

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
PROFISSIONAL

RODOLFO DOS SANTOS DE SOUZA LOVERA

O PROCESSO DE APRENDIZAGEM NO CURSO PROFISSIONAL DE MECATRÔNICA
DE NÍVEL TÉCNICO

São Paulo
JUNHO/2022

RODOLFO DOS SANTOS DE SOUZA LOVERA

O PROCESSO DE APRENDIZAGEM NO CURSO PROFISSIONAL DE MECATRÔNICA
DE NÍVEL TÉCNICO

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional, sob a orientação do Prof. Dr. Roberto Kanaane na linha de pesquisa Formação do Formador

São Paulo
JUNHO/2022

L911p Lovera, Rodolfo dos Santos de Souza
O processo de aprendizagem no curso profissional de
mecatrônica do nível técnico / Rodolfo dos Santos de Souza Lovera.
– São Paulo: CPS, 2022.
124 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Kanaane
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e
Desenvolvimento da Educação Profissional) – Centro Estadual de
Educação Tecnológica Paula Souza, 2022.

1. Educação profissional e tecnológica. 2. Mecatrônica. 3.
Profissional de nível técnico. I. Kanaane, Roberto. II. Centro
Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

RODOLFO DOS SANTOS DE SOUZA LOVERA

O PROCESSO DE APRENDIZAGEM NO CURSO PROFISSIONAL DE MECATRÔNICA
DE NÍVEL TÉCNICO

Prof. Dr. Roberto Kanaane
Orientador - CEETEPS

Prof. Dra. Adriana Aparecida de Lima Terçariol
Examinador Externo - UNINOVE-SP

Prof. Dra. Marília Macorin de Azevedo
Examinador Interