robótica educacional fora dos horários normais de aula, uma vez que esta iniciativa restringe o número de participantes, facilitando a construção de conhecimento.

O elevado custo de conjuntos educacionais e da capacitação docente para seu uso também constituem aspectos negativos quanto à adoção do ensino regular da disciplina robótica. Blinkstein (2013) aborda o caráter excludente das disciplinas de ciências exatas e tecnologia, cuja facilidade de aprendizado é comumente e erroneamente associada a pessoas do gênero masculino, que teriam maior facilidade em lidar com recursos tecnológicos e programação de computadores.

Campos (2021) salienta a importância dos espaços makers, como forma estimulante aos alunos de abordar robótica educacional, devido ao estímulo de construir e programar aparatos tecnológicos em espaços educacionais não convencionais, que podem ser garagens de casa, clubes de robótica e até mesmo praças, para atrair maior número de participantes em empreendimentos de montagem e codificação de protótipos.

O desenvolvimento de habilidades tecnológicas e familiaridade com robótica educacional pode ser estimulado através de metodologias de aprendizagem adequadas, como desenvolvimento de atividades por projetos, competências e ensino baseado em solução de problemas.

Torna-se imperativo preciso modificar a forma restrita com a qual robótica educacional é desenvolvida entre alunos, para atrair maior número de discentes interessados em seu aprendizado, conforme Roque e Gonçalves (2019). Robótica é tradicionalmente direcionada à montagem, construção e programação de robôs. Há projetos educacionais que conseguem integrar robótica educacional ao ensino de física e matemática.

Entretanto, Roque e Gonçalves (2018) salientam que o escopo de atuação de robótica educacional poderia ser facilmente estendido, uma vez que conjuntos didáticos e microprocessadores são dotados de mostradores (displays) de cristal líquido, cuja interface visual pode ser utilizada para trabalhar conhecimentos de biologia, história, geografia, ciências, inglês, português, filosofia, sociologia e demais áreas do conhecimento, viabilizando a implantação da interdisciplinaridade.

Os autores também destacam a possibilidade de comunicação entre duas unidades centrais de processamento (CPU) robóticas através do protocolo bluetooth, como forma de viabilizar a programação de interação e diálogo entre dois filósofos famosos, como Friedrich Nietzsche e Arthur Schopenhauer, os quais seriam dotados de corpos robóticos articulados entre si, construídos através de peças encaixáveis características de conjuntos educacionais.

Para integrar maior número de indivíduos interessados no aprendizado de robótica educacional, Campos (2021) sugere, além dos tradicionais desafios, propor desenvolvimento de projetos temáticos, que combinem arte e demais áreas do conhecimento, estimulem o desenvolvimento de histórias e priorizem organização de mostras, ao invés de campeonatos, porque o viés competitivo pode desestimular pessoas que não conseguem boas classificações.

Shows de bonecos robóticos, exibição de carros motorizados e demais criações artísticas no ensino de robótica educacional têm grande potencial para atrair público interessado em seu aprendizado (Benitti, 2022).

A forma como certos robôs já vem prontos e programados pela indústria torna sua compreensão um mistério para seus usuários. Mesmo os conjuntos robóticos educacionais não proporcionam acesso à unidade central de processamento (CPU) por eles utilizados, uma vez que ela fica encapsulada em seu

interior. Dessa forma, Blinkstein (2013) propõe a ampliação de projetos makers em robótica educacional, devido às características abertas da construção de robôs baseados neste paradigma.

Isso significa que para montar um protótipo, o aluno deverá comprar todos os componentes individuais de um robô, como microprocessadores, display, rodas, sensores, motores e demais atuadores, desmistificando os mistérios de conjuntos educacionais. Essa maior compreensão da funcionalidade de robôs amplia as possibilidades de motivação discente para o aprendizado de robótica educacional (Campos, 2021).

Benitti (2022) lembra alguns estudos realizados determinaram que robótica não conseguiu impactar positivamente a aprendizagem de alunos nas escolas onde se realizou pesquisa de campo sobre o assunto. Por esse motivo, torna-se imprescindível validar por meio de pesquisas os efeitos positivos de robótica sobre o aprimoramento do aprendizado estudantil.

Campos (2021) também salienta outro aspecto importante sobre robótica, que é a necessidade de integrar computação com cursos de licenciatura, que correspondem à área educacional, como pedagogia, história, geografia, química, etc. Tradicionalmente as licenciaturas não integram robótica e tecnologia aos conhecimentos pedagógicos.

Dessa forma, o autor aponta ser fundamental o ensino de robótica nas licenciaturas de pedagogia, por exemplo, para que os professores de séries iniciais saibam utilizar robótica como recursos tecnológico educacional. Currículo didática e tecnologia precisam estar cada vez mais integrados, e isso passa necessariamente pela inclusão de computação nos cursos de licenciatura, que formam os futuros educadores.

2.2.2 PENSAMENTO COMPUTACIONAL E A ROBÓTICA EDUCACIONAL

Desenvolveu-se trabalho com o apoio de estudantes de engenharia de automação em 17 discentes, pertencentes ao primeiro ano de uma escola estadual de ensino médio. Desses alunos, apenas um já havia utilizado o único conjunto educacional de robótica disponível na instituição de ensino, enquanto oito já havia manuseado computadores do laboratório de informática, e nenhum dos demais oito restantes já teve algum contato com tablets.

Isso significa que metade dos alunos nunca fez uso das ferramentas computacionais disponíveis na escola, enquanto a maioria do público estudantil pesquisado jamais havia utilizado conjuntos educacionais de robótica. Portanto, o trabalho realizado tem caráter inclusivo, pois desenvolverá com os alunos conceitos de computação e robótica educacional.

Oliveira (2016) aponta que dentre os 17 alunos do 1º ano do ensino médio pesquisados, 10 pensam que o conceito de computação está associado ao manuseio do computador, enquanto outros 3 imaginam sua relação com a utilização da internet. Os 4 discentes restantes imaginam que computação pode ser definida como o uso de tecnologia.

O próximo levantamento realizado pelo autor no universo estudantil pesquisado abordou conceitos de pensamento computacional. Oito dos alunos conhecem as definições de algoritmo, enquanto quatro deles sabem identificar o significado de simulação. Por outro lado, 2 discentes entendem conceitos de automação e decomposição, e apenas um estudante sabe o que quer dizer paralelismo. Enfim, 4 dos 17 estudantes não tem qualquer noção de algum dos escopos do pensamento computacional.

Antes de ensinar montagem e programação em conjunto robótico educacional específico, o autor realizou um teste prévio entre os alunos, contando com o auxílio de discentes de engenharia, para avaliar suas capacidades lógicas na determinação algorítmica para resolução de problemas.

O teste prévio consistiu, segundo Oliveira (2016), em passar 3 canibais e 3 jesuítas para outra margem do rio, utilizando um barco com capacidade para apenas duas pessoas, considerando que se num dos lados do rio o número de canibais for maior que o de jesuítas, eles comeriam os padres, e a forma de resolver a questão estaria errada.

O teste realizado após a oficina de robótica educacional tratou de passar um lobo, uma ovelha e uma caixa de alfafa para outra margem do rio, valendo-se de um barco que comporta somente o homem e um dos objetos. Considerando que se o lobo ficar só com a ovelha, ela será devorada, e se a alfafa estiver apenas com a ovelha, o animal a consumirá, o algoritmo para solução deste problema é análogo ao apresentado no teste prévio, sendo que nenhuma destas duas situações descritas pode ocorrer, para evitar incorrer em erro.

Oliveira (2016) comenta que houve significativa melhora no desempenho do raciocínio lógico estudantil entre as aplicações do teste prévio e do exame realizado após o desenvolvimento da oficina de robótica entre os alunos. A grande maioria dos alunos que havia errado o teste prévio conseguiu acertar o exame posterior, com relevante aprimoramento na organização do raciocínio algorítmico. Não somente os aspectos de programação desenvolveram o raciocínio lógico dos discentes, mas também o fato dos alunos precisarem pesquisar e escolher as peças adequadas à montagem e construção dos protótipos utilizados na oficina de robótica educacional.

Orientados por Oliveira (2016), os estudantes de engenharia abordaram o caráter multidisciplinar de robótica, com os 17 alunos do ensino médio, relacionando matemática, geometria, física, química e biologia, a assuntos como raciocínio lógico, trigonometria, ângulos, eletricidade, magnetismo, além de características físicas e químicas de materiais utilizados em sensores.

Para consolidar o conhecimento prático obtido com experiências, é preciso que o professor domine a multiplicidade disciplinar requerida para as aplicações de robótica educacional. O caráter prático de robótica educacional reforça a teoria do construtivismo, que evidencia a necessidade de construir protótipos para consolidar aprendizado significativo.

Assim, os próprios estudantes de engenharia de automação, que auxiliaram Oliveira nesta pesquisa, também puderam aperfeiçoar seus processos cognitivos, uma vez que utilizaram etapas de projeto, desenvolvimento e teste para elaborar, construir e programar robôs com aplicações multidisciplinares, para ser apresentados aos 17 alunos de ensino médio.

Este trabalho evidencia a relevância do uso de robótica educacional como metodologia importante no desenvolvimento de conceitos relacionados ao pensamento computacional, como abstração, simulação, decomposição, algoritmos e paralelismos.

Dessa forma, conclui-se que robótica educacional constitui ferramenta importantíssima ao desenvolvimento das capacidades cognitivas discentes, destacando seu potencial para aperfeiçoar o rendimento estudantil em diversas disciplinas, especialmente com enfoque a abordagens computacionais interdisciplinares.

2.2.3 A ROBÓTICA EDUCACIONAL NA FORMAÇÃO DO ALUNO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO.

A tendência conservadora na educação faz parte da formação de parcela relevante dos professores. Dessa forma, é natural que alguns docentes tenham resistência à adoção de novas tecnologias de informação e comunicação, dentre as quais se incluem a robótica educacional. Criticar profissionais da educação não resolverá a necessidade de inserir eles na era tecnológica.

É preciso elaborar sugestões que possibilitem ao professor investir na própria capacitação para que, após o docente adquirir proficiência tecnológica, ele possa elaborar formas de inserir robótica educacional no cotidiano discente, com o intuito de aprimorar os processos cognitivos de seus alunos, e aperfeiçoar o desempenho dos estudantes em todas as matérias, devido ao caráter interdisciplinar das tecnologias de informação e comunicação (TIC).

As TIC estão presentes no cotidiano da sociedade. Dessa forma, o grande desafio não é sua introdução no ambiente escolar, mas como utilizar elas de formas eficazes. A primeira iniciativa passa por como incentivar o professor a adotar robótica educacional e demais TIC. Essa atitude passa necessariamente pela elaboração de planos de cargos e salários cuja progressão deve estar atrelada à capacitação profissional, como forma de impelir o professor a sair de sua zona de conforto, uma vez que o docente terá recompensa financeira por sua qualificação (Roque, 2018).

Segundo Papert (2002), a robótica educacional disponibiliza recursos tecnológicos aos alunos para construção interativa de conhecimento, mediada pelos professores. Dessa forma, discentes podem propor e solucionar problemas, ampliando de tal forma seus processos cognitivos, que essa aquisição de conhecimentos influenciará positivamente o desempenho estudantil em outras disciplinas.

Robótica educacional possibilita verificar resultados no mundo real através da construção e programação de protótipos físicos, ou por meio de simuladores gratuitos online, viabilizando construção de conhecimentos até mesmo da residência dos alunos, bastando para isso que eles tenham acesso à internet, sem precisar adquirir conjuntos didáticos cujo valor pode ser inacessível aos discentes.

Robótica Educacional está longe de ser um milagre, hipoteticamente capaz de solucionar todos os problemas de construção de conhecimento dos estudantes. Trata-se de um elemento desafiador, cujo principal atrativo reside na possibilidade de aprendizado por projetos, integrando as diversas áreas do conhecimento, e propondo a solução dos problemas através do desenvolvimento da criatividade dos discentes.

A interdisciplinaridade está definida pela própria essência de robótica, uma vez que a solução de desafios extrapola conhecimentos adquiridos em sala de aula. Quando procura resolver problemas de robótica educacional, o estudante frequentemente solicita auxílio de professores de outras matérias. Roque e Gonçalves (2019) citam o caso da programação de robô que narrará fatos históricos, e de outro protótipo que traçará gráficos de equações de segundo grau. Ambos os desafios demandarão consultas a docentes de história e matemática, corroborando o caráter agregador de conhecimentos de robótica educacional.

Wiltgen (2022) salienta que robótica educacional se fundamenta sobre os 4 pilares educacionais para o século XXI, estabelecidos pela Organização Mundial para a Educação, que são: aprender a ser, aprender a conviver, aprender a descobrir e aprender a fazer. O autor destaca que esses pilares

conferem forte embasamento a robótica educacional, resultando em processo de aprendizagem atraente e estimulante para os alunos.

O pilar aprender a ser trabalha o desenvolvimento pessoal integral, focando em pensamento crítico, criatividade e imaginação. Por outro lado, o pilar aprender a conviver desenvolve empatia, ensinando o indivíduo a se enxergar no outro, respeitando os valores do próximo, da mesma forma que gostaria de ser tratado. Já o pilar aprender a descobrir engloba o prazer do aprendizado, de construir conhecimento e de investigar a partir da curiosidade pelo saber. Enfim, o pilar aprender a fazer desenvolve competências para utilizar e aplicar a tecnologia nos afazeres do cotidiano, levando em conta o trabalho conjunto e em equipe.

Algumas características de robótica educacional tornam seu ensino atraente aos alunos, como o preparo para o aprendizado em grupo, auxílio a superação de limitações de comunicação, estímulo a exploração e investigação, implementação de aprendizagem conforme ritmo individual, incentivo ao trabalho organizado, estabelecimento de contato com ciência no cotidiano e descoberta de modelos para simulação do mundo real.

Roque e Gonçalves (2019) salientam ser a escola o local mais propício às mudanças necessárias para viabilizar projetos pedagógicos orientados à robótica educacional, que devem ser realizadas visando a multidisciplinaridade, com o intuito de integrar os conhecimentos abordados na maior parte das matérias lecionadas pelos professores.

A multiplicidade cognitiva presente em robótica educacional fomenta o interesse dos discentes por diversos assuntos, levando-os a construir conhecimento através da realização de experiências baseadas em situações semelhantes às aquelas vivenciadas em seu cotidiano. Ao estudar problemas característicos de sua realidade o aluno se sente motivado a elaborar possíveis soluções para os mesmos, desenvolvendo sua criatividade e ativando desta forma suas sinapses neuronais, o que resultará em conhecimento sedimentado e ampliação de capacidades cognitivas, resultando em aprimoramento da inteligência estudantil.

Apesar da importância da robótica educacional e das tecnologias de informação e comunicação (TIC) como ferramentas auxiliares à construção de conhecimento, deve-se destacar que o professor é um elemento indispensável neste processo, exercendo imprescindível função mediadora, como orientador de seus alunos na busca e elaboração das possíveis soluções para os problemas propostos nas temáticas de projetos integradores de saberes.

Porém, Wilke (2024) pontua que para auxiliar na construção de conhecimento discente, é preciso que o professor tenha amor ao aprendizado, ou seja, só consegue motivar o aluno a estudar o docente que investe em capacitação contínua, reciclando-se continuamente para, com esta ação construtiva, ter condições de elaborar aulas atraentes, incentivando cada vez mais seus estudantes na incessante busca por conhecimento.

É preciso ressaltar a importância da construção conjunta de conhecimento entre docentes e discentes. Isso significa que o professor não deve ter receio de aprender com seus alunos como utilizar recursos tecnológicos, uma vez que a rede mundial de computadores possibilita a todas as pessoas acesso a vasto conteúdo de informações. Entretanto, é preciso que o professor demonstre aos estudantes conhecimento de causa, ou seja, que ele domina os fundamentos dos conteúdos que leciona, apesar de estar aberto ao aprendizado conjunto.

Robótica educacional potencializa novo ambiente de aprendizagem, possibilitando ao aluno se tornar protagonista do próprio estudo, uma vez que o discente precisará construir novos conhecimentos, de forma análoga aos procedimentos que tomará em sua vida profissional.

Ao contrário da passividade característica da pedagogia bancária, que levava o aluno a receber informações somente do livro e do professor, a robótica educacional requer do discente uma postura ativa, na busca de soluções para os problemas propostos nos projetos interdisciplinares em que trabalhará, ampliando desta forma seus processos cognitivos.

Robótica abrange vasta gama de conhecimentos, estudados nas engenharias elétrica e de automação, como sensores, circuitos elétricos, eletrônica, sistemas digitais, máquinas elétricas, atuadores, programação, pneumática, etc. Essa interdisciplinaridade deve agregar informações oriundas de matérias distintas, visando o funcionamento correto e controle adequado do robô a ser projetado, construído e programado.

A amplitude de conhecimentos englobada por robótica educacional estimula os processos cognitivos discentes, uma vez que o aluno precisará planejar topologias de construtos, componentes a serem utilizados e formas adequadas de programação e controle do protótipo elaborado. Dessa forma, o estudante passa a ser o principal elemento do processo. Esse protagonismo possibilita aprendizado único e alentador, devido à possibilidade de o discente poder verificar na prática o resultado das múltiplas e abstratas teorias, que são estudadas em diversas disciplinas das engenharias elétrica e de automação.

Wiltgen (2022) destaca a relevância das competições de robótica no ensino das engenharias, especialmente nos bacharelados de Engenharia Elétrica e de Controle e Automação. Dentre as competências desenvolvidas pelos estudantes desses cursos naqueles eventos, destacam-se a capacidade de conviver em grupo, saber ouvir e considerar opiniões de outros colegas, tomando-as como sugestões importantes, vitais à realização dos objetivos previamente determinados pelos organizadores das competições de robótica.

O nível de participação dos discentes de engenharia nos encontros competitivos é tão elevado, que eles não somente programam os robôs, mas também participam de seu projeto, elaboração, montagem e construção, colocando em prática uma série de conhecimentos anteriormente vistos somente de forma teórica, em diversas disciplinas estudadas em classe.

Dessa forma, desenvolvem-se diversas habilidades cognitivas discentes, uma vez que os alunos passam a vivenciar na prática as várias teorias presentes nos livros, e isto os motiva a estudar cada vez mais, evidenciando a importância do ensino de robótica educacional no combate à evasão dos cursos de engenharia, e de qualquer outro segmento de ensino onde sejam aplicadas estas metodologias ativas de ensino, que colocam o estudante como protagonista de sua própria construção de conhecimento.

Bassani, Nascimento e Oliveira (2022) colocam as ciências exatas como um dos maiores déficits de aprendizado da educação brasileira, dentre as quais se destacam negativamente as disciplinas de física e matemática, porque elas são apresentadas aos alunos por meio de uma pedagogia tradicional e predominantemente teórica, cujo resultado é o desinteresse discente no aprendizado destes relevantes conteúdos, imprescindíveis à formação cidadã independente e autônoma.

O ensino clássico de ciências exatas carece de estímulos ao aprendizado estudantil, uma vez que seu foco é majoritariamente teórico e conceitual, sem se preocupar em apresentar as aplicações. Um exemplo dessa afirmativa consiste num questionamento discente sobre qual a real necessidade do aprendizado de equações de segundo grau.

Não adianta ensinar alunos a calcularem os zeros de uma função quadrática, sem contextualizar o assunto tratado. Procedendo conforme a pedagogia tradicional, fica muito difícil consolidar aprendizagem efetiva, uma vez que o aluno não será o protagonista na construção de conhecimentos, nem verá aplicações práticas para os tópicos teóricos abordados em sala de aula.

Porém, o uso de robótica educacional proporciona o surgimento de habilidades e competências que serão bastante úteis na vida profissional estudantil, uma vez que os alunos precisarão utilizar, na prática, vasto arsenal teórico, para projetar, construir e programar protótipos, com o intuito de resolver uma série de desafios interdisciplinares tratados em competições de robótica.

Nesses eventos surgem capacidades críticas, habilidades para desenvolver trabalhos em grupo, autonomia, independência e criatividade, características típicas de metodologias ativas de aprendizagem por problemas ou projetos, como ocorre em competições de robótica.

Portanto, a participação nesses encontros estudantis estimula os alunos de engenharia a permanecerem em seus cursos, uma vez que o caráter prático da construção e programação de robôs baseados nas abstratas teorias vistas em sala de aula os auxilia a consolidar aprendizagem efetiva, terminado por aperfeiçoar os processos cognitivos discentes.

2.2.4 O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO PARA ENGENHEIROS DE AUTOMAÇÃO.

Takahata, Cruz e Gomes (2023) apontam como desafios em bacharelados de engenharia desenvolver em seus alunos capacidade de resolver problemas, senso crítico, autonomia, raciocínio lógico, responsabilidade social e trabalho em equipe. Os autores comentam que tais características podem ser aperfeiçoadas através do ensino de robótica educacional, que pode auxiliar também no combate à evasão estudantil, pelo potencial de despertar nos alunos interesse em solucionar de forma colaborativa os problemas propostos na área.

O engenheiro pleno deve ser capaz de formular e resolver problemas característicos da área, através de conhecimentos científicos, matemáticos, tecnológicos e instrumentais adquiridos durante sua formação acadêmica. Além disso, que o engenheiro deve projetar, planejar, supervisionar, elaborar, conduzir e coordenar experimentos, bem como interpretar seus resultados. Além disso, o profissional deve saber trabalhar em conjunto, e também com equipes multidisciplinares.

Para alcançar o perfil previsto na formação do egresso em engenharia, os autores utilizaram conceitos de robótica educacional, por eles definida como projeto, construção e montagem de sistemas robóticos para aprendizagem interdisciplinar de conceitos científicos interdisciplinares como física, matemática, química, eletrônica, mecânica, etc.

A montagem de sistemas robóticos integra conceitos físicos, matemáticos e científicos de forma concreta, reforçando a compreensão da teoria abstrata apresentada no currículo em cursos de

engenharias, como Elétrica, Automação, Computação e Controle, que abordam processamento de sinais, lógica de programação, cálculo de funções de transferência para dimensionamento de atuadores, etc.

Conjuntos de robótica utilizam sensores, motores, unidades centrais de processamento, peças encaixáveis e demais objetos, que são programados por sistemas computacionais, para adquirirem um comportamento esperado.

A pedagogia tradicional é caracterizada por atitude passiva estudantil, com estudantes sentados, ouvindo a aula do professor, sem que haja a possibilidade de manifestação discente durante a transmissão unidirecional de conhecimento. Esse método anacrônico de lecionar é conhecido por pedagogia bancária, termo cunhado pelo grande mestre Paulo Freire.

Como forma de despertar o interesse estudantil pelos conceitos de engenharia e combater a evasão escolar, passou-se a utilizar conjuntos robóticos educacionais, para integrar disciplinas, contextualizar conhecimentos adquiridos e demonstrar na prática aos alunos os conceitos abstratos estudados em livros e em sala de aula.

Pensando nisso, Piai, Cervantes e França (2022) elaboraram projeto de pesquisa utilizando conjuntos robóticos educacionais da linha Lego Mindstorms, para montagem e programação de protótipos. Os autores destacam a expectativa dos estudantes de primeiros períodos em engenharia, que gostariam de iniciar seus cursos com algumas disciplinas técnicas. Porém, eles se sentem iludidos quando as aulas se iniciam, uma vez que os conteúdos do ciclo básico das engenharias são majoritariamente teóricos e abstratos.

O caráter prático de projetos de pesquisa de robótica educacional através de conjuntos didáticos tem grande potencial para reduzir a evasão e motivar o estudante a continuar seus estudos, à interdisciplinaridade das atividades realizadas e à possibilidade concreta de verificar na prática os conceitos teóricos abstratos estudados nos livros e em salas de aula.

Este artigo objetivou avaliar o engajamento dos estudantes de engenharia de automação de uma instituição de ensino pública da região sul brasileira, em atividades práticas com conjuntos robóticos educacionais Lego Mindstorms, segundo critérios propostos em projeto de iniciação científica, que são estímulo de habilidades característica do profissional de engenharia, motivação para a continuidade dos estudos em engenharia de automação e interesse por compartilhar conhecimento científico. Os critérios foram avaliados por questionário qualitativo.

A disciplina Introdução a Engenharia é tradicionalmente lecionada no primeiro período do curso, e sua construção de conhecimentos é predominantemente teórica. Considerando a sede por conhecimentos práticos que os estudantes dos períodos iniciais têm, esta iniciação científica introduziu conjuntos robóticos educacionais Lego na matéria de Introdução a Engenharia. Os alunos despertaram interesse em continuar a trabalhar com os conjuntos Lego. Dessa forma, 4 discentes foram selecionados na disciplina, para dar continuidade às atividades propostas de iniciação científica.

As atividades iniciais propostas aos estudantes foram desmontar os protótipos e refazer os robôs, aprimorando qualquer falha que poderia ter ocorrido durante a construção do protótipo anterior. Roque e Gonçalves (2019) destacam que a montagem de robôs é tão importante quanto sua programação. Por mais perfeita que seja a codificação, ela não controlará da maneira esperada os robôs, se as partes mecânicas integrantes dos mesmos não estiverem corretamente dispostas entre si, juntamente com sensores e atuadores. O inverso desta afirmação também é válido, uma vez que nada adianta um robô bem montado, se o mesmo for controlado por programação deficiente, com lógica equivocada.

A programação de conjuntos robóticos didáticos pode ser efetuada por dois tipos de linguagens. Uma delas é baseada no paradigma visual de codificação, onde as instruções são representadas por figuras características, cuja constituição possibilita imediata compreensão da sua dinâmica de funcionamento. Por exemplo, a instrução Loop Infinito, que integra a gramática da linguagem de programação visual NXT-G, é representada por figura icônica que encerra em si a ideia de um laço que executa para sempre os blocos contidos em seu interior.

O modelo visual de programação tem fácil visualização da funcionalidade de seus blocos, sendo recomendado para pessoas iniciantes em codificação, pertencentes a qualquer faixa etária a partir de 10 anos.

Outro método de programar conjuntos robóticos educacionais é através de linguagens baseadas em paradigmas escritos de codificação, como Micro Python, Lejos, NXC, etc. Uma forma análoga de representar o Loop infinito em linguagem NXC é a seguinte: `#include NXCDefs.h task main () {while (true){}}.` Isso significa que enquanto uma condição for verdadeira, representada pela instrução `while (true){}`, todos os comandos inseridos no interior das chaves serão executados, ou seja, eles repetirão eternamente, tal qual o bloco Loop (laço) infinito.

Programação requer profunda compreensão lógica das relações de causa e efeito, em instruções de controles condicionais. Montagens de protótipos introduzem aos estudantes de primeiros períodos

conceitos que serão posteriormente abordados em disciplinas de períodos mais adiantados, como automação, controle, máquinas elétricas, instrumentação, eletrônica, pneumática e sistemas digitais.

Essa iniciação científica objetivou auxiliar no desenvolvimento das habilidades características do engenheiro, e fomentar no aluno o gosto pelo estudo interdisciplinar de engenharia. Os alunos participantes do projeto foram convidados a apresentar os robôs por eles construídos e programados em escolas estaduais de nível médio. Essa ação motivou bastante os alunos, uma vez que eles puderam expor a outros estudantes poucos anos mais jovens que eles, o resultado do trabalho desenvolvido em robótica educacional.

Assim, conclui-se que apesar de realizada com apenas 4 alunos, esta iniciação científica cumpriu seu propósito, pois incentivou os estudantes à continuidade dos estudos, contribuindo para o aperfeiçoamento das habilidades de engenheiros neles, além de combater a evasão.

As ações de extensão na graduação são importantes, pois desde 2018 devem compor uma parcela da carga horária total dos cursos de engenharia. As práticas extensionistas são geralmente realizadas em empresas, nas áreas de engenharia elétrica e de controle e automação. Porém, comunidades carentes e vulneráveis carecem de ações extensionistas de engenharia popular, que compõem a proposta do trabalho apresentado por Takahata, Cruz e Gomes (2023).

O grupo de Extensão e Engenharia Popular (EEP) foi criado pelos autores na Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação da Unicamp (FEEC), com o objetivo de capacitar seus membros para uma formação libertária em engenharia, visando aplicar esses conhecimentos em comunidades carentes.

O EEP atua em regiões de baixa renda formando professores de robótica educacional. A perspectiva interdisciplinar de robótica integra conhecimentos de mecânica, controle, eletrônica e computação, inteligência artificial e visão computacional, viabilizando sua utilização no contexto educacional, através da motivação aos estudos que provoca nos alunos, devido ao desenvolvimento de habilidades e competências em diversas áreas.

As aulas para formação de docentes de robótica são direcionadas a professores das redes estaduais e municipais da região da Grande São Paulo, e compreendem experiências com Arduino, Scratch e programação em linguagem C, envolvendo dispositivos como auto falantes, diodos emissores de luz, motores, sensores, botões, etc.

Pretto e Kaffer (2020) criaram grupo de extensão de robótica educacional com alunos de engenharia de automação da Univates (Universidade do Vale do Taquari), que realizaram oficinas de projeto,

montagem, construção e programação de conjuntos robóticos educacionais Lego Mindstorms e EV3, para estudantes do sétimo ano do ensino fundamental, ao terceiro ano do ensino médio.

A extensão universitária trata do compartilhamento dos conhecimentos produzidos pela academia, com os demais setores da sociedade. Ações extensionistas constituem, junto com ensino e pesquisa, os pilares da educação de terceiro grau. Constituí ação de extrema relevância disseminar conhecimentos universitários para além dos limites da academia, como forma de integração com a sociedade, numa tentativa de auxiliar na solução de seus problemas, além de visar atrair futuros alunos para a instituição de ensino superior.

O envolvimento de estudantes de engenharia de controle e automação em ações extensionistas de robótica complementa fortemente seus conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula, consolidando aprendizagem efetiva, uma vez que as práticas pedagógicas possibilitarão visualização prática e concreta de saberes inicialmente abstratos.

O projeto de extensão Robótica Educacional Univates pretendeu desenvolver, não somente nos alunos do ensino básico, mas também nos estudantes bolsistas de nível superior, habilidades como criatividade, raciocínio lógico, resolução de problemas, autonomia e capacidade de trabalho em equipe, a partir de experiências práticas realizadas com montagem e programação de robôs Lego Mindstorms.

2.2.5 Experiências inovadoras na educação brasileira com robótica educacional

Robótica educacional vem se consolidando como estratégia inovadora de ensino. Tratam-se de ambientes de desenvolvimento integrado (IDE), orientados à programação de protótipos físicos, ou voltados à codificação de simuladores online, que permitem aos alunos elaborar conjecturas sobre seu funcionamento, através de observações nos robôs dos resultados das lógicas programadas, que consistem na realização da prática pedagógica de robótica educacional.

A ação de montar e programar robôs motiva os alunos na construção do próprio conhecimento, devido à busca de alternativas possíveis para solucionar problemas. Realizando experimentações por si mesmo, o aluno viabiliza a gênese de soluções originais para o problema de montagem e programação de robôs que ele está tratando, resultando no desenvolvimento de processos cognitivos discentes, e consequente construção de conhecimento.

As informações disponibilizadas no IDE ou Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) em robótica possibilitam ao aluno desenvolver soluções, elaborando programas a partir das instruções

disponibilizadas pelo software, que possibilitarão o controle de simuladores ou robôs, com o intuito de realizar tarefas previamente estabelecidas (Blikstein, 2023). Portanto, robótica educacional também contribui para ampliar a autonomia discente, uma vez que os códigos para controle dos robôs serão programados diretamente pelos alunos, a partir de inferências realizadas por eles.

Ambientes de desenvolvimento integrado viabilizam o aprendizado através da programação, uma vez que estas interfaces possibilitam a codificação de diversas ideias, acompanhadas dos respectivos testes de viabilidade, antes de alcançar a solução ideal para o controle de determinado conjunto robótico, ou simulador.

A interação com o protótipo que se deseja controlar causa algum desconforto, por modificar conceitos intrínsecos de programação que o aluno possuía, e julgava corretos. Essa quebra de paradigmas internos causa desequilíbrio, que levará o discente ao reequilíbrio por meio da elaboração de nova solução de codificação. Essa busca por conhecimento motivada pela vontade de ver acontecer o resultado da programação de sua ação sobre o protótipo é o elemento que incentiva o aluno no constante aprendizado pelos conceitos de robótica educacional, levando à construção de conhecimento.

Quando o indivíduo interage com algum objeto ou situação da realidade, sua mente registra novas sinapses neuronais, evidenciando a construção de conhecimento, que é única para cada pessoa, que tem bilhões de neurônios e capacidade para realizar trilhões de conexões entre eles (Damásio, 2011).

De acordo com Silva e Blikstein (2020), a Jabuti Edu é uma plataforma livre de robótica educacional, orientada ao ensino de programação de protótipos para alunos dos ensinos básico e superior, que possibilita o aprendizado de forma criativa, autônoma e crítica.

Os autores citados no parágrafo anterior comentam que a Jabuti Edu pode ser gerada em impressora tridimensional, cujo invólucro plástico é construído sobre partes constituintes de um robô, que são motores, bateria, sensores, caixa de som, placa wifi e microcontrolador Raspiberry Pi, o qual será programado por ambiente de desenvolvimento integrado online em linguagem Logo, através de rede sem fio baseada na tecnologia zigbee, embutida no protótipo.

Eloir José Rockenbach foi o idealizador do projeto Jabuti Edu em 2011, que atualmente conta com comunidade, a qual disponibiliza informações online sobre esta importante iniciativa orientada à robótica educacional.

Como o ambiente de programação foi desenvolvido em linguagem PHP, rodando em servidor Web, um usuário da Plataforma Jabuti pode controlar o robô através de linguagens gráficas ou escritas, em tablets, smartphones, notebooks ou computadores de mesa. Dessa forma, é possível desenvolver habilidades de codificação em usuários iniciantes, por meio de linguagens gráficas, ou avançados, valendo-se da programação robótica escrita.

A Plataforma Jabuti disponibiliza ao professor de robótica uma interface para gerenciar as tarefas passadas à turma. Dessa forma, o docente sempre recebe um alerta ao término da conclusão da programação de cada aluno, podendo carregar o código do discente no robô através da rede, para execução do programa. Essa consiste numa das principais vantagens da plataforma, que é a possibilidade do ensino de robótica por meio de somente um conjunto didático Jabuti, constituindo numa importante forma de economizar recursos financeiros, e ainda assim investir em relevantes tecnologias de informação e comunicação educacionais.

Alunos do século XXI são uma geração habituada desde a primeira infância às tecnologias de informação e comunicação, como tablets, smartphones, dispositivos eletrônicos, jogos digitais e computadores. Dessa forma, desenvolver situações de ensino em sala de aula, que sejam interessantes aos alunos, tornou-se tarefa imprescindível à ação pedagógica docente, como forma de motivar discentes ao aprendizado constante. Uma das múltiplas possibilidades de se alcançar isso é através da aplicação da Plataforma Jabuti, nos ensinamentos básico e superior.

A comunidade Jabuti propõe o uso de programação em sua plataforma, para crianças entre 4 e 5 anos, como forma de trabalhar lateralidade, direção, sentido e ângulos, segundo Silva e Blikstein (2020). Os autores citam um exemplo de trabalho realizado em turma de séries iniciais com aproximadamente 20 estudantes, que dispunha de uma Plataforma Jabuti e um Tablet. Em determinada manhã as crianças brincaram com uma tartaruga adulta. À tarde elas estavam ansiosas para conhecer o robô Jabuti.

Os alunos rapidamente perceberam que ao pressionar um botão no tablet, o Jabuti se movimentava, e podia mudar a direção, conforme de acordo com o controle selecionado. Quinzenalmente foram realizadas atividades com a Plataforma Jabuti, que auxiliaram as crianças a entenderem conceitos de deslocamento e geometria, sobre ângulos retos, 180°, 270° e 360°, respectivamente. Posteriormente ensinou-se aos pequenos estudantes como selecionar os comandos vocais do Jabuti, auxiliando no desenvolvimento da própria oralidade.

Para alunos do ensino médio propôs-se atividade na Plataforma Jabuti, que envolvesse conceitos de matemática e física, viabilizando a interdisciplinaridade em robótica educacional. O problema colocado visava à inferência da função deslocamento, que é o produto entre a velocidade e o tempo, no movimento retilíneo uniforme (MRU). A partir da posição inicial do robô e sua velocidade, pede-se determinar seu deslocamento em função do tempo, o que realizado cronometrando o tempo que o protótipo leva para percorrer pontos equidistantes, marcados sobre uma escala em centímetros, alocado no chão da sala.

O diferencial dessa prática experimental é a visualização da posição em função do tempo, que normalmente é estudada somente de maneira abstrata, através de livros, sem a possibilidade de visualizar concretamente como é a dinâmica do MRU.

Ao medir os tempos em que o robô percorre pontos cuja distância é a mesma entre si, os discentes têm a possibilidade de visualizar a dinâmica do movimento retilíneo uniforme, compreendendo que a posição é uma função de primeiro grau, obtida pelo produto entre velocidade e tempo. Dessa forma, a robótica educacional auxilia a consolidar conceitos interdisciplinares das disciplinas matemática e física.

Como forma de trabalhar a Plataforma Jabuti no ensino superior, uma professora universitária trouxe o robô à aula de Cálculo Diferencial e Integral, propondo questão sobre área e volume, que envolvia o cálculo da quantidade de filamento necessária à impressão tridimensional do protótipo educacional utilizado.

A docente propôs outro problema, descrevendo-o como o Jabuti partindo do repouso, tendo se deslocado 30 cm após 5 segundos. A partir desse enunciado, perguntou-se à turma quanto tempo o Jabuti levaria para percorrer 48 cm. Solicitou-se também aos alunos que calculassem quantos centímetros o Jabuti percorre, após 60 segundos de caminhada. A última questão envolve o cálculo da velocidade desenvolvida pelo robô educacional.

Os discentes efetuaram os cálculos necessários para responder às perguntas da professora. Em seguida, eles utilizaram o robô para confirmar a precisão dos valores por eles estimados. Conforme Silva e Blikstein (2020), esta experiência ampliou processos cognitivos dos alunos, complementando os abstratos conhecimentos teóricos dos livros com a ação concreta de corroborar e validar valores calculados. Assim, a aprendizagem proporcionada pela prática contribuiu significativamente para a construção de conhecimentos, de uma forma que não seria alcançada apenas pelo caráter abstrato das teorias de livros e apostilas.

Robótica sozinha não produz conhecimento, mas pode se tornar uma relevante estratégia de apoio para atribuir significado concreto às abstratas formulações teóricas matemáticas vistas em sala de aula, ampliando as possibilidades de estabelecer novas sinapses neuronais, e sedimentando desta forma os processos cognitivos discentes.

Considerando a baixa inserção feminina em engenharias de controle, automação, elétrica e áreas de computação, Marotti (2021) realizou minicursos de programação e robótica para mulheres, com o intuito de despertar o interesse das estudantes para as carreiras tecnológicas, levando-as a realizar cursos superiores nas áreas de ciências exatas.

Esses minicursos foram destinados a jovens adolescentes e crianças, além de realizados por alunos de engenharia, que realizaram essas atividades orientadas por seus professores. As aulas foram baseadas em projetos de engenharia, adaptados ao nível de conhecimentos de estudantes do ensino básico.

Os participantes dos minicursos foram estimulados a descrever o funcionamento dos robôs apresentados, valendo-se da própria criatividade. Os artefatos de engenharia apresentados aos estudantes durante a realização das atividades são relacionados a possíveis cursos de graduação, estimulando criação de vínculos com determinadas carreiras ou profissões.

Os monitores dos cursos apresentam a ideia do projeto, juntamente com seu algoritmo de funcionamento, para em seguida iniciar a programação através do ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) baseado em linguagem de blocos Scratch. Na próxima etapa são utilizados materiais recicláveis e componentes eletrônicos para montagem de robôs, que serão controlados pelos programadas desenvolvidos na fase anterior.

Os projetos abrangeram diversas áreas de engenharia, como controle e automação, tendo realizado a construção de uma ponte elevatória e de braço robótico. A ponte controlou sua luminosidade automaticamente, a partir de fototransistores, enquanto o braço abordou conceitos de dinâmica dos corpos rígidos.

Os cursos desenvolvidos por Marotti (2021) foram realizados em parceria com projetos de extensão originários da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Campus Macaé. A avaliação do aprendizado foi através de questionários e pela observação dos alunos bolsistas que aplicaram os cursos. Propuseram-se perguntas sobre programação, eletrônica e robótica, cuja média de acerto dos 20 alunos participantes foi muito boa, um resultado considerado excelente pelos realizadores dos minicursos.

2.2.6 A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA LÚDICA PARA APRENDIZAGEM DE ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO.

A robótica está em constante crescimento, interligando diversas áreas do conhecimento, como automação, controle, eletrônica, mecânica, informática e inteligência artificial. Dessa forma, robótica educacional constitui ferramenta potencialmente motivadora para o estudo, podendo auxiliar no ensino e na aprendizagem de qualquer disciplina ou matéria lecionada em sala de aula.

De acordo com Roque e Gonçalves (2019), robótica pode ser definida como a ciência que realiza construção, montagem e programação de robôs, que são compostos de peças, motores, sensores, unidades centrais de processamento (CPU), alto-falantes, displays e luzes, todos estes componentes sendo interligados entre si, cujo agregado formará protótipo único.

Aulas de robótica têm alcance multidisciplinar, podendo ser aplicadas integrando conhecimentos de diversas matérias, como física, matemática, mecânica, informática, história, geografia, artes, idiomas, etc. O termo robótica educacional é utilizado para designar ambientes de aprendizagem que podem ser compostos por sucatas, conjuntos didáticos, peças, sensores e motores controlados por CPU programáveis através de diversas linguagens, cujo escopo é visual ou gráfico para iniciantes, e textual para usuários de nível médio a avançado.

A integração de conhecimentos proporcionada por robótica educacional estimula os alunos a se engajarem nas atividades propostas, uma vez que eles podem verificar na prática o resultado de abstratas teorias que seriam vistas somente em livros, durante as aulas, conferindo caráter prático e motivante às atividades pedagógicas.

Perrenoud (1999) ressalta que o aprendizado deve ser associado à prática, para ampliar sinapses neuronais, consolidando o desenvolvimento de competências e a construção de conhecimentos. Caso o conteúdo trabalhado em sala de aula seja meramente teórico, há grandes chances de ser rapidamente esquecido, uma vez que não houve atividades práticas que incentivassem o aumento do número de conexões entre os neurônios.

Conforme Andrade e Binotto (2020), ao construir robôs o aluno desenvolve competências como autonomia, independência, autoestima, habilidades sociais e determinação, uma vez que troca informações com colegas, além de pesquisar e associar diversos conhecimentos e habilidades para resolver um desafio, questão ou problema.

Para consolidar os conhecimentos abstratos adquiridos em sala de aula, torna-se imprescindível relacionar as diversas áreas estudadas de modo prático e lúdico, que é justamente o propósito de robótica educacional, ciência caracterizada por praticidade e interdisciplinaridade, através da aprendizagem baseada em problemas.

Guimarães, Martins e Arruda (2021) aplicaram curso com alunos das engenharias elétrica e de automação, no qual abordaram o uso da ferramenta Robocode, que se mostrou eficiente no processo de ensino, e como estratégia para reduzir a evasão escolar, ao aprimorar a construção de conhecimento nas matérias Cálculo, Física e Programação de Computadores. Robótica educacional possibilita a visualização prática de abstratos conhecimentos interdisciplinares vistos em livros e sala de aula. Isso contribui para ampliar conexões neurais, consolidando desta forma o aprendizado do conteúdo estudado em diversas matérias.

Oliveira, Pinto e Almeida (2014) destacam a importância de utilizar o conjunto didático Lego Minstorms no aprendizado de robótica educacional, o qual permite a montagem de robôs combinando peças plásticas encaixáveis a motores, sensores, atuadores, pilhas, bateria e unidade central de processamento (CPU). O caráter lúdico da linguagem NXT-G incentiva os alunos ao aprendizado de programação, uma vez que suas instruções são compostas por blocos visuais, cujas propriedades são facilmente compreendidas, pela associação à topologia dos comandos utilizados.

O conjunto didático Lego Mindstorms permite realizar projetos interdisciplinares em robótica de maneira lúdica, abordando de forma prática múltiplas áreas do conhecimento, o que estimula os alunos ao aprendizado de disciplinas tradicionalmente consideradas abstratas e difíceis, terminando por reduzir a evasão escolar, tanto nas engenharias, quanto em qualquer nível de ensino em que a robótica educacional for aplicada.

Moreira (2020) define aprendizagem significativa como a interseção entre conhecimentos prévios e recentes, pois no momento desta interação é que o novo conteúdo adquire significado. Robótica educacional viabiliza o aprendizado por tentativas e erros, uma vez que por diversos momentos há a necessidade do desapego a conceitos inócuos, para chegar ao objetivo final da atividade, que é a solução do problema proposto.

De acordo com Perrenoud (1999), a educação plena do aluno é baseada no paradigma de ensino por competências, que integra os conhecimentos interdisciplinares. Dessa forma, Guimarães, Martins e Arruda (2021) propunham aprendizado baseado num problema diferente em cada aula da disciplina

ciência de computação, de forma a desenvolver competências distintas nos encontros com os estudantes de engenharia de produção.

Os alunos expunham dúvidas, e explanavam sua linha de raciocínio para a solução dos desafios propostos. O compartilhamento de informações ampliava a construção de conhecimentos, contribuindo ainda mais para consolidar o aprendizado discente. Os autores expunham situação real aos estudantes, que se baseavam em conhecimentos anteriores para solução de problemas, contando com o professor como mediador da construção de saberes.

As atividades propostas demandavam planejamento para sua realização, como forma de viabilizar os procedimentos de construção, montagem e programação de robôs nos conjuntos didáticos educacionais utilizados em aulas de ciência da computação. Os alunos foram avaliados conforme seu percurso global na disciplina, durante todo o semestre.

As aulas eram realizadas semanalmente, contextualizando-se o problema de robótica que deveria ser resolvido em cada situação proposta. Assim, os alunos tinham a oportunidade de vincular conhecimentos prévios aos necessários para elucidar os problemas tratados.

O compartilhamento de informações entre os alunos possibilitava o desenvolvimento de novos conhecimentos, agregando valores a antigos saberes. Essa ampliação de processos cognitivos discentes desenvolvia autonomia e independência nos alunos, de modo que ao final da construção e programação de robôs eles adquiriam novas competências, incentivando-os a manter seu vínculo com a engenharia, e aperfeiçoar seu desempenho acadêmico, uma vez que os conjuntos educacionais utilizados possibilitavam a solução concreta de problemas tratados apenas de forma abstrata, em livros e quadros das salas de aula.

O caráter multidisciplinar de robótica educacional integra áreas distintas, dentre as quais se destacam matemática, engenharia elétrica, mecânica, automação, controle de processos, inteligência artificial e física. Essa área do conhecimento tem o potencial de despertar criatividade e atenção de professores e alunos, uma vez que a construção de conhecimentos ocorre a partir de observações próprias, aliadas a estudos individuais e coletivos.

Através de robótica educacional o estudante desenvolve capacidade de pesquisar, criatividade, raciocínio lógico, autonomia, senso crítico e capacidade de trabalhar em grupo, requisitos básicos para se tornar um profissional de sucesso em qualquer engenharia que o discente venha a se graduar. Robótica educacional também pode ser definida como o controle de protótipos que interagem com o

ambiente em que se encontram inseridos, através de dispositivos elétricos e eletrônicos que realizam funções de sensoriamento e atuação, por meio de programas que são executados em unidades centrais de processamento.

Souza (2020) salienta a importância de ensinar programação de computadores desde as séries iniciais do ensino básico, até o nível superior, devido ao grande desenvolvimento de raciocínio lógico através do pensamento computacional, que será bastante útil na formação de senso crítico, autonomia e criatividade do cidadão, independente da área de estudo com a qual o aluno desenvolver maior afinidade, durante sua vida acadêmica.

Souza (2020) lembra que parcela relevante das nações desenvolvidas coloca programação de computadores e robótica como parte integrante da formação curricular de alunos a partir dos 10 anos de idade. Apesar de no Brasil não ser comum o contato de crianças com ensino de programação nas escolas, há algumas iniciativas que ensinam programação para crianças e adolescentes de 6 a 17 anos, através de escolas especializadas no assunto.

O pensamento computacional consiste em reduzir grandes e difíceis problemas em questões menores, de soluções mais simples. Por isso, o aprendizado de programação de computadores auxilia no desenvolvimento do raciocínio lógico em alunos.

Souza (2020) cita trabalho realizado em Universidade Federal, que abrangeu alunos dos primeiros períodos dos cursos de engenharia de produção, engenharia de controle e automação e informática. Nessa ocasião, utilizou-se robótica educacional para ensino de programação aos discentes desses cursos. Os alunos se revelaram bastante motivados para aprender programação, uma vez que puderam verificar de forma lúdica o resultado de suas lógicas codificadas em robôs construídos a partir de conjuntos didáticos Lego Mindstorms.

Os estudantes apreciaram bastante aprender a desenvolver códigos para robôs seguidores de linha, empilhadeiras, braços mecânicos, separadores de cor, atiradores de bola e acertadores de clava no alvo.

O uso de robótica educacional no ensino de programação consolidou aprendizagem significativa nos alunos, motivando-os consideravelmente, uma vez que eles puderam observar nos protótipos construídos os efeitos físicos das codificações elaboradas.

A programação convencional de computadores disponibiliza somente o monitor de vídeo para apresentar resultados de programação, tornando-se um fator limitante quanto à motivação discente

para o aprendizado da codificação, quando comparado à multiplicidade de robôs que podem ser construídos a partir de lúdicos conjuntos didáticos educacionais, e à possibilidade de visualizar em todos eles os resultados de seus aplicativos de controle desenvolvidos pelos estudantes.

A ciência tem evoluído em ritmo acentuado, nas últimas décadas, viabilizando a utilização de novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) no cenário educacional. Esses recursos tecnológicos constituem poderosas ferramentas no combate à evasão escolar, uma vez que eles possibilitam aos alunos verificar, na prática, conceitos que outrora eram ensinados em sala de aula apenas de forma abstrata, sem possibilidade de verificação concreta dos mesmos.

Segundo Vargas, Menezes e Massaro (2022), tais recursos impactam positivamente sobre o processo de aprendizagem, pois despertam curiosidade e interesse nos alunos, levando-os a criar soluções e estratégias para solucionar problemas, desenvolvendo competências para desempenhar funções nos futuros trabalhos que realizará nas empresas que o contratarem.

O aprendizado significativo é mais facilmente alcançado quando há integração entre teoria e prática. A utilização de robótica educacional no ensino de engenharia torna as aulas mais atraentes devido ao seu caráter lúdico, que estimula a criatividade discente através da realização de procedimentos experimentais, possibilitando verificação empírica de conceitos abstratos.

A robótica educacional incentiva à construção de conhecimento, pois permite aplicações práticas de conceitos associados ao cotidiano dos estudantes, levando-os a consolidar processos cognitivos, por estabelecer relações entre os diversos conteúdos estudados em livros ou aulas.

A aprendizagem se torna significativa quando conhecimentos teóricos podem ser aplicados, levando o estudante a elaborar soluções para problemas práticos, através da aplicação de conteúdos estudados.

Dessa forma, Vargas, Menezes e Massaro (2022), propõem o uso de robótica educacional em Engenharia de Produção, utilizando o diferencial de suas características lúdicas e empíricas, para aplicação em diversas disciplinas do curso, com o intuito de despertar o interesse dos estudantes nas matérias estudadas, reduzir a evasão e aprimorar o rendimento acadêmico.

De acordo com Andrade, Moscato e Verri (2020), projetos de robótica são importantes ferramentas de uso educacional, pois viabilizam aprendizagem interdisciplinar, visto que integram conhecimentos construídos em diversas matérias. O autor comenta que em robótica educacional o docente ensina seus alunos a montar e realizar a automação de dispositivos mecânicos, controlados por computador.

Assim, espera-se romper paradigmas tradicionais no ensino de engenharia, caracterizados por seu viés exclusivamente teórico, portanto pouco atraente para construção de habilidades e competências necessárias ao perfil de egressos do curso, que atuarão em empresas.

O trabalho de Vargas, Menezes e Massaro (2022), foi realizado com alunos do curso de engenharia de produção, através de um conjunto robótico educacional Lego Mindstorms, o qual foi utilizado para construir esteira transportadora, que simulava o deslocamento de itens manufaturados, numa planta industrial hipotética. A esteira utiliza sensor de cor, para contagem dos objetos industriais por elas transportados. Para viabilizar aprendizagem significativa, é imperativo que o discente coloque a mão na massa, ou seja, é preciso fazer, interagir e construir objetos com os quais ele possa validar seus conhecimentos teóricos.

Elaborou-se o código de programação da automação da esteira em linguagem de blocos NXT-G, característica do conjunto didático Lego Mindstorms. Movimenta-se a esteira através de bloco motor A, enquanto se verifica a detecção de algum objeto colorido por meio do sensor de cores. Quando isso acontecer, incrementa-se variável inteira cont de uma unidade. Após o programa de controle detectar 10 bolas, finaliza-se a movimentação da esteira pelo laço lógico que envolve todos os blocos do código.

O processo industrial da esteira integra ampla variedade de plantas industriais. Alguns dos exemplos são preenchimento de recipientes com líquidos, ensacamento de grãos, transporte de caixa de ovos, embalagem de manteigas, fabricação de iogurtes, deslocamento de frutas, movimentação de flores, transporte de doces coloridos, etc.

A realização dessa prática de robótica educacional com estudantes de engenharia de produção teve contexto multidisciplinar, uma vez que os alunos travaram contato com: assuntos estudados em máquinas elétricas (que são os motores de corrente contínua), tópicos vistos na matéria de transdutores (sensor de cor) e itens referentes a lógica computacional, que tratam da programação de todo o conjunto da esteira em linguagem NXT-G.

Percebeu-se ao final da montagem e programação do protótipo que os alunos desenvolveram maior interesse nas disciplinas de engenharia, o que comprovou a eficácia do combate à evasão, proporcionado pela utilização de robótica educacional nas aulas do curso.

O caráter lúdico de conjuntos didáticos para robótica estimula os alunos na construção de conhecimentos, uma vez que eles têm a oportunidade de observar acontecer em tempo real, na prática, os abstratos conceitos teóricos apresentados em livros e na sala de aula.

De acordo com Chinelato (2020), robótica constitui um dos pilares de engenharia de controle e automação, sendo um tema cada vez mais pesquisado e utilizado no mercado de trabalho. O ensino inicial de robótica envolve conceitos teóricos sobre tipos de robôs, acionamento, cinemática, dinâmica e controle.

A consolidação de aprendizado significativo em robótica requer a realização de experiências práticas com protótipos físicos e simuladores computacionais. O caráter interdisciplinar de robótica integra áreas distintas como programação, eletrônica, mecânica, controle, instrumentação, máquinas elétricas, sistemas digitais e circuitos elétricos, cujos conhecimentos são associados através do planejamento, projeto, construção e codificação de protótipos que serão utilizados nas experiências práticas.

Manipuladores robóticos são alguns dos protótipos mais utilizados na indústria e em pesquisa. Tratam-se de elos interligados entre uma base física e um manipulador ou ferramenta terminal, que realizará tarefa, de acordo com um programa previamente elaborado. Algumas das aplicações de manipuladores robóticos são transporte de cargas, utilização em quadricópteros, solda, pintura, realização de cirurgias e desarme de explosivos, cujas áreas de estudo envolvem cinemática direta e inversa, matriz jacobiana, dinâmica, planejamento de caminhos, geração de trajetória, controle e programação (Chinelato, 2020).

Cinemática estuda movimento robótico, sendo sua versão direta a posição da ferramenta terminal determinada pelo produto das matrizes de translação e rotação das juntas associadas entre si, que são caracterizadas por ângulos e comprimentos, seguindo o método de transformação de coordenadas desenvolvido por Denavit e Hartenberg.

A cinemática inversa calcula ângulos necessários entre os elos robóticos para se alcançar determinada posição na ferramenta terminal. Funções trigonométricas inversas podem levar a pontos de não linearidade, tornando o problema complexo, o que demanda aproximação por série de Taylor de 1ª ordem, ou seja, o cálculo da matriz jacobiana, compreendendo a derivada parcial da função em relação ao comprimento e ao ângulo entre as juntas.

Alunos de engenharia de controle e automação do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) realizaram experiência didática orientados por Chinelato (2020), na qual utilizaram o manipulador robótico ARISTO, fabricado pela empresa MTAB. Através do ambiente de desenvolvimento integrado M-ROBOT os discentes puderam programar e controlar os movimentos do braço robótico, tanto através de simulação, quanto por meio da atuação direta sobre a ferramenta terminal do dispositivo.

O ARISTO tem seis graus de liberdade, dos quais três são referentes ao posicionamento do braço robótico, enquanto os três restantes se referem à orientação da ferramenta terminal.

Devido ao alto custo de braços robóticos, normalmente discentes de engenharia de automação conseguem controlar as ferramentas terminais destes dispositivos apenas através de simulação. Dessa forma, o uso do manipulador ARISTO conseguiu despertar o interesse dos alunos pelos estudos das formulações matemáticas de Denavit Hartenberg, série de Taylor e jacobianos, pois desta forma os discentes puderam ver, na prática, o resultado da programação da atuação do braço robótico sobre sua ferramenta terminal.

A possibilidade de os estudantes verificarem na prática o resultado das teorias por eles estudadas constitui poderosa ferramenta no combate à evasão escolar, uma vez que desperta o interesse dos alunos pelos estudos, devido ao aprimoramento de seus processos cognitivos, e consequente consolidação de aprendizagem ativa.

2.2.7 ROBÓTICA EDUCACIONAL CONSTRUTIVISTA BRASILEIRA.

De acordo com Andriola (2021), robótica estimula o desenvolvimento do raciocínio lógico entre os alunos porque, quando eles aprendem a programar, são levados a pensar estruturadamente, desenvolvendo o hemisfério esquerdo cerebral, que também é responsável por habilidades críticas e analíticas.

O aprendizado de programação desenvolve nos alunos o pensamento computacional, que os leva a organizar as ações necessárias à solução dos desafios propostos em robótica ou qualquer outro projeto que o discente esteja envolvido. Dessa forma, o aluno aprende a planejar tarefas e atividades, tornando-se independente e autônomo, habilidades que serão úteis em todos os aspectos de sua vida privada e profissional.

Andriola (2021) também comenta que robótica aperfeiçoa o aprendizado de ciências humanas e auxilia a aprimorar a capacidade dos estudantes expressarem ideias, tanto de forma oral quando na modalidade escrita. Isso ocorre porque ao desenvolver o pensamento computacional, o estudante estrutura de maneira mais eficaz suas ideias e pensamentos, e isso acaba por refletir positivamente na capacidade de redigir dos discentes.

Robótica educacional também fomenta a construção de conhecimentos em matemática, física e inglês, devido ao desenvolvimento do raciocínio lógico adquirido com a aplicação do pensamento computacional, aliado ao fato que parcela relevante dos ambientes de desenvolvimento integrado

(IDE) de programação apresentam seus comandos em língua inglesa. Dessa forma, o interesse por robótica desperta nos discentes a vontade de aprender o idioma britânico.

O aprendizado de programação estimula crianças e adolescentes a alcançarem a plenitude de seus potenciais, auxiliando no desenvolvimento de habilidades para solução de vasta gama de problemas, que serão úteis em situações inerentes ao seu cotidiano e no exercício de suas futuras profissões.

Na pedagogia tradicional, alunos são levados a decorar fórmulas abstratas, sem visualizar suas aplicações práticas, dificultando a criação de aprendizagem significativa. Em robótica educacional podem ser criadas situações que demandem diversos conhecimentos interdisciplinares.

A partir de problemas que necessitam de solução, os estudantes levantam as informações teóricas necessárias para resolvê-los, contextualizando sua aplicação na prática, o que levará de fato à ampliação de seus processos cognitivos, acompanhada da consolidação de novos conhecimentos adquiridos. Assim, a aprendizagem baseada em projetos ou problemas é a base da prática pedagógica de robótica educacional, estando o aluno no centro de todo esse processo.

De acordo com Andriola (2021), um projeto compreende uma série de tarefas, que demandam envolvimento individual e coletivos dos discentes, supervisionados por seus professores, gerando situações de aprendizagem que proporcionam o surgimento de habilidades como autonomia, disciplina, reflexão, discussão, tomada de decisão e capacidade crítica em relação ao trabalho que está em desenvolvimento nas atividades de robótica.

Robótica educacional fundamenta-se sobre paradigma de ensino e aprendizagem baseado na cultura maker. Isso significa que o aluno construirá, montará e programará seus robôs, num ambiente colaborativo, onde compartilhará ideias com seus colegas, testará soluções, abandonará tentativas equivocadas e, a partir da interseção de conhecimentos, ampliará seus processos cognitivos, consolidando aprendizado significativo.

O ambiente característico de robótica educacional favorece, desta forma, o desenvolvimento de competências técnicas, autonomia, independência, autoestima e o aprendizado de trabalho em grupo, extremamente significativo para formação do profissional.

Apesar do caráter multidisciplinar da robótica educacional, e do crescente aumento de sua utilização pelas instituições de ensino, parcela relevante das escolas brasileiras ainda não usufrui de seus benefícios, seja por questões financeiras, ou por falta de capacitação do corpo docente.

Dessa forma, o principal elemento motivador para a elaboração do trabalho de Filho e Gonçalves (2023) foi propor a construção de um robô de custo acessível, porém com grande parte das características verificadas em conjuntos didáticos para robótica, que são comercializados com valores bem mais caros, portanto, proibitivos para aquisição pelas instituições de ensino.

Resnick, Sargent e Silverman (1996) destacam que um dos pioneiros em robótica educacional foi o MIT (Massachusetts Institute of Technology), desenvolvedor do tijolo programável (programmable brick), que se tornou a base para diversos conjuntos didáticos, como o Lego Mindstorms. Trata-se de computador com dimensões bastante reduzidas, alimentado por bateria ou pilhas, e unidades de entrada e saída, às quais são conectados sensores e atuadores, respectivamente.

Segundo Roque e Gonçalves (2018), sensores coletam informações sobre condições monitoradas de um determinado processo, podendo ser de presença, ultrassônicos, cor, luminosidade, temperatura, botões, giroscópio, etc. De acordo com o resultado das lógicas programadas, associadas aos valores das grandezas físicas retornadas pelos sensores, atuadores serão acionados, como motores, luzes, válvulas e demais dispositivos.

Peças encaixáveis são combinadas entre si e acopladas ao tijolo, para constituir a topologia do robô, cuja limitação quanto ao formato está restrita apenas à imaginação e criatividade das pessoas responsáveis por sua construção. A geometria do robô deve ser discutida e planejada, para se adaptar ao problema que se deseja resolver com sua montagem.

Freitas, Souza e Júnior (2023) salientam que montar e programar protótipos ampliam processos cognitivos discentes, uma vez que eles compartilharão ideias entre si sobre as melhores topologias possíveis, juntamente com os programas mais eficazes para controlar os robôs construídos. Essa troca de informações proporciona interseção de conhecimentos, que originam novas formas de abordar problemas, auxiliando a consolidar o aprendizado das teorias utilizadas para solucionar os desafios propostos em robótica educacional.

O trabalho de Filho e Gonçalves (2023) desenvolveu protótipo de robô móvel de baixo custo, utilizando 4 sensores de toque, um sensor de luminosidade, dois motores, um microcontrolador e uma base veicular com suporte plástico, engrenagens, duas rodas traseiras e uma dianteira. O resultado foi um robô educacional de baixo custo, com aplicações para seguir linha, ou realizar as funcionalidades do protótipo de luta estilo sumô.

Apesar de sua simplicidade e custo acessível, esse protótipo tem aplicações que abrangem desde o ensino fundamental, até a educação universitária, como exemplifica a ação de seguir linha através de controle proporcional, integral e derivativo da luminosidade. O protótipo desenvolvido pelos autores viabiliza a implantação de robótica educacional em escolas e universidades com restrições orçamentárias.

2.2.8 USANDO A ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA MELHOR COMPREENSÃO DAS CIÊNCIAS EXATAS

De acordo com Silva e Oliveira (2022), em robótica educacional o aluno planeja, projeta, constrói e programa um robô através de um ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) característico. As ações discentes demandam conhecimentos interdisciplinares, pois robótica educacional interliga diversas áreas de estudo, sejam elas de cunho tecnológico ou não, possibilitando ao aluno exercício de autonomia, senso crítico, criatividade, independência e capacidade para realizar trabalho em equipe.

Robótica educacional tem características das metodologias ativas de aprendizado, nas quais o aluno deixa de ser um mero expectador e receptor de conteúdo do professor, tornando-se o principal ator no processo de construção de conhecimentos, uma vez que busca suas próprias formas para resolver os problemas abordados, pesquisando as soluções em diversas matérias estudadas em graduações de engenharias, dentre as quais se destacam matemática, física, computação, máquinas elétricas, circuitos elétricos, eletrônica e sistemas digitais.

A necessidade de resolver problemas em robótica educacional leva os alunos a trabalharem em equipe, compartilhando possíveis soluções de maneira construtiva, criativa e inovadora, para chegar à opção mais viável para solucionar as questões abordadas, de maneira análoga às interações entre profissionais de empresas de engenharia.

Portanto, robótica educacional é importantíssima como metodologia ativa de ensino, uma vez que contribui para desenvolver competências profissionais que não podem ser trabalhadas apenas com as abstratas teorias vistas em sala de aula, mas sim com aplicações práticas e efetivas destes conhecimentos teóricos, que auxiliem a resolver problemas práticos e, consequentemente, a consolidar aprendizagem significativa multidisciplinar.

Em robótica os alunos resolvem sucessivamente desafios através de planejamento, montagem, construção e programação, por intermédio da seleção de conteúdos inerentes a diversas áreas do

conhecimento, até que eles cheguem, após sucessivas interações entre os membros da equipe, à solução que melhor satisfará ao problema proposto ou objetivo final de projeto.

Silva, Brandão e Azevedo (2020) apontam que falta de interesse e desatenção de alunos são comportamentos resultantes de aulas de cunho estritamente expositivo e, quando há práticas laboratoriais, as mesmas são focadas somente no professor.

Silva, Brandão e Azevedo (2020) destacam a importância de tornar o aluno protagonista do seu processo de aprendizado, e uma das formas de conseguir isso é através de robótica educacional, por meio da placa Arduino e da programação visual Scratch, que auxiliam a proporcionar aprendizado significativo interdisciplinar, em distintas áreas do conhecimento como matemática, física, química, história, informática, idiomas, etc.

A prática de robótica educacional atrai o estudante para montar o experimento, coletar dados e formular conjecturas, salientam Silva, Brandão e Azevedo (2020), uma vez que os discentes conseguem ter uma visão concreta dos abstratos conceitos estudados em sala de aula, ou seja, o fato de os alunos conseguirem ver a teoria acontecer na prática consolida seu aprendizado.

Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2021) comentam que a utilização da linguagem Scratch para programar o microcontrolador Arduino desperta nos alunos a curiosidade de querer aprender mais, uma vez que a codificação visual em blocos encaixáveis estimula a criatividade discente para sobrepujar desafios lógicos inerentes a robótica educacional. Os autores comentam o caráter pedagógico da linguagem Scratch, cujo ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) oferece espaço de aprendizado e curso online.

O Arduino tem uma série de entradas e saídas analógicas ou digitais, funcionando como um computador de pequenas dimensões. Trata-se de microcontrolador bastante utilizado em robótica educacional, onde sensores são conectados às entradas, trazendo informações sobre o processo monitorado por medições de grandezas físicas, que podem ser temperatura, vazão, distância, presença, cores, luminosidade, gás, umidade, etc. As saídas do Arduino recebem o resultado das lógicas programadas em linguagem C++, resultando em alguma atuação sobre motores, válvulas, lâmpadas, sonarizadores ou alarmes.

Silva, Brandão e Azevedo (2020) realizaram o trabalho deste artigo através de curso ministrado em três meses em um campus do Instituto Federal do Piauí (IFPI), para ensinar o caráter interdisciplinar de robótica educacional através da programação do Arduino. O objetivo desse curso foi desenvolver

estratégia pedagógica orientada ao ensino de ciências, para discentes que apresentem dificuldades cognitivas em disciplinas da área de exatas, como física e matemática.

Utilizou-se programação em Scratch como introdução à lógica computacional, antes dos alunos aprenderem codificação escrita em C++, que é a linguagem característica do Arduino, plataforma utilizada para controlar os experimentos realizados em robótica educacional.

O microcontrolador tem unidade central de processamento (CPU), memória e dispositivos de entrada e saída, como um computador convencional. A diferença é que os periféricos do Arduino são menos complexos, e seu poder de processamento é inferior. Um dos modelos mais utilizados é o Arduino UNO, com 13 portas digitais e 5 analógicas. A modulação por largura de pulso possibilita transformar portas digitais em analógicas.

Como a linguagem Scratch é programada em blocos encaixáveis, que permitem recursos multimídia de som, vídeo e animações, sua codificação é lúdica e atraente, sendo adequada para ensinar estruturas computacionais pela primeira vez a alunos. Em seguida, após aprenderem fundamentos de lógica, os estudantes passam a programar na linguagem escrita C++, um pouco mais avançada, que requer conhecimentos básicos típicos de ambientes de desenvolvimento integrados (IDE) visuais, tal qual o Scratch.

O curso de robótica educacional realizado no IFPI foi composto de 10 aulas, cada uma delas com seis horas de duração, totalizando 60 h, onde foram tratados tópicos como robótica, circuitos eletrônicos, programando Arduino com Scratch, ligando diodo emissor de luz no Arduino, sensores, atuadores, montagem de robôs e construção de seguidor de linha.

Escolheu-se a plataforma Arduino para realizar esse curso de robótica educacional devido ao fato de seu custo ser bastante inferior ao de conjuntos didáticos disponíveis no mercado. Além do Arduino, utilizaram-se no curso realizado materiais como motores, sensor ultrassônico, sensor de luminosidade, ferramentas, multímetro, fita isolante, ferro de solda, etc.

Robótica envolve competências matemáticas relacionadas à análise numérica, cálculo diferencial e integral, álgebra linear, geometria analítica, física, química e diversas outras disciplinas de ciências exatas. Por esse motivo, durante as aulas do curso o docente relacionava cada parte integrante do robô com seus conceitos de física, matemática e programação, havendo espaço para interagir com os discentes, uma vez que a pedagogia utilizada pelo professor colocava o aluno no centro da construção de conhecimento, característica da metodologia ativa de aprendizagem por resolução de problemas.

A turma era dividida em grupos em cada encontro, e o trabalho resultante da interação entre cada componente era revisado pelos auxiliares do professor, para garantir que houve aprendizagem ativa por parte dos alunos.

A realização deste trabalho possibilitou a Silva, Brandão e Azevedo (2020) concluírem sobre a importância da robótica educacional como ferramenta para despertar o interesse dos estudantes por pesquisa e estudo, uma vez que eles puderam ver na prática, de forma concreta, o resultado de conceitos interdisciplinares observados antes apenas de modo abstrato, durante aulas teóricas, ou em livros.

2.2.9 Experimentação prática em robótica como instrumento de ensino e aprendizagem

É imprescindível destacar a importância de utilizar estratégias de ensino que despertem e incentivem a vontade de aprender nos estudantes. Vive-se atualmente na era das tecnologias de informação e comunicação (TIC), caracterizada pelo acesso abundante a informações, através da rede mundial de computadores, conhecida como internet. Com a popularização dos telefones móveis, e acessibilidade do custo de pacote de dados, cada indivíduo se tornou um ponto de acesso à rede global de informações.

Roque (2018) destaca que o Android é o sistema operacional mais utilizado no mundo, sendo seu provedor de aplicativos o Google Play, que proporciona acesso a considerável quantidade de programas gratuitos, orientados a diversas áreas de conhecimento, dentre as quais se destaca a robótica educacional. Dessa forma, através de smartphones é possível ensinar simuladores online de robótica, como Gears Bot, Open Roberta Lab, EV3Dev, Scratch, Arduino, etc.

O aprendizado de robótica educacional através da metodologia construcionista é o ideal, uma vez que os alunos necessitam reunir diversas áreas do conhecimento para projetar e montar determinado protótipo, antes de programar o mesmo para realizar suas funções necessárias (Wiltgen, 2021).

Essa ação de projetar, construir e programar robôs é multidisciplinar, interligando diversas áreas do conhecimento, o que contribui para estimular a continuidade dos estudos e combater a evasão escolar, uma vez que os alunos conseguem verificar na prática o resultado de abstratas teorias estudadas apenas em sala de aula, terminando por consolidar seu aprendizado, e sedimentando desta forma a construção de conhecimento significativo.

Porém, devido a restrições orçamentárias, parcela significativa das instituições de ensino não têm condições financeiras de adquirir conjuntos didáticos educacionais para realizar experiências práticas

em robótica. Nesse ponto destaca-se a importância de simuladores gratuitos online, como elementos capazes de democratizar o acesso à robótica educacional, necessitando para isso dispositivos telefônicos móveis, acompanhados de pacotes de dados de acesso à internet, para baixar os aplicativos necessários às práticas pedagógicas de robótica educacional.

O caráter multidisciplinar de robótica aliado à aprendizagem por projetos ou desafios permite agregar conhecimentos de diversas matérias, para resolver problemas propostos, viabilizando formação cognitiva ampla e motivadora, através do exercício de habilidades espaciais, físicas e temporais (Wiltgen, 2022).

Os erros durante montagem e programação de robôs estimulam os alunos a aperfeiçoarem suas tentativas de projeto e codificação, para alcançarem posteriormente o êxito na construção e elaboração de protótipos e seus sistemas de controle. Assim, o discente desenvolve auto estima, independência e autonomia, na busca de conhecimentos complementares para alcançar seus objetivos em robótica educacional.

Um exemplo típico de ajuste por tentativas e erros consiste em determinar a luminosidade necessária durante a alternância de potência entre motores, para o robô seguidor de linha. Em alguns sensores de luminosidade a superfície clara é detectada por meio da leitura de luz refletida maior que 20, como é o caso do conjunto didático da geração EV3, da Lego. Porém, em sensores da geração NXT do mesmo fabricante, a intensidade luminosa refletida que detecta uma área branca é maior ou igual a 50.

Quanto mais conhecimentos práticos o estudante adquire, maior necessidade ele sente de relacioná-los à teoria, através da multiplicidade de conhecimentos desenvolvidos. Portanto, assim como a comprovação prática da teoria estudada em sala de aula é estimulante aos alunos, a recíproca é verdadeira, que consiste na verificação teórica de conhecimentos práticos adquiridos por intermédio da experimentação.

Andriola (2021) observa interseção de conhecimentos em robótica educacional, especialmente entre ciências exatas e biológicas, para determinar expressões faciais de robôs representativos de pessoas e animais. Essa interdisciplinaridade viabiliza exploração intelectual fundamental à ampliação de processos cognitivos à solução de problemas.

O avanço de conhecimentos relaciona-se à interação multidisciplinar, especialmente em ações características de robótica educacional, que se fundamentam sobre o aprender fazendo, também conhecido por aprendizado construcionista. A importância de construir conhecimento associado à

elaboração de protótipos está em seu resultado, que é a consolidação de aprendizagem significativa, pois serão observados na prática resultados de abstratos conhecimentos teóricos multidisciplinares, motivando alunos na continuidade de estudos.

Becker, Santos e Coutinho (2022) destaca que o aprendizado é reforçado quando atividades motoras complementam sua fundamentação teórica, evidenciando a importância da experimentação interdisciplinar realizada em projetos de robótica educacional, que são baseados em ações construcionistas.

Na experimentação prática em robótica como processo de ensino e aprendizagem o professor assume o papel de mediador, orientando seus alunos sobre os melhores caminhos para pesquisar as soluções para seus problemas. Não é o docente quem dará aos discentes as respostas para tudo, tal qual ocorria na pedagogia bancária. Embora provido de boas intenções, quando o mestre apresenta imediatamente as respostas às situações propostas, ele impede o desenvolvimento de autonomia e criatividade dos estudantes.

Dessa forma, torna-se imperativo estimular o interesse dos alunos pelas atividades acadêmicas, e neste momento robótica educacional surge como relevante alternativa pedagógica multidisciplinar, capaz de incentivar nos discentes o apreço à pesquisa e implementação prática das soluções teóricas planejadas, consolidando desta forma o aprendizado das matérias estudadas para elaboração de protótipos que cumpram as funções necessárias dos problemas abordados.

A consolidação de aprendizagem em robótica educacional envolve 5 fases, que são estudo, planejamento, projeto, construção e testes. Para gerenciar esses processos com eficácia, o professor apresenta os caminhos necessários à obtenção de conhecimentos prévios.

Dessa forma, o docente deve ter a capacidade de criar um ambiente de estudos e pesquisa de tal forma atraente aos alunos, que lhes proporcione condições ao desenvolvimento de criatividade, e consequente consolidação do aprendizado.

À medida que prossegue seus estudos e pesquisas, o discente adquire autonomia, confiança e independência, agregando para si mesmo competências que lhes permitem superar desafios, motivando-o na continuidade de estudos, tendo como resultado o eficaz combate à evasão escolar, em projetos de robótica educacional.

Wiltgen (2021) salienta a importância da metodologia STEM (Science, Technology, Engineering e Mathematics) na experimentação prática em robótica.

Trata-se de processo construcionista aliado a inovações tecnológicas oriundas de conhecimentos técnicos e de ciências exatas. Competições de robótica por equipes são baseadas em conceitos STEM.

A criatividade depende de sucessivas ações de tentativas, erros, considerações e amadurecimento. Dessa forma, não adianta inundar o aluno com informações, se ele não teve tempo para considerar e refletir sobre conhecimentos recentemente adquiridos. É preciso paciência durante o processo de construção de conhecimento, pois a aprendizagem demora para ser significativa, assim como a criatividade demanda um tempo para seu surgimento.

A sala de aula invertida também é uma metodologia ativa de ensino bastante importante, que pode ser utilizada como estratégia pedagógica, para o aluno estudar antecipadamente em casa os conceitos que serão vistos em classe. Dessa forma, quando chegar na escola, o discente terá um embasamento maior, podendo tirar dúvidas com o professor, que assumirá as funções de orientador de estudos, ao invés de detentor exclusivo do saber.

Portanto, a sala de aula invertida pode auxiliar no desenvolvimento da autonomia discente, tornando-se uma metodologia capaz de potencializar ainda mais os efeitos positivos do ensino de robótica educacional aos alunos.

O caráter multidisciplinar de robótica leva o professor a explicar aos alunos conhecimentos abordados por diversas disciplinas em engenharia de automação, como máquinas elétricas, controladores lógicos programáveis, programação de computadores, eletrônica, sistemas digitais, sensores, física e cálculo, dentre outras. Procedendo dessa maneira, o docente orienta os alunos a alcançarem possíveis soluções para os problemas abordados, porém deixando claro que cabe a cada discente ou equipe encontrar os próprios caminhos, a partir de estudos realizados e da troca de informações entre si.

O professor tem a autonomia de sugerir correções de rota na forma de tratamento dos problemas abordados pelos alunos em robótica educacional. Porém, é preciso destacar que erros possibilitam aprendizado e construção de conhecimento. Portanto, o docente deve deixar claro aos estudantes que eles têm a liberdade de seguir ou não suas orientações.

Cardoso, Lança e Sanada (2020) comentam que o ensino eficaz demanda orientação docente, agregado à realização de atividades pelos estudantes de forma independente, autônoma e criativa. O aprendizado significativo requer ligação, de forma eficaz, entre teoria e prática. Nesse aspecto, robótica educacional têm eficácia ímpar, uma vez que para realizar suas experimentações práticas são necessários conhecimentos teóricos de diversas disciplinas. Assim, o conteúdo abstrato visto em sala

de aula adquire contornos reais e práticos durante o projeto, a construção e a programação de robôs, levando à consolidação de aprendizagem.

Dessa forma, as práticas em robótica educacional permitem aos alunos desenvolver aptidões para trabalho coletivo, compartilhamento de ideias, seleção de dados, criatividade, colaboração, disrupção, inovação e capacidade para tomar decisões.

As tecnologias de informação e comunicação (TIC) requerem conhecimentos adicionais dos alunos, que não podem ser mais construídos apenas pela pedagogia bancária. Não se quer abolir definitivamente o quadro e o giz, até porque antes de realizar experimentos práticos, é necessário ensinar as teorias que os fundamentam.

Pretende-se com experimentações práticas em robótica agregar conhecimentos teóricos de diversas disciplinas em construção e programação de protótipos para que, participando de construtos que sejam resultado de abstratos fundamentos tratados em sala de aula, os alunos estabeleçam aprendizado significativo, pois estarão vendo acontecer na prática o resultado do que foi estudado em classe.

Robótica educacional pretende tornar o estudante o centro do aprendizado, tal qual as metodologias ativas o fazem. Por esse motivo, suas experimentações práticas utilizam aprendizagem baseada em problemas, projetos, sala de aula invertida e gamificação, que se destacam dentre outras metodologias ativas de ensino.

Métodos tradicionais de ensino como a pedagogia bancária demandam atitudes passivas do aluno, que somente recebe conhecimentos. Por outro lado, metodologias ativas de ensino estimulam a inteligência discente, levando o estudante a pensar, questionar, racionar, refletir, ponderar, compreender e associar durante os processos de construção de conhecimentos.

2.3 MARCO CONCEITUAL

2.3.1 METODOLOGIAS DE ENSINO UTILIZADAS EM ROBÓTICA EDUCACIONAL

De acordo com Fernandes (2021), robótica educacional passou a ser cada vez mais utilizada no planejamento curricular das instituições de ensino, devido ao seu caráter inovador e ao grande potencial de despertar motivação para os estudos nos alunos.

As características interdisciplinares de robótica educacional motivam os alunos ao aprendizado, uma vez que eles precisam agregar conhecimentos de diversas matérias para montar seus robôs, cuja

construção e programação traz relevante componente lúdico, colaborando ainda mais para o aprimoramento dos processos cognitivos discentes.

Dessa forma, os alunos se tornam os protagonistas de sua construção de conhecimento, e o professor se torna um mediador, indicando aos discentes as melhores e mais eficazes fontes para encontrar as informações necessárias à solução dos problemas propostos.

Estratégias pedagógicas que contribuem para tornar os alunos os produtores do próprio conhecimento são denominadas metodologias ativas, sendo bastante utilizadas em robótica. A seguir serão elencadas algumas das principais metodologias ativas de ensino.

A ideia de metodologia ativa de ensino corresponde ao ato de fazer, de realizar construtos, para que o aluno possa consolidar aprendizagem efetiva, tal qual ocorre em robótica educacional. Quando a educação é somente bancária, o aluno assume postura unicamente passiva, tornando-se apenas um receptáculo do conhecimento docente. Dessa forma, o discente somente ouve a fala do professor e, como não trabalha esses conhecimentos recebidos, a tendência é de esquecer os mesmos rapidamente.

Quando se permite ao aluno debater com o professor sobre as informações recebidas, confere-se ao discente uma postura mais ativa no processo de aprendizagem, pois ele perguntará e tirará dúvidas sobre os diversos assuntos tratados durante a aula, contribuindo dessa forma para sedimentar os temas estudados e, de fato, construir conhecimentos.

A aprendizagem efetiva requer que o aluno leia, redija, questione, converse sobre o assunto ou resolva problemas e desenvolva atividades relacionadas aos temas de estudo.

Segundo Silva e Oliveira (2020), metodologia de ensino é um procedimento elaborado com o intuito de facilitar os processos de aprendizagem, enquanto metodologias ativas tratam da utilização de métodos de ensino eficazes, para fomentar o protagonismo discente durante sua construção de conhecimentos. Robótica educacional pode ser considerada metodologia ativa de ensino, pois também associa a aprendizagem efetiva a objetos da realidade, que no caso seriam os robôs construídos durante os experimentos ou simulações realizadas.

Uma das metodologias ativas de ensino mais utilizadas é conhecida por sala de aula invertida, cuja dinâmica consiste em fornecer previamente ao aluno tópicos do conteúdo que será abordado em sala de aula, para que o discente estude antecipadamente sobre o assunto e, no próximo encontro em

classe, chegue com conhecimentos suficientes para discutir sobre o tema com o professor, e esclarecer as dúvidas que tenham surgido.

A sala de aula invertida requer uma postura mais atuante e participativa do aluno, uma vez que ele precisará ler sobre determinado conteúdo, antes que o mesmo seja abordado em classe. Ao proporcionar elementos para que o aluno possa debater sobre a matéria tratada em sala de aula com o professor, o método de ensino sala de aula invertida demanda postura mais ativa do discente, contribuindo para consolidar sua aprendizagem significativa.

Alguns exemplos de utilização de sala de aula invertida em robótica educacional passam pelo estudo prévio, por parte dos alunos, de alguns comandos de linguagens de programação para controle de robôs, antes de abordar estes assuntos em classe, com o professor.

Pode-se solicitar também aos discentes que estudem determinados sensores e atuadores cuja utilização será tratada em sala de aula, para a construção de determinado robô. Por exemplo, um robô que separa objetos por cores necessita de um sensor de cor, dois sensores de toque e três motores. Dessa forma, seria pedido aos estudantes que pesquisassem sobre esses assuntos, antes de realizar a experiência de montar tal protótipo.

Outro exemplo para aplicação da metodologia de sala de aula invertida seria o docente orientar seus alunos a pesquisarem, antes da aula, sobre determinados simuladores online gratuitos para robótica, abordando as principais funções da linguagem de programação, juntamente com o ambiente de simulação.

A aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto. Por exemplo, ao propor aos alunos que pesquisem, para a próxima aula, sensores que possibilitem a um robô seguir uma linha escura, o professor pode orientar ao discente que procure pela propriedade física da luminosidade, cuja grandeza deverá ser lida do meio ambiente por algum dispositivo de sensoramento.

É fundamental que o professor atue como orientador, levando o aluno a pensar como seria programado um protótipo seguidor de linha. O docente poderia comentar que o robô teria dois motores, e que a lógica de seguir a linha seria efetuada através da alternância entre as potências dos acionadores, de acordo com a luminosidade medida pelo sensor.

Tendo pesquisado que a superfície escura apresenta luminosidade menor que 50, enquanto o lado mais claro tem intensidade luminosa maior que 50, a programação do robô seguidor de linha pelo aluno consistiria simplesmente em atribuir potência menor ao motor esquerdo (que leva o protótipo

ao lado escuro do percurso) e maior ao motor direito (que leva o robô ao lado mais claro do percurso), quando a luminosidade for menor que 50, e inverter a ordem das potências, quando a luminosidade for maior que 50.

Para conseguir ambientes de aprendizagem ativa em sala de aula, é fundamental debater assuntos relevantes à formação profissional, desenvolver trabalho em equipe que necessite do engajamento de todos, estudar casos relacionados a robótica educacional, tratar de assuntos tecnológicos atuais, gerar ideias coletivas para resolver desafios, elaborar mapas conceitos para aprofundar conceitos e utilizar simuladores online gratuitos em robótica.

Toda estratégia de ensino que promova participação efetiva do aluno, tornando-o protagonista de seu aprendizado, pode ser considerada metodologia ativa de ensino. A seguir serão abordadas as metodologias ativas de ensino baseadas em projetos e na solução de problemas.

A aprendizagem baseada em problemas (PBL – Problem Based Learning) surgiu por volta de 1960, numa faculdade de medicina canadense. A partir dos sintomas apresentados por pacientes, alunos do bacharelado em medicina eram levados a estudar as possíveis doenças que poderiam causar males específicos às pessoas analisadas, numa tentativa para determinar quais patologias estariam acometendo os indivíduos examinados.

A PBL é atualmente utilizada em diversas áreas do conhecimento, inclusive robótica. Um exemplo de aplicação de PBL pode ser verificado em sala de aula ou algumas etapas de competições de robótica, onde as equipes são levadas a descobrir os motivos pelos quais determinado protótipo não está funcionando corretamente.

Determinado professor de robótica educacional pode elaborar, juntos com seus alunos, o programa de controle para um robô empilhador de carga, que requer sensor de cor, três motores e sensor ultrassônico. O docente poderia utilizar uma estratégia de PBL ao trocar o sensor de cor pelo de luminosidade, e questionar a um grupo de alunos qual seria o motivo pelo qual o protótipo parou de apresentar o comportamento correto esperado.

Outra maneira de aplicar a metodologia ativa de aprendizagem baseada em problemas na realização de experimentos em robótica seria escolher um grupo de alunos para projetar, montar e programar determinado robô, que poderia ser, por exemplo, o protótipo para acertar a clava no alvo, que requer três motores e um sensor ultrassônico.

Um dos estudantes poderia ser o responsável por organizar os componentes do robô (sensor, motores e peças), outro aluno desempenharia a função de montador do protótipo, enquanto o terceiro discente realizaria a programação. Poderia ainda haver um quarto componente no grupo, com a função de realizar testes após montagem e programação do robô.

A aprendizagem Baseada em Projetos (PJP - Project Based Learning) também surge a partir de um problema, que requer o desenvolvimento de projetos para sua solução, que podem ser de intervenção, ensino, pesquisa ou aprendizagem. Projetos educacionais tem intenção, planejamento, execução e avaliação.

Uma aplicação da metodologia ativa de aprendizagem PJP em robótica seria a organização de competição escolar na área, com 4 tipos diferentes de robôs, que poderiam ser seguidores de linha, empilhadores, lançadores de clava e separadores de cores. O planejamento e execução do projeto ficaria por conta de cada grupo de alunos que montará e programará o respectivo protótipo, enquanto a avaliação do desempenho de cada estudante poderia ocorrer por uma comissão de professores.

Os projetos desenvolvidos conforme a metodologia de aprendizagem ativa PJP podem ser construtivos, investigativos ou didáticos. Projetos construtivos constituem a base da robótica educacional, uma vez que seu objetivo é elaborar ou montar algum protótipo, antes de iniciar a programação que determinará suas ações de controle. Como exemplo pode-se citar a aprendizagem baseada por projeto de esteira, que demandará dois motores, dois sensores de cor e três botões de controle, para a construção e posterior programação deste robô com amplas aplicações industriais em diversas plantas de chão de fábrica.

Projetos didáticos têm o objetivo de explicar o funcionamento de algum dispositivo. Esse tipo de projeto também pode ser utilizado em robótica educacional, uma vez que pode explicar sobre a dinâmica de componentes dos protótipos construídos, como motores, atuadores, sensores e botões. Já o projeto investigativo dedica-se à elaboração de pesquisa sobre algum fato, valendo-se de procedimentos científicos.

De acordo com Fernandes e Sant'Anna (2021), robótica educacional centraliza o processo de ensino no aluno, constituindo por esse motivo uma metodologia ativa de aprendizagem, pelo fato de ir além dos limites da pedagogia tradicional, caracterizada por passiva postura discente. Outra maneira de entender metodologias ativas de ensino, segundo o autor, seria considerá-las como estratégias pedagógicas que estimulam os alunos a desenvolver suas próprias formas de estudo e aprendizagem.

Vive-se atualmente numa conjuntura de tecnologia em crescimento exponencial, que proporciona aos jovens grande fonte de dados e informação, através da rede mundial de computadores. Dessa forma, atualmente não cabe mais a utilização de metodologias bancárias de ensino, onde o aluno se comporta somente como mero receptáculo do conhecimento docente.

Para combater evasão escolar e consequente desigualdade social, é preciso utilizar novas estratégias pedagógicas, que agreguem conhecimentos de diversas áreas, e estimulem os alunos a aplicar seus conteúdos na elaboração e programação de construtos, tal qual ocorre em robótica educacional.

O fato de os estudantes conseguirem ver no funcionamento dos robôs por eles projetados, construídos e programados, os efeitos práticos das teorias multidisciplinares pesquisadas e aplicadas, contribuí significativamente para aprimorar processos cognitivos discentes, desenvolver a autonomia intelectual dos alunos, ampliar sua criatividade e, consequentemente, consolidar a aprendizagem efetiva de toda a classe.

Fernandes (2021) considera que robótica educacional apresenta diversas características de metodologias ativas de ensino, sendo a principal delas o fato de se colocar o aluno como protagonista em sua construção de conhecimento, que é realizada em conjunto com o professor, através da mediação docente, que orienta seus alunos sobre as formas mais eficazes e confiáveis nos processos de aquisição de saberes e competências.

A interação entre professor e estudante, aliada ao compartilhamento de conhecimentos entre cada discente do grupo de robótica, contribui para a construção de um ambiente de aprendizagem democrático, de onde surgirão habilidades imprescindíveis ao meio empresarial, que são capacidade de trabalhar em grupo, criatividade, inovação, independência e autonomia.

2.3.2 APLICAÇÕES DE ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO.

O elevado índice de evasão escolar brasileiro impacta negativamente sobre a formação do cidadão. A pedagogia tradicional continua a ser empregada em grande parte das instituições de ensino, e o caráter meramente expositivo desta metodologia desmotiva discentes no processo de construção de conhecimento.

As características interdisciplinares de robótica educacional conferem aos discentes a capacidade de compreender tecnologias e conceitos abstratos a partir de objetos construídos e programados por eles mesmos, desenvolvendo autonomia e aprendizagem colaborativa nos alunos, competências imprescindíveis ao êxito escolar e profissional, que são fundamentadas no construtivismo.

Conforme Scherer, Silva e Oliveira (2020), robótica viabiliza interdisciplinaridade a partir de práticas pedagógicas que realizam a interseção entre unidades curriculares distintas. As experiências de robótica educacional são baseadas em montagem e construção de protótipos, seguida de sua programação, para realização de tarefas que resolverão os problemas propostos.

De acordo com Lima, Lima e Araújo (2022), robótica educacional possibilita a aplicação de metodologias ativas de ensino, uma vez que o aluno assume o protagonismo no processo de construção de conhecimento, e o professor cumpre as funções de mediador, orientando sobre as fontes mais confiáveis de dados, para o discente pesquisar as informações necessárias à realização dos desafios propostos na aprendizagem baseada em projetos tecnológicos multidisciplinares.

Peralta e Guimarães (2021) afirmam que parcela relevante das aplicações de robótica educacional em instituições públicas de ensino colocam em segundo plano objetivos de combate à evasão escolar, direcionando suas principais metas ao ensino de conceitos sobre programação e demais tópicos curriculares inerentes à lógica computacional.

Sabendo que os discentes se interessam por robótica, devido ao fato de que nesta disciplina os alunos assumem o protagonismo do processo de construção de conhecimento, uma vez que ela é predominantemente desenvolvida na metodologia ativa de aprendizagem baseada em projetos, Brando, Dutra e Furtado (2021) apresentam trabalho na área, com objetivo de combater evasão e aprimorar o rendimento acadêmico.

A metodologia dos autores consiste em dividir seu curso de robótica educacional com os alunos em três módulos. O primeiro deles abordou, em 5 aulas, o ensino da linguagem Scratch. Na quinta aula foi proposto o desafio de programar um jogo, cujo resultado conferiu subsídios à avaliação inicial, de caráter construtivo.

O segundo módulo abrangeu 5 semanas desenvolvendo programação sobre a linguagem Portugol, no aplicativo Portugol Web Studio, que teve como avaliação intermediária um projeto para elaboração de um segundo jogo.

O terceiro módulo encerrou 6 semanas, trabalhando com o conjunto didático Lego Mindstorms, cuja avaliação final consistiu em um desafio de resgate, recorrente em competições de robótica educacional.

Dornelles, Cruz e Medeiros (2021) comentam que o uso de formulários no começo e ao final do curso pode oferecer relevantes indicadores quanto à contribuição do projeto sobre a realização de seus

objetivos. Por esse motivo, disponibilizou-se questionários online na plataforma Google, para que os alunos pudessem responder sobre questões inerentes ao seu conhecimento de programação, física, máquinas elétricas, matemática, tecnologia e motivação para os estudos, antes e após participar deste projeto de robótica educacional.

Os questionários online aplicados aos alunos tratam de conhecimentos interdisciplinares que são vistos em robótica educacional, como controle proporcional, integral e derivativo (PID), assunto de matemática que o aluno deve dominar para fazer o robô seguir linha com precisão. O funcionamento de motores também é visto nas disciplinas física e máquinas elétricas, e seu conhecimento é necessário à programação de seus respectivos acionamentos. Os assuntos sobre lógica computacional e tecnologia são vistos em matérias inerentes a programação.

Dessa forma, ao lidar na prática com múltiplos conhecimentos interdisciplinares, o aluno desenvolve motivação, autonomia e iniciativa por ver acontecer temas com os quais havia travado contato apenas em aspectos teóricos e abstratos. Crescem também independência e capacidade de trabalhar em grupo, devido ao compartilhamento de informações entre os membros da mesma equipe. Essas competências são imprescindíveis à formação do discente.

Brando, Dutra e Furtado (2021) explanam que o primeiro módulo de seu projeto objetiva desenvolver nos alunos o raciocínio e a lógica computacional, para eles aprenderem a formular estratégias na resolução de problemas. Por esse motivo a parte prática é trabalhada com o lúdico ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) Scratch, que proporciona interface em língua portuguesa, facilitando projetos de robótica educacional.

O segundo módulo do curso abordou estruturas computacionais mais avançadas, que demandam análise léxica e sintática antes de sua execução, constituindo o processo de compilação. Por isso, os autores as atividades práticas nesta etapa na plataforma Portugol Web Studio, que é baseada em linguagem de programação escrita de fácil compreensão, pois sua estrutura para realização dos comandos é análoga a uma receita de bolo, de cunho algorítmico.

Aqui se trabalham declarações explícitas de variáveis e estruturas lógicas, de maneira análoga a uma linguagem de programação profissional. As instruções em Portugol são disponibilizadas em língua portuguesa, facilitando o aprendizado de programação por parte da comunidade lusófona, dentre a qual se inclui o Brasil.

Kotz e Kovatli (2021) salientam que o pensamento computacional é aperfeiçoado com linguagens de programação escritas, e o aprendizado das mesmas confere maior poder de abstração aos alunos, quando eles precisam de elaborar as soluções de codificação necessárias ao controle de robôs construídos a partir de conjuntos didáticos educacionais.

A parte teórica do terceiro módulo do curso de Brando, Dutra e Furtado (2021) aborda o caráter interdisciplinar de robótica educacional, necessário para compreender o funcionamento de conjuntos didáticos, os quais serão utilizados nesta etapa, que trabalhará com projetos de sistemas robóticos.

Segundo Scherer, Silva e Oliveira (2020), conjuntos didáticos educacionais facilitam o aprendizado de robótica para iniciantes, por tornarem as aulas mais lúdicas, além de serem recomendados tanto para a educação básica, quanto para o terceiro grau.

Por esse motivo, Brando, Dutra e Furtado (2021) escolheram aplicar conjuntos didáticos de robótica da linha Lego Mindstorms, durante a realização desta terceira etapa de seu curso, cujo público alvo foram alunos de engenharia e do ensino médio. As primeiras aulas durante a realização do terceiro módulo focaram na programação do conjunto educacional através da linguagem visual de blocos NXT-G, devido às suas características lúdicas e de fácil programação. Posteriormente utilizou-se a linguagem escrita NXC, análoga ao Portugol Web Studio.

A atividade final do terceiro módulo foi a montagem e programação de um robô seguidor de linha, a partir do conjunto didático educacional Lego Mindstorms, para realizar o desafio de resgate, segundo as regras da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR).

O público alvo deste curso de robótica foi definido como alunos do ensino médio integrado ao técnico e das engenharias de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, que estivessem passando por dificuldade de aprendizagem em alguma disciplina de seus respectivos cursos.

Os autores verificaram que, após a realização do curso, os alunos se sentiram mais motivados para os estudos, e tiveram melhor desempenho acadêmico, especialmente nas disciplinas em que apresentavam alguma dificuldade de aprendizado.

O ensino de lógica computacional e robótica interliga teoria à prática, proporcionando melhor aproveitamento acadêmico em matérias de caráter abstrato, uma vez que seus conhecimentos estarão associados à programação elaborada para controle de protótipos projetados e construídos, a partir de múltiplos conhecimentos estudados.

Leite (2022) destaca a importância do pensamento computacional presente em robótica educacional para o desenvolvimento cognitivo, pois este processo facilita a compreensão de problemas complexos, e motiva os alunos a continuarem a cursar graduação em engenharia de controle e automação, uma vez que eles passarão a entender tópicos com os quais anteriormente tinham dificuldades para consolidar aprendizagem significativa, tendendo a reduzir os índices de evasão escolar.

O ensino de robótica educacional concomitante a outras matérias auxilia discentes na compreensão de conceitos multidisciplinares mais abstratos em engenharia de automação, vistos em cadeiras como física, cálculo, geometria analítica, álgebra, eletrônica, programação de computadores, circuitos elétricos, etc.

Portanto, o caráter prático de robótica educacional permite visualizar na prática conceitos puramente teóricos vistos em sala de aula, auxiliando a sedimentar a construção de conhecimentos, o que motivará discentes a continuarem seus cursos de engenharia de controle e automação, terminando por reduzir os índices de evasão escolar.

Leite (2022) cita altos índices de evasão nos cursos de engenharia relacionados a disciplinas dos primeiros anos, como cálculo, física, eletricidade e lógica de programação. O autor destaca que robótica educacional pode estimular a compreensão de conceitos associados a essas quatro matérias, reduzindo a evasão de alunos do curso de engenharia de automação.

Lourenço (2023) salienta que apesar do pensamento computacional estar diretamente relacionado à robótica educacional, ele pode ser associado a diversas áreas da matemática, como álgebra, cálculo numérico, equações diferenciais, transformadas de Laplace, cujo conteúdo pode, por este motivo, ser abordado através de algoritmos e fluxogramas, elementos característicos de computação. Dessa forma, o pensamento computacional é interdisciplinar, podendo ser utilizado em diversas áreas do conhecimento, com sua abordagem de reduzir problemas grandes e complexos em questões menores e de solução mais simples.

O pensamento computacional está relacionado a identificar problemas, analisar os estudos de caso e propor ou implementar soluções, etapas estas que também são desenvolvidas em robótica educacional, uma vez que o aluno precisará, neste caso, de avaliar a melhor forma de construir um robô, apresentando soluções para eventuais impedimentos que venham a surgir no momento de montagem do protótipo, ou desafios que surjam durante a programação do código de controle do construto. Portanto, robótica educacional auxilia a consolidar aprendizagem significativa em programação de computadores.

A montagem de um protótipo em robótica educacional requer conhecimentos de eletrônica, cálculo, sensoriamento, física, sistemas digitais, máquinas elétricas e diversas outras matérias relacionadas ao curso de engenharia de controle e automação. Depreende-se dessa forma que o ensino de robótica auxilia na construção de conhecimentos em torno dessas disciplinas, uma vez que possibilita a visualização prática de teorias a elas relacionadas, quando se projeta, constrói e programa robôs associados a sensores e atuadores.

Assim, observa-se que o ensino de robótica educacional consiste em ferramenta poderosa no combate à evasão, devido à sua capacidade de sedimentar construção de conhecimento através da associação entre teoria e prática, viabilizando nos alunos a compreensão de conceitos considerados difíceis, estimulando-os a permanecer estudando.

2.3.3 UTILIZAÇÃO DE CONJUNTOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL.

Revoredo e Oliveira (2013) salientam a importância de utilizar conjuntos didáticos no ensino de robótica educacional, uma vez que eles auxiliam a desenvolver importantes competências, como trabalho em equipe, autonomia, criatividade, independência, raciocínio interdisciplinar, empreendedorismo, etc.

Os autores destacam que conjuntos didáticos para robótica educacional possibilitam integrar conceitos de disciplinas diversas, como matemática, física, eletrônica, máquinas elétricas, mecânica, informática e desenho técnico. Essa interdisciplinaridade possibilita aos discentes uma aprendizagem significativa, uma vez que eles veem na prática aplicações de teorias que só tinham contato anterior de modo abstrato, ou seja, em sala de aula ou nos livros.

O uso de conjuntos didáticos em robótica educacional demanda a participação de um grupo de alunos na solução dos problemas abordados, cujo resultado será um robô, que possibilitará aplicar na prática conceitos teóricos vistos com o professor, durante as aulas. Isso requer criatividade e capacidade de trabalhar em grupo, habilidades bastante relevantes aos futuros profissionais.

A integração de conhecimentos de conjuntos robóticos educacionais é ampla, e abrange diversas áreas do saber, o que demanda entrosamento e trabalho coletivo, visando o compartilhamento de informações que contribuirão para chegar à solução dos problemas vistos.

Para combater a evasão dos primeiros anos dos cursos de engenharia, Revoredo e Oliveira (2013) utilizaram conjuntos robóticos educacionais Lego Mindstorms na disciplina programação de computadores, tendo obtido êxito em sua proposta, um semestre após a aplicação de seu projeto.

Os alunos se sentiram motivados a continuarem os estudos e aprimoraram seu rendimento acadêmico, devido ao fato de conseguirem visualizar na prática conceitos abstratos antes verificados apenas em sala de aula, como a teoria do controle proporcional, integral e derivativo (PID), para controlar o robô seguidor de linha construído e programado pelos diversos grupos da turma.

Carvalho, Barone e Teles (2023) também propõem o uso de conjuntos didáticos para robótica educacional a partir do primeiro ano de engenharia, para desenvolver nos alunos competências requeridas pela indústria, visto que cada vez mais cedo surgem oportunidades para estágio discente, frequentemente ocorrendo a partir do segundo período.

Quando estudante está no primeiro semestre de engenharia, ainda não vivenciou experiências de trabalho colaborativo, autonomia, independência e criatividade, competências de egressos que podem ser desenvolvidas logo no começo do curso, através de projetos com conjuntos didáticos para robótica educacional.

Souza, Reis e Tavares (2024) destacam que o aprendizado discente está relacionado a diversos fatores, destacando-se dentre eles a mediação docente e a qualidade ambiente escolar, que é medida pela oferta de ferramentas para o aluno aplicar conhecimentos teóricos estudados em sala de aula, juntamente com a disponibilidade de profissionais aptos a orientá-lo nesta empreitada.

Nesse contexto, a utilização de conjuntos didáticos em robótica educacional proporciona aprendizagem lúdica e prazerosa, devido à possibilidade de aplicar na prática conceitos de disciplinas consideradas de difícil aprendizado, como física, matemática e controle de processos. Essas matérias podem se tornar bem mais interessantes quando o discente percebe sua necessidade de uso prático. Além de auxiliar no aperfeiçoamento de conhecimentos adquiridos em sala de aula, a utilização de conjuntos didáticos em robótica estimula trabalho em grupo, raciocínio e criatividade.

Constituídos por centenas de peças plásticas encaixáveis, sensores, atuadores, motores e unidade central de processamento (CPU), os conjuntos robóticos educacionais possibilitam a construção de robôs com qualquer topologia, segundo Souza, Reis e Tavares (2024), cuja geometria está limitada somente pela criatividade de seus usuários.

O conjunto didático Lego Mindstorms EV3 interliga as peças plásticas que se encaixam a motores, eixos, engrenagens, polias, corrente, sensores (de temperatura, cores, ultrassônicos, pressão, luminosidade, etc.) e a uma unidade central de processamento programável em linguagem de blocos, para obter uma aplicação robótica de custo acessível, que pode ser utilizada para simular casos típicos

de automação industrial, constituindo-se poderosa ferramenta no ensino de controle de processos, e diversas outras áreas correlacionadas, como as engenharias elétrica, mecânica, eletrônica, de sistemas e computação, etc.

Conforme Junior (2021), grande parte dos processos industriais utiliza o braço robótico, cujo robô didático e programação compreende dois blocos motores, que controlam a porta C, para fechar e abrir a garra manipuladora por meio segundo, movimentação alternada após cada ação de pressionar o botão de toque, conforme configuração do bloco esperar pelo sensor de toque conectado à porta 1.

Simultaneamente a esse processo, exibe-se mensagem na tela do robô, com a palavra rotate posicionada no centro do display, juntamente com os vocábulos left e right, mostrados nos cantos esquerdo e direito do monitor, respectivamente. Isso proporcionará ao braço a funcionalidade de se deslocar à esquerda ou à direita, quando os respectivos botões forem pressionados. A articulação robótica poderá ascender ou rebaixar, caso o botão central seja acionado, logo abaixo da mensagem rotate.

O próximo trecho de código é um loop, que será executado até que se leia um pulso do botão enter. Dentro desse loop, há um bloco condição que verifica se foi pressionado o botão esquerdo. Caso isso ocorra, a linha de cima movimentará o motor A à esquerda ilimitadamente, enquanto a linha abaixo verificará se foi pressionado o botão direito. Nesse caso, o motor A também será movimentado à direita, do contrário ele parará. Essa dinâmica é apresentada onde o motor A está configurado no sentido de avanço ilimitado, enquanto o botão esquerdo for pressionado, realizando rotação no sentido esquerdo ou anti-horário.

Se não for pressionado o botão esquerdo verifica-se se está apertado o botão direito. Caso esteja pressionado o botão direito, o motor A está configurado no sentido de recuo ilimitado, realizando rotação no sentido direito ou horário.

Quando o botão enter for pulsado, surgirá a mensagem lift no centro da tela, acompanhada das palavras up e down, posicionadas respectivamente nas extremidades inferiores direita e esquerda. Dentro desse loop, há um bloco condição que verifica se foi pressionado o botão esquerdo. Caso isso ocorra, a linha de cima movimentará o motor B ilimitadamente, com um terço da potência, enquanto a linha abaixo verificará se foi pressionado o botão direito. Nesse caso, o motor B também será movimentado acima ilimitadamente, com quatro quintos da força, do contrário ele parará.

Se o botão enter for novamente pulsado, a situação inicial de deslocamento lateral será repetida, uma vez que este laço é infinito. O movimento da ferramenta terminal é obtido através de processamento paralelo.

Cabral (2010) salienta que o uso de conjuntos didáticos em robótica educacional amplia os processos cognitivos discentes, levando-os a consolidar aprendizagem significativa, por conseguirem aplicar na prática teorias abstratas aprendidas em sala de aula e livros, em matérias consideradas de difícil teor, como eletrônica analógica, sistemas digitais, máquinas elétricas, circuitos elétricos, modelagem matemática, cálculo, física e informática.

Neto e Lira (2020) comentam que o modelo tradicional de educação se encontra anacrônico há tempos. Os alunos da geração atual estão habituados às tecnologias digitais. Dessa forma, eles precisam de aulas dinâmicas, que prendam sua atenção, e permitam visualizar, na prática, aspectos concretos da teoria vista em sala de aula.

Nesse contexto se enquadra a utilização de conjuntos didáticos para o ensino de robótica educacional, que possibilitam o desenvolvimento de competências úteis no mercado de trabalho, como capacidade de interagir em grupo, autonomia, independência e criatividade.

Lopes, Campos e Mazurechen (2021) citam que essas habilidades são elaboradas durante todo o processo de montagem, construção e programação de robôs, aplicando, em cada etapa, conhecimentos interdisciplinares adquiridos em diversas matérias estudadas em sala de aula. Os alunos precisam debater quais instrumentos teóricos aplicarão na prática, antes de montar protótipos e elaborar os códigos que controlarão robôs a partir de conjuntos didáticos utilizados.

A evolução tecnológica ampliou significativamente a área de atuação das empresas. De acordo com Carvalho (2008), grande parte dos processos industriais poderia, ao menos parcialmente, receber os benefícios da automação. Consideram-se, por exemplo, fábricas de bebidas, laticínios ou café. Todas elas requerem, numa das etapas de seus respectivos processos, que caixas colem seus produtos finais. Isso poderia ser alcançado através de um robô programado para seguir determinado trajeto das instalações da empresa.

Diversos empreendimentos necessitam ainda de empilhar as embalagens contendo seus produtos. Há outra demanda comum, que diz respeito à segurança das instalações quanto à incursão de invasores após o expediente normal de funcionamento da firma.

Outra necessidade de processos industriais remete à separação de produtos de acordo com sua cor. Seria preciso também controlar protótipos para transportarem carga pela fábrica sem colidirem com obstáculos. Segundo Ferraz (2023), isto pode ser conseguido através do uso de sensores ultrassônicos, utilizando a programação adequada para alcançar esta finalidade. Haveria ainda a demanda por bate-estacas automáticos, como na construção civil.

É preciso ensinar os supracitados processos industriais no bacharelado em engenharia de controle e automação, de uma forma que os alunos possam praticar os conhecimentos teóricos adquiridos em aula, para consolidar aprendizagem significativa, e desenvolver competências que se esperam de egressos do curso, como autonomia, independência, criatividade e capacidade de trabalho em grupo.

Conforme Gavazzi (2020), uma das formas de realizar isso é lecionando processos em bancadas de simulação industrial, cujos valores muitas vezes excedem meio milhão de reais, inviabilizando a aquisição de tais equipamentos por instituições de ensino. Como alternativa viável ao elevado preço das bancadas, e de custo acessível, Zilli (2024) recomenda adquirir conjuntos didáticos para lecionar robótica educacional, simulando em pequena escala os caros processos que são realizados na indústria, num escopo mais amplo.

De acordo com Silva e Santos (2021), universidades vêm utilizando conjuntos didáticos para ensinar robótica educacional aos alunos do ciclo básico das engenharias, com o intuito de combater a evasão e motivá-los à continuidade do curso, uma vez que o caráter multidisciplinar das atividades de montagem, programação e controle dos robôs leva os discentes a verificarem na prática conhecimentos estudados em muitas matérias, consolidando o aprendizado significativo das teorias vistas em sala de aula.

Castilho (2008) destaca a importância de utilizar conjuntos didáticos em robótica educacional, uma vez que eles possibilitam simular de processos industriais em pequena escala, e a custo acessível.

Roque e Gonçalves (2018) salientam que o processo de empilhar cargas é bastante utilizado em diversas situações. A logística de um porto requer containers sobrepostos sobre outros, a todo o momento. Produtos fabricados são embalados e acondicionados em caixas, que precisam ser empilhadas para o transporte. A matéria prima necessária à produção de equipamentos também necessita de uma arrumação que muitas vezes ocorre no sentido vertical, para melhor aproveitamento do espaço útil.

O processo de empilhar determinada carga utiliza, como parâmetro de entrada para controle do protótipo montado, um sensor de proximidade, que proporciona informações suficientes para que o robô detecte onde a carga (uma caixa com bolinhas coloridas) será empilhada, aproxime-se deste local e erga a carga, depositando-a num local mais alto, acima de algum outro objeto que possa sustentá-la. Há ainda uma lâmpada traseira sobre o robô, cuja cor informará quem estiver atrás dele quais movimentos o protótipo está efetuando (marcha a ré, parada ou seguir adiante).

A plataforma começa num nível próximo ao solo, para que o empilhador colete a carga, que se situa no nível do solo. O primeiro bloco de código efetua um laço intermitente, indicando repetição infinita do código alojado em seu interior. Dentro do laço, há um bloco switch, que executará o bloco motor CB, para mover em linha reta o protótipo, caso o sensor de proximidade não detecte pilha a uma distância inferior a 80 cm.

Quando a distância entre o robô e o local de empilhamento da caixa for menor que 80 cm, será executada a segunda linha do primeiro bloco switch, que consiste em processar um segundo bloco switch, para verificar se a distância é menor que 50 cm. Caso isto ocorra, a trajetória retilínea prosseguirá, em uma potência menor, e o bloco lâmpada mudará sua cor para verde, indicando proximidade da pilha de cargas.

A partir deste ponto, entra em cena o terceiro switch, averiguando se a pilha está a uma distância menor que 23 cm. Se tal hipótese proceder, o terceiro bloco CB (identificado por um sinal de contramão) parará o robô. Em seguida o bloco motor A erguerá a plataforma a uma altura superior, para depositar a caixa acima de outros objetos que possam sustenta-la. Há um bloco wait, com a função de aguardar a elevação da carga. A próxima instrução no código é o quarto bloco move BC, que avança o robô por dois segundos e solta a caixa sobre a pilha, utilizando para tal fim um bloco Motor A configurado num sentido contrário.

Empresas de construção civil precisam fixar estacas, enquanto erguem edificações. Esse processo industrial pode ser simulado em conjuntos didáticos para robótica educacional, de acordo com Roque e Gonçalves (2019), uma vez que a utilização de robôs para bater estacas reduziria os custos com a mão de obra, devido à automação do evento.

O programa controlador do bate-estaca é simples. Os dois blocos iniciais são wait e sound. Eles têm a função de dar um tempo ao usuário do robô para tomar distância e emitir um som para avisar sobre o início do processo. Os dois blocos seguintes são motor B e motor C, que controlam as rodas esquerda

e direita, respectivamente. Estes blocos fazem o bate-estaca girar, fazendo com que as rodas se movam em direções opostas.

A seguir surge um laço que avaliará as medições do sensor ultrassônico, até que seja detectada uma estaca entre 10 e 60 centímetros do robô, conforme faixa definida no bloco inside range. Quando isto ocorrer, o protótipo emitirá um som e aguardará um tempo, como consequência da execução dos blocos sound e wait, conectados à saída do primeiro laço.

O segundo laço verificará se a estaca se encontra a uma distância inferior a 33 centímetros do protótipo. Caso esta hipótese seja verdadeira, o bloco Move BC recuará o robô, até o bloco wait for sensor detectar que a distância ao alvo se igualou ao alcance do batedor, que é de 33 centímetros. Por outro lado, se o alvo estiver a mais de 33 centímetros do protótipo, o bloco Move BC avançará o robô, até o bloco wait for sensor detectar que a distância ao alvo se igualou ao alcance do batedor, que é de 33 centímetros.

Finalmente o robô para, lançando sua estaca através do bloco motor A, com potência total, durante 1 segundo, para posteriormente recolhê-la.

A separação de cores se aplica a vários produtos industrializados, como bolas, balas, borrachas, botões, dados, vasilhas, peças, alimentos, compartimentos, caixas, etc. O processo será simulado através de protótipo, onde as bolinhas se encontram inicialmente misturadas em compartimento superior. Após passarem pelo sensor de cores, as bolas serão armazenadas no compartimento inferior adequado. Cada receptáculo receberá apenas bolas da mesma cor. Este comportamento é alcançado pelo programa que controla o processo separador de cores.

Ao início do processo o compartimento superior já se encontra levemente inclinado e repleto de bolas, de forma que pelo menos uma delas estará posicionada sob o sensor de cores. O primeiro bloco switch interior ao laço infinito do programa verifica se a cor lida é azul. Caso esta hipótese seja falsa, entra em execução o segundo switch interno, para saber se a cor da bola é vermelha.

Considerando a veracidade da segunda conjectura, um bloco sonoro (identificado por um alto-falante em seu interior) pronunciará a palavra red (vermelho, em inglês), enquanto o bloco motor C girará o receptáculo inferior em 90 graus, colocando-o na posição adequada à cor vermelha.

Dando sequência ao programa, o bloco motor B levantará o compartimento superior, até um determinado ponto, percebido pelo sensor de toque. A partir deste ponto a bolinha vermelha reconhecida cairá sobre o receptáculo inferior, devido à elevação do compartimento superior.

Finalizando as instruções, o último bloco motor C avançará o receptáculo em 270 graus, colocando-o na posição inicial, anterior ao reconhecimento da cor da bola.

A diferença entre esta parcela do programa e aquelas referentes às demais cores está no ângulo de rotação do motor B. Se a cor for verde, o primeiro avanço do motor C será 180 graus e o subsequente executará a mesma rotação. Caso a cor identificada seja azul, o receptáculo não se move, pois já está na posição correta.

Aventando a hipótese de a cor da bola ser amarela, é necessário avançar o receptáculo em 270 graus, antes de depositar a bola e, finalmente, girá-lo mais uma vez, configurando o bloco motor C para 90 graus de rotação, a fim de colocar novamente o receptáculo em sua posição inicial, anterior ao reconhecimento da bola. Destaca-se também o desenvolvimento de outra variação do separador, cuja funcionalidade consiste em alocar objetos de cores distintas no mesmo compartimento. Uma aplicação clara desta modificação traduz-se na fabricação de sacos de bala de sabores distintos.

Araújo, Silva e Serra (2020) relatam projeto de robótica educacional realizado entre estudantes de engenharia de controle e automação de universidades do estado de Alagoas, que emergiu a partir de conhecimentos interdisciplinares de matemática e física. Trata-se do projeto, construção e programação de robô que reproduz semáforos temporizados para pedestres e veículos. Esse trabalho utilizou o conjunto educacional Modelix para ensinar robótica aos alunos, juntamente com conceitos sobre mecânica associados à montagem das máquinas, eletrônica voltada à elaboração de circuitos e programação do sistema automatizado.

O Modelix tem peças de diversas geometrias e dimensões, de forma que seus componentes mecânicos estimulam a criatividade discente, para desenvolver protótipos semelhantes a modelos comercialmente existentes no mercado. Sua programação é simples e acessível. Apesar disso, seu microprocessador pode realizar operações complexas, como modulação por largura de pulso, sensoreamento e atuação de servomecanismos.

O ambiente de desenvolvimento integrado System Modelix Pro é baseado no paradigma de programação textual, cujo código final se assemelha a um fluxograma, podendo ser testado no próprio robô ou em simulador, que dispensa dispositivos físicos para execução.

O trabalho proposto na sequência de ensino investigativa (SEI) foi desenvolver robô semáforo autônomo para carros e pedestres, que abordasse conceitos básicos de física, mecânica, eletrônica e

programação. A construção do robô utilizou barras, microcontrolador, parafusos, rodas, sensores, isopor e cabos para conexão.

O primeiro passo consiste em conectar o potencial terra do microcontrolador a uma das barras verticais do protoboard. Em seguida, calculam-se os valores dos resistores, que são dados pela diferença entre 5V e 1,4 V, divididos por 2 mA, gerando valor aproximadamente igual a 1,8 K Ohm. Apesar da corrente do diodo emissor de luz (LED – Light Emitter Diode) ser igual a 10 mA, o cálculo da resistência considerou uma intensidade menor, de 2 mA, para preservar os componentes do circuito.

As portas 4, 5 e 6 são configuradas como saídas, e respectivamente ligadas ao anodo dos LEDs verde, amarelo e vermelho. Cada LED é associado em série com um resistor de 1K8, cuja ramificação direita é conectada ao potencial terra do Arduino, através do protoboard.

Um resistor de 1K8 é alimentado com o potencial de 5 V do microcontrolador, enquanto seu ramo direito vai ao pino 7, configurado como entrada. Um botão interliga o pino 7 à terra, através do protoboard.

As próximas linhas apresentam a lógica de programação do robô, juntamente com os respectivos comentários, cujo sinal é ativado após o pressionar de um botão.

```
1 int estadobotao = 0; // variável inteira
2 void setup() {
3 #define ledverde 6 // constante de saída
4 #define ledamarelo 5 // constante de saída
5 #define ledvermelho 4 // constante de saída
6 #define botao 7 // constante de entrada
7 pinMode(ledverde, OUTPUT); //define canal de comunicação como saída
8 pinMode(ledamarelo, OUTPUT); //define canal de comunicação como saída
```

A linha 1 declara uma variável do tipo inteira, e a inicializa com o valor zero. A linha 2 traz a função *setup*, que é executada apenas uma vez, para definir valores iniciais, constantes e ajustes no microcontrolador. As linhas de 3 a 6 definem 4 constantes.

```
9 pinMode(ledvermelho, OUTPUT); //define canal de comunicação como saída
10 pinMode(botao, INPUT); //define canal de comunicação como entrada
11 }
12 void loop() {
13 digitalWrite(ledverde, HIGH); //Escreve valor alto na saída do LED verde
14 estadobotao = digitalRead(botao);
```

As linhas de 7 a 9 definem que os pinos 4, 5 e 6 do Arduino se comportarão como saídas. A linha 10 estabelece que o pino 7 se comportará como entrada, para receber a corrente elétrica resultante do botão pressionado, que iniciará a operação do semáforo.

As linhas de 12 a 32 trazem a função *loop*, que consiste num laço que se repetirá ininterruptamente no microcontrolador, enquanto o programa principal estiver em execução. A linha 13 escreve na saída 6 o valor alto, acendendo o diodo emissor de luz verde.

```
15 if (estadobotao == LOW)
16 {
17   digitalWrite (ledverde,LOW); //apaga led verde
18   digitalWrite (ledamarelo,HIGH); //liga led amarelo
19   digitalWrite (ledvermelho,LOW); //apaga led vermelho
20   delay(2000); // gera intervalo de 2 segundos
21   digitalWrite (ledverde,LOW); //apaga led verde
22   digitalWrite (ledamarelo,LOW); //apaga led amarelo
```

A linha 14 lê o valor da entrada 7, e a armazena na variável inteira *estadobotao*. A linha 15 verifica se o estado do botão é baixo, o que significa que ele foi pressionado, em caso afirmativo, dando sequência aos comandos situados entre as linhas 16 e 29.

```
23 digitalWrite (ledvermelho,HIGH); //liga led vermelho
24 delay(4000); // gera intervalo de 4 segundos
25 digitalWrite (ledverde,HIGH); // liga led verde
26 digitalWrite (ledamarelo,LOW); //apaga led amarelo
27 digitalWrite (ledvermelho,LOW); //apaga led vermelho
28 delay(4000); // gera intervalo de 4 segundos
29 }
30 else if (estadobotao == HIGH)
```

A linha 17 apaga a saída 6, que se refere ao diodo emissor de luz (led – *light emitter diode*) verde, enquanto a linha 18 acende a saída 5, para iluminar o led amarelo. A linha 19 escreve valor baixo na saída 4, apagando o led vermelho. A linha 20 gera intervalo de 2 segundos.

As linhas 21 e 22 apagam respectivamente o led verde e o amarelo, enquanto a linha 23 acende o led vermelho. A linha 24 gera um intervalo de 4 segundos. As linhas 25, 26 e 27 restabelecem o estado inicial, com somente o led verde aceso, enquanto os demais são apagados.

```
31 {digitalWrite(ledverde,HIGH);}
32 }
```

A linha 30 confirma se o botão não foi pressionado. Caso isso ocorra, o nível dele estará alto, sendo mais uma vez acesso o led verde, conforme visto na linha 31.

Os conceitos de física desenvolvidos no robô semáforo foram sobre MU (Movimento Uniforme) e MUV (Movimento Uniformemente Variado). Por outro lado, os discentes também estudaram transistores, diodos, sensores, atuadores, tiristores, transformadores, capacitores, resistores, indutores e demais componentes eletrônicos.

A utilização de conjunto didático educacional para a construção e programação do robô semáforo motivou bastante os alunos de engenharia de controle e automação na continuidade de seus cursos, uma vez que eles puderam verificar na prática conceitos abstratos teóricos de física, eletrônica e programação, consolidando efetivamente aprendizagem ativa.

A experiência proporcionou aos estudantes o desenvolvimento de senso crítico, autonomia, independência, criatividade e capacidade de trabalhar em grupo, características imprescindíveis ao exercício de qualquer trabalho nos dias de hoje, evidenciando a importância de robótica educacional na construção de competências profissionais.

Souza, Andrade e Sampaio (2021) realizaram atividades de robótica educacional com conjuntos didáticos Lego Mindstorms, aplicando-as em alunos dos primeiros períodos do bacharelado em engenharia de controle e automação. As atividades de robótica realizadas nos conjuntos didáticos educacionais envolveram conhecimentos interdisciplinares, que abordaram matérias como cálculo, matemática discreta, física, ciências ambientais e produção de textos para trabalho de conclusão de curso.

As atividades contextualizaram os conteúdos que seriam aplicados na construção dos protótipos de robótica, aprofundaram os processos cognitivos discentes e proporcionaram a construção de artefatos pelos alunos, relacionados aos conhecimentos abordados.

Os professores atuaram como mediadores, ou seja, orientaram os alunos quanto à forma mais objetiva de buscar soluções para os questionamentos apresentados, sem, contudo, apresentar respostas diretas aos problemas abordados. Os docentes procederam desta forma para incentivar o protagonismo discente na busca pela construção de conhecimento, que resulta em autonomia, independência, criatividade, capacidade de solucionar problemas, habilidades para trabalhar em equipe e confiança no próprio potencial, por parte dos alunos.

Os alunos que participaram da realização das atividades de robótica com conjuntos didáticos educacionais apresentaram melhor rendimento acadêmico e ampliaram o interesse pela continuidade em cursar engenharia de automação, revelando a eficácia destas ações no combate à evasão escolar.

O interesse que conjuntos didáticos de robótica educacional despertam nos alunos consiste na possibilidade de verificar na prática abstratos conteúdos teóricos vistos em livros e sala de aula, por meio da construção de artefatos, protótipos ou robôs, os quais auxiliam na consolidação de aprendizagem ativa, resultando na ampliação dos processos cognitivos discentes.

Após caracterizar a relevância de utilizar conjuntos didáticos em robótica educacional, a próxima seção abordará a importância de utilizar simuladores no ensino de engenharia.

2.3.4 APLICAÇÃO DE SIMULADORES NO ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL.

Robótica educacional começou a ser utilizada na educação brasileira há pouco mais de duas décadas, enquanto a programação de dispositivos é ensinada há mais tempo aos alunos de países desenvolvidos. Além disso, ambientes de desenvolvimento integrado não costumam enviar mensagens claras, que permitam depurar com facilidade eventuais erros de programação.

Uma opção para introduzir robótica educacional desde a infância, entre 7 e 9 anos de idade, é apresentada por Chagas e Furtado (2019). Trata-se de iniciar a programação de robôs através de ambientes de desenvolvimento integrados (IDE) baseados no paradigma de blocos, como as linguagens de programação Scratch, Open Roberta Lab ou NXT-G, que podem ser aplicadas no controle de protótipos, conjuntos didáticos de robótica ou simuladores.

Através do paradigma de programação em blocos as crianças terão a oportunidade de desenvolver aspectos lúdicos da codificação, uma vez que por meio de simuladores poderão verificar os resultados de seus comandos, e enxergar com maior facilidade eventuais erros, devido ao aspecto mais amigável da interface de programação, quando comparada aos ambientes integrados baseados em codificação digitada ou textual.

Souza, Pinheiro e Moraes (2019) defendem que a robótica pode integrar grande parte dos conhecimentos abordados na educação. Filho (2023) sugere a amplitude de atuação da robótica educacional em vasta gama disciplinar, como física, matemática, artes, dança, música eletrônica, história, geografia e português.

Devido ao caráter interdisciplinar de robótica educacional, Antunes (2023) salienta a importância de trabalhar o conteúdo desta matéria desde as séries iniciais, com o intuito de incentivar nas crianças o apreço aos estudos, através do caráter lúdico que a disciplina proporciona, possibilitando aos estudantes aprender brincando as diversas áreas do conhecimento que elas travam contato na escola.

O caráter lúdico do ensino de robótica permite aos alunos o aprender brincando, proporcionando significativa contribuição ao aprimoramento dos processos cognitivos discentes em diversas áreas do conhecimento. Dessa forma, evidencia-se a importância do ensino de robótica.

Embora atualmente o ensino de robótica educacional seja uma realidade na educação, D'Abreu, Ramos e Mirisola (2021) salientam que nem sempre isto foi possível. Segundo o autor, nas décadas de 80 e 90 do século XX a robótica educacional era realizada majoritariamente em universidades e centros de pesquisa, e demandava muitos anos. Roque (2018) destaca o elevado preço dos equipamentos de robótica como principal embargo ao desenvolvimento de seu aspecto educacional, juntamente com seu limitado poder de processamento.

A integração em escala muito ampla de circuitos integrados (VLSI) permitiu, no começo do século XXI, a popularização do acesso a microcomputadores. Essa atenuação de custos possibilitou o surgimento de conjuntos educacionais robóticos de custo médio, dentre os quais se destaca a linha Lego Mindstorms, viabilizando a popularização da robótica educacional.

O uso de simuladores no ensino de robótica é importante, como forma de ampliar a acessibilidade a esta relevante disciplina, especialmente para alunos que não tem condições financeiras de arcar com os custos de conjuntos educacionais, os quais podem alcançar mais de três mil reais. Há diversos simuladores online gratuitos, como Open Roberta Lab, Gears Bot, EV3Dev, VEX, Tinkercad e Robot DK, dentre outros capazes de reproduzir processos industriais em pequena escala.

O Open Roberta Lab é um simulador online gratuito desenvolvido na linguagem de programação Java, que emula diversos conjuntos robóticos, dentre os quais se destacam os módulos Lego Mindstorms NXT e EV3. Para acessar o Open Roberta, digita-se o endereço <https://labopen-roberta.org> em qualquer navegador.

A primeira etapa da configuração consiste em fazer surgir na tela o conjunto robótico que será simulado, o que é feito clicando-se sobre as setas esquerda ou direita, posicionadas sobre as extremidades da faixa azul clara, situada abaixo do texto Escolhe o teu sistema.

Assim que o conjunto robótico a ser simulado aparecer na tela, clica-se com o botão esquerdo do mouse sobre o mesmo, que é o módulo EV3dev, para efetuar a seleção do protótipo requerido. Com isso surgirá a tela de programação do Open Roberta Lab, que se baseia na linguagem Scratch.

Antes de iniciar a programação, recomenda-se criar um perfil de utilizador para armazenar os aplicativos criados, o que pode ser feito clicando sobre o botão homônimo, situado ao lado da lâmpada no canto superior esquerdo da tela. Depois basta clicar na opção entrar, digitar o nome de utilizador e a palavra-passe, para em seguida pressionar o botão OK.

A importância de se criar e carregar um perfil de utilizador reside no fato de viabilizar carregamento, gravação e exportação de programas criados no Open Roberta Lab. Para carregar programas já criados e gravados no Open Roberta, pressiona-se o botão editar, localizado exatamente no canto superior esquerdo da tela.

Para exibir programas gravados, basta clicar sobre meus programas, originando tela que mostrará todos os aplicativos já criados e salvos pelo usuário. Para carregar um programa salvo, basta clicar duas vezes sobre ele. Todo código novo começa com o bloco iniciar. A primeira providência consiste em gravar o programa. Isso é feito clicando-se novamente sobre editar, para depois escolher a opção guardar como, onde se digita o nome escolhido.

Após digitar o nome do programa, pressiona-se o botão OK, retornando à tela de programação, onde se clica na opção SIM situada junta à barra lateral direita, para visualizar o ambiente de simulação online do robô que será programado.

O ambiente de simulação apresenta o circuito a ser percorrido pelo protótipo e o robô, que será controlado pelo código desenvolvido. O veículo do robô tem um sensor de cor conectado junto à porta 3. Há também um sensor ultrassônico, acoplado na porta 4. Após concluir a programação do protótipo, abre-se o ambiente de simulação, retira-se o obstáculo da pista e ajusta-se o posicionamento do robô no perímetro do circuito. A seguir, pressiona-se o botão play no canto inferior esquerdo da tela, abaixo do ambiente de simulação, para verificar o funcionamento do código.

Para iniciar a programação de um novo robô, como o seguidor de linha, fecha-se o ambiente de simulação clicando novamente sobre o botão SIM, para dedicar toda a área da tela à programação do código. A seguir clica-se sobre o sinal + situado junto ao bloco iniciar, para abrir a declaração de variáveis, onde se atribui à incógnita o nome luz e o tipo Número, inicializando a mesma com o valor zero.

A próxima etapa consiste em encaixar um bloco de controle repetir para sempre então, o que é conseguido clicando-se sobre a barra lateral esquerda na opção Controlo, selecionando-se a seguir o bloco desejado, para arrastar o mesmo, e encaixá-lo abaixo do bloco iniciar.

Clica-se agora sobre o botão variáveis, para selecionar o bloco definir luz para, encaixando-o ao lado do bloco repetir para sempre então.

Prosseguindo com a definição da variável luz, completa-se a mesma com o bloco sensor cujo valor será armazenado nela. Para tal finalidade, clica-se sobre o botão Sensores, situado na barra lateral esquerda da tela, onde se procede à seleção do bloco ler sensor de cor, alterando-se a sua leitura para valor do. Por último, após a modificação do parâmetro do bloco selecionado, encaixa-se o mesmo ao lado do bloco definir luz para.

O próximo passo consiste em selecionar um bloco de controle se então senão, encaixando-o abaixo do bloco definir luz, uma vez que a programação do Open Roberta Lab é sequencial.

A seguir procede-se à avaliação do valor armazenado na variável luz, o que é realizado através de um bloco lógico. Considera-se que a cor lida tende a ser branca quando a luminosidade for maior que 50. Por outro lado, a cor lida tenderá a ser preta quando a luminosidade estiver num patamar inferior a 50. Escolhe-se avaliar quando o sensor acoplado à porta 3 estiver detetando superfície escura, alterando-se a operação lógica para menor (<).

Agora é preciso selecionar o bloco da variável luz, para encaixá-lo no parâmetro esquerdo do bloco lógico. Torna-se necessário escolher bloco numérico matemático, para inserir o mesmo junto ao parâmetro direito do bloco lógico. Antes de inserir o bloco lógico ao lado do se, é preciso digitar o número 50 no bloco numérico.

Precisa-se definir a ação a ser realizada, na opção então do bloco se então para. Se a luz for menor que 50, isto significa que o robô está atingindo o lado escuro do perímetro, devendo desacelerar seu motor esquerdo, que primeiro se projeta sobre a superfície negra, para em seguida acelerar seu motor direito, para que o protótipo possa se dirigir à área interna mais clara. Isso será conseguido inserindo o bloco de ação curvar para frente velocidade, ajustando a velocidade esquerda para 20, e a velocidade direita para 55.

Por outro lado, se a luz for maior que 50, isto significa que o robô está atingindo o lado branco do perímetro, devendo desacelerar seu motor direito, que primeiro se projeta sobre a superfície clara, para em seguida acelerar seu motor esquerdo, para que o protótipo possa se dirigir à área interna

escura. Isso será conseguido inserindo o bloco de ação curvar para frente velocidade, ajustando a velocidade esquerda para 55, e a velocidade direita para 20. O programa seguidor de linha está pronto, e seu resultado pode ser verificado no ambiente de simulação.

O Gears Bot é um simulador online gratuito, que pode ser carregado digitando-se em qualquer navegador de internet o endereço <https://gears.aposteriori.com.sg>. Oferece ao usuário possibilidade de programação em linguagens de blocos e Phyton, que se baseia no paradigma escrito de codificação.

Gears Bot apresenta uma tela inicial, que oferece aos usuários as opções Blocks, Phyton, Simulator, File, Phyton 2, Robot, Worlds e Help.

Quando o usuário clicar na opção Blocks, poderá selecionar diversos blocos para programação gráfica do simulador, que estão disponíveis nas classes Motion, Motors, Sensors, Sound, Pen, Radio, Control, Logic, Loops, Math, Text, Lists, Variables e Functions.

Ao selecionar o quadro Phyton, será disponibilizado um ambiente de desenvolvimento integrado para programação nesta linguagem. Qualquer código elaborado em linguagem de blocos é automaticamente traduzido para seu equivalente em Phyton. Analogamente, qualquer código elaborado em Phyton é automaticamente traduzido para seu equivalente em linguagem de blocos.

Quando a opção Simulator é selecionada, surge na tela o circuito tridimensional de simulação para o robô, onde serão observados os efeitos resultantes da programação efetuada, tanto em Phyton quanto na linguagem de blocos, bastando para isto pressionar o botão que realizará a execução do código.

A aba File apresenta as opções para iniciar novo programa, carregar blocos do computador, gravar blocos no computador, carregar Phyton do computador e gravar Phyton no computador. A opção File possibilita carregar programas do computador ou gravá-los nele, seja a codificação elaborada em linguagem de blocos ou Phyton.

A opção Phyton 2 possibilita selecionar duas variações de programação nesta linguagem escrita, além de controlar o zoom sobre o código elaborado. A aba Robot permite selecionar o tipo de robô, e definir suas características, como dimensões, quantidade, tipo de sensores e atuadores.

A opção Worlds viabiliza a seleção do tipo de circuito de simulação que se deseja utilizar, que pode ser um percurso seguidor de linha, um desafio de sumô, um ambiente para resgate de vítimas de incêndio, um labirinto, uma arena de futebol, uma arena com vários robôs e um desafio de giros, dentre outros.

Por último, a aba Help traz informações com ajuda à programação tanto em linguagem de blocos, quanto em Phyton.

As próximas linhas apresentam um pequeno programa para controlar um robô seguidor de linha na linguagem Phyton, dentro do simulador online Gears Bot.

```
1 From ev3dev2.motor import OUTPUT_B, OUTPUT_C, MoveTank
2 From ev3dev2.sensor.lego import LightSensor
3 Light_sensor = LightSensor('in3')
4 Tank_drive = MoveTank(OUTPUT_B, OUTPUT_C)
5 While True:
6 If Light_sensor.value() > 50:
7 Tank_drive.on(left_speed=70, right_speed=30)
8 Else:
9 Tank_drive.on(left_speed=30, right_speed=70)
```

A linha 1 importa da classe `ev3dev2.motor` a função `MoveTank`, juntamente com seus argumentos `OUTPUT_B` e `OUTPUT_C`, que representam as potências dos motores esquerdo e direito do protótipo seguidor de linha.

A linha 2 importa da classe `ev3dev2.sensor.lego` a função `LightSensor`, que define a entrada a qual está conectado o sensor de luminosidade, que no caso é a porta 3 (`'in3'`).

A terceira linha armazena o valor lido do sensor de luminosidade na variável `Light_sensor`. A quarta linha armazena na variável `Tank_drive` a função `MoveTank`, juntamente com seus argumentos `OUTPUT_B` e `OUTPUT_C`.

A quinta linha traz o comando `While True:`, que pode ser entendido como um laço infinito, ou seja, isto significa que as linhas 6, 7, 8 e 9 serão executadas indefinidamente, enquanto o programa estiver rodando.

A sexta linha verifica se o valor da luminosidade lida é maior que 50. Em caso afirmativo, isto significa que o robô estará sobre a superfície clara. Dessa forma, é preciso desacelerar o motor direito, e acelerar o motor esquerdo, para fazer com que o protótipo retorne à região escura do circuito, o que é realizado pela linha 7.

A oitava linha verifica o caso contrário, ou seja, se a luminosidade é menor ou igual a 50. Se essa afirmação for verdadeira, isto significa que o robô estará sobre a superfície escura. Dessa forma, é preciso desacelerar o motor esquerdo, e acelerar o motor direito, para fazer com que o protótipo retorne à região clara do circuito, o que é realizado ao final da linha 8.

O Tinkercad é um simulador online gratuito, que permite criar projetos e modelagem tridimensional de circuitos, inclusive os que são baseados no microprocessador Arduino. A interface desta plataforma simula um laboratório de eletrônica permitindo o estudo virtual de circuitos elétricos e digitais.

O Tinkercad auxilia alunos a modelar e testar o funcionamento de circuitos virtuais, antes de proceder à elaboração dos mesmos no mundo real. Trata-se de um ambiente de desenvolvimento integrado bastante valioso, que confere praticidade e economia em projetos de robótica educacional, uma vez que os alunos poderão estudar e simular seus modelos virtualmente, podendo prever como os protótipos se comportarão após sua montagem prática.

A importância de simular circuitos reside na possibilidade de sanar eventuais erros ou problemas antes de montar os protótipos, implicando em economia na construção de projetos.

Circuitos baseados no microcontrolador Arduino são bastante utilizados na montagem de protótipos em robótica educacional. Por esse motivo, uma das formas mais comuns de se utilizar a plataforma Tinkercad é para a simulação de circuitos e robôs controlados pelo processador Arduino.

Segundo Lourenço (2023), o Arduino possibilita projeto, montagem e desenvolvimento de robôs de maneira simplificada, tornando acessível a construção e programação de protótipos na área de robótica educacional. Os componentes eletrônicos mais utilizados no microprocessador Arduino também podem ser simulados no Tinkercad, sendo alguns deles enumerados a seguir.

O Led (Light Emitter Diode) é o díodo emissor de luz, junção de materiais semicondutores dispostos em minúscula lâmpada que, quando polarizada diretamente a uma tensão maior que 0,7 volts, gera luminosidade multicolorida. Trata-se de componente bastante utilizado em projetos de robótica educacional, onde desempenham predominantemente papéis de sinalização, podendo ser aplicados em projetos de semáforo.

O controle do acionamento de Led's é efetuado por meio de programação do Arduino, e a observação dos efeitos da codificação simulados no Tinkercad auxilia os alunos na consolidação de aprendizagem significativa do pensamento computacional e em eletrônica.

A protoboard é uma placa utilizada na montagem de circuitos eletrônicos, que contém pinos para encaixe e conexão de componentes, com pontos em comum na horizontal em colunas mais largas, enquanto as colunas mais estreitas apresentam pontos em comum na vertical.

Componentes eletrônicos como os díodos precisam de limitadores de corrente, para evitar danos ao seu funcionamento. Esses limitadores são conhecidos por resistores, cuja unidade de medida é o Ohm, que é definido pelo quociente entre a tensão aplicada em seus terminais, e a corrente elétrica que o atravessa.

Por exemplo, se há uma fonte de 10,7 volts para alimentar um Led, que comporta uma corrente de 10 miliamperes, a resistência do resistor que será associado em série entre a fonte e o díodo é $R = (V - V_d)/I = (10,7 - 0,7)/10 \text{ K Ohms} = 1 \text{ K Ohm} = 1000 \text{ Ohms}$.

Outro componente bastante utilizado com o Arduino e o Tinkercad é o motor, que é um dispositivo eletromecânico que converte energia elétrica em atuação, possibilitando controle preciso de posição, velocidade e aceleração. Os motores são os responsáveis por controlar articulações de braços robóticos, bastante utilizados em plantas de chão de fábrica.

Botões são outros componentes bastante utilizados com o Arduino e o Tinkercad, que desempenham a função de interruptores de corrente enquanto estiverem pressionados, caso seu estado de repouso seja normalmente fechado. Por outro lado, quando o estado de repouso dos botões é normalmente aberto, eles comutam de sua posição quando pressionados, possibilitando a passagem de corrente elétrica.

Os botões podem ser do tipo trava, que comutam o estado de repouso quando acionados, e precisam ser novamente pressionados para retornar à posição anterior. Botões também podem ser do tipo impulso, cujo comportamento é análogo a uma campainha doméstica, ou seja, isto significa que o botão comuta seu estado de repouso somente enquanto estiver sendo pressionado, retornando à posição inicial sempre que for liberado.

Conforme Souza (2020), o uso de simuladores abriu um novo horizonte em robótica educacional, possibilitando aos alunos montar e programar em suas residências processos industriais em pequena escala, bastando para isto ter um computador e acesso à internet.

De acordo com Venâncio, Oliveira e Fonseca (2020), as tecnologias de informação e comunicação (TIC) são cada vez mais utilizadas como recurso pedagógico. Nesse contexto, a robótica educacional emerge como metodologia ativa de ensino, por estimular o aluno a ser protagonista da construção de conhecimento, além de fomentar trabalho em grupo, criatividade e interdisciplinaridade. Destaca-se a relevância dos simuladores gratuitos de conjuntos didáticos no ensino de robótica, como forma de proporcionar aos alunos meios de praticar em casa os conhecimentos desenvolvidos nos protótipos elaborados em laboratórios escolares.

2.3.5 IMPORTÂNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE CONJUNTOS DIDÁTICOS E SIMULADORES DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL À ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO.

Aulas de robótica educacional devem ter sua aprendizagem baseada em metodologia de projetos, onde discentes e docentes possam todos se manifestar, apresentando propostas para solucionar os problemas apresentados. Tendo em vista as dificuldades econômicas inerentes a países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, torna-se importante elaborar conjuntos didáticos a custos acessíveis, para aplicação em robótica educacional.

Como os alunos também precisam desenvolver projetos de robótica educacional em casa, destaca-se a importância de utilizar simuladores gratuitos online, com o intuito de proporcionar aos discentes condições de continuar os estudos no lar, sem necessidade de agregar maiores despesas à família, o que ocorreria se eles tivessem que comprar conjuntos didáticos, por mais baratos que eles fossem.

As competências de autonomia, criatividade e trabalho em equipe são resultantes das características interdisciplinares e lúdicas de robótica educacional, que demandam iniciativa e compartilhamento de ideias entre os alunos, para resolver problemas propostos pelos professores.

Segundo Gonçalves e Benite (2022), o uso de conjuntos didáticos em robótica educacional possibilita aos alunos contato direto com processos de automação industrial, realizados em pequena escala. Os conhecimentos interdisciplinares necessários à montagem dos robôs estimulam os alunos dos períodos iniciais a continuarem o curso de engenharia de controle e automação, uma vez que eles podem verificar na prática as teorias vistas em sala de aula e livros.

Gonçalves e Benite (2022) destacam ainda a importância do uso de simuladores gratuitos online como complemento às atividades realizadas em conjuntos didáticos de robótica, na faculdade.

Waszak (2021) comenta que há diversas escolas com falta de recursos para adquirir conjuntos didáticos para robótica educacional, por mais baratos que eles sejam. Nessa conjuntura, para que os alunos dessa instituição possam ter aulas de robótica, há a necessidade de utilizar simuladores gratuitos online como o Gears Bot ou Open Roberta Lab.

Conforme Nascimento, Nunes e Santos (2023), através da robótica pode-se desenvolver criatividade, imaginação, autonomia e autoestima. Porém, devido à falta de recursos, ainda há escolas e alunos que não conseguem usufruir dos benefícios de robótica. Nessa situação, os autores destacam a importância de simuladores online gratuitos de robótica, como o Tinkercad, para alunos e escolas com restrições orçamentárias. Os simuladores online constituem metodologias que viabilizam o

aprendizado de robótica educacional em escolas, universidades e residências dos alunos (Machado, Jesus e Alves, 2024).

Ferreira e Costa (2023) destacam a importância de utilizar conjuntos robóticos educacionais e simuladores de baixo custo no ensino multidisciplinar como forma de combater a evasão escolar e aperfeiçoar o rendimento acadêmico, especialmente em cursos superiores de engenharia de controle e automação, uma vez que grande parte das escolas e universidades não conseguem adquirir equipamentos de tecnologias de informação e comunicação (TIC), devido a restrições orçamentárias.

Júnior, Santos e Queiroz (2023) salientam que o currículo educacional ideal abrange diversas atividades, em distintas áreas do conhecimento, e deve ser desenvolvido tanto em sala de aula, quanto em outros espaços orientados à construção de conhecimento. Destaca-se o caráter multidisciplinar de robótica educacional como metodologia para enfrentar a evasão escolar, e incentivar os alunos a permanecerem em seus cursos de engenharia de controle e automação.

Fernandes (2021) aponta que é possível trabalhar em robótica educacional conhecimentos de cálculo numérico, matemática, física, mecânica, programação, máquinas elétricas, eletrônica, circuitos elétricos, sistemas digitais e muitas outras disciplinas características do bacharelado em engenharia de controle e automação, evidenciando a importância de adquirir conjuntos didáticos e simuladores de baixo custo, como forma de evitar geração adicional de despesas a universidade e alunos.

Duso (2021) comenta a importância de robótica educacional na visualização prática de conceitos teóricos vistos em diversas disciplinas dos segmentos de ensino básico e superior. Essa possibilidade de exercer na prática conhecimentos abstratos é imprescindível ao aprendizado significativo pois, uma vez que o aluno passa a verificar aplicações da teoria, anteriormente vistas somente em sala de aula e livros, novas sinapses neuronais são formadas, consolidando estruturas mentais recém adquiridas.

Robótica educacional possibilita aprendizagem prazerosa e inovadora, uma vez que os alunos terão a possibilidade de aplicar e verificar, na prática, conhecimentos teóricos estudados em disciplinas como inteligência artificial, matemática, física, controle de processos, máquinas elétricas, sistemas digitais, eletrônica, etc.

Conforme Queiroz, Rodrigues e Fernandes (2023), robótica educacional incentiva o interesse discente na aprendizagem, pois seu caráter dinâmico e ativo possibilita o desenvolvimento de habilidades como protagonismo dos alunos na construção de conhecimentos, respeito, raciocínio lógico, colaboração, compartilhamento de ideias, compreensão, criatividade e capacidade de solucionar problemas.

A robótica computacional também constitui grande reforço no aprendizado de computação em engenharia de controle, uma vez que fortalece habilidades e competências dos eixos de Cultura Digital, Mundo Digital e Pensamento Computacional.

Para inserir robótica como ferramenta de ensino e inclusão digital para adolescentes, a UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi Árido) realizou projeto de extensão, em parceria com a Petrobras, que foi nomeado Robot em Ação. Esse projeto foi realizado com apoio de bolsistas graduandos de engenharia de controle e automação, tendo beneficiado aproximadamente mil estudantes de escolas estaduais da zona rural de Mossoró-RN.

Para combater baixos índices de avaliação escolar, torna-se imprescindível ensinar robótica educacional em escolas municipais e estaduais, com a participação de alunos de engenharia de automação. Dessa forma, os discentes do ensino básico desenvolverão habilidades que os permitirão reforçar seu aprendizado e aperfeiçoar o rendimento acadêmico, interessando-se possivelmente por cursar graduações da área tecnológica, como o bacharelado em engenharia de controle.

Por outro lado, a participação de alunos bolsistas de engenharia no processo de ministrar aulas de robótica aos discentes da educação básica contribuirá para a permanência dos bacharelados em seus cursos de automação, uma vez que eles também desenvolverão habilidades de aprendizado em robótica, pois enquanto lecionam para os estudantes de escolas estaduais, verificarão na prática o resultado de teorias abstratas vistas em disciplinas de graduação.

O fato de ambos os alunos de níveis distintos de ensino conseguirem visualizar em robôs e construtos o caráter prático de importantes teorias estudadas em matemática, física, eletrônica, máquinas elétricas e demais disciplinas, os permite consolidar aprendizagem ativa, efetivando dessa forma a construção de conhecimentos necessária ao saber.

As ações do projeto duraram dois períodos de cinco meses, e os trabalhos foram desenvolvidos em conjuntos robóticos educacionais Lego EV3, com foco para o treinamento em competições. Durante os primeiros meses do curso os alunos bolsistas de engenharia de controle e automação ensinaram fundamentos de eletrônica e lógica de programação aos alunos do ensino médio. Em seguida, foram abordados conhecimentos da linguagem de codificação em blocos NXT-G, que é utilizada para controle do conjunto Lego Mindstorms EV3.

Durante o encerramento de cada período letivo, convidavam-se os alunos a participarem de competição interna de robótica, para praticarem os conhecimentos adquiridos nos meses de estudos nesse projeto de extensão patrocinado pela parceria entre UFERSA e Petrobras.

O projeto Robot em Ação também incentivava os estudantes a participarem de competições externas, que ocorriam no próprio município de Mossoró, e em outras cidades do Rio Grande do Norte.

Realizou-se pesquisa de coleta de dados entre os alunos participantes do projeto, inclusive os bolsistas bacharelados em engenharia de automação. A maior parte dos estudantes de ensino médio consideraram, após a realização de dois períodos do Robot em Ação, a possibilidade de realizarem curso superior na área de engenharia de controle. Eles demonstraram também maior interesse pelo aprendizado de física, matemática e disciplinas da área tecnológica.

Antes de participarem do curso, parcela relevante desses estudantes do ensino básico não tinham sequer perspectiva de ingressarem no nível superior. Após a realização do projeto, todos os alunos do ensino médio manifestaram interesse em ingressar na universidade.

Todos os bolsistas participantes do projeto se sentiram mais motivados a continuarem seu curso de engenharia de automação, evidenciando a importância de conjuntos didáticos educacionais e simuladores em robótica.

De acordo com Martins (2020), o crescimento tecnológico exponencial e o estreitamento dos laços internacionais causados pela globalização, demandam a formação de profissionais de engenharia com novas habilidades, diferentes do ensino tradicional oferecido pelas universidades. Assim, torna-se necessário elaborar atividades complementares para o ensino das engenharias.

A metodologia de aprendizagem ativa baseada em problemas (PBL – Problem Based Learning) trabalha com ensino descentralizado, conferindo ao aluno o protagonismo em sua busca pela construção de conhecimentos, enquanto o professor se torna um facilitador ou mediador de estudos entre os discentes, orientando-os quanto às melhores formas para buscar a solução dos problemas tratados, sem fornecer diretamente as respostas às questões levantadas.

Portanto, competições de robótica entre alunos de engenharia de controle e automação aceleram processos cognitivos, devido à busca pela solução de problemas, que ocorre com a aplicação de conhecimentos teóricos multidisciplinares, trabalho em grupo, compartilhamento de conhecimentos, desenvolvimento de criatividade e autonomia, além da busca de conhecimentos que extrapolam o conteúdo veiculado em sala de aula.

Estudantes do curso de engenharia de controle e automação do CEFET – MG (Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais) tiveram treinamento em conjuntos didáticos educacionais Lego Mindstorms EV3, para participarem de competições de robótica, durante o primeiro semestre de sua graduação.

Antes de participarem das competições, os alunos tiveram treinamento teórico nas áreas que abrangem as partes constituintes de um robô, que são máquinas elétricas, programação de computadores, servomecanismos, sensores, eletrônica, microprocessadores, mecânica, gestão de recursos e atuadores.

O desafio da competição consistiu em dividir os alunos em grupos de três componentes, para construírem e programarem robôs seguidores de linha. Como a metodologia de aprendizado utilizada foi PBL, os estudantes precisavam pesquisar sobre as diversas metodologias de seguir linha, juntamente com o número de sensores e servomecanismos utilizados. Os discentes estudaram controle proporcional, integral e derivativo, tendo verificado que a utilização de 2 sensores de luminosidade conferia maior precisão e rapidez no controle dos dois motores responsáveis pelo deslocamento do robô, durante o processo de seguir linha.

A tarefa consistia em fazer o robô seguir uma trajetória prévia, no menor tempo possível. Durante o circuito havia obstáculos como túneis, rampas, curvas e cruzamentos. Todo o circuito era dividido em quatro pontos de acesso, que atribuía 25 pontos às equipes que alcançassem cada um deles. Caso duas ou mais equipes conseguissem completar a trajetória, o critério de desempate era o menor tempo gasto para finalizar o circuito.

Os estudantes utilizaram também o simulador gratuito online Open Roberta Lab, para ter uma ideia do tempo que o robô construído levaria para completar a trajetória.

Os discentes apreciaram bastante as atividades de robótica educacional realizadas, salientando que a participação no projeto os auxiliou na compreensão de conhecimentos teóricos estudados, devido à constatação das aplicações práticas dos mesmos, tendo consolidado efetivamente aprendizagem significativa, através da construção e programação de protótipos a partir de conjuntos robóticos educacionais.

De acordo com Saintclair, Godinho e Gomide (2020), realizaram-se cursos para ensinar programação e robótica a adolescentes do ensino médio, utilizando-se como instrutores bolsistas de engenharia de controle e automação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Os projetos utilizados no

ensino aos jovens foram caracterizados por seu baixo custo, para garantir sua acessibilidade a pessoas e instituições educacionais com escassos recursos financeiros.

A construção de protótipos em robótica educacional envolveu sensores, microprocessadores e atuadores, como servomotores. Os bolsistas de engenharia desenvolveram conjuntos didáticos de robótica com custo não superior a R\$ 150,00, utilizando materiais acessíveis como o microprocessador Arduino, papelão, palitos, etc.

Nesses cursos realizados pela UFRJ, a metodologia de ensino foi a aprendizagem baseada por projetos, na qual o professor assume a função de mediador do conhecimento, orientando os alunos sobre as maneiras mais eficientes de encontrar as respostas às suas indagações, sem, no entanto, apresentar a solução diretamente, para incentivar nos discentes o protagonismo pela busca de conhecimento.

Os cursos realizados tiveram seis etapas, sendo a primeira delas dedicada à apresentação do projeto de engenharia que seria realizado, juntamente com o algoritmo descritor de sua dinâmica operacional. A segunda fase dedicou-se ao ensino de programação aos estudantes integrantes do projeto.

Os bolsistas de engenharia de automação ensinaram aos alunos participantes do projeto, na terceira etapa, conhecimentos sobre circuitos eletrônicos, antes de proceder à construção do protótipo na quarta fase, que foi elaborada com materiais de baixo custo, juntamente com o microcontrolador Arduino durante a quinta etapa, constituindo o ciclo de robótica. Tudo foi concluído na fase de consolidação, que foi a sexta do projeto.

Durante a realização do projeto do semáforo, a etapa de programação foi realizada no ambiente de desenvolvimento integrado (IDE) Scratch, que possibilita a codificação em blocos, linguagem ideal para pessoas iniciantes em computação e robótica.

A programação do semáforo foi inicialmente realizada no Scratch. Porém, após o aprendizado de circuitos eletrônicos, os alunos utilizaram o simulador gratuito Tinkercad para montar um semáforo virtual, e realizar a programação do mesmo através do Arduino.

Tendo verificado que a simulação do semáforo funcionou, a próxima etapa do curso procedeu à montagem do protótipo físico para controle do sinal, que demandou protoboard, microcontrolador Arduino, resistores, diodos emissores de luz e botões.

Os bolsistas explicaram aos alunos do curso que foi necessário utilizar 3 portas digitais do microprocessador Arduino, para controlar os três diodos emissores de luz, representativos do

semáforo. A maquete foi construída com canos plásticos com furos para instalação dos diodos emissores de luz coloridos. O projeto do semáforo custou somente R\$ 80,00.

Os demais projetos realizados foram Ponte Levadiça, Braço Mecânico e Casa Inteligente, cujos gastos para implementação foram, respectivamente, R\$ 140,00, R\$150,00 e R\$ 90,00, evidenciando a importância de desenvolver conjuntos didáticos e simuladores de baixo custo para o ensino de robótica educacional à engenharia de automação.

Os alunos bolsistas de engenharia de controle e automação que ministraram o curso desenvolveram motivação para continuarem seus estudos, devido ao fato de conseguirem visualizar na prática o resultado as teorias abstratas estudadas em sala de aula, consolidando aprendizado significativo.

Os estudantes de ensino médio ficaram bastante motivados para cursarem engenharia de controle e automação, uma vez que aprenderam a utilizar simuladores gratuitos, e a construir e projetar conjuntos robóticos educacionais com custo acessível.

Coelho (2020) projetou, construiu e programou robôs exploradores de baixo custo, que permitissem trabalhar conceitos de física dos semicondutores, juntamente com robótica educacional. O conceito do robô explorador consiste em um protótipo dotado de microcontrolador, um alto falante e três motores, juntamente com dois sensores, um deles de toque e outro ultrassônico.

Os dois primeiros motores são responsáveis por acionar as rodas esquerda e direita do robô, respectivamente, possibilitando seu deslocamento retilíneo. Dois eventos farão o protótipo cessar sua movimentação. O primeiro deles é a colisão de um objeto com seu para-choque, ao qual está conectado o sensor de toque. O segundo evento é a detecção do sensor ultrassônico de um obstáculo, situado a uma distância menor que 20 centímetros.

Quando algo colidir com o para-choque, o robô emite um som e recua por 1 segundo. Após o recuo de 1 segundo ou a detecção de objeto pelo sensor ultrassônico, o protótipo parará, girando noventa graus no sentido anti-horário o motor que controla a cabeça do robô, à qual está anexado o sensor ultrassônico, para medir a distância até o objeto mais próximo situado a sua esquerda, e armazenar a mesma numa variável, denominada ESQ.

A seguir, o robô girará cento e oitenta graus no sentido horário o motor que controla sua cabeça, à qual está anexado o sensor ultrassônico, para medir a distância até o objeto mais próximo situado a sua direita, e armazenar a mesma numa variável, denominada DIR. A próxima etapa consiste em

reposicionar a cabeça na frente do robô. Para isso, o motor que a controla girará noventa graus no sentido anti-horário, restaurando a posição de olhar adiante do protótipo.

A seguir, o programa que controla o robô avaliará qual das variáveis possui maior valor, ESQ ou DIR. Supondo que ESQ seja maior que DIR, isto significa que a distância à esquerda é maior que a distância medida à direita do protótipo. Dessa forma, o robô precisará girar à esquerda, uma vez que esta distância é superior à direita.

Para girar à esquerda, o motor esquerdo recua 180 graus com potência máxima, enquanto o motor direito avança 180 graus, também com potência máxima. O resultado será um deslocamento no sentido anti-horário por 90 graus, concluindo o deslocamento à esquerda. Em seguida, o robô poderá retomar sua movimentação retilínea, até que seja detectado novo objeto, ou ocorra nova colisão com seu para-choque.

Por outro lado, haverá a hipótese da variável DIR ser maior que ESQ, evidenciando a necessidade do robô girar à direita, uma vez que esta distância será superior à esquerda.

Para girar à direita, o motor direito recua 180 graus com potência máxima, enquanto o motor esquerdo avança 180 graus, também com potência máxima. O resultado será um deslocamento no sentido horário por 90 graus, concluindo o deslocamento à direita. Em seguida, o robô poderá retomar sua movimentação retilínea, até que seja detectado novo objeto, ou ocorra nova colisão com seu para-choque.

Os robôs exploradores de baixo custo elaborados por Coelho (2020) possibilitaram a abordagem da teoria dos semicondutores, trabalhando conceitos abstratos como dopagem e impurezas de materiais dos tipos P e N, que constituem a base da eletrônica digital e de outros tópicos de física. Tornou-se possível verificar o funcionamento de sensores e atuadores, especialmente o sensor ultrassônico, que calcula a distância até determinado objeto através do retorno de seus pulsos emitidos. Sendo conhecida a velocidade de propagação do som (VS) no ar, para calcular a distância até um objeto detectado basta multiplicar VS pelo tempo de retorno dos pulsos sonoros emitidos, após a detecção do obstáculo.

Os alunos de engenharia demonstraram grande satisfação ao realizarem a experiência de projetar, construir e programar o protótipo explorador, devido à possibilidade de verificar em robôs de baixo custo aplicações de conceitos abstratos estudados em sala de aula, dentre os quais se destacam acústica e propagação do som, voltados à detecção de objetos.

Todos os discentes de engenharia de controle e automação que participaram desta experiência se sentiram motivados a continuar seu curso, uma vez que robótica educacional auxilia a consolidar aprendizado efetivo, pois permite visualizar na prática conceitos abstratos estudados em livros.

Conjuntos didáticos para o ensino de robótica disponibilizam peças encaixáveis, sensores, motores, atuadores, unidade central de processamento, ambiente de desenvolvimento integrado para programação, apostilas, livros, linguagens de codificação em blocos e textuais.

Dessa forma, o uso de conjuntos didáticos facilita o aprendizado para iniciantes, constituindo profícua opção para universidades e faculdades que queiram implantar robótica educacional em seus projetos pedagógicos de curso. Entretanto, o preço desses conjuntos pode alcançar alguns milhares de reais, inviabilizando sua aplicação em instituições de ensino com escassez de recursos financeiros.

Nesse contexto, Scherer, Silva e Oliveira (2020) propõem o desenvolvimento e a adoção de conjuntos de robótica de baixo custo, como maneira acessível de viabilizar o ensino da disciplina em instituições de ensino com restrições orçamentárias.

O caráter multidisciplinar de robótica viabiliza o protagonismo discente quanto ao exercício de sua criatividade e autonomia, para solucionar situações e problemas propostos pelo professor. Para consolidar o aprendizado efetivo dos abstratos conhecimentos teóricos estudados em diversas disciplinas de engenharia de controle e automação, os alunos precisam construir protótipos que viabilizem aplicações práticas de suas matérias.

Portanto, a adoção de robótica educacional no ensino de engenharia constitui estratégia importantíssima para motivar os alunos a continuarem seus cursos, combatendo desta forma a evasão. Além disso, robótica auxilia no desenvolvimento de habilidades empreendedoras, que são capacidade de trabalhar em grupo, criatividade, autonomia, respeito ao semelhante, independência e autoestima.

Tendo evidenciado a importância da utilização de robótica educacional no ensino de engenharia de controle e automação, é fundamental universalizar o acesso a tão importante disciplina, estimulando instituições de ensino a desenvolverem ou adotarem simuladores e conjuntos de robótica de baixo custo.

Scherer, Silva e Oliveira (2020) destacam que uma das formas menos dispendiosas de se desenvolver conjuntos didáticos para robótica é através da utilização de microcontroladores Arduino, cujo preço dificilmente excede o valor de cinquenta reais.

O Arduino pode ser conectado ao computador via porta USB, sendo programável em linguagem textual C++ através de ambiente de desenvolvimento integrado característico. Esse microcontrolador pode interagir com componentes de baixo custo utilizados em robótica, que são resistores, conectividade sem fio, pontes híbridas, diodos emissores de luz, capacitores, motores, relés, sensores e transistores, dentre outros.

Entretanto, cabe ressaltar que apesar do aspecto positivo de seu baixo custo, a utilização de Arduino para desenvolver conjuntos robóticos educacionais requer conhecimentos de circuitos digitais e eletrônica, o que acaba se revertendo em vantagem, uma vez que os alunos de engenharia de controle e automação terão oportunidade para consolidar conhecimentos adquiridos nestas disciplinas, ao projetar aplicações práticas delas.

Dessa forma, é importante garantir aos alunos de escolas e universidades o acesso a conjuntos didáticos e simuladores de robótica de baixo custo, para que os discentes possam desenvolver atividades em robótica educacional tanto em casa, quanto nas instituições de ensino, ampliando as possibilidades para o aprimoramento do rendimento acadêmico, decorrente do aprendizado significativo proporcionado por esses elementos das tecnologias de informação e comunicação (Paiva, 2021).

2.3.6 CONTRIBUIÇÃO DE ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE ALUNOS DO CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO.

Uma das características tecnológicas do início do século XX foi a adoção de robôs industriais em escala mundial, como forma de ampliar produtividade e ofertar produtos de qualidade superior. Os robôs possibilitam movimentação de objetos de qualquer dimensão, através de programas que controlam a realização destas tarefas, de acordo com as limitações estruturais dos protótipos.

Simultaneamente ao advento de robótica industrial surgiram conjuntos didáticos orientados ao ensino da disciplina, seguindo uma visão educacional, dentre os quais se destacam a linha Lego Mindstorms. Robótica educacional estuda conceitos multidisciplinares, ação fundamental para combater evasão dos cursos de engenharia de controle e automação, uma vez que a teoria das matérias vistas nos cursos pode ser aplicada na prática, contribuindo para sedimentar o aprendizado de conhecimentos estudados.

Souza, Andrade e Sampaio (2021) apontam robótica educacional como responsável por desenvolver, através da interdisciplinaridade, criatividade, autonomia, independência e habilidades sociais em

discentes, competências consideradas fundamentais para egressos do bacharelado em engenharia de controle e automação.

Robótica educacional reutiliza conceitos de robótica industrial em ambientes de aprendizagem, para promover aprendizado interdisciplinar de matérias como eletrônica, física, cálculo, mecânica, máquinas elétricas, controle de processos e várias outras áreas do conhecimento, relacionadas ao curso de engenharia de controle e automação.

Albuquerque, Oliveira e Lima (2020) sugerem integração entre conhecimentos de engenharias ambiental e de controle e automação, ao propor construção de conjunto didático educacional de baixo custo, a partir da utilização de lixo tecnológico. Dessa forma, robótica educacional pode contribuir com o ensino sustentável de engenharia de automação, ao utilizar conjuntos didáticos baratos, baseados em reaproveitamento de resíduos tecnológicos.

Ribeiro, Martins e Bernardini (2021) destacam a importância de robótica educacional como ferramenta de apoio ao ensino multidisciplinar de engenharia de controle e automação, capaz de estimular o interesse dos alunos através de metodologias ativas de ensino, como o aprendizado por resolução de problemas, onde a partir da proposição de um desafio pelo docente, os alunos se reunirão, compartilharão informações sobre o embasamento teórico necessário, iniciarão a montagem do robô, posteriormente concluindo a programação do protótipo.

Silva e Oliveira (2022) comentam a importância de robótica em motivar alunos a estudarem disciplinas tradicionalmente consideradas de difícil compreensão nos cursos de engenharia, como física, cálculo, programação de computadores, eletrônica e mecânica, devido à possibilidade de aplicar em dispositivos reais as teorias estudadas nestas matérias.

Maciel e Leal (2022) salientam que robótica educacional proporciona atividades lúdicas em ambiente de aprendizagem atrativo, que despertam curiosidade e vontade de aprender dos alunos de uma maneira geral e, por extensão, também incentivam o desejo de estudar e colocar em prática os conhecimentos teóricos adquiridos nas disciplinas cursadas durante o bacharelado em engenharia de controle e automação.

Por ser um país em desenvolvimento, o Brasil ainda carece de recursos para desenvolver atividades orientadas à robótica educacional em grande parte de suas instituições de ensino, desde escolas, a faculdades e universidades.

Quando o estudante pratica robótica, tem a chance de verificar em tempo real conhecimentos teóricos estudados em diversas disciplinas, levando ao aprimoramento de seu raciocínio lógico, uma vez que ele está em busca incessante por novas soluções para construção e programação de robôs (Maciel e Leal, 2022).

Azevedo, Francisco e Nunes (2020) caracterizam robótica educacional como estratégia desafiadora e lúdica, para consolidar aprendizado através de interdisciplinaridade, que motiva o desenvolvimento de competências como autonomia, iniciativa, criatividade, espírito crítico e capacidade de trabalhar em grupo, devido à oportunidade de compartilhar e colocar em prática os conhecimentos teóricos estudados em diversas disciplinas.

Lopes (2008) salientou a relevância do ensino de robótica educacional no processo de aprendizagem dos estudantes de engenharia de controle e automação, enquanto Callegari (2015) comenta a importância de competências desenvolvidas em sua prática pedagógica, como o respeito às diferenças, adquirido através dos trabalhos realizados em grupo.

Robótica educacional tem um amplo campo de interdisciplinaridade, pois abrange diversas matérias lecionadas no bacharelado em engenharia de controle e automação, como máquinas elétricas, mecânica, eletrônica, sistemas digitais, programação de computadores e circuitos elétricos (Azevedo, Aglaé e Pitta, 2020).

Stefanello, Filho e Guimarães (2013) aponta que o uso de robótica educacional, como ferramenta pedagógica interdisciplinar, proporciona aos alunos de engenharia de automação um ambiente de aprendizagem propício ao desenvolvimento de raciocínio lógico e técnicas de programação, habilidades que podem ser aplicadas em diversas matérias.

Oliveira e Mill (2020) destacam que a educação se organiza em torno de quatro pilares, que são aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a conhecer. Segundo os autores, robótica educacional se destaca por trabalhar esses 4 aprendizados em seus alunos, cujas competências resultantes são importantíssimas no ensino das disciplinas de engenharia de controle e automação.

Teixeira, Mota e Alexandria (2020) citam uma das muitas aplicações de robótica educacional em engenharia de controle e automação, que trata do ensino e construção de conhecimentos em cinemática, uma das áreas de Física, que é a ciência do movimento. Um exemplo consiste em construir e programar um robô para seguir uma linha, marcando pontos no circuito. A partir da medida do

tempo de deslocamento entre tais pontos, e conhecendo a distância entre eles, pode-se utilizar o método dos mínimos quadrados para obter uma função que aproxime o espaço percorrido pelo robô, como função de tempo e velocidade.

Santo, Moura e Araújo (2017) comentam que a era tecnológica vivenciada pela humanidade possibilita o uso de robótica em diversas áreas, como agricultura, medicina, aviação, indústria, fábricas de automóveis, marinha, etc. Robótica educacional possibilita, de acordo com os autores, a representação em pequena escala de vasta gama de processos industriais, sendo por este motivo adequada ao ensino da engenharia de controle e automação.

Robôs industriais têm custo proibitivo para grande parte das instituições de ensino. Dessa forma, Jaeger (2022) salienta a importância de utilizar conjuntos didáticos e simuladores online no ensino de robótica educacional aos alunos de engenharia de controle e automação, uma vez que o custo destes itens é bem mais acessível, quando comparado aos caros equipamentos utilizados em robôs industriais.

Yepes (2020) destaca a importância de se utilizar metodologias de aprendizagem ativas em engenharia de controle e automação, como faz robótica educacional, ao trabalhar com o aprendizado baseado em solução de problemas. Essa estratégia pedagógica leva os estudantes a selecionarem teorias estudadas em diversas disciplinas, para decidirem como serão montados e programados os robôs que resolverão os desafios abordados.

Segundo Silva (2021), a divisão em grupo realizada em robótica educacional leva ao compartilhamento de informações entre seus membros, fazendo surgir uma relevante competência, que é a capacidade de conviver com a coletividade. A troca de ideias entre colegas também origina criatividade, autonomia, auto estima e independência, uma vez que a partir do pensamento de um membro do grupo surgirão novos pensamentos, convergindo para a solução mais adequada ao problema tratado.

Santos, Pereira e Godin (2020) apontam robótica educacional como responsável por proporcionar aos discentes o entendimento da teoria estudada em livros e na sala de aula, do ponto de vista prático, característica que ajuda bastante na construção de conhecimento, consolidando aprendizado significativo entre os alunos, motivando-os a continuarem os estudos em engenharia de controle e automação.

Em áreas de ciências exatas e computação, a quantidade de profissionais do sexo masculino é bem maior que a de mulheres (Santos, Marques e Kempner, 2023). Considerando esse contexto, robótica

educacional tem o potencial de proporcionar inclusão de pessoas do sexo feminino em áreas tecnológicas, contribuindo ainda mais para a qualidade de ensino dos bacharelados em engenharia de controle e automação, uma vez que as mulheres se sentirão estimuladas a continuarem suas atividades discentes, ação que contribuirá para reduzir a evasão dos cursos.

A equidade de gênero proporcionada por robótica educacional concentra suas ações na ampliação da quantidade de mulheres estudando as áreas de tecnologia, dentre as quais se destacam as engenharias. Robótica educacional possibilita a realização de oficinas, projetos e cursos direcionados à representatividade feminina em engenharia. Essas ações afirmativas fortalecem a auto estima das mulheres, conscientizando-as que elas possuem o mesmo potencial dos homens para estudar e desenvolver atividades nas engenharias, especialmente no bacharelado de controle e automação.

A busca pela equidade de gênero em engenharias leva as Fundações de Amparo à Pesquisa dos Estados, juntamente com o CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a publicarem editais com ofertas de bolsas exclusiva para candidatas do sexo feminino.

Objetivando a busca pela equidade de gênero nas áreas tecnológicas, alunas e professoras do curso de engenharia de controle e automação da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT) desenvolvem tecnologias assistivas em robótica, trabalhando na segunda versão do robô Otto, destinado ao uso em sessões de terapia para crianças com Transtorno do Espectro Autista (TEA), conforme Santos, Marques e Kempner (2023).

Para incentivar a inserção de mulheres na engenharia de controle e automação, e fomentar o desenvolvimento de ciência e tecnologia em robótica, criou-se projeto para construir robô acessível, barato, atrativo e eficiente, para intermediar sessões psicoterápicas de crianças com TEA.

Nesse projeto, alunas e professoras são protagonistas em iniciativas associadas a tecnologia e robótica, destacando a carreira destas profissionais, uma vez que o robô por elas elaborado auxiliará no tratamento de crianças TEA, gerando impacto social e tecnológico.

O trabalho conta com a participação de três docentes do sexo feminino, que atuam no bacharelado em engenharia de controle e automação, juntamente com cinco alunas bolsistas de graduação.

O projeto do robô Otto está em desenvolvimento há 2 anos, encontrando-se atualmente em sua segunda versão. As alunas bolsistas relataram a importância de sua participação em processos seletivos para trabalharem neste projeto, que segundo as próprias proporcionou nelas maior confiança para enfrentarem uma seleção no mercado de trabalho, uma vez que foram abordados

temas característicos de engenharia de controle de automação nas etapas seletivas, como conhecimentos de inglês, eletrônica, informática, programação de computadores, controle de processos, sistemas digitais, circuitos elétricos, etc.

A participação das alunas no projeto as incentivou a continuarem a estudar o bacharelado em engenharia de controle e automação, uma vez que elas puderam contribuir para auxiliar no tratamento de crianças TEA, com a participação no projeto do robô Otto. Além disso, as discentes tiveram a oportunidade de trabalhar em grupo, amadurecer, compartilhar informações, ampliar conhecimentos e aprender a cumprir prazos, além de desenvolver autonomia e independência, habilidades imprescindíveis ao trabalho em empresas.

Santos, Paulino e Santos (2024) salientam que robótica educacional deve ser trabalhada com os alunos desde a educação infantil, passando pelos ensinos fundamental, médio e superior. Essa recomendação feita pelos autores ocorre devido à interdisciplinaridade do ensino de robótica, que aborda conhecimentos de diversas matérias, na montagem, construção e programação de protótipos. Quando os alunos conseguem observar os resultados práticos das abstratas teorias vistas em livros e sala de aula, eles consolidam aprendizagem significativa.

Por esse motivo, torna-se imprescindível agregar conhecimentos de robótica educacional com os alunos em todos os níveis de ensino, e isto já ocorre em países desenvolvidos.

Apesar dos muitos benefícios disponibilizados por robótica educacional, conjuntos didáticos ainda se encontram na faixa de alguns milhares de reais, inviabilizando sua aplicação em grande parte de escolas e universidades, especialmente as públicas. Mesmo quando se encontram conjuntos robóticos a preços acessíveis, o material didático disponibilizado ao seu uso é inadequado ou inexistente, cabendo ao professor desenvolver apostilas sobre o conhecimento a ser desenvolvido com seus alunos.

Apesar das adversidades, deve-se insistir no uso de robótica educacional em todos os níveis educacionais, devido a sua grande importância na construção de conhecimentos, especialmente no que tange à área do bacharelado em engenharia de controle e automação.

Robótica permite aos alunos de engenharia de automação estudar em ambiente ímpar, que integra conceitos de diversas disciplinas, como física, matemática, máquinas elétricas, eletrônica, sistemas digitais e controle de processos. A abordagem dessas matérias em sala de aula é predominantemente teórica, o que não auxilia significativamente na construção de conhecimentos.

Por outro lado, ao projetar, construir e programar robôs os alunos de engenharia de controle e automação estarão verificando, na prática, conhecimentos teóricos estudados em sala de aula, e essa constatação contribuirá enormemente para consolidar aprendizagem significativa.

A montagem de robôs leva a possibilidades de êxito ou falha, direcionando ao aprendizado e à interação social entre os discentes. Dessa forma, robótica educacional trabalha diversas outras habilidades, imprescindíveis ao ambiente profissional, como criatividade, convivência em grupo, autonomia, independência e capacidade de liderança.

Assim, robótica educacional tem grande potencial em promover aprendizado, de acordo com o material escolhido, lembrando que o professor passa a ter uma função mediadora na construção de conhecimento, ou seja, o docente apontará os melhores caminhos para seus alunos pesquisarem as respostas às suas indagações, sem, contudo, fornecê-las diretamente.

Rosa e Neto (2020) descrevem a importância de robótica educacional no ensino de engenharia de controle e automação, no que tange ao desenvolvimento do pensamento computacional, que engloba abstração, sequenciamento, generalização, pensamento algorítmico e demais habilidades na solução de problemas, as quais também são úteis na consolidação de conhecimentos para potencializar o aprendizado de diversas disciplinas.

Com as atividades de robótica educacional os alunos não somente projetam protótipos para a solução de determinado problema, mas sobretudo aprendem a trabalhar em equipe, colaborativamente, de maneira análoga à qual procederão, quando estiverem inseridos no mercado de trabalho.

Portanto, além de consolidar aprendizagem ativa, com a verificação na prática de abstratos conceitos teóricos estudados em sala de aula, robótica educacional auxilia no desenvolvimento de habilidades profissionais, que serão fundamentais aos alunos para um desempenho produtivo de suas futuras profissões.

Robótica educacional é aplicada de maneira análoga a uma metodologia ativa de ensino, ou seja, sua estratégia pedagógica se baseia na atuação do docente como um mediador, orientando o estudante para que o mesmo se torne protagonista de sua própria aprendizagem.

Fernandes e Zanon (2022) comentaram sobre projeto realizado entre alunos do curso de engenharia de controle de automação, para integrar conceitos de robótica a física, na área de transferência de calor. Os estudantes participantes apreciaram bastante participar do projeto e construção de robô, abrangendo conhecimentos de física, eletrônica e máquinas elétricas. A elaboração deste protótipo

auxiliou os discentes a desenvolverem capacidades de observação, análise, criatividade, tomada de decisões e raciocínio lógico, habilidades imprescindíveis ao exercício profissional.

O trabalho realizado envolveu duas plataformas distintas. A primeira delas foi mais cara, tendo utilizado o conjunto didático Lego Mindstorms EV3. Como os discentes de engenharia eram iniciantes em robótica, a iniciativa de começar o projeto em um conjunto didático facilitou o aprendizado, uma vez que ele disponibiliza unidade central de processamento, sensores, atuadores, motores e peças encaixáveis, que possibilitam construir qualquer topologia robótica, cujo formato se limita apenas pela criatividade de seus construtores.

Após a experiência com conjuntos didáticos, a segunda etapa do projeto se concentrou em desenvolver um protótipo mais barato e acessível, baseado no microcontrolador Arduino, que disponibiliza entradas e saídas, às quais podem ser adquiridos e conectados componentes eletrônicos usualmente utilizados em robótica, como resistores, motores, servomecanismos, sensores, diodos emissores de luz, potenciômetros e transistores.

O projeto, construção e programação do protótipo baseado em Arduino demandou maiores conhecimentos dos discentes, que abrangeram disciplinas como máquinas elétricas, sensoramento, programação de computadores, eletrônica analógica, sistemas digitais e circuitos elétricos, dentre outras.

Os dois tipos de robôs construídos motivaram bastante os alunos na continuidade de seus estudos, uma vez que através dos protótipos elaborados eles puderam verificar na prática abstratos conhecimentos estudados em considerável número de disciplinas, fato que os auxiliou a consolidar aprendizagem efetiva em seus processos cognitivos.

Enquanto a primeira fase do trabalho se baseou em conjuntos didáticos prontos e mais caros, a segunda etapa utilizou componentes bem mais acessíveis economicamente, tendo por este motivo demandado maiores conhecimentos de outras disciplinas estudadas em engenharia de controle e automação, para adquirir os componentes que já vêm integrados nos modelos mais dispendiosos, como a plataforma Lego Mindstorms EV3.

A segunda fase do projeto também evidenciou entre os alunos a importância da preservação ambiental e do reaproveitamento, uma vez que foram utilizados materiais reciclados, oriundos de eletrodomésticos e componentes eletrônicos descartados, para a construção da estrutura em que foi montado o protótipo baseado na plataforma Arduino.

Conforme Sokolonski, Sá e Macedo (2020), Raciocínio Computacional (RC) é uma maneira de sistematizar o pensamento, fundamentada sobre capacidades matemáticas, raciocínio lógico, criatividade, abstração, decomposição, sistematização e solução de problemas. Segundo os autores, os benefícios do RC compreendem todas as ações cotidianas das pessoas, não somente aquelas relacionadas a matemática, lógica e computação. Dessa forma, o raciocínio computacional auxilia nas estratégias de planejamento de soluções para qualquer problema ou desafio.

Robótica educacional (RE) fundamenta sua estratégia pedagógica sobre a construção de algo tangível como um protótipo ou robô, para consolidar processos cognitivos através deste ambiente ativo de aprendizagem. O desenvolvimento do raciocínio computacional através de robótica educacional estimula o interesse no aprendizado discente, uma vez que enquanto desenvolvem seus projetos, os alunos analisam desafios, planejam soluções, realizam atividades coletivas e compartilham informações.

Considerando que o raciocínio computacional auxilia a simplificar o problema tratado em robótica educacional, pode-se concluir que RC constitui parcela integrante da prática de RE.

Sokolonski, Sá e Macedo (2020) analisaram dezenas de projetos de robótica educacional realizados com alunos de engenharia de controle e automação, em diversos períodos do curso. Os autores verificaram que a maior parte deles foi aplicado nos períodos iniciais, e utilizou conjuntos didáticos de robótica, que são indicados justamente quando os alunos ainda não possuem conhecimentos para construir seus próprios protótipos.

À medida em que os períodos do curso avançavam, os conhecimentos adquiridos pelos alunos também cresciam. Portanto, projetos de robótica desenvolvidos entre estudantes mais avançados demandavam a construção de seus próprios robôs controlados pelo microcontrolador Arduino, uma vez que os alunos já tinham adquirido conhecimentos para fazer isso, em disciplinas como programação de computadores, máquinas elétricas, circuitos elétricos, eletrônica, sistemas digitais e controle de processos.

Assim, destaca-se a importância de robótica educacional como elemento capaz de integrar vasta gama de conhecimentos do curso de engenharia de controle de automação, por meio da realização de construtos e protótipos, que possibilitam aos discentes verificar na prática os abstratos conteúdos estudados em livros e sala de aula, auxiliando-os na consolidação de aprendizagem ativa e efetiva, além de contribuírem para o desenvolvimento de habilidades empreendedoras, essenciais ao exercício profissional.

Robótica educacional estimula a criatividade, devido ao estudo das soluções para determinado problema, e consequente compartilhamento de ideias em trabalho coletivamente realizado, que fará surgir maneiras originais de abordar um desafio. Além de fomentar pensamento lógico e autonomia, robótica educacional estimula o exercício da convivência em sociedade e o respeito ao próximo, quando os integrantes de um grupo escutam as formas elaboradas por um colega, para tratar desafio proposto.

Conjuntos de robótica educacional são compostos por peças encaixáveis, sensores, atuadores, unidade centrais de processamento e ambiente de desenvolvimento integrado para programação.

Através de sensores os robôs recebem informações sobre as grandezas físicas monitoradas no processo, que podem ser distância, luminosidade, pressão, temperatura, humidade, vazão, etc. De acordo com o resultado das lógicas programadas, que processam os valores medidos pelos sensores, haverá alguma atuação no processo, como acionamento de motores, válvulas, sinalizadores, bobinas, relés e demais elementos controlados pelo código.

Os conjuntos didáticos proporcionam aprendizagem prática e colaborativa, fomentando a aplicação da teoria estudada em livros e sala de aula em situações do mundo real, conforme Ling e Oliveira (2023).

Ling e Oliveira (2023) citam que tais conjuntos educacionais auxiliam no desenvolvimento de habilidades como capacidade de solucionar problemas, criatividade, pensamento crítico, autonomia e trabalho coletivo. Dessa forma, eles resolveram utilizar recursos de conjuntos didáticos de robótica educacional no ensino de matemática para uma turma de engenharia de controle e automação, com o intuito de despertar o interesse discente pela disciplina dos números, incentivando-os a permanecer em seu curso, combatendo desta forma a evasão.

Embora o universo de atuação de Ling e Oliveira (2023) tenha se restringido inicialmente a poucas dezenas de alunos, eles perceberam que estes discentes aperfeiçoaram seus rendimentos acadêmicos nas disciplinas de cálculo diferencial integral e cálculo numérico, em relação aos alunos que não tiveram o reforço de robótica educacional no ensino de matemática.

Motivados pelo resultado profícuo da aplicação de conjuntos didáticos de robótica no ensino de matemática, os professores resolveram ampliar o escopo de sua atuação, e desenvolver seu próprio robô junto com seus alunos, como forma de obter protótipos mais baratos, auxiliar a democratizar e universalizar o uso de tecnologias educacionais.

O robô desenvolvido foi baseado no microcontrolador Arduino, caracterizado por eficiência e baixo custo. Os resultados com a utilização de robô fundamentado sobre a plataforma Arduino foram semelhantes aos conseguidos por meio de conjuntos didáticos educacionais, com a vantagem de o valor ser bem mais acessível.

O uso de Arduino demandou um pouco mais de trabalho, uma vez que foi necessário trabalhar conhecimentos que seriam adquiridos pelos alunos somente quando eles cursassem disciplinas do ciclo profissional do curso de engenharia de controle e automação, relacionadas a programação, sistemas digitais, eletrônica, máquinas elétricas e circuitos elétricos.

Apesar do trabalho adicional, o robô baseado em Arduino motivou ainda mais os discentes a continuarem em seu curso, uma vez que eles ficaram ansiosos para alcançar o ciclo profissional, para se aprofundarem nos estudos das supracitadas matérias.

De acordo com Pereira e Oliveira (2020), disciplinas lecionadas de forma isolada, seguindo paradigma tradicional de transmissão de conteúdo, tornam-se demasiadamente teóricas ou descontextualizadas, não contribuindo de maneira satisfatória para consolidar aprendizagem ativa entre os discentes. Dessa forma, necessitam-se de estratégias pedagógicas diferenciadas para tornar o aprendizado prazeroso para os alunos, que possibilitem o aprimoramento dos processos cognitivos dos estudantes.

Nesse contexto, destaca-se a importância de robótica educacional no ensino de engenharia de controle e automação, como cadeira multidisciplinar, capaz de integrar conhecimentos trabalhados em diversas matérias, contribuindo para a construção de aprendizado efetivo, através da construção de artefatos, protótipos e robôs, que possibilitem ver na prática os abstratos conhecimentos teóricos estudados em livros e sala de aula.

Robótica educacional auxilia o aluno a ser protagonista da própria construção de conhecimento, enquanto o professor se torna mediador do processo, isto é, aponta os melhores caminhos para obter as informações necessárias às soluções de seus problemas, sem contudo apresentar respostas diretas aos questionamentos discentes.

Dessa forma, o aluno enfrentará desafios, desenvolvendo autonomia, criatividade, capacidade de solucionar problemas, habilidades para trabalhar em grupo e raciocínio lógico, qualidades indispensáveis ao exercício satisfatório de qualquer profissão.

Enquanto projeta, constrói e programa robôs para vencer seus desafios, o aluno integra conhecimentos teóricos de vasta gama disciplinar, como eletrônica, circuitos elétricos, máquinas

elétricas, sistemas digitais, física, cálculo e controle de processos. Verificando aplicações práticas dessas matérias em seus protótipos e artefatos construídos, ocorre a aprendizagem ativa, onde se efetiva a construção de conhecimento, fazendo com que o discente se interesse na continuidade de seu curso, terminando por combater a evasão escolar.

Pereira e Oliveira (2020) desenvolveram atividade de robótica educacional com alunos do bacharelado em engenharia de controle e automação, que consistia no projeto, construção e programação de um protótipo robô de veículo elétrico, controlado pelo microprocessador Arduino, associado a componentes eletromecânicos de baixo custo, juntamente com sensores, atuadores e materiais reciclados e reaproveitados.

Verificou-se que os alunos desenvolveram habilidades multidisciplinares, e adquiriram valiosas competências, como senso de liderança, autogestão, autonomia, independência, habilidade de conviver em grupo, criatividade, capacidade de solucionar problemas e pensamento algorítmico.

As questões motivadoras apresentadas pela problemática de projetar um robô veicular levaram os discentes a explorarem profundamente temas multidisciplinares relacionados à engenharia de automação, e a cada dúvida que surgia eles trocavam ideias entre si para solucionarem as questões levantadas. Esse compartilhamento de conhecimento entre os diversos membros de um grupo direcionava ao aperfeiçoamento de processos cognitivos, o que ampliava a criatividade individual e coletiva dos estudantes, à medida em que os problemas relacionados à construção e programação do protótipo veicular conseguiam ser solucionados.

Mesmo quando os estudantes levavam um pouco mais de tempo para resolverem determinada parte do projeto, eles viam isso de maneira positiva, desenvolvendo resiliência e determinação, não se deixando esmorecer ante os desafios encontrados na execução do trabalho. Assim, projetos de robótica educacional contribuem para modificar a cultura do ensino tradicional, despertando nos estudantes o interesse pelo aprendizado, uma vez que eles conseguem verificar efeitos práticos das teorias estudadas, aplicados nos artefatos construídos.

A metodologia ativa de aprendizagem baseada em projetos é comumente aplicada em robótica educacional, como neste caso analisado, em que se realizou trabalho de construir e programar robô veicular com alunos de engenharia de automação.

A partir do momento em que se define um objetivo a ser trabalhado num projeto de robótica educacional, com o professor desempenhando as funções de mediador, orientador ou facilitador da

aquisição de conhecimentos, os alunos desenvolvem motivação para estudar, pesquisar e aperfeiçoar processos cognitivos, para adquirir o embasamento teórico necessário à construção e programação de determinado robô, cujo funcionamento validará as teorias pesquisadas, terminado por consolidar aprendizagem ativa entre os discentes.

Antes de os alunos procederem à construção do robô veicular, foi necessário desenvolver conhecimentos junto com os discentes, para que eles tivessem condições de concluir o desafio. Por esse motivo realizou-se entre eles curso de robótica dividido em módulos, que apresentavam o Arduino, displays, diodos emissores de luz, sensores, atuadores, resistores, protoboards, jumpers, indutores e capacitores.

O curso de robótica também previu a necessidade de os alunos aprenderem a simular o comportamento do protótipo, antes de efetuar a montagem do artefato, como forma de evitar dissabores ocasionados por falhas de programação ou dimensionamento de componentes.

Por esse motivo os estudantes tiveram um módulo exclusivo destinado ao aprendizado do simulador do microcontrolador Arduino, que é a plataforma Tinkercad.

O perfil dos estudantes que participaram deste projeto é de alunos dos primeiros períodos do curso de engenharia de automação. Verificou-se que, ao final do trabalho, os discentes se sentiram mais motivados a estudarem, tendo por este motivo apresentado relevante aproveitamento em suas atividades acadêmicas.

Os parágrafos anteriormente descritos nesta subseção evidenciam a importância de se utilizar robótica educacional no ensino de engenharia de controle e automação, uma vez que suas características interdisciplinares proporcionam aos alunos a oportunidade de ver acontecer na prática conhecimentos teóricos estudados em diversas matérias, auxiliando a consolidar seu aprendizado, juntamente com relevantes competências, como criatividade, autonomia, independência e maturidade para realizar atividades em grupo.

Dessa forma, robótica educacional tem grande potencial para auxiliar no aprimoramento do desempenho acadêmico discente, além de ajudar no combate à evasão escolar, uma vez que motivará o aluno a permanecer estudando, para aplicar na prática o conhecimento teórico visto, e consolidar a construção de conhecimento interdisciplinar.

3 MARCO METODOLÓGICO

Esta pesquisa foi realizada na cidade de Macaé, estado do Rio de Janeiro, com discentes do bacharelado em Engenharia de Controle e Automação.

Objetivou-se investigar a contribuição da robótica educacional para a aprendizagem dos alunos de Engenharia de Controle e automação.

3.1 CATEGORIZAÇÃO GERAL

3.1.1 QUANTO À NATUREZA

Pesquisa básica tem como principal objetivo a geração de conhecimento científico e tecnológico, sem almejar ganhos ou lucros com as descobertas realizadas. Já a pesquisa aplicada visa utilização objetiva do conhecimento gerado, como forma de resolver algum problema abordado.

O principal elemento que motiva a pesquisa básica é a vontade de entender algum fenômeno, sem pensar em aplicações ou fins práticos. Dessa forma, pesquisa básica leva a novos conhecimentos, acumulando capital intelectual e científico, estabelecendo bases para extração de aplicações práticas a partir dos saberes recentemente obtidos.

Segundo Zucatto, Freitas e Marzzoni (2020), a pesquisa básica visa o aprofundamento de conhecimento sobre determinado tópico, para melhor entendimento de fenômenos, sem, entretanto, objetivar algum resultado específico. Os autores destacam que os avanços na saúde norte americana, ocorridos durante as duas grandes guerras mundiais, foram consolidados por dados e conhecimentos científicos obtidos através de pesquisas básicas.

Conforme Zucatto, Freitas e Marzzoni (2020), a pesquisa aplicada pretende alcançar determinado conhecimento, para buscar formas de resolver necessidade específica, ou seja, alcançar um resultado. De acordo com os autores, a pesquisa básica gera conhecimentos, sem, contudo, buscar uma solução específica, enquanto a pesquisa aplicada pretende resolver um problema na prática. A principal característica da pesquisa básica é sua contribuição ao conhecimento em geral, estabelecendo desta forma os fundamentos para a pesquisa aplicada, que leva ao desenvolvimento de tecnologias.

De acordo com Moreira e Rizzatti (2020), pesquisa básica tem por objetivo produzir conhecimentos fundamentais, sobre os quais futuras pesquisas aplicadas poderão ser desenvolvidas, para resolver algum problema específico.

Pereira (2022) define a pesquisa básica como a intenção de produzir novos conhecimentos e teorias, havendo ou não a comprovação de hipóteses. O autor coloca que a partir de conhecimentos gerados pela pesquisa básica, a pesquisa aplicada desenvolve e inova produtos, processos e serviços, visando a solução de problemas.

Esta tese investiga a contribuição da robótica educacional para aprendizagem dos alunos do curso de graduação em engenharia de automação de um instituto federal no estado do Rio de Janeiro. Dessa forma, o trabalho aqui realizado pretende gerar conhecimentos, sem buscar solução específica, definição que enquadra a pesquisa desta tese na categoria básica.

3.1.2 QUANTO À ABORDAGEM DO PROBLEMA

A metodologia desta pesquisa tem abordagem quantitativa. A compreensão de métodos e características é fundamental à elaboração de pesquisas científicas de alto nível. Segundo Soares, Corrêa e Abritta (2022), uma pesquisa deve ser primeiramente qualificada em relação à abordagem. Dessa forma, os autores definem o estudo quantitativo como o tipo de pesquisa baseada em análise numérica, relacionando-se a perguntas sobre a quantidade. De acordo com Mineiro, Silva e Ferreira (2022), a pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, ou seja, opiniões e informações podem ser traduzidas em números para análise e classificação dos dados obtidos. Os autores salientam que a linguagem matemática é a principal forma de descrever as causas de um fenômeno e as relações entre variáveis, na abordagem quantitativa. Pitanga (2020) destaca que relevante parcela de pesquisadores tende a escolher abordagens quantitativas devido à possibilidade de representação numéricas de seus dados, através de gráficos e tabelas.

A pesquisa realizada nesta tese será quantitativa, baseada em coleta de dados obtidas por questionário objetivo de 25 perguntas, respondidas online por alunos de engenharia de controle e automação, através de formulários da plataforma Google. Serão apresentados gráficos de acordo com as respostas de cada uma das questões. Os dados obtidos no questionário serão descritos e explicados, ações que são características de pesquisas quantitativas, cujas abordagens são realizadas nesta tese, durante a análise das informações coletadas.

3.1.3 QUANTO AOS OBJETIVOS

Com relação aos objetivos, a pesquisa desta tese é descritiva. De acordo com Sampaio (2022), pesquisa descritiva é aquela que relata fenômenos ou público alvo, sem interferência do investigador.

A pesquisa descritiva aborda característica populacionais ou fenomenológicas durante a investigação, para estabelecer relações entre variáveis (Guerra, Matos e Costa, 2023). Segundo Pereira e Coutinho (2023), a pesquisa descritiva determina correlações entre elementos investigados.

Embora haja muitas pesquisas sobre robótica educacional, poucas delas são direcionadas à sua contribuição para a aprendizagem de alunos do curso de graduação em engenharia de automação. Por esse motivo, caracteriza-se a pesquisa realizada nesta tese como descritiva, com relação aos objetivos, porque há a pretensão de conhecer mais e se aprofundar sobre determinado tema, relacionando fenômenos sem a interferência do observador.

3.1.4. QUANTO AOS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Os procedimentos técnicos utilizados em uma pesquisa podem ser bibliográficos, pesquisa de campo, documentais, experimentais, levantamento de dados ou estudo de caso. Segundo Sousa, Oliveira e Alves (2021), a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de conteúdo já publicado, para inteirar o pesquisador sobre o material que já foi escrito a respeito do tema pesquisado. Segundo os autores, a pesquisa bibliográfica é obrigatória em pesquisas exploratórias, no desenvolvimento de assuntos, em citações ou conclusões.

Conforme Lula-Barros e Damascena (2021), a pesquisa bibliográfica utiliza fontes de material já elaborados, como artigos e livros. Guerra (2023) destaca que a pesquisa de campo possibilita coleta de dados diretamente com pessoas ou grupos, complementando pesquisas bibliográficas ou documentais, além de poder ser combinada com outros métodos. O estudo realizado nesta tese se caracterizou pelos procedimentos bibliográfico e de campo, uma vez que trouxe material bibliográfico oriundo de livros, revistas e artigos para o marco teórico, juntamente com procedimentos técnicos baseados em questionários com perguntas fechadas, para coletar dados diretamente com pessoas ou grupos.

3.2 HIPÓTESES

Esta tese investiga a contribuição de robótica educacional no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação. Dessa forma, a pergunta feita nesta investigação será a seguinte: Como robótica educacional contribui no processo de aprendizagem de alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação?

A hipótese é: A utilização de robótica educacional em sala de aula como ferramenta de aprendizagem para a graduação em Engenharia de Controle e Automação é uma excelente estratégia para melhor desenvolvimento cognitivo, curricular, pessoal e profissional dos alunos.

3.3 LOCAL DA PESQUISA

Essa pesquisa foi realizada na cidade de Macaé, com 157 discentes de Engenharia de Controle e Automação, de uma Instituição Federal de Ensino.

Objetivou-se investigar a contribuição de Robótica Educacional para o Aprendizado de alunos do Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação.

3.4 UNIVERSO, AMOSTRA E AMOSTRAGEM DA PESQUISA

Universo de pesquisa constitui a totalidade de uma população a ser pesquisada. Santos (2021) salienta que nem sempre há condições de investigar todas as características de uma população, porque a busca de informações sobre os atributos de um universo frequentemente assume enormes proporções. Por isso se estuda uma parte de um grupo em pesquisas, que é comumente denominada amostra.

Conforme Martins, Machado e Gesser (2020), o universo de pesquisa define a população alvo, descrevendo a quantidade de pessoas investigadas. Assim, o universo de pesquisa compreende 200 discentes matriculados em 2024 no bacharelado em Engenharia de Automação.

No quadro abaixo segue o total do universo da pesquisa:

Quadro 1: Total dos sujeitos

Tipos dos Sujeitos de um Instituto Federal do estado do Rio de Janeiro	Quantidade
Discentes Matriculados em 2024 no bacharelado em Engenharia de Automação	200

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

AMOSTRA DA PESQUISA

A amostra de pesquisa constitui a parcela do universo da população que será investigado. Segundo Martins, Machado e Gesser (2020), amostra de pesquisa consiste em estudar somente uma parte do universo populacional.

Santos (2021) destaca que a amostra de pesquisa extraí subconjunto do universo populacional, que é representativo nas áreas de interesse da investigação.

O universo de alunos do Instituto Federal investigado no estado do Rio de Janeiro compreende 200 discentes. Dessa forma, sua amostra de pesquisa deve ser de no mínimo 101 sujeitos, ou seja 50% da população mais 1.

Portanto, o presente estudo pesquisou, como amostra da pesquisa, 157 discentes de diversos períodos de um Instituto Federal numa cidade do estado do Rio de Janeiro, localizada na maior região produtora de petróleo do Brasil.

A amostra de pesquisa compreende 78,5% do universo da população, o que confere aos dados obtidos credibilidade para análise das informações encontradas, com as respostas efetuadas pelos alunos às perguntas do questionário.

Quadro 2: Amostra da pesquisa

Amostra	Instituto Federal	Discentes
Participantes na pesquisa	1	157

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

AMOSTRAGEM

De acordo com Esteves, Vieira e Bittencourt (2021), amostra de pesquisa probabilística utiliza seleção aleatória na escolha do público a ser investigado. A amostra de pesquisa utilizada nesta tese foi probabilística aleatória simples, pois foram selecionados ao acaso elementos representativos da população alvo, totalizando 157 alunos investigados.

O questionário constituiu 25 perguntas objetivas com 5 alternativas cada uma delas, sendo aplicado *online* através de formulários do *Google*. Pretendeu-se na elaboração das questões verificar, junto aos alunos, seus níveis de satisfação e aprendizado com robótica educacional.

As perguntas formuladas possibilitaram avaliar diversas situações, como faixa etária discente, preparo docente para ministrar aulas, infraestrutura laboratorial, desenvolvimento de competências profissionais, interdisciplinaridade, preparo para competições, importância de robótica educacional na formação do alunado, habilidades práticas, compreensão teórica, etc.

Divulgou-se o link para responder o questionário junto a lista de e-mails de todos os alunos de Engenharia de Controle e Automação, de um Instituto Federal num município do Estado do Rio de Janeiro. Durante o período de três semanas em que o questionário ficou aberto, o sistema contabilizou 157 participantes da pesquisa.

3.5 INSTRUMENTO PARA COLETA DE DADOS

Escolheu-se o formulário como técnica de investigação deste estudo, uma vez que esta ferramenta proporciona maior clareza na relação entre os níveis de satisfação e aprendizado, possibilitando melhor conhecimento sobre o assunto pesquisado.

Elaborou-se, para este estudo, um formulário direcionado aos discentes do Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação de um município do estado do Rio de Janeiro, com questionário fechado contendo 25 perguntas objetivas, de cunho qualitativo, cada uma delas com 5 alternativas distintas de resposta.

Procurou-se identificar nas perguntas elaboradas do questionário se os alunos estão satisfeitos com a robótica educacional, e qual o nível de aprendizado dos discentes na disciplina. A análise das informações obtidas permitirá que se chegue a uma conclusão, sobre a contribuição de robótica educacional para a aprendizagem de alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação.

3.6 PLANO DE TABULAÇÃO E ANÁLISE

Utilizou-se a ferramenta *google forms* como programa de internet para tabulação dos dados da pesquisa, que proporciona diversas funcionalidades para análise matemática e estatística das informações coletadas através de questionário *online*. Os dados obtidos são graficamente organizados no formato de coloridas fatias circulares, popularmente conhecidas como pizza, onde são exibidas informações percentuais sobre as alternativas marcadas no questionário disponibilizado em formulário *online*.

As informações obtidas com as perguntas respondidas serão interpretadas de forma imparcial e objetiva. A análise de dados considerará as limitações da pesquisa, juntamente com a influência dos resultados junto ao tema de pesquisa.

Portanto, a análise de dados fará associações entre o campo de estudo e as respostas às perguntas do questionário, possibilitando a elaboração de inferências sobre o assunto pesquisado, e sugestões para trabalhos futuros.

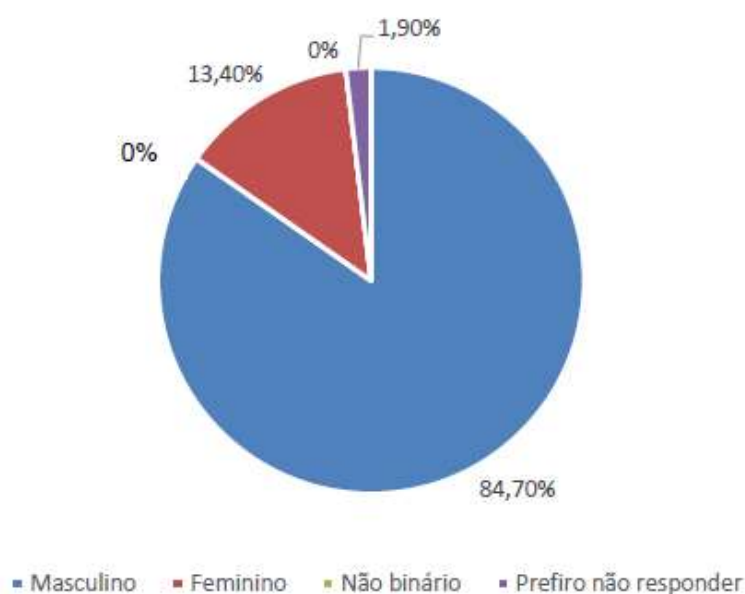
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

4.1 QUESTIONÁRIO RESPONDIDO PELOS ALUNOS

Essa pesquisa teve a participação de 157 discentes de Engenharia de Controle e Automação, matriculados em um Instituto Federal do estado do Rio de Janeiro, que responderam às 25 perguntas objetivas de um questionário fechado, com 4 ou 5 alternativas de respostas em cada uma das questões.

Os dados obtidos são mostrados em gráficos do estilo fatias ou pizza, resultantes da aplicação de questionário através da ferramenta de formulários *online* do *google*. A análise das respostas possibilitará inferência sobre os níveis de satisfação e aprendizado em robótica educacional, respectivamente.

Gráfico 1 – Gênero dos discentes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A informação que destaca a primeira análise deste gráfico é que a pesquisa foi realizada com um total de discentes, dos quais a maioria pertence ao sexo masculino, cujo quantitativo é de 84,7%. Da amostra pesquisada, 13,4% dos participantes da pesquisa se identificam como sendo do gênero feminino. Nenhum estudante (0 %) se posicionou como não-binário. Por último, 1,9% do quantitativo investigado optaram por não responder à pergunta sobre gênero.

Com relação aos investigados que não quiseram responder à questão sobre gênero, podem ser elaboradas algumas hipóteses sobre a opção por eles assinalada.

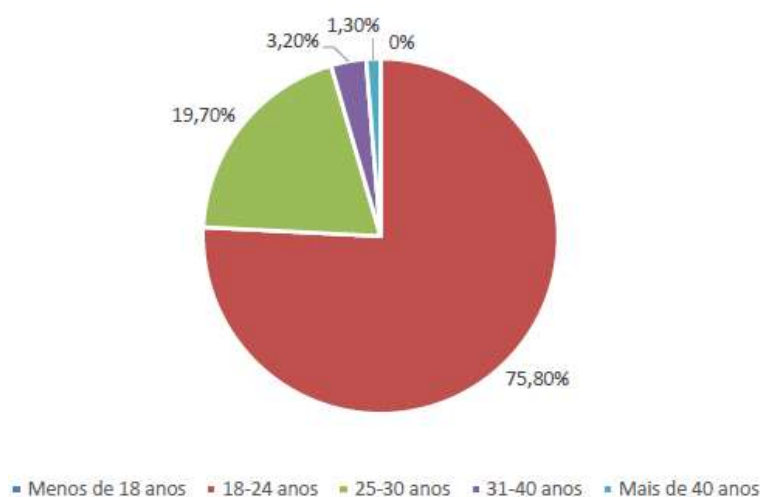
A primeira delas é que a análise de gênero dos entrevistados não importa quanto ao grau de satisfação ou ao nível de aprendizado de robótica educacional. A segunda hipótese sobre a opção marcada pelos discentes que preferiram não responder sobre sua identificação de gênero é que talvez eles não se sintam à vontade em comentar sobre esse tema.

Tradicionalmente o gênero masculino é predominante entre alunos dos cursos de engenharia, o que corrobora os resultados encontrados nas respostas a esta primeira pergunta.

Esta questão foi elaborada para determinar a distribuição dos discentes de Engenharia de Controle e Automação quanto aos respectivos gêneros. Segundo Cunha Vidal e Tiegs (2021), a maior parte dos alunos de engenharia corresponde a discentes do sexo masculino.

Conforme Guizzo, Gomes e Nogueira (2021), o gênero masculino é predominante em cursos superiores de engenharia. Dessa forma, esta primeira questão confirmou a tendência quanto ao gênero discente predominante em cursos de engenharia, que é o masculino.

Gráfico 2 – Faixa etária dos discentes.



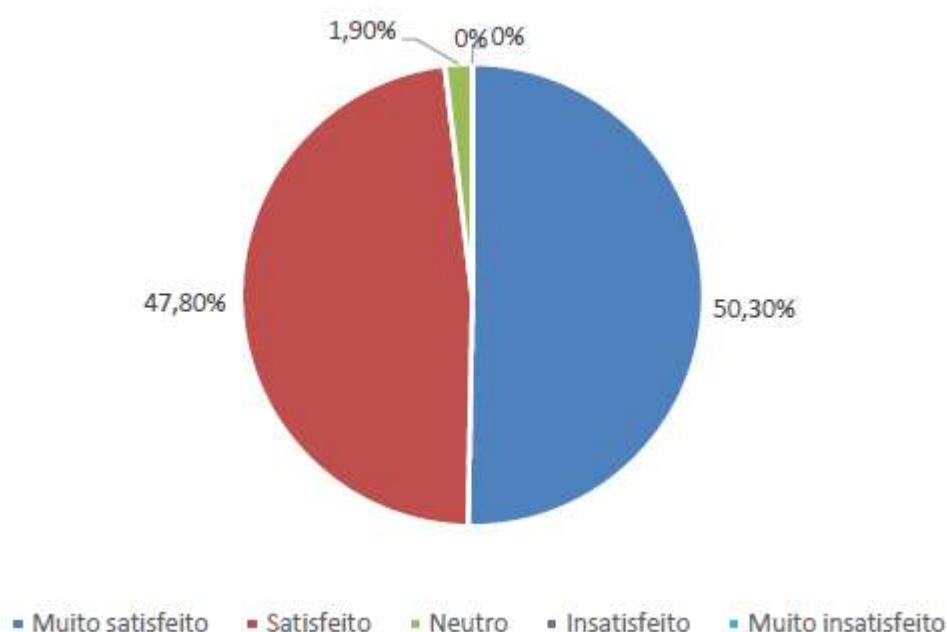
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O segundo gráfico traz informações sobre a faixa etária dos discentes, onde 75,8% deles se encontra entre 18 e 24 anos e 19,7% dos alunos está entre 25 e 30 anos. 3,2% dos estudantes pesquisados tem entre 31 e 40 anos, enquanto 1,3% dos alunos investigados se situam na faixa etária acima de 40 anos.

Nenhum dos estudantes (0 %) informou ser menor de 18 anos, o que é bastante compreensível, uma vez que robótica é matéria do sétimo período do Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação, caracterizado por faixa etária superior aos 18 anos. Alunos terminam o segundo grau próximos aos 17 anos de idade, e iniciam o curso superior com 18 anos, levando em média seis anos para concluir o curso de engenharia. Dessa forma, é normal que a faixa etária discente se encontre, em sua maioria, entre 18 e 24 anos.

Conforme Pizollato, Braghirolli e Righi (2022), 94% da faixa etária dos estudantes de engenharia se situa entre 17 e 30 anos. Guizzo, Gomes e Nogueira (2021) apontam que 90% dos alunos de engenharia têm entre 16 e 30 anos. Assim, o resultado obtido com relação à segunda pergunta corresponde ao esperado, uma vez que a faixa etária dos alunos que responderam ao questionário desta tese está entre 18 e 30 anos, correspondendo a 95,5% da amostra pesquisada.

Gráfico 3 – Nível de satisfação com as aulas de robótica educacional em Engenharia de Automação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dos alunos que responderam ao questionário, 50,3% se declararam muito satisfeitos com as aulas de robótica educacional, enquanto 47,8% assinalaram a opção de satisfeitos. Apenas 1,9% dos estudantes se colocaram como neutros com relação à pergunta. Nenhum dos estudantes (0 %) se posicionou como insatisfeito ou muito insatisfeito com relação às aulas de robótica educacional. Portanto, a maioria da amostra (98,1%) se colocou como satisfeita com relação às aulas de robótica educacional.

O resultado positivo com relação ao nível de satisfação das aulas de robótica educacional reflete a visão positiva que os alunos têm da disciplina, juntamente com a importância da matéria para o aprendizado de Engenharia de Controle e Automação. Dessa forma, os estudantes percebem que a disciplina robótica os auxilia nos processos de construção de conhecimento em Engenharia de Automação, devido às características interdisciplinares e práticas da matéria.

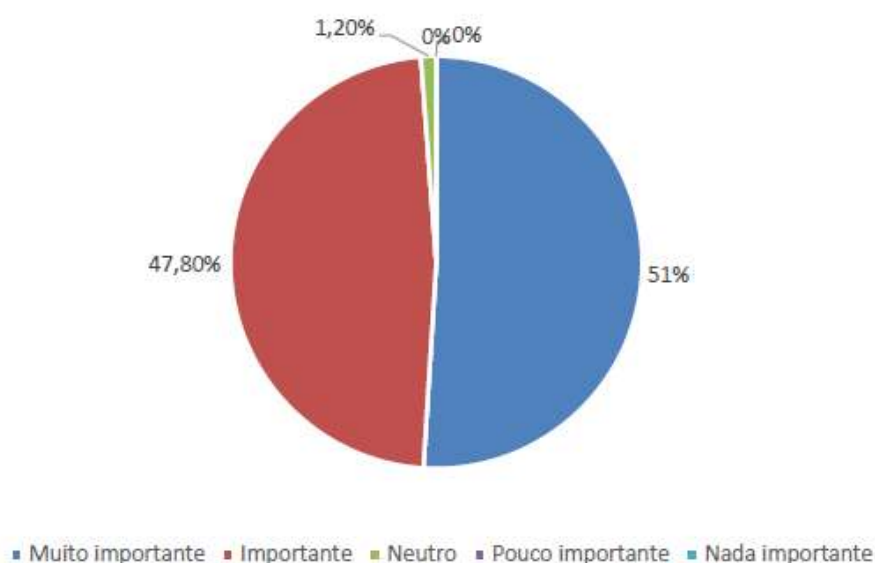
O fato de robótica educacional se basear no paradigma de aprender fazendo, construindo e programando protótipos, auxilia os alunos a sedimentarem conhecimentos trabalhados, desenvolvendo neles grande satisfação com a disciplina.

De acordo com Moran (2021), para desenvolver uma aprendizagem profunda, consolidada e ativa, os estudantes precisam de espaços de prática frequente, o que ocorre durante as aulas de robótica. O autor salienta que as tecnologias de robótica integram competências digitais, disponibilizando conhecimento e prática aos alunos, para que eles possam desenvolver, elaborar e partilhar suas criações.

Segundo Fernandes (2020), discentes costumam ter elevado nível de satisfação com aulas de robótica educacional, uma vez que eles percebem aplicação prática das teorias estudadas em diversas disciplinas. Essas utilizações práticas de conhecimentos teóricos favorecem a aprendizagem significativa, uma vez que os estudantes conseguem verificar as aplicações de teorias abstratas, estudadas em sala de aula.

Andriola (2024) destaca que os alunos se sentem bem em participar das aulas de robótica educacional, devido ao fato de poderem verificar na prática conhecimentos abstratos vistos em sala de aula. Essa verificação prática de conhecimentos resulta em aprendizagem significativa, deixando os estudantes bastante satisfeitos com as aulas de robótica.

Gráfico 4 – Importância de robótica educacional para a formação em Engenharia de Automação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A maior parte da amostra pesquisada (51%) avaliou robótica educacional como muito importante à formação em engenharia de automação. Parcela relevante dos discentes que responderam ao questionário (47,8%) julgaram robótica educacional como importante à formação em engenharia de automação. Somente 1,2% dos alunos se manifestaram neutros com relação à pergunta. Apenas 0% dos estudantes qualificaram robótica educacional como pouco importante ou nada importante.

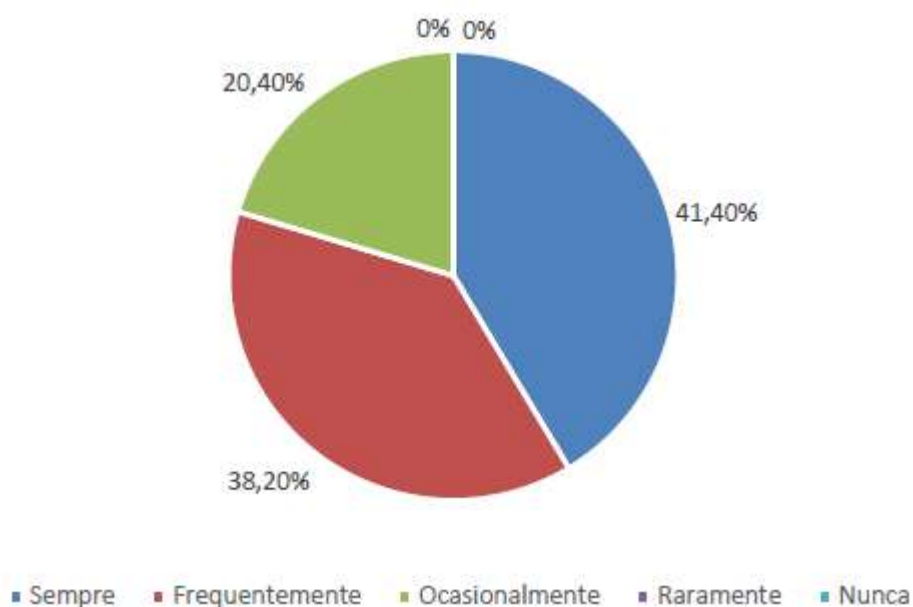
Os dados coletados com esta pergunta refletem a grande importância que os discentes veem em robótica educacional na formação em Engenharia de Automação, uma vez que 98,8% dos estudantes caracterizaram a disciplina como relevante à construção de conhecimentos dos alunos.

Essa importância atribuída a robótica pela maioria dos alunos reside nas próprias características da disciplina, que promove o aprendizado significativo através do paradigma de aprender fazendo, integrando conhecimentos de diversas matérias, o que contribui para o desenvolvimento de processos cognitivos, aliado a outras igualmente importantes competências, como ampliação de autonomia. De acordo com Fernandes (2020), estudantes percebem a importância de robótica educacional para a formação em Engenharia de Automação, devido ao caráter integrador da disciplina, com relação à construção de conhecimentos que integra saberes desenvolvidos em diversas outras matérias do curso.

Albuquerque, Oliveira e Lima (2020) salientam a relevância de robótica educacional para o bacharelado em Engenharia de Controle e Automação, uma vez que a disciplina agrega conhecimentos

estudados nas demais matérias do curso. capacidade de trabalhar em grupo, senso crítico, inovação e iniciativa.

Gráfico 5 – Frequência de utilização dos conceitos de robótica educacional em outros componentes.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Do total de alunos que responderam ao questionário, 41,4% declararam sempre utilizar conceitos de robótica educacional em outros componentes curriculares, enquanto 38,2% estudantes assinalaram a opção de utilizar frequentemente os conceitos de robótica em outros componentes. Apenas 20,4% dos discentes responderam utilizar ocasionalmente os conceitos de robótica educacional em outros componentes curriculares. Somente 0% dos entrevistados afirmaram que raramente ou nunca são utilizados os conceitos de robótica em outros componentes.

A análise de dados coletados compreende 79,6% de alunos que declararam utilizar sempre ou frequentemente conceitos de robótica educacional em outros componentes curriculares, abrangendo a maior parte dos estudantes entrevistados.

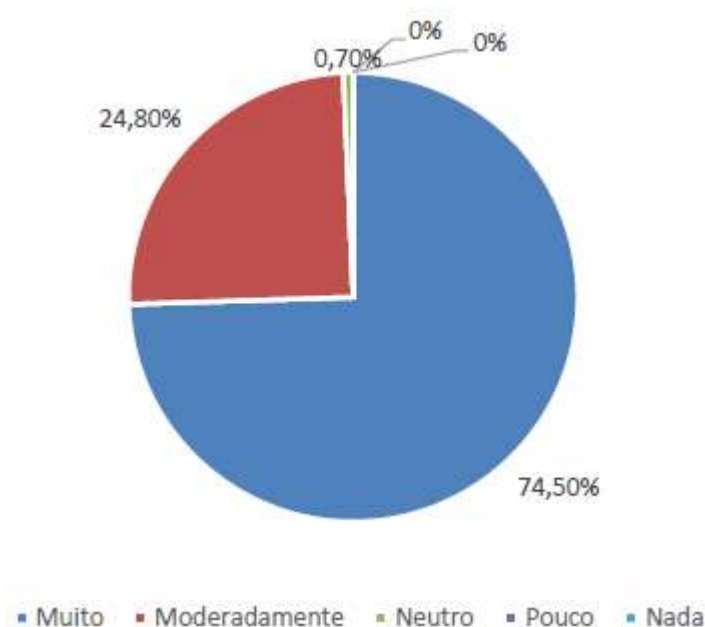
percepção da maioria do corpo discente sobre a utilização de conceitos de robótica educacional em outras disciplinas é algo bastante positivo, que serve para reforçar a importância de robótica educacional no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação.

Conceitos de robótica educacional também são utilizados em outras cadeiras, pois o caráter integrador de robótica faz com que a disciplina trabalhe conhecimentos de outras matérias.

Robótica inclui em sua ementa o aprendizado de programação de computadores, que é utilizado em diversas disciplinas do curso de Engenharia de Automação. Robótica também trabalha conceitos de máquinas elétricas, eletrônica analógica, eletrônica digital, eletricidade, controle moderno, arquitetura de computadores e microprocessadores. Logo, conceitos de robótica educacional também são utilizados em outras matérias.

Majdenbaum (2024) salienta que os estudantes têm a percepção de que conceitos de robótica educacional são utilizados com frequência em outros componentes. Albuquerque, Oliveira e Lima (2020) apontam que os conhecimentos vistos em robótica educacional são comumente abordados em outras disciplinas.

Gráfico 6 – Contribuição de robótica educacional para o desenvolvimento de habilidades práticas.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dos alunos que responderam a sexta pergunta, 74,5% consideram que robótica educacional contribui muito para o desenvolvimento de habilidades práticas em sua formação, enquanto para 24,8% dos discentes tal contribuição é moderada, e 1,3% estudantes consideram neutra a influência de robótica. Apenas 0% dos entrevistados consideraram que robótica educacional contribui pouco ou nada para o desenvolvimento de habilidades práticas.

Dessa forma, verifica-se que a maioria dos participantes da amostra de pesquisa considerou como bastante relevante a contribuição de robótica educacional para o desenvolvimento de habilidades

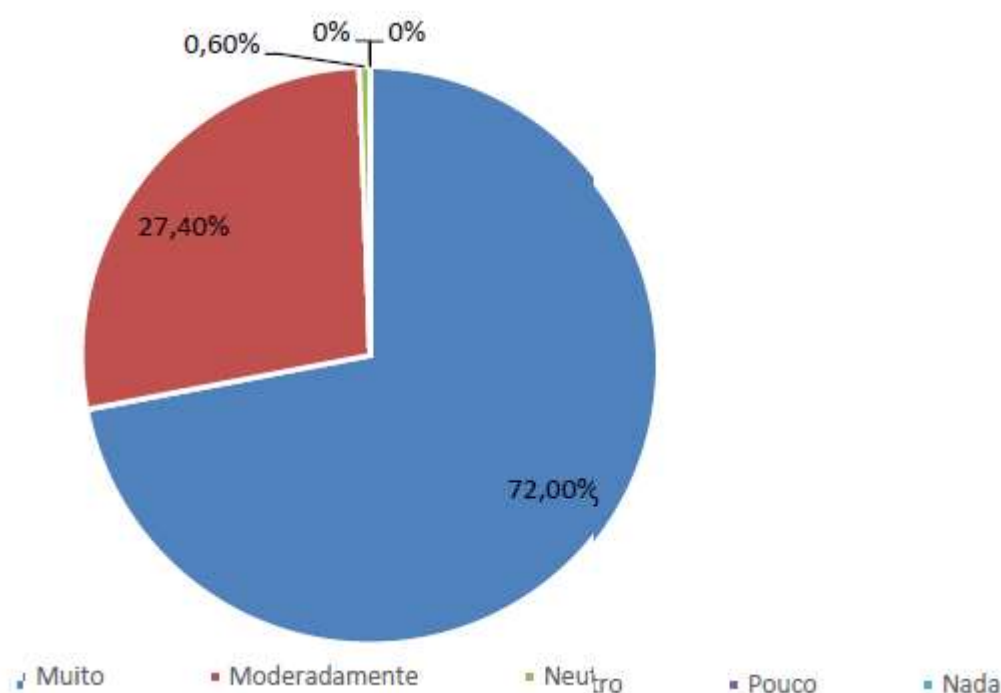
práticas em sua formação, evidenciando a forte influência da disciplina sobre o aprendizado discente no bacharelado em Engenharia de Controle e Automação.

Uma vez que robótica educacional tem como premissa construir conhecimentos a partir do paradigma de aprender fazendo, é natural que a disciplina contribua bastante para o desenvolvimento de habilidades práticas nos alunos de Engenharia de Controle e Automação. Enquanto trabalham na montagem, construção e programação de robôs os estudantes estão desenvolvendo habilidades práticas.

As respostas obtidas até este ponto do questionário permitem uma visualização positiva do nível de satisfação com robótica educacional, pelos integrantes do corpo discente que participaram desta pesquisa.

Majdenbaum (2024) destaca que robótica educacional contribui para o desenvolvimento de habilidades práticas. Bassani, Nascimento e Oliveira (2022) salientam a importância de robótica educacional para o surgimento e ampliação de talentos e habilidades práticas.

Gráfico 7 – Aulas de robótica educacional melhoram compreensão teórica sobre automação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Entre os participantes da pesquisa, 72% da amostra avaliam que as aulas de robótica educacional melhoram muito a compreensão teórica sobre automação. Por outro lado, 27,4% dos discentes

consideraram ser moderada a contribuição das aulas de robótica para compreensão dos conceitos de automação.

Somente 0,6% da amostra percebeu como neutra a contribuição das aulas de robótica educacional para o aprimoramento de conceitos de automação. Apenas 0% dos entrevistados consideraram que as aulas de robótica educacional melhoram pouco ou nada a compreensão teórica sobre automação.

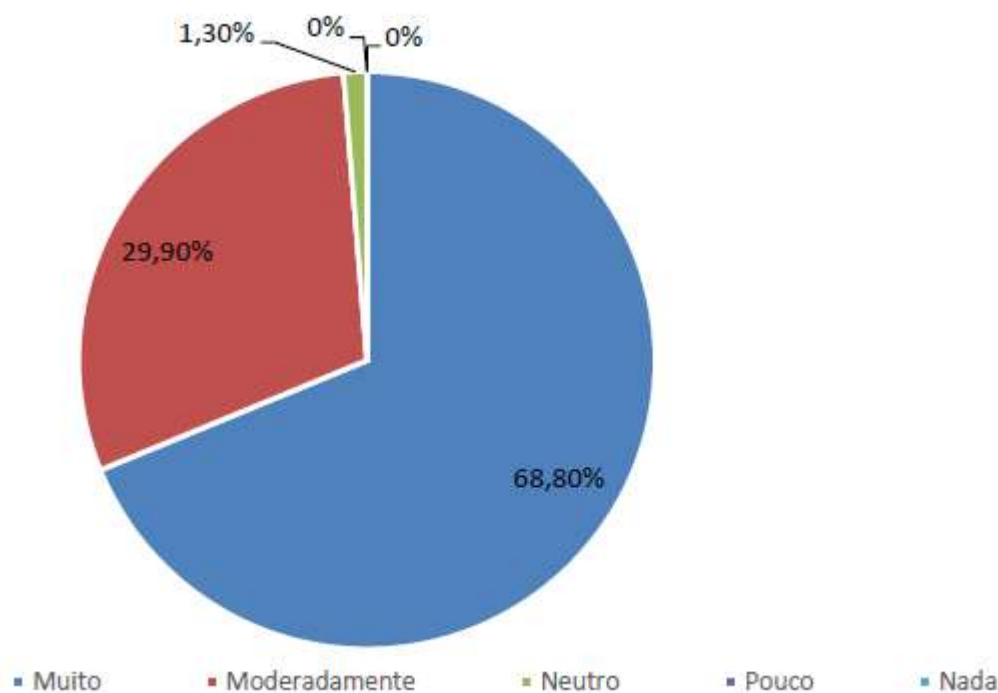
A coleta de dados obtida com a sétima pergunta do questionário revelou que a maioria dos alunos considera que as aulas de robótica educacional melhoram muito a compreensão teórica sobre automação, evidenciando a importância da disciplina no aprendizado sobre conceitos lecionados nas demais matérias do bacharelado em Engenharia de Controle e Automação.

Robótica tem como premissa ser interdisciplinar, trabalhando conhecimentos teóricos e práticos de diversas disciplinas da Engenharia de Automação, como Algoritmos e Técnicas de Processamento, Programação de Computadores, Comunicação de Dados e Redes, Eletrônica, Sistemas Digitais, Conversão Eletromecânica de Energia, Controle de Processos e Arquitetura de Computadores.

Portanto, é natural que os alunos tenham a percepção de que as aulas de robótica educacional melhoram muito a compreensão teórica sobre automação.

Roque (2018) pontua que robótica educacional aperfeiçoa a compreensão teórica sobre conceitos trabalhados em Engenharia de Automação. Bassani, Nascimento e Oliveira (2022) comentam a importância de robótica educacional como elemento capaz de auxiliar na compreensão teórica sobre automação.

Gráfico 8 – O uso de robótica educacional facilita a aprendizagem de conceitos complexos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise do perfil de respostas à oitava pergunta do questionário possibilita a percepção de que 68,8% dos alunos consideram que o uso de robótica educacional facilita muito a aprendizagem de conceitos complexos, enquanto 29,9% dos estudantes avaliam como moderada a contribuição de robótica educacional na aprendizagem de conteúdos considerados difíceis.

Apenas 1,3% dos discentes pontuaram como neutra a opinião de que robótica facilita o aprendizado de conceitos complexos. Somente 0% dos entrevistados apontaram como pouco ou nada a contribuição de robótica educacional para facilitar a aprendizagem de conceitos complexos.

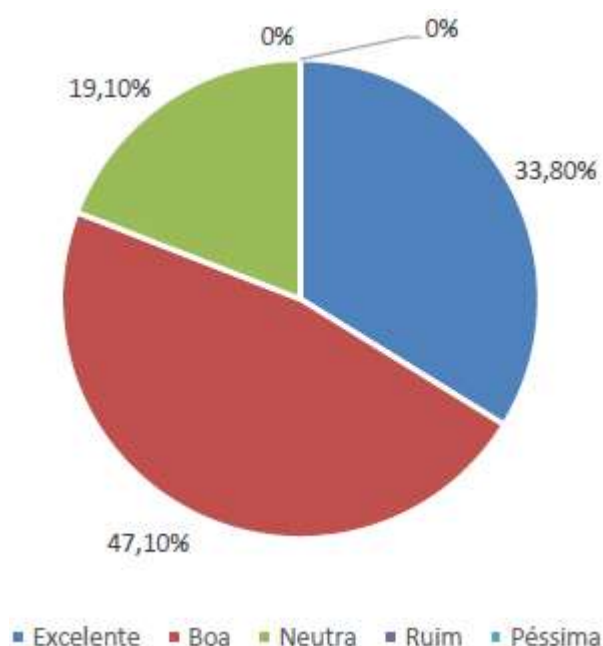
Conforme percebido na visualização do gráfico de respostas desta oitava questão, a maior parte dos alunos considera que uso de robótica educacional facilita muito a aprendizagem de conceitos complexos, destacando a importância que a disciplina tem no aprendizado das demais matérias do curso superior em Engenharia de Controle e Automação.

Robótica possibilita verificar na prática diversos conhecimentos teóricos abstratos e complexos. Essa verificação prática de conceitos complexos ocorre devido ao fato da disciplina se basear em aprendizagem significativa, ou seja, os alunos aprendem projetando, construindo, fazendo e

programando protótipos. Assim, é natural que a maioria dos estudantes perceba que robótica facilita o aprendizado de conceitos complexos.

Roque e Gonçalves (2019) apontam que robótica educacional facilita a aprendizagem de conceitos complexos. Andrade, Moscato e Verri (2020) descrevem robótica educacional como disciplina capaz de auxiliar na compreensão de conhecimentos abstratos e complexos, uma vez que permite ver acontecer na prática a teoria estudada em sala de aula.

Gráfico 9 – Infraestrutura disponível para as aulas de robótica educacional na instituição.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dentre os participantes da amostra investigada, 33,8% dos alunos avaliaram a infraestrutura disponível para as aulas de robótica educacional como excelentes, enquanto 47,1% dos discentes consideraram como boa a infraestrutura e 19,1% dos estudantes pontuaram como neutras as instalações das aulas de robótica. Somente 0% dos estudantes perceberam a infraestrutura disponível para as aulas de robótica educacional como ruim ou péssima.

Os dados coletados com as respostas a esta nona pergunta permitem concluir que os alunos estão satisfeitos com a infraestrutura disponível para as aulas de robótica educacional, uma vez que 80,9% deles avaliaram as instalações das aulas de robótica como excelentes ou boas.

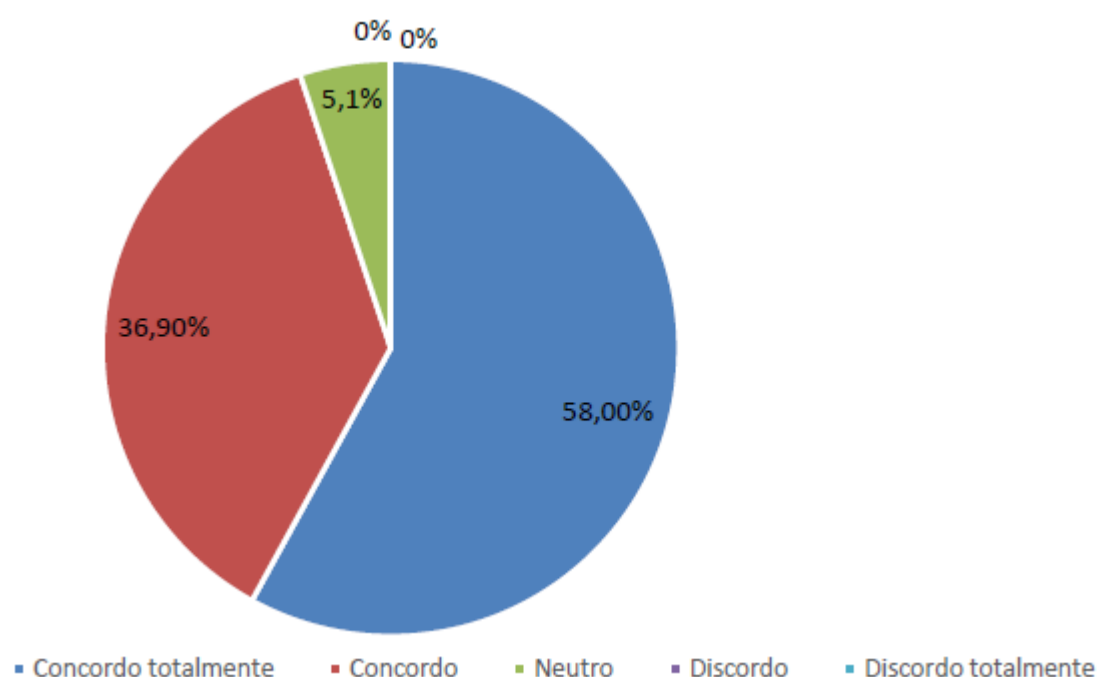
Os estudantes percebem que é fundamental que um laboratório de robótica disponibilize a eles acesso veloz à rede mundial de computadores, facilitando a pesquisa sobre os assuntos desenvolvidos em práticas disciplinares.

Os alunos também notam que é preciso computadores velozes e atualizados, bem como refrigeração e mobiliário adequado, para que eles possam desenvolver suas pesquisas confortavelmente, e trabalhar em suas práticas com o mínimo de segurança. Também são necessárias ferramentas em boas condições de funcionamento durante as aulas de robótica, como ferro de solda, multímetro, fita isolante, chave de fenda, alicate, etc.

Conforme Roque e Gonçalves (2018), mobiliário ergonômico, computadores atualizados, conjuntos educacionais de última geração e acesso veloz à internet constituem elementos fundamentais a uma infraestrutura satisfatória para realização de aulas de robótica educacional.

Antunes (2023) salienta a relevância de utilizar infraestrutura atualizada e moderna nas aulas de robótica educacional, como elemento facilitador do aprendizado dos conhecimentos trabalhados na disciplina.

Gráfico 10 – Conhecimento docente para ministrar aulas de robótica educacional.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Da amostra de alunos entrevistados, 58% deles concordam totalmente com a afirmação de que os professores possuem conhecimento adequado para ministrar aulas de robótica educacional, enquanto 36,9% dos discentes concordam com o domínio de conteúdo por parte dos professores de robótica.

Por outro lado, apenas 5,1% dos estudantes avaliaram como neutra a pergunta sobre o conhecimento docente para lecionar aulas de robótica. Somente 0% dos entrevistados discordaram ou discordaram totalmente dos conhecimentos docentes para ministrar aulas de robótica educacional.

A análise das respostas a esta décima pergunta possibilita concluir que a maior parte do corpo discente considera que os professores possuem conhecimento adequado para ministrar aulas de robótica educacional, uma vez que 94,9% dos alunos concordam totalmente ou concordam com esta afirmação.

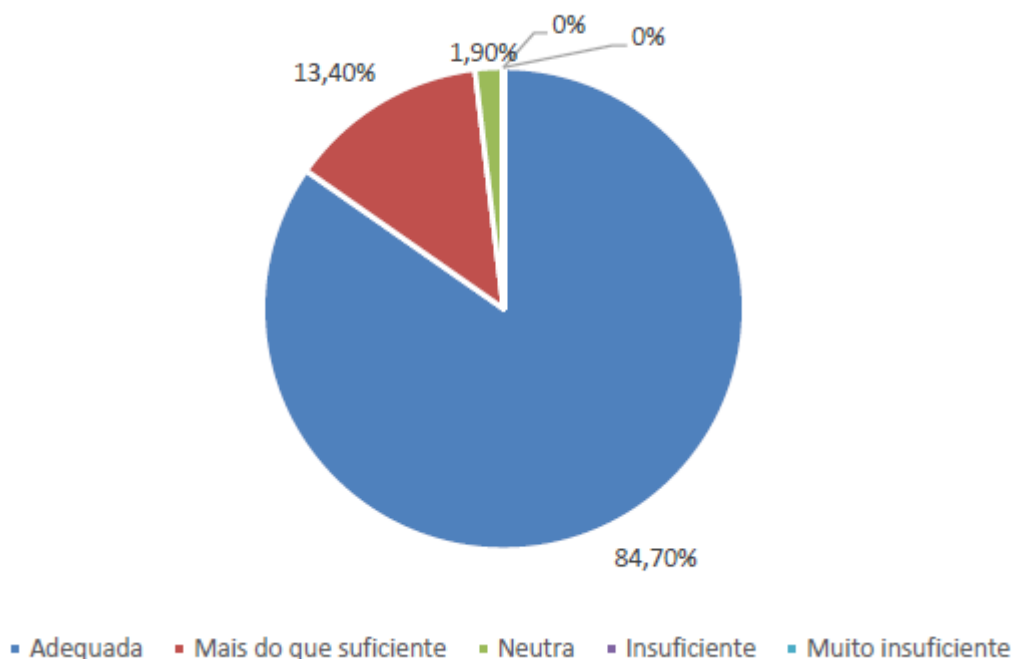
A rede mundial de computadores possibilita aos alunos verificar a consistência das informações passadas por seus professores. Caso o docente ensine algo equivocado ou desatualizado, os alunos podem descobrir isso através de buscas na internet por meio de fontes confiáveis. Portanto, os discentes têm a capacidade de avaliar se os seus professores possuem conhecimento adequado para ministrar aulas de qualquer disciplina, inclusive de robótica educacional.

Um dos requisitos para motivações extrínsecas ao estudo é que o professor demonstre aos seus alunos domínio sobre o conteúdo trabalhado em suas aulas. O docente que mostra aos seus alunos que sabe do que está falando os motiva a estudar.

Roque (2018) destaca ser fundamental que o docente tenha conhecimento suficiente para ministrar aulas de qualquer disciplina, posicionamento que pode ser estendido a robótica educacional.

Dornelles, Cruz e Medeiros (2021) salientam ser imprescindível o domínio de conteúdo docente para lecionar robótica educacional, pois este requisito é necessário para despertar nos alunos interesse em aprender a disciplina.

Gráfico 11 – Carga horária dedicada a robótica educacional no currículo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dentre os alunos que responderam às perguntas do questionário, 84,7% deles consideraram que a carga horária dedicada a robótica educacional no currículo é adequada. Avaliaram a carga horária de robótica educacional como mais do que suficiente um total de 13,4% dos estudantes, enquanto 1,9% dos discentes apresentaram resposta neutra a esta décima primeira questão. Apenas 0% dos entrevistados consideraram insuficiente ou muito insuficiente a carga horária dedicada a robótica educacional no currículo.

A maioria dos alunos avaliou a carga horária de robótica educacional como adequada, evidenciando tendência de crescimento do índice de satisfação discente com a disciplina robótica educacional, o que salienta a importância da mesma no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação.

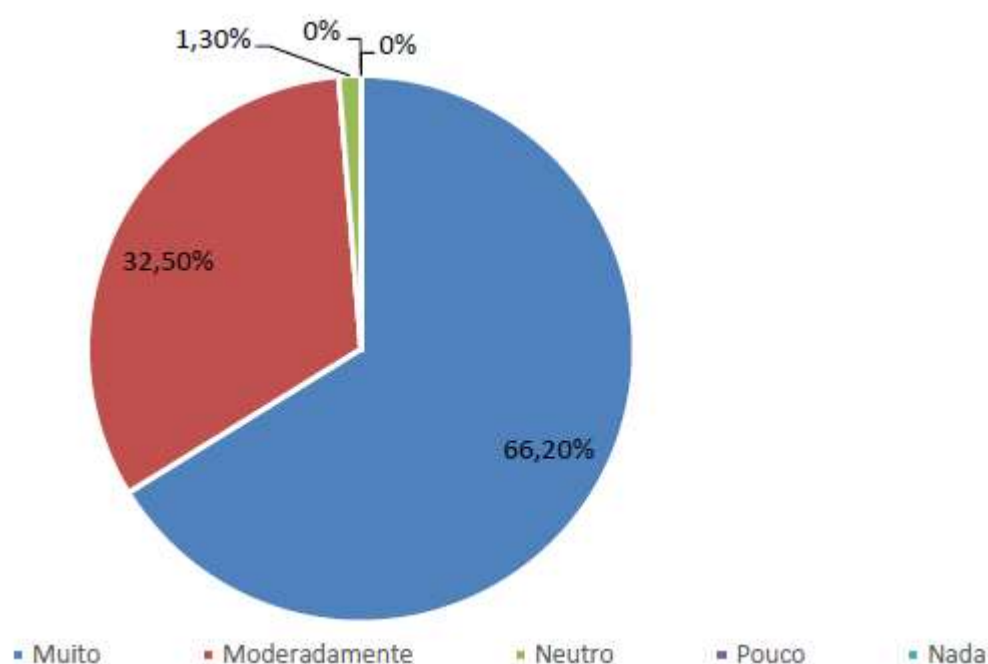
Ao considerar a carga horária de robótica educacional como adequada, a maior parte dos estudantes passa a ideia de que estão satisfeitos com o tempo reservado pela instituição ao aprendizado da disciplina.

O fato de 13,4% dos alunos considerarem que a carga horária de robótica é mais do que suficiente pode ser indicativo de que este percentual discente manifesta algum desapeço com relação às aulas de robótica. Pode-se conjecturar outra hipótese sobre esse percentual. Talvez esses alunos estejam

num nível avançado, e considerem a possibilidade de trabalhar seus conhecimentos numa carga horária inferior à atualmente disponibilizada para robótica.

Azevedo, Francisco e Nunes (2020) comentam que quando estão satisfeitos com os conhecimentos trabalhados em uma disciplina, os alunos acham adequada a carga horária dedicada a matéria. Por outro lado, Becker, Santos e Coutinho (2022) consideram que quando os alunos avaliam a carga horária como mais do que suficiente, isso pode significar que os estudantes não tenham afinidade pela disciplina.

Gráfico 12 – As atividades práticas de robótica ajudam a desenvolver competências interpessoais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dos participantes da pesquisa, 66,2% deles consideram que as atividades práticas de robótica educacional ajudam muito a desenvolver competências interpessoais, como trabalho em equipe e comunicação. Por outro lado, 32,5% dos estudantes avaliam como moderada a contribuição de robótica no desenvolvimento de competências interpessoais, enquanto 1,3% dos alunos se declararam como neutros com relação à décima segunda pergunta.

Somente 0% dos discentes consideraram que as atividades de robótica educacional pouco ou nada ajudam no desenvolvimento de competências interpessoais.

A percepção da maioria dos discentes entrevistados a respeito de robótica educacional ajudar muito no desenvolvimento de competências interpessoais é bastante importante, uma vez que capacidade

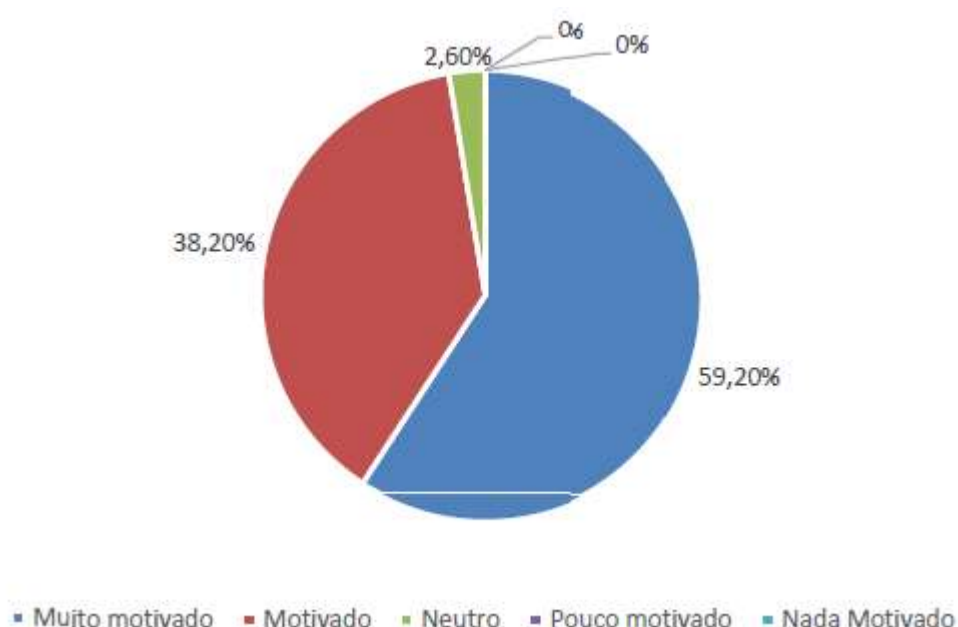
de trabalho em equipe e comunicação são habilidades utilizadas diariamente no exercício profissional de qualquer ofício, evidenciando a importância de robótica educacional no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação.

A disciplina robótica é tradicionalmente lecionada no sétimo período, quando pelo menos metade da turma já faz estágio profissionalizante, onde também aprendem a desenvolver competências interpessoais. Talvez pelo fato de já trabalharem é que 32,5% dos estudantes tenham avaliado como moderada a contribuição de robótica no desenvolvimento de competências interpessoais.

Segundo Majdenbaum (2024), as atividades práticas de robótica educacional ajudam a desenvolver competências interpessoais, devido ao trabalho em equipe durante a elaboração e construção de projetos, que demandam saber ouvir a opinião do semelhante e respeitar o posicionamento do próximo, levando os discentes a aprenderem a interagir em grupo.

De acordo com Jaegger (2022), o trabalho em equipe realizado em robótica educacional ajuda a desenvolver habilidades interpessoais, pois os alunos aprendem a respeitar seus semelhantes, passando a ouvir a opinião dos colegas, e a compartilhar informações com os demais membros do grupo, visando à construção do bem maior, que é a solução dos desafios propostos na disciplina.

Gráfico 13 – Motivação para estudar Engenharia de Automação devido às aulas de robótica.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

De acordo com os dados coletados das respostas à décima terceira pergunta, 59,2% dos alunos se sentem muito motivados a estudar Engenharia de Automação devido às aulas de robótica educacional,

enquanto 38,2% dos discentes se colocam como motivados ao estudo. Apenas 2,6% dos estudantes se posicionaram como neutros com relação à pergunta. Somente 0% dos entrevistados se declararam pouco ou nada motivados para estudar engenharia de automação devido às aulas de robótica.

As respostas dos alunos com relação a esta questão revelam alto nível de satisfação com as aulas de robótica educacional, uma vez que as mesmas motivam a maioria deles (97,4% dos discentes) a estudar os conteúdos veiculados nas disciplinas do curso de Engenharia de Automação.

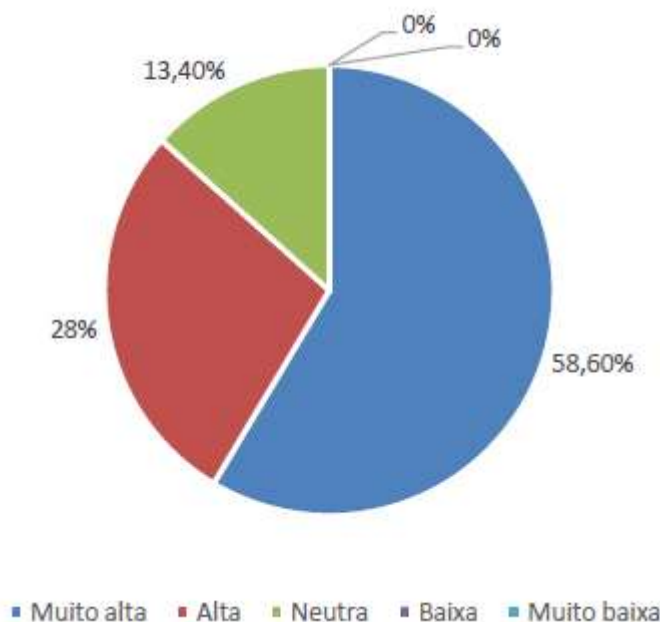
Robótica educacional é uma cadeira interdisciplinar, ou seja, trabalha conteúdos vistos em diversas matérias, como cálculo, física, métodos numéricos, inteligência artificial, redes neurais, lógica fuzzy, análise de sistemas físicos e outras.

O caráter interdisciplinar de robótica motiva os discentes a estudarem Engenharia de Automação, uma vez que a disciplina trabalha conhecimentos Adquiridos em diversas matérias do curso. Portanto, é natural que os alunos se sintam motivados a estudar Engenharia de Automação, devido às aulas de robótica.

Wiltgen (2022) salienta que os alunos se sentem motivados para estudar Engenharia de Automação, devido às aulas de robótica. Essa constatação é esperada, uma vez que robótica permite visualizar aplicação prática de conceitos abstratos verificados em diversas disciplinas do curso, melhorando a compreensão dos mesmos, fato que motiva os discentes na continuidade dos estudos.

Braga (2017) comenta que as aulas de robótica educacional motivam os alunos a estudar, pois eles conseguem visualizar nos experimentos realizados grande parte dos conhecimentos teóricos abordados nas demais disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação. O fato dos discentes verem a teoria se concretizar na prática os estimula a aprofundar os conteúdos estudados nas demais matérias.

Gráfico 14 – Contribuição de robótica educacional para resolver problemas complexos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A maioria da amostra investigada é composta por 58,6% dos discentes, que consideram muito alta a contribuição de robótica educacional para o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas complexos. Um total de 28% dos estudantes avalia como alta a contribuição de robótica para desenvolverem habilidades na solução de problemas difíceis, enquanto somente 13,4% dos alunos se posicionaram como neutros sobre esta décima quarta questão.

Apenas 0% dos entrevistados avaliou como baixa ou muito baixa a contribuição de robótica educacional para resolver problemas complexos.

A análise gráfica das respostas à pergunta de número 14 continua a revelar a influência positiva de robótica educacional no aprendizado de engenharia de automação, visto que a maior parte dos alunos que participaram do questionário considera como alta ou muito alta a contribuição de robótica educacional para o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas complexos.

Nos dados do gráfico 8 foi visto que o uso de robótica educacional facilita a aprendizagem de conceitos complexos. Para resolver problemas considerados difíceis, é necessário que o aluno tenha domínio de conhecimentos avançados, que são trabalhados em robótica, de acordo com os dados analisados no oitavo gráfico.

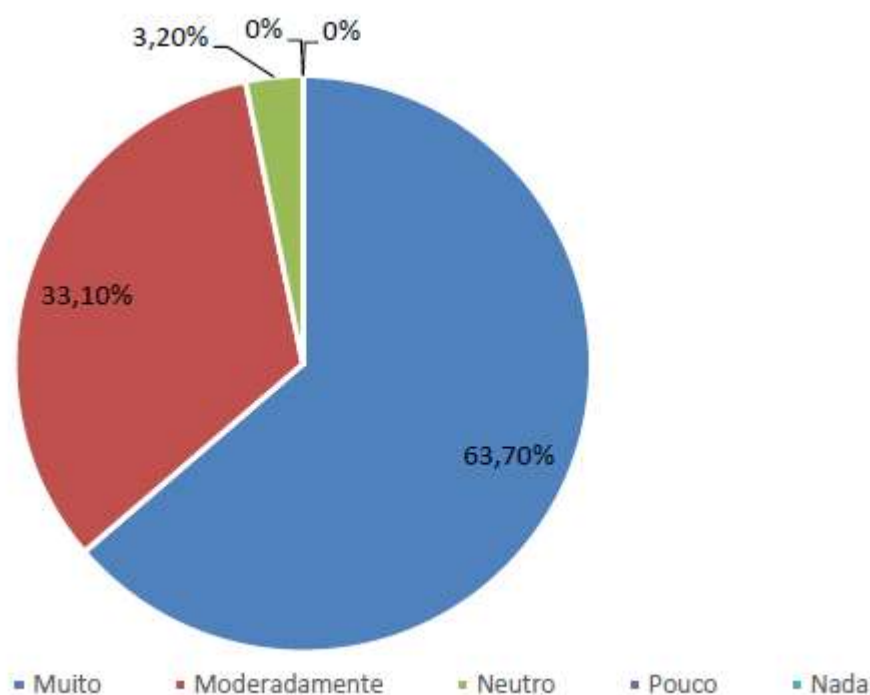
Portanto, uma vez que robótica facilita a aprendizagem de conceitos complexos, é natural verificar que a maior parcela discente considere como alta ou muito alta a contribuição de robótica educacional para o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas complexos.

Os 13,4% de alunos que se declararam como neutros com relação à décima quarta pergunta podem ter feito isso devido ao fato de já trabalharem, e com isso possuírem experiência na solução de problemas complexos.

De acordo com Wiltgen (2022), robótica educacional estimula o cooperativismo e a interação em grupo, fomentando o desenvolvimento de habilidades para solução de problemas complexos, uma vez que o compartilhamento de ideias entre os integrantes do conjunto leva cada indivíduo a conhecer a forma como seu colega raciocina, agregando maiores habilidades cognitivas para si mesmo, e para todo o coletivo.

Conforme Pizolatto, Braghirolli e Righi (2022), as atividades de robótica educacional estimulam os alunos de um mesmo grupo a interagir e compartilhar conhecimento, fazendo surgir novas ideias, que contribuirão para o aprimoramento das habilidades cognitivas discentes, auxiliando na solução de problemas complexos.

Gráfico 15 – Robótica educacional ajuda a integrar conhecimentos de diversas disciplinas do curso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dos estudantes que responderam ao questionário, 63,7% deles avaliaram que robótica educacional ajuda muito a integrar conhecimentos de diversas disciplinas do curso, destacando a importância da matéria no aprendizado do bacharelado em Engenharia de Controle e Automação.

Um contingente de 33,1% dos alunos entrevistados considera que robótica educacional ajuda moderadamente a integrar conhecimentos de diversas disciplinas do curso, salientando que a maioria dos integrantes da amostra investigada considera a relevância da matéria no aprendizado do bacharelado em Engenharia de Controle e Automação. Somente 3,2% dos alunos colocaram como neutra a capacidade de robótica educacional integrar conhecimentos de diversas disciplinas do curso.

Apenas 0% dos entrevistados consideraram que robótica educacional pouco ajuda ou não auxilia a integrar conhecimentos de diversas disciplinas do curso.

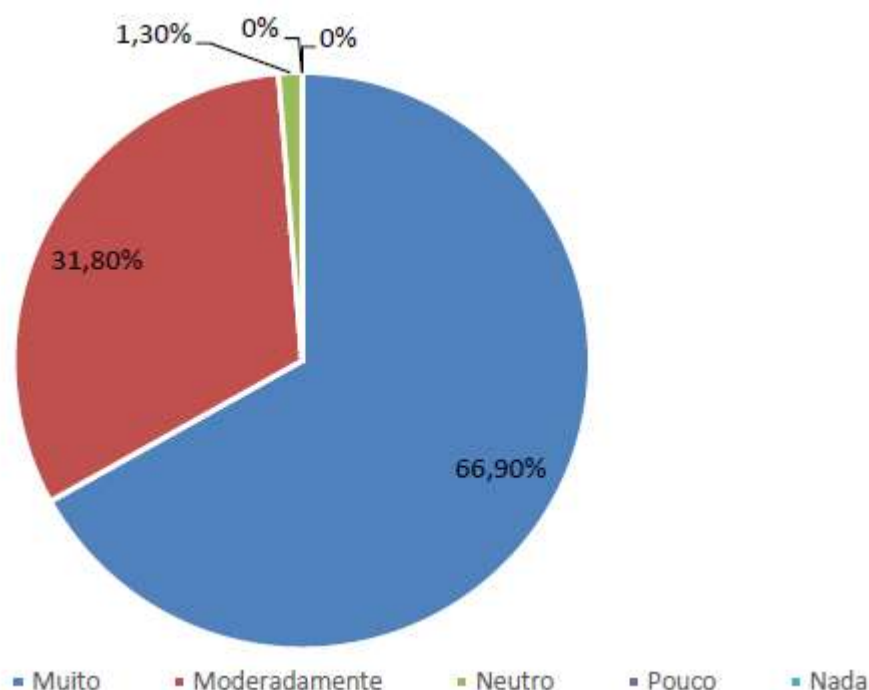
Como robótica trabalha com conhecimentos adquiridos em diversas disciplinas do bacharelado em Engenharia de Controle e Automação, é natural que ajude a integrar conhecimentos de muitas matérias do curso, posição defendida pela maioria dos alunos que responderam a esta décima quinta questão.

Os 3,2% que avaliaram como neutra a capacidade de robótica educacional integrar diversos conhecimentos disciplinares do curso podem ter expressado esta resposta por desconhecimento da abrangência de robótica, em relação às outras matérias.

A perspectiva integradora de robótica educacional é comentada por Wiltgen (2022), uma vez que a matéria demanda conhecimento de disciplinas como servomecanismos, controle de processos, automação, sistemas supervisórios, eletrônica digital, eletrônica analógica, máquinas elétricas, programação de computadores, física e cálculo.

Ferraz (2023) comenta que robótica educacional é capaz de agregar conhecimento multidisciplinar nos cursos em que a matéria é aplicada, incentivando o estudo de diversas cadeiras, especialmente aquelas de cunho teórico e abstrato, devido ao fato de estimular nos alunos a visualização prática de conceitos trabalhados em sala de aula.

Gráfico 16 – As atividades de robótica educacional preparam para o mercado de trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A análise dos dados coletados com a resposta a esta décima sexta questão permite inferir que 66,9% dos alunos consideram que as atividades de robótica educacional os preparam muito para o mercado de trabalho, enquanto 31,8% dos discentes avaliam ser moderado o preparo para o mercado de trabalho. Somente 1,3% dos estudantes se consideraram neutros com relação a esta pergunta. Apenas 0% dos entrevistados apontaram que as atividades de robótica educacional nada ou pouco preparam para o mercado de trabalho.

Portanto, a maior parte do público investigado nesta amostra ressaltou que as atividades de robótica educacional os preparam para o mercado de trabalho, evidenciando a importância da disciplina no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação.

66,9% dos alunos que responderam a esta décima sexta pergunta consideraram que as atividades de robótica educacional os preparam muito para o mercado de trabalho, uma vez que a disciplina possibilita o desenvolvimento de competências como iniciativa, independência, inovação, criatividade e capacidade de trabalhar em grupo, habilidades imprescindíveis ao exercício de qualquer ofício.

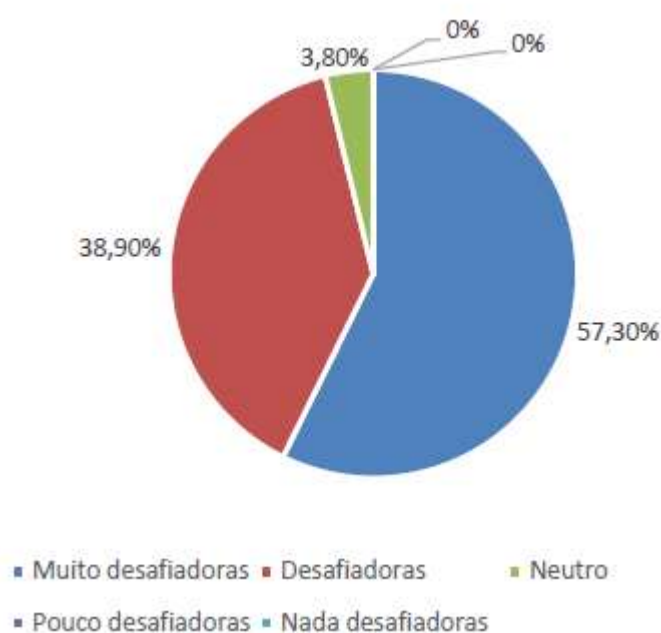
31,8% dos discentes avaliaram ser moderado o preparo para o mercado de trabalho desenvolvido pelas atividades de robótica educacional. Uma hipótese para essa resposta é que esses alunos já

trabalhem desde antes de realizarem a disciplina, e por isso iniciaram em suas empresas o preparo para o mercado de trabalho.

Segundo Pizollato, Braghirolli e Righi (2022), robótica educacional contribuí para o desenvolvimento de relacionamento interpessoal, respeito ao próximo, autonomia e capacidade de solucionar problemas, habilidades imprescindíveis ao ingresso no mercado de trabalho.

Chinelato (2020) salienta a importância de robótica educacional no preparo para o mercado de trabalho, devido às suas atividades disciplinares estimularem o surgimento de competências técnicas e interpessoais, incutindo nos alunos criatividade, autonomia, senso crítico e consideração ao semelhante, habilidades frequentemente buscadas pelos departamentos de recursos humanos das empresas.

Gráfico 17 – As atividades práticas de robótica educacional são desafiadoras.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Uma parcela de 57,3% dos alunos avaliou como muito desafiadoras as atividades práticas de robótica educacional, enquanto 38,9% dos discentes consideraram desafiadoras as mesmas atividades. Somente 3,8% dos estudantes se manifestaram como neutros com relação à questão apresentada. Apenas 0% dos entrevistados avaliaram como pouco ou nada desafiadoras as atividades práticas de robótica educacional.

A maioria da amostra investigada colocou como desafiadoras as atividades práticas de robótica educacional, indicando satisfação com relação às mesmas, uma vez que elas contribuem para o aprendizado de Engenharia de Controle e Automação.

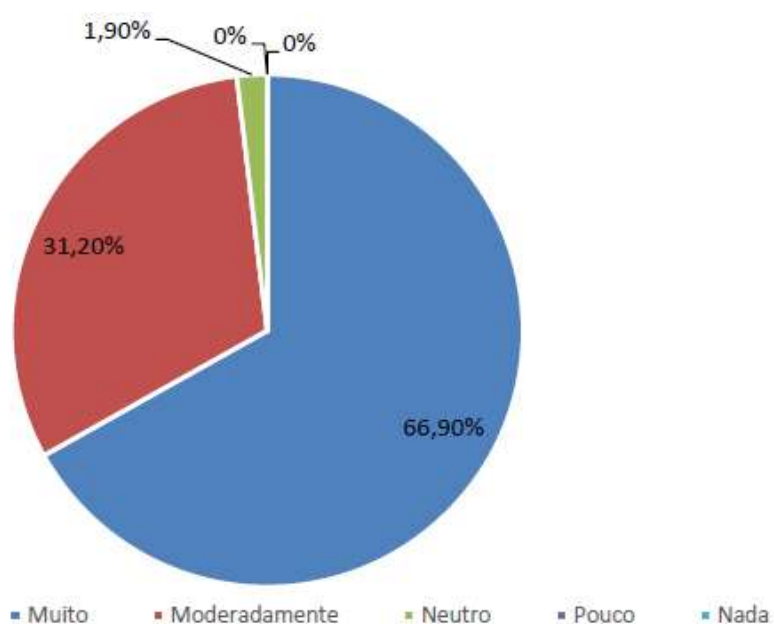
Robótica educacional requer conhecimentos de diversas disciplinas, como física, cálculo, máquinas elétricas, métodos numéricos, controladores lógicos programáveis, sistemas supervisórios, redes industriais, comunicação de dados, programação de computadores, controle de processos, etc.

Dada a vasta quantidade de conhecimentos trabalhada em robótica, é natural que a maior parte dos alunos considere como muito desafiadoras (57,3%) ou desafiadoras (38,9%) a realização de suas atividades. Os 3,8% de estudantes que se colocaram como neutros podem ter manifestado tal posicionamento devido a experiência profissional prévia com robótica.

Cunha Vidal e Tiegs (2021) pontuam como desafiadoras as atividades práticas de robótica educacional, uma vez que a solução das mesmas requer novos paradigmas de raciocínio, que são construídos através do compartilhamento de ideias entre os componentes de grupo ao qual foi delegada determinada tarefa.

De acordo com Gonçalves e Benite (2022), as atividades de robótica educacional constantemente demandam a formulação de novos raciocínios, para resolver problemas propostos, sendo por este motivo consideradas desafiadoras.

Gráfico 18 – As atividades de robótica educacional contribuem para sua criatividade.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A análise de dados do gráfico 18 traz a informação que 66,9% dos discentes investigados consideram que robótica educacional contribuí muito para a criatividade, enquanto 31,2% dos alunos avaliam a contribuição como sendo moderada. Somente 1,9% dos estudantes se declararam neutros com relação à pergunta. Apenas 0% dos entrevistados considerou que as atividades de robótica educacional pouco ou nada contribuem para sua criatividade.

Assim, a maior parcela da amostra investigada considera que robótica educacional contribuí muito para a criatividade, destacando satisfação com a disciplina, uma vez que a matéria contribuí consideravelmente para o aprendizado de Engenharia de Controle e Automação.

Robótica propõe diversos desafios durante a realização de suas atividades.

Há o robô seguidor de linha, cujo programa de controle precisa alternar as potências dos motores esquerdo e direito, para que o protótipo consiga seguir percurso estabelecido por perímetro escuro, de acordo com a luminosidade refletida pelo mesmo.

Existe também o robô explorador de ambientes, que para de se movimentar em linha reta quando detectar, por meio de sensor ultrassônico, um obstáculo a uma determinada distância. O protótipo virará sua cabeça à esquerda e à direita, medindo a distância até o obstáculo mais próximo, com o intuito de se deslocar na direção que contiver a maior distância medida.

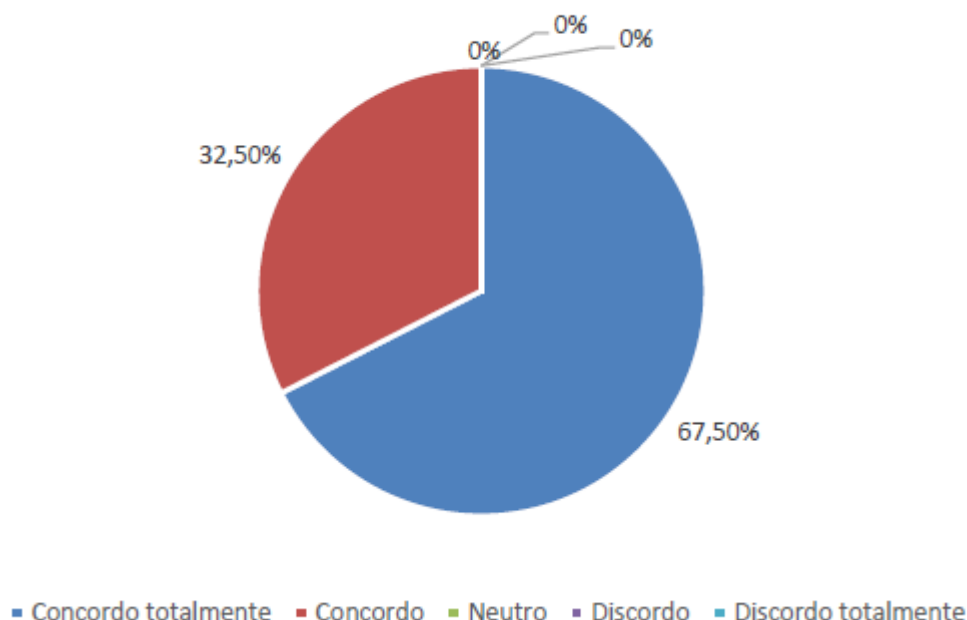
Dessa forma, a montagem e programação desses robôs não é trivial, e demanda o desenvolvimento de inovação e criatividade para sua realização. Por esse motivo a maior parte dos alunos que respondeu a esta décima oitava questão considerou que robótica contribui para o aumento da criatividade discente, seja muito ou moderadamente.

Os estudantes que se declararam neutros com relação a esta pergunta constituíram somente 1,9% do total, e talvez tenham feito isto por já trabalharem na área de robótica, sendo para eles habitual resolver os problemas propostos pela disciplina.

De acordo com Pizollato, Braghirolli e Righi (2022), as atividades de robótica educacional contribuem muito para o desenvolvimento da criatividade discente, uma vez que elas levam os estudantes a elaborarem formas originais de resolver determinado problema, com o qual eles provavelmente não tiveram contato prévio.

Antunes (2024) salienta os desafios embutidos em cada problema de robótica a ser resolvido, como elemento fundamental à gênese da criatividade dos alunos, pois os estudantes necessitam inovar e criar estratégias originais para ter sucesso nas atividades propostas.

Gráfico 19 – Robótica educacional deve ser parte obrigatória do currículo de Engenharia de Automação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Ao analisar os dados coletados pelo gráfico 19, percebe-se que 67,5% dos alunos concordam totalmente que robótica educacional deve ser parte obrigatória do currículo de Engenharia de Automação, enquanto 32,5% dos discentes concordam com esta afirmação. Somente 0% dos estudantes se declararam como neutro, discordo ou discordo totalmente, em relação à questão sobre se robótica educacional deve ser parte obrigatória do currículo de Engenharia de Automação.

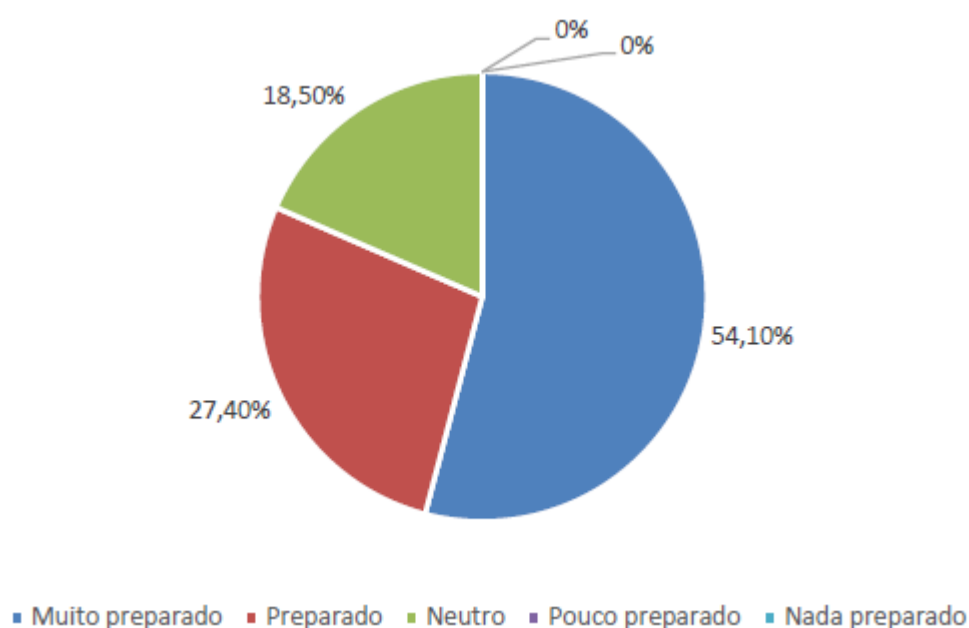
Portanto, deduz-se que os estudantes têm percepção quanto à importância de robótica educacional no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação, uma vez que eles consideram que a disciplina deve ser parte obrigatória do currículo.

Robótica engloba conhecimentos multidisciplinares, trabalhados em dezenas de matérias. Essa constatação salienta a importância de robótica, que possibilita aplicar, na prática, teorias abstratas estudadas em muitas matérias, ajudando enormemente na aprendizagem significativa destas disciplinas, devido ao paradigma do aprender fazendo.

Assim, é natural que todos os alunos entrevistados considerem que robótica deve ser parte obrigatória do currículo de Engenharia de Automação.

Cardoso, Lança e Sanada (2020) destacam que o caráter multidisciplinar de robótica faz com que a disciplina seja parte obrigatória do currículo de Engenharia de Automação, uma vez que a matéria integra conceitos desenvolvidos em grande parte das cadeiras do curso, salientando sua importância. De acordo com Coelho (2020), o caráter integrador de robótica educacional faz com que a disciplina seja inserida no currículo de Engenharia de Controle e Automação, pelo fato da matéria poder agregar conhecimentos das demais cadeiras do curso.

Gráfico 20 – Preparação para participar de competições de robótica após aulas de robótica educacional.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Dentre os alunos que responderam ao questionário, 54,1% deles declararam estar muito preparados para participar de competições de robótica, após as aulas da disciplina, enquanto 27,4% dos discentes consideraram estar preparados para eventos competitivos. Uma parcela de 18,5% dos estudantes se declarou neutra com relação à pergunta realizada. Somente 0% dos entrevistados se consideraram pouco ou nada preparados para participar de competições de robótica, após as aulas de robótica educacional.

As respostas dos alunos levam a inferir que robótica educacional constitui matéria bastante relevante no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação, uma vez que além dos conhecimentos técnicos trabalhados em grande parte das disciplinas do curso, robótica ensina os alunos a

trabalharem em grupo, capacitando-os para atuarem em competições, resolvendo desafios que os auxiliarão no desenvolvimento de competências profissionais.

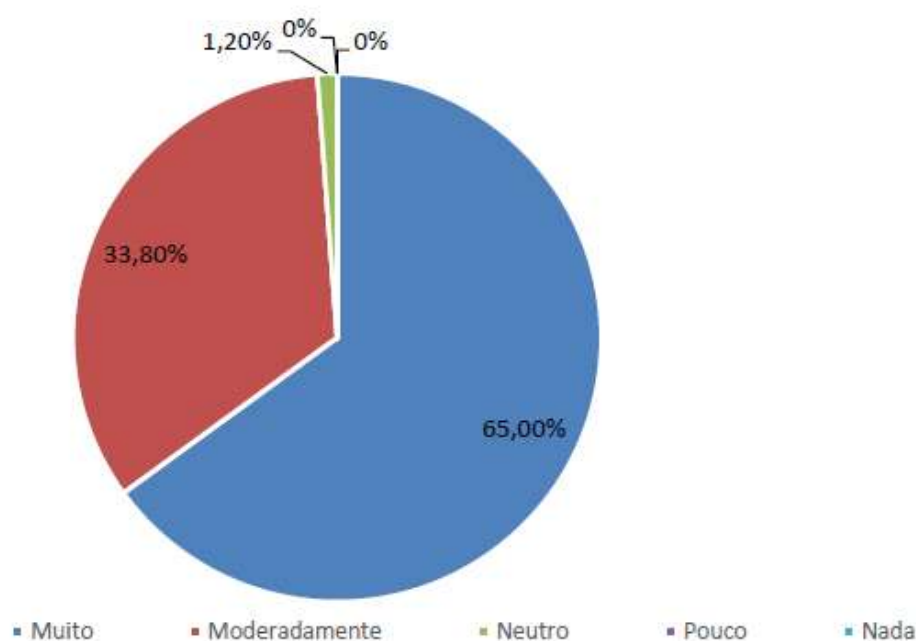
Por esse motivo, 81,5% dos alunos declararam estar muito preparados ou preparados para participar de competições de robótica, após as aulas da disciplina.

Porém, 18,5% dos alunos se declararam neutros com relação a esta vigésima questão. Uma hipótese pode ser formulada para essa resposta dos discentes. Talvez esses alunos tenham se declarados neutros por não terem participado de competições externas de robótica, com o intuito de verificar se estão de fato preparados para as mesmas.

Oliveira e Mill (2020) pontuam que robótica educacional auxilia no desenvolvimento de competências como criatividade, autonomia, independência e capacidade de trabalho em grupo, sendo por isso utilizada no preparo de alunos às competições da área tecnológica.

Conforme Fernandes (2021), os conhecimentos construídos em robótica educacional habilitam os alunos a participarem de competição da área, uma vez que eles têm contato com os desafios propostos nos torneios de robótica, durante a realização da disciplina no curso de Engenharia de Automação.

Gráfico 21 – As aulas de robótica educacional contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Dentro da amostra pesquisada, 65% dos alunos responderam que as aulas de robótica educacional contribuem muito para o desenvolvimento do pensamento crítico, enquanto 33,8% dos estudantes registraram ser moderada a contribuição de robótica ao pensamento crítico. Com relação à pergunta 21, apenas 1,2% dos discentes se manifestaram neutros. Somente 0% dos entrevistados afirmaram que as aulas de robótica educacional pouco ou nada contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico.

A maior parte da amostra investigada registrou que robótica educacional contribuí para o desenvolvimento do pensamento crítico, salientando a importância da disciplina com relação ao aprendizado de Engenharia de Controle e Automação.

O pensamento crítico envolve a capacidade de analisar um problema, e estabelecer estratégias para resolver o desafio. Quando algum dos objetivos não for alcançado, a análise crítica auxilia na reformulação dos mesmos, com vistas à solução dos problemas propostos.

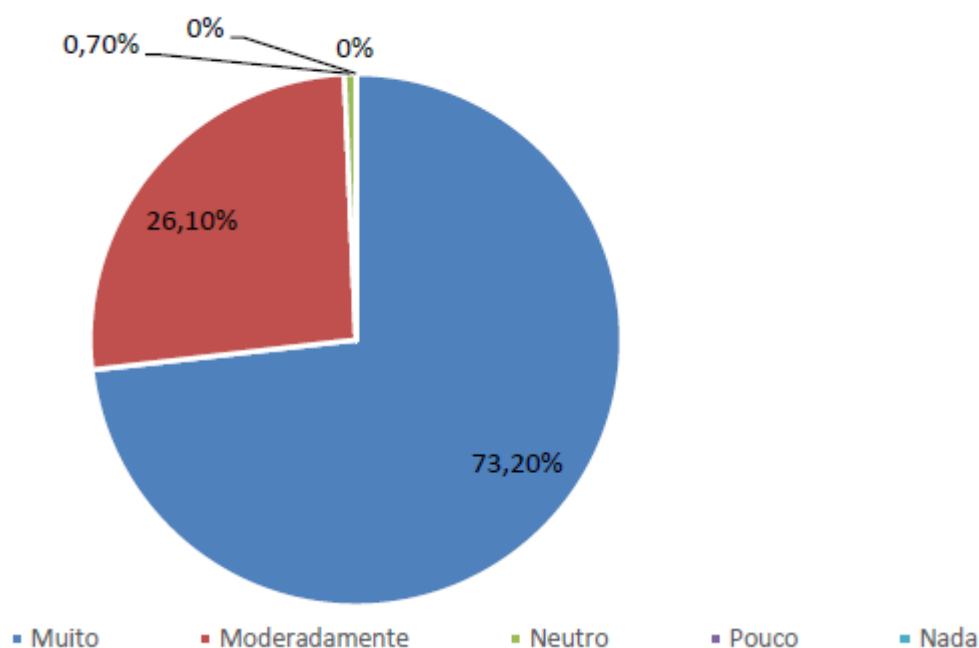
Portanto, a realização das práticas de robótica contribuí bastante para o desenvolvimento do pensamento crítico, sendo natural verificar que a maioria dos alunos (98,8%) considerou que as aulas de robótica educacional contribuem muito ou moderadamente para o desenvolvimento do pensamento crítico.

Os 1,2% dos estudantes que se manifestaram neutros com relação a esta vigésima primeira pergunta talvez o tenham feito devido a experiência profissional anterior, que os permitiu prévio desenvolvimento de pensamento crítico.

Cunha Vidal e Tiegs (2021) destacam que robótica educacional contribui para ampliar o pensamento crítico, uma vez que suas atividades auxiliam no desenvolvimento de criatividade, autonomia e capacidade de solucionar problemas.

Segundo Junior (2021), robótica educacional amplia habilidades cognitivas discentes, levando ao desenvolvimento de criatividade, inovação, originalidade e pensamento crítico.

Gráfico 22 – Robótica educacional ajuda a melhorar as habilidades em programação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Com relação à vigésima segunda pergunta, 73,2% dos alunos declararam que robótica educacional ajuda muito a melhorar suas habilidades de programação, enquanto 26,1% dos discentes consideraram ser moderado este aprimoramento de habilidades computacionais. Apenas 0,7% da amostra se manifestou neutro com relação à questão 22. Somente 0% dos entrevistados avaliaram como pouco ou nada a contribuição de robótica educacional para as habilidades de programação.

Assim, a maioria da amostra investigada afirmou que robótica educacional ajuda a melhorar suas habilidades de programação, salientando a importância da disciplina no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação, uma vez que as habilidades de codificação são utilizadas em diversas matérias do curso.

Robótica envolve atividades de projeto, construção, montagem e programação de robôs. Em cada atividade realizada na área, o aluno tem a chance de aprimorar suas habilidades de codificação. O aprendizado envolve correção de erros, e otimização da funcionalidade de códigos escritos.

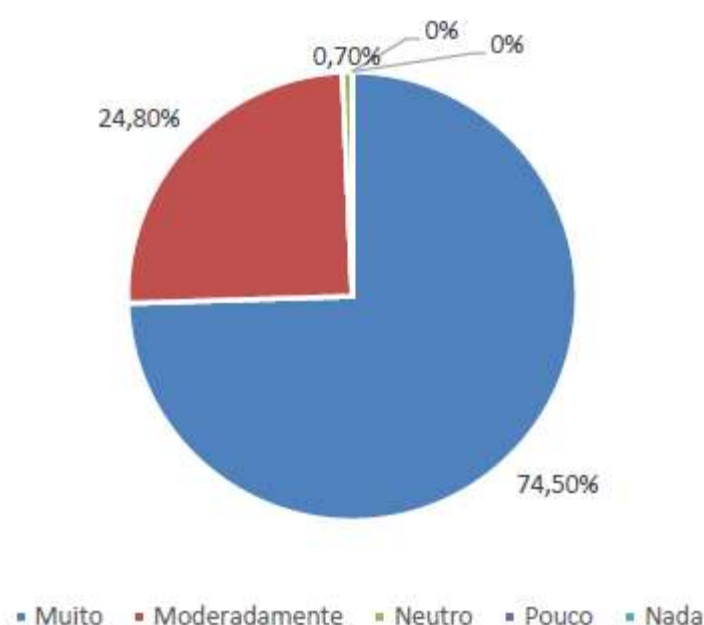
Portanto, observa-se com naturalidade que a maior parte dos alunos (99,3%) tenham considerado que robótica educacional ajuda muito ou moderadamente a melhorar suas habilidades de programação.

Os 0,7% de discentes que se declararam neutros talvez o tenham feito por já possuírem habilidades avançadas de codificação.

De acordo com Roque e Gonçalves (2019), robótica educacional pode ser lecionada com vasta gama de conjuntos didáticos, controlados por diversas maneiras distintas de codificação, o que auxilia no aperfeiçoamento das habilidades de programação dos alunos, pois eles terão a oportunidade de aprender vários ambientes de desenvolvimento integrados.

Kotz e Kovatli (2021) destacam a importância de robótica educacional no desenvolvimento do pensamento computacional, que implica no aprimoramento das habilidades de programação dos discentes. De fato, o aprendizado de robótica demanda a gênese de capacidades de programação, para que os discentes consigam elaborar códigos de controle dos robôs construídos.

Gráfico 23 – Robótica educacional contribui para a inovação do curso.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Dentre os integrantes da amostra investigada, 74,5% deles afirmaram que robótica educacional contribuí muito para a inovação do curso. Por outro lado, 24,8% dos alunos colocaram como moderada a contribuição de robótica para inovação. Somente 0,7% dos estudantes se posicionou como neutro sobre a vigésima terceira pergunta. Apenas 0% da amostra coletada considerou que robótica educacional pouco ou nada contribui para a inovação do curso.

A maioria dos participantes da pesquisa apontou como relevante a contribuição de robótica educacional para a inovação do curso, salientando a importância da disciplina no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação.

Cada experimento de robótica pode ser resolvido de diversas formas, tanto na forma de montar o protótipo, quando na ação de programar o mesmo. A criatividade discente vai determinar se a solução elaborada pelo aluno é inovadora, ou não.

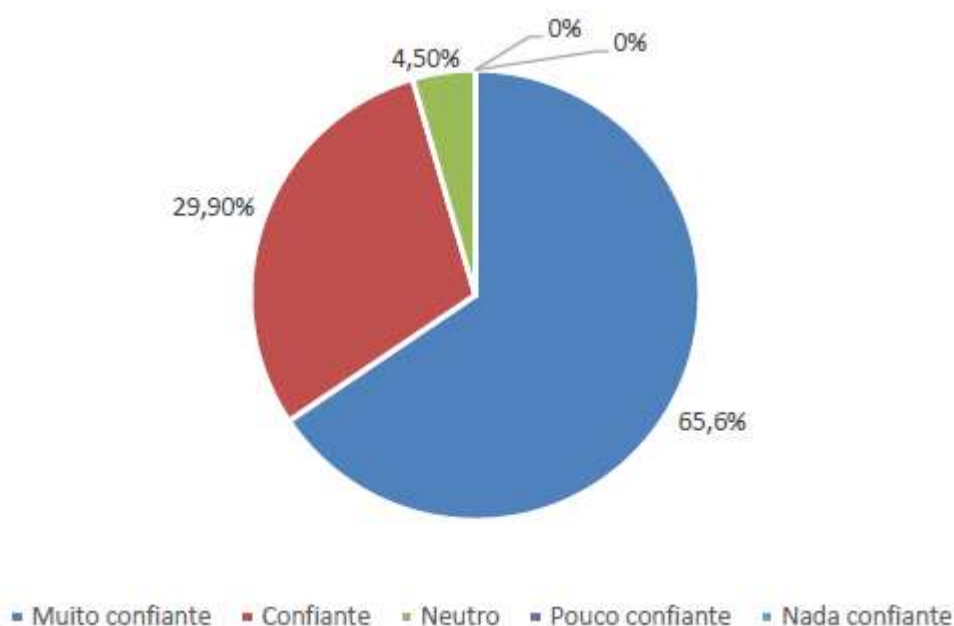
As experiências de robótica incentivam o desenvolvimento de criatividade, pensamento crítico e, por extensão, inovação. Por esse motivo, é compreensível que a maioria dos estudantes que respondeu a esta vigésima terceira pergunta (99,3%) considere que robótica educacional contribuí muito ou moderadamente para a inovação do curso.

Considera-se que 0,7% dos estudantes tenham se declarado neutros devido ao fato de já possuírem grande experiência em programação, de forma que as atividades realizadas em robótica educacional não contribuam acentuadamente para a inovação do curso.

De Farias Junior e Vieira (2022) colocam que robótica educacional leva os alunos a ampliarem o raciocínio, e a compartilharem ideias com os colegas de seus grupos, ampliando desta forma o pensamento crítico e a criatividade, destacando a contribuição da disciplina para a inovação pedagógica.

Ferreira e Costa (2023) comentam que ao concentrarem esforços na solução dos problemas propostos em robótica educacional, os alunos estarão desenvolvendo criatividade, autonomia e pensamento crítico, o que resultará em inovação, com a criação de inéditos códigos de controle para os protótipos elaborados.

Gráfico 24 – Confiança para realizar projetos de automação após as aulas de robótica educacional.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Uma parcela de 65,6% da amostra investigada respondeu que se sente muito confiante para realizar projetos de automação após as aulas de robótica educacional, enquanto 29,9% dos estudantes se declararam confiantes para elaborar projetos de automação após as aulas de robótica. Somente 4,5% dos discentes se colocaram como neutros com relação à pergunta número 24. Apenas 0% da amostra coletada declarou estar pouco ou nada confiante para realizar projetos de automação, após as aulas de robótica educacional.

A confiança demonstrada pela maioria dos alunos entrevistados para realizar projetos de automação após as aulas de robótica educacional reflete a importância da disciplina no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação.

A realização de projetos de automação envolve conhecimentos desenvolvidos em parcela relevante das disciplinas estudadas no curso, cujos conhecimentos são vistos em robótica, devido ao caráter integrador da matéria.

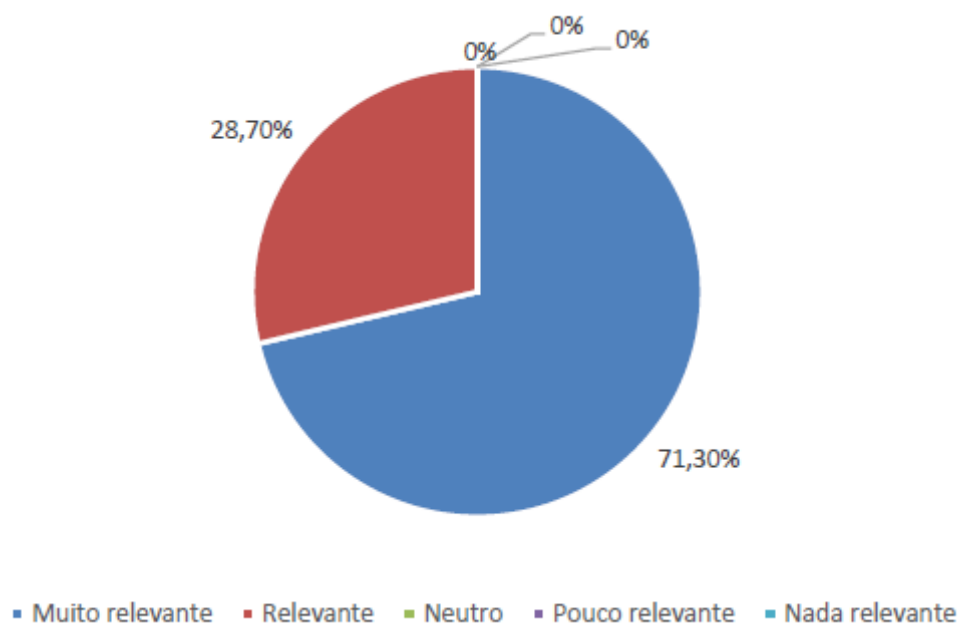
Portanto, é compreensível que a maior parte dos estudantes (95,5%) tenha respondido a esta vigésima quarta questão que se sente muito confiante ou confiante para realizar projetos de automação após as aulas de robótica educacional.

Os 4,5% de alunos que se declaram neutros com relação à pergunta podem ter adotado tal posicionamento devido ao fato de já possuírem conhecimentos avançados em projetos de automação, por meio de experiências profissionais prévias.

Visto que robótica educacional é fundamental à inovação pedagógica, conforme salientado por De Farias Junior e Vieira (2022), é natural inferir que os alunos se sintam mais confiantes para realizar projetos de automação após as aulas da disciplina, de acordo com os autores.

Leite (2022) destaca que robótica educacional frequentemente utiliza conceitos desenvolvidos em outras disciplinas de Engenharia de Controle, levando os estudantes a se tornarem mais confiantes para resolver problemas de automação após estudar a matéria.

Gráfico 25 – Relevância de robótica educacional para o futuro de Engenharia de Automação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Dentro da amostra investigada, 71,3% dos alunos consideram robótica educacional muito relevante para o futuro da engenharia de automação, enquanto 28,7% deles avaliam a disciplina como importante para o futuro do curso. Apenas 0% dos alunos entrevistados consideraram robótica educacional como neutro, pouco relevante ou nada relevante para o futuro de Engenharia de Automação.

Os dados coletados após a análise do gráfico 25 possibilitam deduzir a importância de robótica educacional para o aprendizado de Engenharia de Controle e Automação, uma vez que a maioria da amostra investigada considera robótica relevante para o futuro do curso.

Robótica está intrinsecamente associada à automação, uma vez que trabalha na prática com conhecimentos adquiridos em grande parte das disciplinas do curso. Por esse motivo, é natural que todos os alunos considerem robótica educacional muito relevante ou relevante para o futuro da engenharia de automação.

Segundo Roque (2018), robótica está profundamente relacionada à automação industrial. Portanto, é natural concluir que robótica educacional é relevante para o futuro de Engenharia de Automação.

Conforme Martins e Silva (2020), robótica educacional integra o conhecimento de parcela relevante das disciplinas de Engenharia de Controle e Automação, constituindo matéria imprescindível ao futuro do curso.

CONCLUSÃO

O tema abordado nesta tese consiste em verificar a hipótese de que robótica educacional contribui para o aprendizado em Engenharia de Controle e Automação. Para tanto, foram elaboradas 25 perguntas objetivas, respondidas por uma amostra de 157 alunos de uma instituição federal de ensino, no estado do Rio de Janeiro. A instituição contempla um universo de 200 discentes matriculados no curso.

O capital intelectual consiste na principal riqueza de um país, cuja economia está atrelada ao desenvolvimento da engenharia nacional. A engenharia viabiliza implantação de obras de infraestrutura, como prospecção petrolífera, principal fonte de renda do estado do Rio de Janeiro. Dessa forma, determinar se robótica educacional influencia positivamente no aprendizado de Engenharia de Controle e Automação contribui para o desenvolvimento científico e econômico, gerando mais empregos, o que impactará positivamente sobre a sociedade de forma geral.

Como resultados encontrados na pesquisa, verificou-se que os níveis de satisfação e aprendizado foram positivamente avaliados pelos alunos, pois eles consideraram que robótica educacional é importante em sua formação, além de ajudar a desenvolver habilidades práticas e competências interpessoais, facilitar a aprendizagem de conceitos complexos, integrar conhecimentos de diversas disciplinas do curso, motivar a estudar Engenharia de Automação, contribuir para a criatividade e preparar para o mercado de trabalho.

O problema da pesquisa foi respondido durante a análise aos dados obtidos com as respostas das 25 perguntas pelos alunos, que confirmaram ser positiva a contribuição de robótica educacional para o aprendizado de Engenharia de Controle e Automação. Os objetivos foram alcançados após a avaliação das 25 questões propostas, respondidas pelos alunos de um Instituto Federal do estado do Rio de Janeiro. A partir da análise de dados obtidos com as respostas, conclui-se que robótica educacional contribui para o aprendizado em Engenharia de Automação, validando a hipótese levantada nesta tese.

RECOMENDAÇÕES

- 1- Incentivar programas de formação continuada para capacitação docente no ensino de robótica educacional.
- 2- Desenvolver planos de cargos e salários que vinculem o progresso na carreira docente à realização de cursos na área de robótica educacional, sejam eles de extensão, especialização, mestrado ou doutorado.
- 3- Promover parcerias públicas e privadas, para conseguir doação de conjuntos robóticos educacionais juntos a empresas fornecedoras.
- 4- Criar Grupos de Trabalho para redigir projetos, com o intuito de participar de editais de fomento à pesquisa, para obtenção de materiais necessários à infraestrutura de laboratórios de robótica educacional.
- 5- Fomentar a colaboração entre os docentes responsáveis por robótica educacional e os professores das demais matérias do curso de Engenharia de Controle e Automação, visando à ampliação de seu caráter interdisciplinar.
- 6- Ampliar a participação discente em competições de robótica, com o intuito de aumentar as habilidades para resolver problemas dos alunos.
- 7- Disponibilizar serviços de monitoria na disciplina robótica, para ampliar o apoio a alunos com dificuldades de aprendizado.
- 8- Implantar visitas técnicas aos setores de automação das empresas, para auxiliar no desenvolvimento dos processos cognitivos discentes em robótica educacional.
- 9- Explorar novas tecnologias educacionais para enriquecer a construção de conhecimentos discentes em robótica.

- 10- Proporcionar integração curricular para melhor contextualizar os conteúdos estudados em outras disciplinas, conferindo aos mesmos o enfoque prático de robótica educacional.
- 11- Auxiliar no desenvolvimento do interesse discente junto ao aprendizado de robótica, através do envolvimento dos alunos na elaboração de itinerários formativos.
- 12- Estruturar redes colaborativas em robótica educacional, para compartilhamento de inovações tecnológicas e tendências de última geração na área.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Marcos Fred Almeida de; OLIVEIRA, Lucas Santos de; LIMA, Edilson Ponciano de. Robô eco-sustentável para aplicação em robótica educacional, utilizando lixo tecnológico. Revista ciências exatas e tecnológicas, Maceió/AL, v. 3, n.3, p. 215-228, nov., 2020. Disponível em: < <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/3717>>. Acesso em: 2 ago. 2023.

ANDRADE, Juliana Wallor; BINOTTO, Rosane Rossato. Robótica educacional: uma proposta de atividades para a educação básica. Anais do XXXIX CNMAC. Uberlândia/MG, v. 7, n. 1, p. 1-7, 20 a 21 out., 2020. Disponível em: < <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/3137/3172>>. Acesso em: 29 mar. 2024.

ANDRADE, Mariane Cristina; MOSCATO, André Luiz Salvat; VERRI, Juliano Aparecido. A utilização da robótica como ferramenta de ensino na educação profissional. Revista Mundi, Paranaguá (PR), v.5, n.8, p. 1-24, 2020. Disponível em: < <https://periodicos.ifpr.edu.br/index.php/MundiETG/article/view/1359/692>>. Acesso em: 2 abr. 2024.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Avaliação da familiaridade de alunos do ensino fundamental com a robótica educacional. Revista Educação e Linguagem, Vitória (ES), ano 8, n. 01, p. 33-53, jan.-abr. de 2021. Disponível em: <https://www.fvj.br/revista/wp-content/uploads/2021/07/4_REdLi_2021.1.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2024.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Impactos da robótica no ensino básico: estudo comparativo entre escolas públicas e privadas. Revista Ciência & Educação, Bauru, v. 27, e21050, 2021. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/TmYj4XSjZ7RQdJm4V6Cwd9v/>>. Acesso em: 31 mar. 2024.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Robótica educacional em escolas públicas do Ceará: avaliação dos impactos sobre o desenvolvimento de competências discentes e a qualidade do ensino. Revista Docentes, Fortaleza, v. 9, nº 25, 2024. Disponível em: < <https://revistadocentes.seduc.ce.gov.br/revistadocentes/article/view/737>>. Acesso em: 2 out. 2024.

ANTUNES, Rodrigo Mendes. Desenvolvimento de recursos educacionais integrados numa abordagem STEM utilizando kits de robótica móvel. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Eletromecânica, Universidade da Beira Interior, Portugal, 2023. Disponível em: https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/13791/1/9780_21096.pdf. Acesso: 2 abr. 2024.

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda. História da Educação e da Pedagogia. 3. ed.São Paulo: Moderna, 2006.

ARAÚJO, Amilson; SILVA, Ivanderson Pereira da; SERRA, Kleber Cavalcanti. Projeto engenharia de trânsito: robótica no semáforo de cruzamento. Revista Ensino de Ciências e Tecnologia - ENCITEC – Santo Ângelo - Vol. 10, n. 2., p. 129-139, mai./ago. 2020. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/335266694.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

AZEVEDO, S.; AGLAÉ, A.; PITTA, R. Curso introdutório sobre uso da robótica pedagógica no contexto escolar. Anais. Ciências do Mar: herança para o futuro. UFRN, Natal/RN 65ª reunião anual da SBPC. Disponível em:

<<http://www.sbpnet.org.br/livro/62ra/minicursos.htm>>. Acesso em: 19 fev. 2024.

AZEVEDO, Edjane Mikaelly Silva de; FRANCISCO, Deise Juliana; NUNES, Albino Oliveira. O avanço das publicações sobre a robótica educacional como possível potencializadora no processo de ensino-aprendizagem: uma revisão sistemática da literatura. Revista Redin. v. 6, n. 1, out., 2020. Disponível em: < <https://seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/623/479>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

BASSANI, Lorena Bacheti; NASCIMENTO, Gabriel Pietroluongo; OLIVEIRA, Higor David; FERREIRA, André. O Torneio de Robótica da UFES e sua Importância como Evento de Extensão Universitária. In: WORKSHOP DE ROBÓTICA NA EDUCAÇÃO - WRE - SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ROBÓTICA E SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE ROBÓTICA (SBR/LARS), 14., 2022, São Bernardo do Campo/SP. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2022. p. 151-156. Disponível em: https://sol.sbc.org.br/index.php/sbirlars_estendido/article/view/23342. Acesso em: 2 abr. 2024.

BECKER, A. C.; SANTOS, L. F.; COUTINHO, F. R. Demonstração de robótica para alunos do ensino básico. Seminário de Extensão Universitária da Região Sul, 23-25 nov. 2022, Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó (RS). Disponível em: < <https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/seurs/article/view/17331/11686>>. Acesso em: 2 abr. 2024.

BELCHIOR, Letícia Carvalho. Legislação educacional e contexto histórico na educação profissional no Brasil. São Paulo: Editora Senac, 2020.

BENITTI, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review. Computers & Education, v. 58, n. 3, p. 978-988, 2022.

BITTAR, Marisa; BITTAR, Mariluce. História da educação no Brasil: a escola pública no processo de democratização da sociedade. Acta Scientiarum Education. Maringá, v. 34, n. 2, p. 157-168, July-Dec., 2022. Disponível em: <<http://educa.fcc.org.br/pdf/actaeduc/v34n02/v34n02a02.pdf>>. Acesso em: 27 jul. 2023.

BLIKSTEIN, P. Digital fabrication and “making” in education: The democratization of invention. WALTER-HERRMANN, J.; BOCHING, C. (Org). FabLabs: of machines, makers and inventors. p. 1-21. Bielefeld: Transcript Publishers, 2023.

BRAGA, Newton C. Projetos educacionais de robótica e mecatrônica. São Paulo: NCB, 2017. 3ª Ed.

BRANDO, Luccas; DUTRA, Rina M. A.; FURTADO, Edgar C. Proposta de uma metodologia de robótica educacional como um instrumento redutor de evasão em escolas públicas. Anais do VI Congresso sobre Tecnologias na Educação. Pau dos Ferros/RN, p. 1-10, 24 a 27 de ago., 2021. Disponível em: < <https://sol.sbc.org.br/index.php/ctrl/article/download/17546/17381/>>. Acesso em: 27 jul. 2023.

CABRAL, Cristiane Pelisoli. Robótica educacional e resolução de problemas: uma abordagem microgenética da construção de conhecimento. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/29314/000776120.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

CALLEGARI, J. H. Robótica educativa com crianças/jovens: processos sociocognitivos. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade de Caxias do Sul. 2015.

CAMPOS, Flávio Rodrigues. Robótica educacional no Brasil: questões em aberto, desafios e perspectivas futuras. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v.12, n.4, p. 2108-2121, out./dez. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8778>>. Acesso em: 27 jul. 2023.

CARDOSO, Meiri das Graças; LANÇA, Juliana Fernandes; SANADA, Viviane Roberta da Silva. Robótica Educacional enquanto recurso pedagógico: prática e teoria no processo de ensino-aprendizagem. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 682–697, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i6.2691. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/2691>. Acesso em: 29 mar. 2024.

CARVALHO, Adelson Siqueira; BARONE, Dante Augusto Couto; TELES, Eduardo Oliveira. Robótica educativa como motivação ao ingresso em carreiras de engenharia e tecnologia: o projeto roboceti. Anais do XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Disponível em: <https://turing.pro.br/anais/COBENGE-2023/pdf/116151_1.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2023.

CARVALHO, José Antonio Dias de. Metodologia para o ensino de robótica industrial em cursos de engenharia utilizando sistemas didáticos de baixo custo. Anais do V Congresso Nacional de Engenharia Mecânica. Salvador/BA, 25 a 28 ago., 2008. Disponível em: <<https://www.abcm.org.br/anais/conem/2008/pdf/CON08-0118.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

CASTILHO, Maria Inês. Hiperobjetos da robótica educacional como ferramentas para o desenvolvimento da abstração reflexionante e do pensamento computacional. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018.

Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/189624/001089987.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 30 jul. 2023.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.33, n.4, dezembro, 2021

CHAGAS, D.; FURTADO, E. Code dominó - Linguagem de programação tangível e expansível para educação STEM A. Nuevas Ideas en Informática Educativa, Volumen 15, p. 62 - 70. Santiago de Chile. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Chagas-10/publication/340418652_Code_Domino_-_Linguagem_de_programacao_tangivel_e_expansivel_para_Educacao_STEM/links/5e87c85a4585150839bd3489/Code-Domino-Linguagem-de-programacao-tangivel-e-expansivel-para-Educacao-STEM.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2023.

CHINELATO, Caio Igor Gonçalves. Experiência didática aplicada ao ensino de robótica para Engenharia de Controle e Automação do IFSP. Revista de Ensino de Engenharia, v. 39, p. 123-136, 2020 – ISSN 2236-0158. Disponível em: <http://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/1614/978>. Acesso em: 30 mar. 2024.

COELHO, Geordany Melo Correa. A utilização da robótica educacional como ferramenta potencializadora para o processo de ensino e aprendizagem em física. Produto Educacional

desenvolvido como parte do Mestrado Nacional Profissional do Ensino de Física, Pólo UFT Araguaína, 2020. Disponível em: <https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/6DnhYAY4QHmXfsnMhz5Xw/content/A%20utilizac%C3%8C%C2%A7a%C3%8C%C6%92o%20da%20robo%C3%8C%20tica%20educacional%20como%20ferramenta%20potencializadora%20para%20o%20processo%20de%20ensino%20e%20aprendizagem%20em%20Fi%C3%8C%20sica.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2024.

COUTINHO, Kátia Soares; PASSERINO, Liliana Maria; HENRIQUES, Renato Bayan. Práticas pedagógicas inovadoras no ensino universitário: uma análise da motivação e da percepção dos alunos. Educação Por Escrito, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 310-330, jul.-dez. 2021. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/188560/001085950.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 27 jul. 2023.

CRAIG, J. Robótica. São Paulo: Pearson, 2012. 3ª Ed.

CUNHA, Cristiano Rocha da; VIDAL, Lúcio Ângelo; TIEGS, Hyagon Stephano; TIEGS, Miriam. O Perfil dos Acadêmicos de Engenharia de uma IES Pública e suas Potencialidades para a Evasão. Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 493–498, 2021. DOI: 10.17921/2447-8733.2021v22n4p493-498. Disponível em: <https://revistaensinoeducacao.pgsscogna.com.br/ensino/article/view/8689>. Acesso em: 24 set. 2024

CUNHA, Jorge Luiz. História e organização da educação brasileira. Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Artes e Letras. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/17131/Curso_Let-Esp-Lit_Historia-Organizacao-Educacao-Brasileira.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 27 jul. 2023.

D'ABREU, J. V. V.; RAMOS, J. J. G.; MIRISOLA, L. G. B. Robótica educativa e pedagógica na era digital. Anais do XI Congresso Internacional TIC e Educação. Lisboa/ Portugal, 30 nov. – 2 dez, 2021. Disponível em: <<http://www.informaticaeducativa.com.br/artigos/Aula%204/ROB%C3%93TICA%20EDUCATIVAPEDAGOGICA%20NA%20ERA%20DIGITAL.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2023.

DAMÁSIO, A. R. E o cérebro criou o homem. São Paulo: Compainha das Letras, 2011.

DE FARIAS JUNIOR, I. H.; VIEIRA, J. K. M. Oficinas de Robótica Livre Educacional: relato de experiência de um projeto de inovação pedagógica. Caminho Aberto: revista de extensão do IFSC, [S. l.], v. 16, p. 1–10, 2022. DOI: 10.35700/2359-0599.2022.16.3219. Disponível em: <<https://ojs.ifsc.edu.br/index.php/caminhoaberto/article/view/3219>>. Acesso em: 2 out. 2024.

DEPUTADOS, Câmara dos. Legislação brasileira sobre educação. Brasília: Câmara dos Deputados. Edições Câmara, 2015. 3ª ed. Disponível em: <https://ifrs.edu.br/wp-content/uploads/2017/07/201562141653201legislacao_brasileira_educacao_3ed.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2023.

DORNELLES, A. B. T. B.; CRUZ, C. A.; MEDEIROS, E. M. S. Robótica Educacional e Pensamento Computacional: uma Avaliação da Percepção dos Alunos sobre o Tema. Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação, 2021. p. 20.

DUSO, Guilherme Ballardin. Robótica educacional na escola: desenvolvendo o raciocínio na educação infantil. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade de Caxias do Sul, 2021. Disponível em: < <https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/3831/TCC%20Guilherme%20Ballardin%20Duso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

ESTEVES, Karina Cardoso; VIEIRA, Ismenia da Silva; BITTENCOURT, Mariana Ferreira. As técnicas de amostragem nas pesquisas em educação. Revista Análise de dados quantitativos na educação, v. 1, p. 10-19, 2021. Disponível em: <https://editora.editoraomnisscientia.com.br/artigoPDF/24201103548.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2025.

EXAME. Amazon anuncia robô de galpão totalmente autônomo e que reconhece humanos. Revista Exame. Disponível em: < <https://exame.com/tecnologia/amazon-anuncia-seu-primeiro-robo-de-galpao-totalmente-autonomo-e-que-reconhece-humanos/>>. Acesso em: 29 jul. 2023.

FEDERAL, Senado. Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: Senado Federal. Coordenação de Edições Técnicas, 2017. Disponível em: < https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/529732/lei_de_diretrizes_e_bases_1ed.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2023.

FERNANDES, Carla da Costa. Uma Metodologia de Avaliação Automática para Aulas de Robótica Educacional. Tese (Doutorado em Engenharia de Computação) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2020. Disponível em: < <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/24132> >. Acesso em: 2 out. 2024.

FERNANDES, Marcelo. Robótica móvel aplicada ao ensino da disciplina de inteligência artificial. Anais do XII Workshop de Robótica Educacional. São Carlos/SP, p. 42-47, 20 a 21 out., 2021. Disponível em: < http://www.natalnet.br/wre2014/Anais_WRE2014.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2023.

FERNANDES, Nídia Mara Melchiades Castelli; ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante. Integração entre robótica educacional e abordagem STEAM: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade. Dialogia, [S. l.], n. 40, p. e21600, 2022. DOI: 10.5585/40.2022.21600. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/21600>. Acesso em: 29 mar. 2024.

FERNANDES, Richard Fernandes; SANT'ANA, Alex Sandro Coutinho. O ensino de robótica educacional por meio de metodologias ativas: o olhar da fenomenologia para os desafios e possibilidades na prática pedagógica do professor. Revista Interfaces da Educação, v.1, n.1, jan. 2021. Disponível em: < <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/4835>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

FERRAZ, Dalva de Oliveira. Robótica educacional para formação de professores do curso técnico em agropecuária. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Programa de Pós Graduação em Educação Profissional e Tecnológica, Instituto Federal do Espírito Santo, 2023. Disponível em: < <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3215?show=full>>. Acesso em: 2 ago. 2023.

FERREIRA, Marta Lucia Azevedo; SOUZA, Cristina Gomes; SPRITZER, Ilda Maria de Paiva Almeida; CHRISPINO, Álvaro. Contribuições da abordagem de ciência, tecnologia e sociedade para a formação em engenharia no Brasil. Revista Espacios. Caracas, Venezuela, v. 38, n. 20, p. 33, 2022. ISSN:

07981015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Marta-Lucia-Ferreira/publication/316941659_Contributions_of_the_STS_approach_to_engineering_training_in_Brazil/links/596a42ea458515e9afad8f79/Contributions-of-the-STS-approach-to-engineering-training-in-Brazil.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2024.

FERREIRA, Rodrigo dos Santos; COSTA, André Pereira da. Robótica educacional no ensino de matemática: uma análise de produções científicas brasileiras. *Educação Online*, Rio de Janeiro, Brasil, v. 18, n. 42, p. e231801, 2023. DOI:10.36556/eol.v18i42.1189. Disponível em: <https://educacaoonline.edu.puc-rio.br/index.php/eduonline/article/view/1189>. Acesso em: 31 mar. 2024.

FILHO, Dante A. Medeiros; GONÇALVES, Paulo C. Robótica Educacional de Baixo Custo: Uma Realidade para as Escolas Brasileiras. *Anais do XLIII Congresso da SBC. WIE – Workshop sobre Informática na Escola*. Belém/PA, p. 264-273, jul. 2023. Disponível em: <<https://www2.sbc.org.br/csbc2023/pdf/arq0135.pdf>>. Acesso em: 6 mar. 2024.

FILHO, Fernando Barros da Silva. A gamificação e o professor reflexivo de robótica educacional: um estudo de caso. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação - Faculdade de Educação - Universidade Federal do Ceará, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/74694>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

FREITAS, E. J. de R.; SOUZA, D. S. C.; JÚNIOR, C. D. da Silva Clube de robótica - para além do IFMG: relato de experiência. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, [S. l.], v. 15, n. 6, p. 5613–5628, 2023. DOI: 10.55905/cuadv15n6-041. Disponível em: <https://ojs.europublications.com/ojs/index.php/ced/article/view/1484>. Acesso em: 2 abr. 2024.

GADOTTI, Moacir. *História das ideias pedagógicas*. 8ª ed. São Paulo: Ática, 2006.

GAVAZZI, Adriana Nascimento Figueira. Robótica pedagógica como ferramenta para aplicação da metodologia STEAM no ensino fundamental. Dissertação (Mestrado em Projetos Educacionais de Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/97/97138/tde-29042022-111332/pt-br.php>>. Acesso: 2/08/2023.

GHIRALDELLI JR, Paulo. *História da educação brasileira*. São Paulo: Editora Cortez, 2005.

GHIRALDELLI JR, Paulo. *O que é pedagogia?* São Paulo: Editora e livraria brasiliense, 2017.

GONÇALVES, Diângelo Crisóstomo; BENITE, Cláudio Roberto Machado. Metodologia ativa e robótica educacional: uma proposta para o estudo do sistema solar. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC*, v. 12, n. 3, p. 149-163, 8 dez. 2022. Disponível em: <<https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/734>>. Acesso: 29/03/2024.

GUERRA, Avaetê de Lunetta e Rodrigues. METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA E ACADÊMICA. *Revista OWL (OWL Journal) - REVISTA INTERDISCIPLINAR DE ENSINO E EDUCAÇÃO*, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 149–159, 2023. DOI: 10.5281/zenodo.8240361. Disponível em: <https://revistaowl.com.br/index.php/owl/article/view/48>. Acesso em: 17 set. 2024.

GUERRA, Avaetê de Lunetta e Rodrigues; MATOS, Diego de Vargas; COSTA, Michel. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DE CLASSIFICAÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS. *EDUCERE - Revista da Educação*

da UNIPAR, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 303–311, 2023. DOI: 10.25110/educere.v23i1-018. Disponível em: <https://unipar.openjournalsolutions.com.br/index.php/educere/article/view/9980>. Acesso em: 17 set. 2024.

GUIMARÃES, Eduardo Cortez; PERALTA, Deise Aparecida; PRADO, José Pacheco de Almeida. Uma proposta para formação de professores para uso de robótica na escola: as possibilidades da teoria da ação comunicativa. Anais do XII Workshop de Robótica Educacional. São Carlos/SP, p. 60-66, 20 a 21 out., 2021. Disponível em: < http://www.natalnet.br/wre2014/Anais_WRE2014.pdf>. Acesso: 2/08/2023.

GUIMARÃES, Leila Jane Brum Lage Sena; MARTINS, Agnaldo Lopes; ARRUDA, Ana Paula Diniz. O uso de robótica educacional no ensino de lógica de programação para engenheiros de produção. Revista principia, n° 39. João Pessoa/PB, 2021. Disponível em: < <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/1780>>. Acesso: 31/07/2023.

GUIZZO, Camila de Sousa Pereira; GOMES, Marcus Vinicius Mendes; NOGUEIRA, Tarso Barretto Rodrigues. Preditores de Barreiras à Criatividade de Estudantes de Engenharia. Estudos e Pesquisas em Psicologia, 2021, Vol. 03. ISSN 1808-4281 doi:10.12957/epp.2021.62708. Disponível em:< <https://pepsic.bvsalud.org/pdf/epp/v21n3/v21n3a11.pdf>>. Acesso em: 2 out. 2024.

JAEGGER, Caroline de Andrade. Robótica educacional: uma proposta de formação de professores através do ambiente moodle. Monografia (Especialização em Informática Instrumental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/197586>>. Acesso em: 30 jul. 2023.

JUNIOR, Carlos Solon S. Guimarães; ALVES, Tiago Giacomelli; SCHMITZ, Gabriel Figueiredo; HENRIQUES, Renato Ventura B.; LIMA, Roceli Pereira; PASSERINO, Liliana M. Proposta de Metodologia de Ensino Aplicado em disciplinas de Introdução à Engenharia na Perspectiva Sócio-Histórica: Aprendizado Mediado pelo Robô Móvel. Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/188587/001085558.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

JUNIOR, Luis De Sousa. Robótica no ensino público: Uma perspectiva interdisciplinar. São Carlos: Educação com Tecnologia, 2021. Disponível em: <https://laser.dainf.ct.utfpr.edu.br/lib/exe/fetch.php?media=ebook_roboticaensinopublico.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

JÚNIOR, Walteno Martins Parreira; SANTOS, Cristiano Borges dos; QUEIROZ, Carlos Magno Medeiros. A Robótica Educacional Aplicada em Atividades Didático-Pedagógicas. Periódico de Pesquisa e TCC do IFTM Campus Centro, v. 10. ago. 2023, ISSN: 2526-2041. Disponível em: < http://waltenomartins.com.br/iftm_pesquisa_2023b.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2024.

KOTZ, A.; KOVATLI, M. F. O Pensamento Computacional como Ponte para o Ensino de Robótica. Revista Tecnologias na Educação, ano 11, v 32, dez., 2021.

LEITE, Danielly Gualberto. Uso da robótica educacional e pensamento computacional para melhorar a compreensão em aulas de fundamentos de eletricidade e lógica de programação. Artigo apresentado à Coordenação do Curso de Especialização em Docência para Educação Profissional e Tecnológica do

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba– Campus Santa Luzia, como requisito para a obtenção do título de Especialista em Docência para Educação Profissional e Tecnológica, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/2400/1/DANIELLY%20GUALBERTO%20LEITE.pdf>>. Acesso em: 30 mar. 2024.

LIMA, G. M. C. S.; LIMA, M. C.; ARAÚJO, M. C. Pensando Robótica em Versos e Prosa. Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação. p. 30, 2022.

LING, Luiz Claudio Alves; OLIVEIRA, Daniel. Tecnologias no ensino da matemática em uma experiência com a robótica educacional. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 9, n. 7, p. 918–938, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i7.10666. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/10666>. Acesso em: 31 mar. 2024.

LOPES, D. Q. A exploração de modelos e os níveis de abstração nas construções criativas com robótica educacional. 2008. 326 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2008.

LOPES, Kevim; FERNANDES, Matheus; CAMPOS, Mauricio Junior; MAZURECHEN, Sandro Roberto. Percepções sobre robótica educacional como metodologia de ensino. Pesquisa e Inovação, Guarapuava/PR, v. 1, n. 1, p. 64-73, jan./jun. 2021. Disponível em: <<https://revista.camporeal.edu.br/index.php/pi/issue/view/5>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

LOURENÇO, Helionardo Thomaz Alves. Robótica educacional: uma análise sobre sua contribuição na conceituação de ângulos. Monografia apresentada à Coordenadoria do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Vitória, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Matemática. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/3791/TCC_Rob%3b3tica_Educacional_Contribui%3a7%3a3o_Conceitua%3a7%3a3o_%3a82ngulos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 mar. 2024.

LULA-BARROS, Débora S.; DAMASCENA, Hylane L. Assistência farmacêutica na pandemia da Covid-19: uma pesquisa documental. Trabalho, Educação e Saúde, v. 19, 2021, e00323155. DOI: 10.1590/1981-7746-sol00323. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/tes/a/csJjgDFtp3WkwfY9xS7tflc/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 17 set. 2024.

MACHADO, Vitor Ramos; JESUS, Rafael de; ALVES, Bruno Vieira. Desenvolvimento do robô scara para fins didáticos e aplicações educacionais na engenharia elétrica. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, campus Trindade, como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Engenharia Elétrica, 2024. Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/4240>>. Acesso em: 31 mar. 2024.

MACIEL, Leandro Moreira; LEAL, Débora Araújo. Robótica educacional: desafios e perspectivas no ensino brasileiro. Revista Conjecturas, v. 22, n. 6, 2022. Disponível em: <<https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1116>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

MAJDENBAUM, Rivka. Avaliação do potencial pedagógico de artefatos de robótica educacional a partir de uma perspectiva construcionista de aprendizagem. Dissertação de Mestrado apresentada junto ao

programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre, como requisito para obtenção do título de Mestre em Informática na Educação. Disponível em: < <https://repositorio.ifrs.edu.br/handle/123456789/1396>>. Acesso em: 2 out. 2024.

MAROTTI, Júlia. Incentivando Meninas nas Ciências: um Relato de Experiência dos Minicursos de Programação e Robótica para Jovens. In: Women in information technology (WIT), 15., 2021, Evento Online. Anais. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 300-304. ISSN 2763-8626. Disponível em: < <https://sol.sbc.org.br/index.php/wit/article/view/15870>>. Acesso em: 2 abr. 2024.

MARRA, Isaac; GUILHERME, Marcelo. A história da educação no Brasil. São Paulo: Paco Editorial, 2020.

MARTINS, Adriano; MACHADO, Antonio Marcos; GESSER, Grazielle, Alano.

Análise do perfil metodológico das dissertações de mestrado profissional em administração universitária da universidade federal de santa catarina apresentadas no período de 2012 a 2015. Disponível em: < <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/170838>>. Acesso em: 2 abr. 2024.

MARTINS, Danilo Magone Duarte; SILVA, Nívia Angélica Chaves Viana. Torneio de robótica como método de aprendizagem baseada em problemas na engenharia de automação industrial. Anais do XLVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Caxias do Sul/RS, v. 1, n. 1, p. 1-10, 1 a 3 dez., 2020. Disponível em: < <https://proceedings.sbmac.org.br/sbmac/article/view/3137/3172>>. Acesso em: 29 mar. 2024.

MENEZES, Matheus Chaves; KANEHISA, Rodrigo Fumihiro de Azevedo; OLIVEIRA, Alexandre César Muniz de. Ensino tutorial de robótica em ciência da computação e engenharia elétrica. Anais do V Workshop de Robótica Educacional. São Carlos/SP, p. 67-72, 20 a 21 out., 2014. Disponível em: < http://www.natalnet.br/wre2014/Anais_WRE2014.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2023.

MINEIRO, Eliane Cristina Gualberto Melo; LOPES, Frederico Antonio Mineiro. Processo histórico da Educação Profissional e Tecnológica no Brasil: das origens da Educação Profissional à criação dos Institutos Federais. Revista Labor, Fortaleza/CE, v. 2, n. 24, p. 279-302, out/dez., 2020. ISSN 1983-5000. Disponível em: < <http://www.periodicos.ufc.br/labor/article/view/60233>>. Acesso em: 9 jun. 2024.

MINEIRO, Márcia; A. ALVES DA SILVA, Mara; GRACIA FERREIRA, Lúcia. PESQUISA QUALITATIVA E QUANTITATIVA: imbricação de múltiplos e complexos fatores das abordagens investigativas. Momento - Diálogos em Educação, [S. l.], v. 31, n. 03, p. 201–218, 2022. DOI: 10.14295/momento.v31i03.14538. Disponível em: <https://furg.emnuvens.com.br/momento/article/view/14538>. Acesso em: 16 set. 2024.

MORAN, José. Metodologias ativas de bolso. Editora Arco 43, 2021.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. V Encontro Internacional Sobre Aprendizagem Significativa, Madrid (Espanha), setembro de 2020. Disponível em: <goo.gl/YcZwZa> Acesso em: 5 mar. 2024.

MOREIRA, M. A.; RIZZATTI, I. M. Pesquisa em ensino. Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática, [S. l.], v. 1, p. e020007, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/59>. Acesso em: 4 set. 2024.

NASCIMENTO, Adriana Barbosa; NUNES, José Honorato Ferreira; SANTOS, Renato Batista dos. Robótica educacional na modalidade remota: um estudo de caso na educação profissional e tecnológica. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências da Computação. Disponível em: < <https://www.ifbaiano.edu.br/unidades/bonfim/files/2023/04/TCC-Adriana-Barbosa.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

NETO, Arlindo Garcia de Sá Barreto; LIRA, Valnir. Robótica educacional como metodologia de aprendizado. Revista Práxis: saberes da extensão, João Pessoa/PB, v. 5, n. 9, p. 49-56, maio/ago., 2020. Disponível em: < <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/praxis/article/download/1425/641>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

NISKIER, Arnaldo. História da educação brasileira: de José de Anchieta aos dias de hoje. São Paulo: Editora Europa, 2011.

OLIVEIRA, Emiliano José Silva. Pensamento computacional e robótica: um estudo sobre habilidades desenvolvidas em oficinas de robótica educacional. Monografia (Licenciatura em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Aplicadas e Educação, Universidade Federal da Paraíba, 2016. Disponível em: < https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/2857?locale=pt_BR>. Acesso em: 30 jul. 2023.

OLIVEIRA, Ortenio de; MILL, Daniel. Aprendizagem científica pela robótica: algumas aproximações. Anais do Congresso Internacional de Educação e Tecnologias. 26 jun. a 13 jul., 2020. Universidade Federal de São Carlos, SP. Disponível em: < <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/download/603/596/>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

OLIVEIRA, P. M. R.; PINTO, V. P.; ALMEIDA, R. N. C. Robomind e Lego Mindstorms: diminuindo a evasão de alunos nos cursos de Engenharia Elétrica. Anais do XLII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge 2014), Juiz de Fora (Brasil). 2014.

OTONI, B. de Oliveira Guedes; ARAÚJO, W. Azis Garcia de; PEREIRA, L. D. de Lima. A robótica educacional como mecanismo pedagógico. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, [S. l.], v. 9, n. 1, 2023. Disponível em: <https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/1398>. Acesso em: 31 mar. 2024.

PAIVA, Kleison Silveira. Robótica educacional como contribuição na formação de novos professores de tecnologia: uma experiencia no ensino superior. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Instituto de Ciências da Educação da Universidade Federal do Oeste do Pará, como requisito para obtenção de título de Mestre em Educação, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/bitstream/123456789/638/1/Dissertacao_RoboticaEducacion](https://repositorio.ufopa.edu.br/jspui/bitstream/123456789/638/1/Dissertacao_RoboticaEducacion%20alcomo.pdf) alcomo.pdf. Acesso em: 2 abr. 2024.

PALHARES, Isabela. PIB pode aumentar até 2,3%, se Brasil triplicar número de vagas em ensino técnico, aponta estudo. Folha de São Paulo, São Paulo/SP. 11. jul. 2023. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/educacao/2023/07/pib-pode-aumentar-ate-23-se-o-brasil-triplicar-vagas-em-ensino-tecnico-aponta-estudo.shtml>>. Acesso em: 18 fev. 2024.

PAPERT, S. A Máquina das Crianças: Repensando a escola a era da informática. Tradução de: Sandra Costa. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.

PAPERT, S. Mindstorms: computers, children and powerful ideas. NY: Basic Books, 1980.

PERALTA, D. A.; GUIMARÃES, E. C. A robótica na escola como postura pedagógica interdisciplinar: o futuro chegou para a Educação Básica? Revista Brasileira de Informática na Educação, v. 26, n. 1, p. 30-50, 2021.

PEREIRA, Antônio. Pesquisa interventiva nos mestrados profissionais em educação: fundamentos e possibilidade praxica. Revista Estudos Aplicados em Educação, São Caetano do Sul, SP. v. 6, n. 12, p.01-15, 2021. ISSN 2525-703X. Disponível em: <https://seer.uscs.edu.br/index.php/revista_estudos_aplicados/article/view/8069>. Acesso em: 4 set. 2024.

PEREIRA, Cintia; COUTINHO, Diogenes José Gusmão. PESQUISA QUALITATIVA NA ÁREA DA EDUCAÇÃO. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 992–1001, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i3.8803. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/8803>. Acesso em: 17 set. 2024.

PEREIRA, Márcio Lúcio Dias; OLIVEIRA, Ivan Carlos Alcântara de. Curso de robótica educacional híbrido com abordagem baseada em projetos: um estudo de caso. Academia. Disponível em: <

https://www.academia.edu/download/63776247/CURSO_DE_ROBOTICA_EDUCACIONAL_HIBRIDO_COM_ABORDAGEM_BASEADA_EM_PROJETOS_UM_ESTUDO_DE_CASO20200629-2159-7tdw06.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2024.

PERRENOUD, P. Avaliação da excelência à regulação das aprendizagens: entre duas lógicas. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIAGET, J. To understand is to invent. N.Y.: Basic Books, 1974.

PIAI, Juliani Chico; CERVANTES, Sílvia Galvão de Souza; FRANÇA, Maria Bernadete Moraes. Uma experiência com robótica educacional no início da formação do engenheiro eletricitista. Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Belém/PA., 3-6 set., 2022. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/104214.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2023.

PILETTI, Nelson. História da Educação no Brasil. 7. ed. São Paulo: Ática, 2006.

PITANGA, Ângelo Francklin. Pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa: refletindo sobre as decisões na seleção de determinada abordagem. Revista Pesquisa Qualitativa, [S. l.], v. 8, n. 17, p. 184–201, 2020. DOI: 10.33361/RPQ.2020.v.8.n.17.299. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/299>. Acesso em: 16 set. 2024.

PIZOLATTO, Morgana; BRAGHIROLI, Lynceo Falavigna; RIGHI, Angela Weber. Reflexões sobre estilos de aprendizagem na formação em engenharia. Revista Produto & Produção, vol. 23, n.3, p. 80-99. 2022. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/ProdutoProducao/article/view/125733/87322>>. Acesso em: 24 set. 2024.

PRENKSY, M. Digital natives, digital immigrants. On the Horizon, v. 9, n. 5, p. 1-6, 2001.

PRETTO, Fabrício; KAHER, Cristina Letícia. Práticas de extensão durante a pandemia: ações do projeto robótica educacional Univates. Revista Cataventos, Cruz Alta, RS. ISSN 2176-4867 | v.12, n.2, p. 36-45, dez/2020. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Fabricio-Pretto-2/publication/348525728_PRATICAS_DE_EXTENSAO_DURANTE_A_PANDEMIA_ACOES_DO_PROJETO_ROBOTICA_EDUCACIONAL_UNIVATES/links/6004e15892851c13fe1bda09/PRATICAS-DE-EXTENSAO-DURANTE-A-PANDEMIA-ACOES-DO-PROJETO-ROBOTICA-EDUCACIONAL-UNIVATES.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2024.

QUEIROZ, Paulo G. G.; RODRIGUES, Laura C. C.; FERNANDES, Silvio R. Análise da Perspectiva de Vida Propiciada pela Inserção da Robótica no Ambiente Educacional dos Alunos do Projeto Robot em Ação. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 29., 2023, Passo Fundo/RS. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023 . p. 573-582. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/wie.2023.235108>. Acesso em: 31 mar. 2024.

RESNICK, M., BERG, R.; EISENBERG, M. Beyond black boxes: bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. Journal of the Learning Sciences, v. 9, n. 1, p. 7-30, 2000.

RESNICK, M. Martin, F.; SARGENT, R.; SILVERMAN B. Programmable Bricks: Toys to Think With. IBM Systems Journal, vol. 35, no. 3-4, pp. 443-452, 1996.

REVOREDO, Téo Cerqueira; OLIVEIRA, Tiago Roux. A robótica como instrumento de estímulo à engenharia através da interação entre a universidade e o ensino médio. Anais do XLI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Gramado/RS., 23-26 set., 2013. Disponível em: <https://turing.pro.br/anais/COBENGE-2013/pdf/118310_1.pdf>. Acesso: 1 ago. 2023.

RIBEIRO, Paula Ceccon; MARTINS, Carlos Bazílio; BERNARDINI, Flávia Cristina. A robótica como ferramenta de apoio ao ensino de disciplinas de programação em cursos de computação e engenharia. Anais do XXII SBIE – XVII WIE, Aracaju/SE, 21 a 25 nov., 2021. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/21721>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

ROQUE, L. A. O. L. R. Automação de processos com linguagem ladder e sistemas supervisórios. Rio de Janeiro: GEN – LTC, 2018.

ROQUE, L. A. O. L. R.; GONÇALVES, V. E. Introdução ao kit robótico Lego EV3 – Programe seus robôs com linguagem de blocos. São Paulo: Casa do Código, 2018.

ROQUE, L. A. O. L. R.; GONÇALVES, V. E. Programando robôs Lego com linguagens NXC e NXT-G. Editora Itacaiunas. 2019. Belém – PA.

SAMPAIO, Tuane Bazanella. Metodologia da pesquisa. Editora Universidade Federal de Santa Maria. 2022. Santa Maria – RS. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/26138/MD_Metodologia_da_Pesquisa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 17 set. 2024.

SANTCLAIR, Gabriel; GODINHO, Julia; GOMIDE, Janaina. Robótica Criativa: desenvolvimento de projetos de engenharia com crianças e jovens. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 26., 2020, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 101-110. Disponível em: <<https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2020.101>>. Acesso: 2 abr. 2024.

SANTOS, Alex Silva; MOURA, Elyangela Pinheiro de; ARAÚJO, Régia Talina Silva. Uma análise das contribuições da robótica educacional no processo de ensino-aprendizagem: um estudo de caso em uma escola privada na Região do Cariri. Instituto Federal Cearense. Disponível em: <https://prpi.ifce.edu.br/nl/_lib/file/doc1919Trabalho/Artigo%20ROB%D3TICA%20EDUCACIONAL.pdf>. Acesso: 31 jul. 2023.

SANTOS, Francisco Elder dos; PEREIRA, Dauster Souza; GODIN, Juliana Martins. A Robótica Educativa no Ensino de Lógica de Programação: uma revisão sistemática da literatura. Novas Tecnologias na Educação. CINTED-UFRGS, v. 16 nº 1, julho, 2020. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/223856/001078736.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso: 31 jul. 2023.

SANTOS, Lizandra Meire Moreira; PAULINO, Otávio Floriano; SANTOS, Simone Cabral Marinho dos. Contribuições da robótica educacional para o ensino: uma perspectiva bibliográfica. Revista Amazônica, Manaus (AM), v. 17, n. 1, p. 63-86, jan.-jun. 2024. Disponível em: <<https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/amazonica/article/view/14218/9094>>. Acesso: 2 abr. 2024.

SANTOS, Luiz Carlos. Pesquisa Científica: universo/população, amostra e critério amostral. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.lcsantos.pro.br/wp-content/uploads/2021/03/195_PESQUISA_CIENTIFICA.pdf&ved=2ahUKEwi7xPfxm9SIAXVmFLkGHd59Kj8QFnoECB0QAQ&usg=AOvVaw0RbW23g5YOcut9n6P8J6iF>. Acesso em: 21 set. 2024.

SANTOS, Kamylla Milena Voltoni dos; MARQUES, Fernanda Andrade Pereira; KEMPNER, Thais Reggina. O protagonismo de meninas e mulheres no desenvolvimento de tecnologias assistivas com robótica. In: WOMEN IN INFORMATION TECHNOLOGY (WIT), 17., 2023, João Pessoa/PB. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2023. p. 399-404. ISSN 2763-8626. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wit/article/view/25045>. Acesso em: 2 abr. 2024.

SÃO PAULO, Governo do Estado. Você sabe a origem do Dia do Professor? Conheça a história por trás do 15 de outubro. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://www.educacao.sp.gov.br/voce-sabe-a-origem-do-dia-do-professor-conheca-a-historia-por-tras-do-15-de-outubro/#:~:text=A%20primeira%20contribui%C3%A7%C3%A3o%20da%20Lei,mais%20gerais%20de%20geometria%20pr%C3%A1tica.>>. Acesso: 11 fev. 2024.

SASAHARA, Liuiti Ricardo; CRUZ, Sérgio Manuel Serra. Hajime – uma nova abordagem em robótica educacional. Anais do XIII Workshop sobre Informática na Escola. p. 459-461, 30 jun. – 6 jul., 2007. Rio de Janeiro – RJ. Disponível em: <<http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wie/article/viewFile/963/949>>. Acesso: 31 jul. 2023.

SAVELI, Esméria Lourdes. A educação obrigatória nas constituições brasileiras e nas leis educacionais delas derivadas. Revista Contrapontos, Itajaí, v. 10, n. 2, p. 129-146, mai.-ago. 2020. Disponível em: <<http://educa.fcc.org.br/pdf/ctp/v10n02/v10n02a05.pdf>>. Acesso: 11 fev. 2024.

SAVIANI, Demerval. As concepções pedagógicas na história da educação brasileira. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Disponível em: <https://www5.unioeste.br/portalunioeste/images/files/PHC/3._Artigo_-_Saviani_-

239

_Asc_concep%C3%A7%C3%B5es_pedag%C3%B3gicas_na_hist%C3%B3ria_da_educa._brasileira.pdf>. Acesso: 31 jul. 2023.

SAVIANI, Dermeval. História das ideias pedagógicas no Brasil. 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2019.

SCHERER, D., SILVA, N. B. E OLIVEIRA, D. M. Robótica Educacional de Baixo Custo: Arduino como Ferramenta Pedagógica. Anais do Congresso sobre Tecnologias na Educação, 2020, p.30.

SILVA, Augusto Herbert Azevedo; BRANDÃO, Gustavo Araújo; AZEVEDO, Pedro Henrique Gomes. Usando a robótica educacional com Scratch e Arduino para melhor compreensão de ciências exatas. Scientia Prima, v.6, n.1, p. 147-159, maio 2020. Disponível em: <<https://abric.org.br/ojs/index.php/scientiaprima/article/view/22>>. Acesso: 31 jul. 2023.

SILVA, Leonardo Zambotto da. Projeto de plataforma educacional de desenvolvimento robótica. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Controle e Automação) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/234146/001134734.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso: 31 jul. 2023.

SILVA, Lucas Santos; OLIVEIRA, Raquel Nascimento. Robótica educacional: perspectivas e desafios no ensino de ciências e matemática. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí, 2022. Disponível em: <<https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1282>>. Acesso: 1 ago. 2023.

SILVA, Maria Aparecida de Faria da; OLIVEIRA, Márcia. A Robótica Educacional na Perspectiva das Metodologias Ativas. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE), 25., 2020, Brasília. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2020. p. 1289-1293. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2020.1289>. Acesso em: 24 set. 2024.

SILVA, Nara Nair Coelho; NOVAES, Marcos Adriano Barbosa; GONÇALVES, Ruth Maria de Paula. A educação brasileira no período de 1500 a 1960: notas introdutórias. Ensino em Perspectivas (ENPE), v.2, n.4, p. 1-15, maio 2021. Disponível em: <<https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/download/6384/5486/26052>>. Acesso: 13 nov. 2023.

SILVA, Rodrigo Barbosa; BLIKSTEIN, Paulo. Robótica educacional: experiências inovadoras na educação brasileira. Porto Alegre: Editora Penso, 2020.

SILVA, Paula Juliana Nunes da; SANTOS, Rita de Cássia Grecco dos. A potência da robótica educacional no processo de desenvolvimento da aprendizagem. Revista de Estudos Interdisciplinares, v. 3, n. 3, p. 18-36, 2021. Disponível em: <<https://revistas.ceeinter.com.br/revistadeestudosinterdisciplinar/article/view/92>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

240

SOARES, Wellington Danilo; CORRÊA, Priscilla Duarte Soares; ABRITTA, Marina Luiza Resende. Pesquisa qualitativa e quantitativa: um estudo comparativo. Disponível em: <<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/220508792.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2024.

SOKOLONSKI, Ana Carolina; SÁ, Alirio Santos; MACEDO, Raimundo José de Araujo. Robótica Educacional como Facilitadora do Aprendizado do Raciocínio Computacional: Revisão Sistemática da Literatura. Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE). Natal/RN, p. 1503-1512, 24 a 28 nov., 2020. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/view/12906/12760>>. Acesso em: 28 mar. 2024.

SOUSA, Angélica Silva; OLIVEIRA, Guilherme Saramago; ALVES, Laís Hilário. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. Cadernos da Fucamp, v.20, n.43, p.64-83/2021. Disponível em: <<https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/2336>>. Acesso em: 17 set. 2024.

SOUZA, Afonso H. G; PINHEIRO, Alessandro M. C; MORAES, Amanda A. C. Metodologias de ensino aplicadas a robótica educacional. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. Ouro Preto/ MG, 27-30 out, 2019. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Victor-Mendes-4/publication/338198905_Metodologias_de_Ensino_Aplicadas_a_Robotica_Educacional/links/5e98385d92851c2f52a696ea/Metodologias-de-Ensino-Aplicadas-a-Robotica-Educacional.pdf >. Acesso em: 31 jul. 2023.

SOUZA, Isabelle Maria Lima de; ANDRADE, Wilkerson L. de Andrade; SAMPAIO, Livia S. Campos. Aplicações da Robótica Educacional para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Contexto do Ensino Médio Integral. In: Simpósio Brasileiro De Educação Em Computação (Educomp), 1., 2021, On-line. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 44-54. DOI: Disponível em: < <https://doi.org/10.5753/educomp.2021.14470>>. Acesso em: 28 mar. 2024

SOUZA, Luís Fernando Freire; REIS, Gabriela, Lígia; TAVARES, Mateus Porreca. Desenvolvimento de kits didáticos e cursos de robótica educacional: um estudo da metodologia que pode ser empregada em projetos de extensão. Revista Triangulo v. 7, n. 1: 32-45, jan./jun. 2024. Disponível em: < <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/revistatriangulo/article/view/505>>. Acesso em: 1 ago. 2024.

SOUZA, Naélio Freires Roberto. Uso da robótica educacional para ensino de programação. Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação) –Universidade Federal do Ceará, 2020. Disponível em: < <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/55762>>. Acesso em: 2 ago. 2023.

SOUZA, Rodrigo Ghirardelli; LEITE, Raquel Machado; GOMES, Raquel Salcedo; VILLACA, Rodolfo da Silva. Tics em uma cooperativa educacional: infraestrutura,

241

usos e percepções de alunos e professores. Brazilian Journal of Education, Technology and Society, v.14, n.4, Oct.-Dec., p.708-722, 2021. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/247186/001137204.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

STEFANELLO, Débora R.; FILHO, José, A. B. L.; GUIMARÃES, Ivone, A. S. A contribuição cognitiva da robótica educacional como ferramenta interdisciplinar no contexto do ensino superior. Anais do Congresso Brasileiro de Educação a Distância. São Luís/MA, 2013. Disponível em: < <http://www.abed.org.br/congresso2013/cd/248.pdf>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

TAKAHATA, André Kazuo; CRUZ, Cristiano; GOMES, Giordanno; GONÇALVES, Gustavo Nicolau; ALVIM, João; NETO, Maiane Teixeira; MINAMI, Mário; FERRARI, Rafael; ATTUX, Romis. Extensão Popular na Engenharia Elétrica e na Engenharia da Informação: Realizações, Possibilidades e Desafios na Unicamp e na UFABC. Anais do XVIII Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social. Belo Horizonte/MG, p. 1-24, 30 out. a 1 nov., 2023. Disponível em: < <https://anais.eneds.org.br/index.php/eneds/article/view/752/611>>. Acesso em: 31 mar. 2024.

TEIXEIRA, Elder dos Santos; MOTA, Francisco Alan Xavier; ALEXANDRIA, Auzuir Ripardo. A robótica educacional como ferramenta para o ensino de cinemática. Revista Eletrônica DECT, Vitória (ES), v. 8, n. 01, p. 170-197, abril de 2020. Disponível em: < <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/dect/article/download/1056/650>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

THOMAZ, Sarah; FERNANDES, Carla; YANAGUIBASHI, Erika; GONÇALVES, Luiz Marcos G. Programação de robôs em diferentes níveis de abstração. Anais do V Workshop de Robótica Educacional. São Carlos/SP, p. 54-59, 20 a 21 out., 2014. Disponível em: < http://www.natalnet.br/wre2014/Anais_WRE2014.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2023.

TONINI, Adriana Maria. Contexto histórico, econômico e político da engenharia no Brasil: do século XVIII ao século XXI. Revista de Ensino de Engenharia, Brasília (DF), v. 32, n. 01, p. 65-73, abril de 2019. Disponível em: < <https://revista.educacao.ws/revista/index.php/abenge/article/view/161/132>>. Acesso em: 7 jun. 2024.

VARGAS, Melina Nolasco; MENEZES, Andromeda Goretti Correa; MASSARO, Cláudio Megatti. Utilização da robótica educacional como ferramenta lúdica de aprendizagem na engenharia de produção: introdução à produção automatizada. Anais do XL Congresso brasileiro de educação em engenharia. Belém/PA., 3-6 set., 2022. Disponível em: < <http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/104401.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2023.

VENÂNCIO, Ludmila Salomão; OLIVEIRA, Gabriela Machado de; FONSECA, Pollyanna Marcelino. A robótica educacional como ferramenta metodológica no processo de ensino-aprendizagem: um estudo de caso. Revista Sulear, v. 1, n. 3,

242

nov. 2020. Disponível em: < <https://revista.uemg.br/index.php/sulear/article/view/3375>>. Acesso em: 1 ago. 2023.

WASZAK, Miriam Monteiro Borges. Atividades experimentais e robótica educacional: do presencial ao remoto com o google meet. Repositório Digital da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/257054/001165552.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

WILKE, J. C. O Papel do Professor. Disponível em: <<http://www.jcwilke.hpg.ig.com.br/papel2.htm>>. Acesso em: 26 fev. 2024.

ZUCATTO, L. C.; FREITAS, R. U. C.; MARZZONI, D. N. S. Basic research and applied research: an analysis from scientific production on COVID-19. *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 9, n. 11, p. e63791110179, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.10179. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/10179>. Acesso em: 4 set. 2024.

WILTGEN, Filipe. Experimentação Prática em Robótica como Instrumento de Ensino e Aprendizagem. *Anais do XXIX Cinted, Porto Alegre (RS)*, v. 1, n. 1, p. 1-10, 21-23 set. 2021. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/20208>>. Acesso em: 2 abr. 2024.

WILTGEN, Filipe. Robótica prática como ferramenta mãos à obra no ensino. *Revista de Engenharia e Tecnologia, Ponta Grossa (PR)*, v. 14, n. 2, p. 222-233, jun. 2022. Disponível em: <<https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/20208>>. Acesso em: 2 abr. 2024.

YANAGUIBASHI, Erika; THOMAZ, Sarah; GONÇALVES, Luiz Marcos G. EducAval - método para avaliação de softwares para robótica educacional. *Anais do V Workshop de Robótica Educacional. São Carlos/SP*, p. 48-53, 20 a 21 out., 2014. Disponível em: <http://www.natalnet.br/wre2014/Anais_WRE2014.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2023.

YEPES, Igor. Uso de drones como tecnologia pedagógica em disciplinas steam. Tese (Doutorado em Informática na Educação) – Programa de Pós Graduação em Informática na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/219235/001123836.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 31 jul. 2023.

ZILLI, Silvana do Rocio. A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2024. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/86930>>. Acesso em: 31 jul. 2023.



FACULTAD INTERAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES – FICS

APÊNDICES

Apêndice (A) – QUESTIONÁRIO

Eu, Luiz Alberto Oliveira Lima Roque, doutorando em Ciências da Educação pela Facultad Interamericana de Ciências Sociales – FICS, gostaria de contar com sua participação nesta pesquisa, cujo tema é: A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O ENSINO DOS ALUNOS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO DE UM INSTITUTO FEDERAL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. Reafirmo o compromisso com a ética científica, fidelidade com as informações, sigilo com sua identidade e segurança na transcrição dos dados pesquisados.

1. Qual gênero você se identifica?

- (a) ☐ Masculino
- (b) ☐ Feminino
- (c) ☐ Não-binário
- (d) ☐ Prefiro não responder

2. Qual a sua idade?

- (a) Menos de 18 anos
- (b) 18-24 anos
- (c) 25-30 anos
- (d) 31-40 anos
- (e) Mais de 40 anos

3. Qual o seu nível de satisfação com as aulas de robótica educacional no curso de Engenharia de Automação?

- (a) Muito satisfeito
- (b) Satisfeito
- (c) Neutro
- (d) Insatisfeito
- (e) Muito insatisfeito

4. Como você avalia a importância da robótica educacional para a sua formação em Engenharia de Automação?

- (a) Muito importante
- (b) Importante
- (c) Neutro
- (d) Pouco importante
- (e) Nada importante

5. Com que frequência você utiliza conceitos de robótica educacional em outros componentes curriculares?

- (a) Sempre
- (b) Frequentemente
- (c) Ocasionalmente
- (d) Raramente
- (e) Nunca

6. A robótica educacional contribui para o desenvolvimento de habilidades práticas em sua formação?

- (a) Muito
- (b) Moderadamente
- (c) Neutro

(d) Pouco

(e) Nada

7. Você acredita que as aulas de robótica educacional melhoram a sua compreensão teórica sobre automação?

(a) Muito

(b) Moderadamente

(c) Neutro

(d) Pouco

(e) Nada

8. O uso de robótica educacional facilita a aprendizagem de conceitos complexos?

(a) Muito

(b) Moderadamente

(c) Neutro

(d) Pouco

(e) Nada

9. Qual é a sua opinião sobre a infraestrutura disponível para as aulas de robótica educacional na sua instituição?

(a) Excelente

(b) Boa

(c) Neutra

(d) Ruim

(e) Péssima

10. Os professores possuem conhecimento adequado para ministrar aulas de robótica educacional?

(a) Concordo totalmente

(b) Concordo

(c) Neutro

- (d) Discordo
- (e) Discordo totalmente

11. Qual é a sua percepção sobre a carga horária dedicada à robótica educacional no currículo?

- (a) Adequada
- (b) Mais do que suficiente
- (c) Neutra
- (d) Insuficiente
- (e) Muito insuficiente

12. As atividades práticas de robótica educacional ajudam a desenvolver competências interpessoais (trabalho em equipe, comunicação)?

- (a) Muito
- (b) Moderadamente
- (c) Neutro
- (d) Pouco
- (e) Nada

13. Você se sente mais motivado a estudar Engenharia de Automação devido às aulas de robótica educacional?

- (a) Muito motivado
- (b) Motivado
- (c) Neutro
- (d) Pouco motivado
- (e) Nada motivado

14. Qual é a contribuição da robótica educacional para a sua capacidade de resolver problemas complexos?

- (a) Muito alta
- (b) Alta

(c) Neutra

(d) Baixa

(e) Muito baixa

15. A robótica educacional ajuda a integrar conhecimentos de diversas disciplinas do curso?

(a) Muito

(b) Moderadamente

(c) Neutro

(d) Pouco

(e) Nada

16. Você considera que as atividades de robótica educacional preparam você para o mercado de trabalho?

(a) Muito

(b) Moderadamente

(c) Neutro

(d) Pouco

(e) Nada

17. Quão desafiadoras você considera as atividades práticas de robótica educacional?

(a) Muito desafiadoras

(b) Desafiadoras

(c) Neutro

(d) Pouco desafiadoras

(e) Nada desafiadoras

18. As atividades de robótica educacional contribuem para a sua criatividade?

(a) Muito

(b) Moderadamente

(c) Neutro

(d) Pouco

(e) Nada

19. Você acredita que a robótica educacional deve ser uma parte obrigatória do currículo de Engenharia de Automação?

(a) Concordo totalmente

(b) Concordo

(c) Neutro

(d) Discordo

(e) Discordo totalmente

20. Quão preparado você se sente para participar de competições de robótica após as aulas de robótica educacional?

(a) Muito preparado

(b) Preparado

(c) Neutro

(d) Pouco preparado

(e) Nada preparado

21. As aulas de robótica educacional contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico?

(a) Muito

(b) Moderadamente

(c) Neutro

(d) Pouco

(e) Nada

22. A robótica educacional ajuda a melhorar suas habilidades em programação?

(a) Muito

(b) Moderadamente

(c) Neutro

(d) Pouco

(e) Nada

23. Você considera que a robótica educacional contribui para a inovação no seu curso?

(a) Muito

(b) Moderadamente

(c) Neutro

(d) Pouco

(e) Nada

24. Você se sente mais confiante para realizar projetos de automação após as aulas de robótica educacional?

(a) Muito confiante

(b) Confiante

(c) Neutro

(d) Pouco confiante

(e) Nada confiante

25. Quão relevante você considera a robótica educacional para o futuro da engenharia de automação?

(a) Muito relevante

(b) Relevante

(c) Neutro

(d) Pouco relevante

(e) Nada relevante



FACULTAD INTERAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES - FICS

APÊNDICE (B) - OFÍCIO DE ENCAMINHAMENTO/SOLICITAÇÃO – PESQUISA DE CAMPO

Solicitamos autorização para a realização de pesquisa junto a esta instituição para a realização da pesquisa de **Luiz Alberto Oliveira Lima Roque identidade** nº 087904462. O doutorando encontra-se na etapa final para a conclusão de sua Tese, Defesa e Certificação do curso de Doutorado em Ciências da Educação (*Stricto Sensu*) com a carga horária de 1.710 horas, compreendendo 24 meses de formação teórico-metodológica-epistemológico e especializado, tendo participado ativamente do programa, com excelente desempenho acadêmico. A certificação se dará pela FACULTAD INTERAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES.

Antecipo agradecimentos e coloco-me à disposição para esclarecimento de quaisquer dúvidas a respeito desta pesquisa.

Atenciosamente,

Cristiano do Nascimento Siqueira

Prof. Dr. Orientador –FICS-

Luiz Alberto Oliveira Lima Roque

Doutorando

Senhor(a):

Gestor do Instituto Federal Fluminense – Campus Macaé

Macaé – Estado do Rio de Janeiro

Outubro de 2024



FACULTAD INTERAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES – FICS

APÊNDICE (C) - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: **A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO DE UM INSTITUTO FEDERAL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL.**

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS:

Para aperfeiçoar os índices de desenvolvimento humano de uma nação, oferecendo aos seus cidadãos melhores condições de vida, que proporcionem trabalho, moradia, lazer, saúde, cultura, esporte e segurança a todos, é preciso investir no crescimento do produto interno bruto nacional, e esta ação passa necessariamente pelo aperfeiçoamento dos processos industriais, através das tecnologias associadas a robótica educacional e, por extensão, à Engenharia de Controle e Automação.

Dessa forma, esta pesquisa visa identificar, junto aos alunos de graduação em Engenharia de Controle e Automação, a contribuição de robótica educacional para a aprendizagem das disciplinas deste bacharelado.

DESCONFORTOS E RISCOS E BENEFÍCIOS: não haverá desconfortos ou riscos, uma vez que a pesquisa será realizada através de formulários *online*, nos quais o sigilo dos participantes é garantido.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSISTÊNCIA: os participantes responderão um questionário estruturado com 25 questões onde não há necessidade de identificação.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido (a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento informado será arquivada no Curso de Doutorado em Ciências da Educação da Facultad de Ciencias Sociales Interamericana.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional em caso de haver gastos de tempo, transporte.

DECLARAÇÃO DA PARTICIPANTE OU DO RESPONSÁVEL PELA PARTICIPANTE:

Eu, _____ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas, conforme recomendações da Comissão do Comitê Interamericano de Ética em Pesquisa da Facultad Interamericana de Ciencias Sociales. (CIEP)

Assinatura do Participante: _____

Data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador: _____

Data: ____/____/____

Nome _____

Assinatura do Participante: _____

Data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador: _____

Data: ____/____/____



FACULTAD INTERAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES - FICS

ANEXOS – AUTORIZAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA FICS

Comitê Interamericano
de Ética em Pesquisa
CIEP

FACULTAD INTERAMERICANA DE
CIENCIAS SOCIALES- FICS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CIEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA O ENSINO DOS ALUNOS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE AUTOMAÇÃO DE UM INSTITUTO FEDERAL NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO- BRASIL.

Pesquisador: LUIZ ALBERTO OLIVEIRA LIMA ROQUE.

Instituição Proponente: FACULTAD INTERAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 130.JUL.2023

Apresentação do Projeto:

A evolução tecnológica experimentada pela humanidade nas últimas décadas baixou o custo de dispositivos microprocessadores, possibilitando o uso de robótica em larga escala. Circuitos integrados cada vez mais velozes são desenvolvidos, viabilizando o uso comercial de robôs, que se tornaram imprescindíveis à ampliação da capacidade de produção de instalações industriais, bem como ao aumento da qualidade dos itens fabricados, destacando a importância da robótica para o crescimento econômico nacional.

A robótica é utilizada no preenchimento de recipientes, que podem conter remédios, grãos, bebidas, sucos, refrigerantes, cerveja, água, produtos de limpeza, iogurtes, manteiga, doces. Robôs também auxiliam em cirurgias remotas, montagem de veículos, construção civil, pavimentação, indústria aérea, construção naval, automação de processos industriais, realização de atividades arriscadas à saúde humana, transporte de cargas pesadas, desarmamento de bombas, exploração petrolífera, construção de gasodutos, prospecção de jazidas minerais e atuação em plantas industriais de alta periculosidade.

Essa era da automação vivenciada pela sociedade necessita de instituições educacionais com qualidade reconhecida, para suprir a demanda por profissionais qualificados em diversas áreas, dentre as quais se destacam eletrônica, automação e eletromecânica, todas elas abordadas na disciplina robótica, pertencente à grade curricular do bacharelado em engenharia de controle e automação. Assim, a robótica educacional é fundamental à formação do engenheiro de automação, caracterizando a relevância de realizar pesquisas sobre a contribuição da disciplina ao ensino desta área do conhecimento.

Há diversos métodos orientados ao ensino de robótica educacional para engenharia de controle, dentre os quais se destacam aqueles baseados em teoria, simuladores e através de conjuntos didáticos, caracterizados por custo acessível, geralmente na faixa de algumas unidades de milhares de reais. Tais conjuntos são dotados de peças encaixáveis, unidade central de processamento (CPU), sensores e atuadores, elementos combinados que permitem montar em pequena escala vasta gama de plantas de chão de fábrica, cuja diversidade é limitada somente pela criatividade do usuário.

Apesar de conjuntos robóticos educacionais apresentarem custos que viabilizam sua aquisição por instituições educacionais, eles ainda são caros para compra individual. Portanto, uma maneira alternativa para ensino de robótica, que viabilize os estudos discentes em casa, é por meio de simuladores gratuitos disponibilizados na rede mundial de computadores.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Geral

- Avaliar a contribuição da robótica educacional para os alunos da graduação em engenharia de controle e automação de um Instituto Federal no Estado do Rio de Janeiro.

cephumanos.fics@hotmail.com

Comitê Interamericano
de Ética em Pesquisa
CIEP



FACULTAD INTERAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES- FICS

Objetivos Específicos:

01- Evidenciar se a robótica educacional está contribuindo para o ensino dos graduandos em Engenharia de Controle e Automação.

02 – Averiguar os desafios que os educadores possuem para lecionar robótica educacional no curso de graduação em engenharia de controle e automação.

03 – Analisar o processo de motivação e aprendizagem da robótica educacional para os alunos do curso de engenharia de controle e automação.

04- Descrever se as metodologias de ensino de robótica educacional estão sendo eficazes na formação dos graduandos em engenharia de Controle e Automação.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

1) Todos os riscos estão descritos? (SIM)

2) Há maneira de contorná-los e estão bem descritos? (SIM) – **Trata de uma pesquisa que analisa a contribuição da robótica educacional no ensino dos alunos da graduação em engenharia de automação de um instituto federal.**

3) Há riscos que o pesquisador não previu? Todos os riscos estão descritos de acordo com o tipo de metodologia proposta. Porém, os pesquisadores listaram os riscos para a execução do presente projeto de pesquisa são:

- Alguns entrevistados podem sentir constrangimento;
- Alguns entrevistados podem sentir timidez;
- Alguns entrevistados podem sentir nervosismo;
- Alguns entrevistados podem sentir invasão de privacidade;
- Alguns entrevistados podem sentir irritabilidade;
- Alguns entrevistados podem sentir incômodo;
- Alguns entrevistados podem sentir aborrecimento.

Medidas que serão utilizadas para minimizar os riscos acima mencionados:

Para minimizar os riscos acima descritos serão tomadas as medidas:

- Oferecer um ambiente acolhedor, ambiente privativo;
- Utilizar perguntas de forma objetiva;
- Ficar atento aos sinais verbais e não verbais de desconforto;
- Oferecer liberdade em interromper a participação;
- Oferecer a possibilidade de recusa a responder a qualquer pergunta;
- Ofertar o sigilo dos dados do entrevistado;
- Atentar a utilização de nomes fictícios ou outra forma de manutenção do anonimato da pessoa entrevistada;
- Sempre assegurar a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades;
- Não expor imagens que possibilitem a identificação do participante dos entrevistados;
- Não identificar o nome das Instituições participantes de modo a não expor terceiros.

4) Há algum benefício mesmo que indireto aos participantes da pesquisa? (SIM)

cephumanos.fics@hotmail.com

Comitê Interamericano
de Ética em Pesquisa
CIEP



FACULTAD INTERAMERICANA DE
CIENCIAS SOCIALES- FICS

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

De acordo com o projeto, declarações e documentos enviados a este CIEP, A privacidade e a confidencialidade estão asseguradas explicitamente no protocolo de pesquisa e no TCLE. A metodologia contém a descrição dos procedimentos para esclarecimento.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências e inadequações do presente projeto.

Considerações Finais a critério do CIEP:

caso a pesquisa não possa seguir a metodologia e cronograma descrito nesse projeto e tenha sofrido mudanças, estas modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CIEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Orientações ao pesquisador:

- O Participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado e deve receber uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CIEP que o aprovou, aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao participante da pesquisa ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CIEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Orientador(a): Professor Dr. Cristiano do Nascimento Siqueira

Situação do Parecer:

Aprovado

Data: julho/2023

ISMAEL
FENNER:00
036449016

Assinado de forma
digital por ISMAEL
FENNER:00036449016
Data: 2023.08.10
09:38:08 -04'00'

Dr. ISMAEL FENNER
PRESIDENTE

cephumanos.fics@hotmail.com

Luiz Alberto Oliveira Lima Roque



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)



A CONTRIBUIÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL PARA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO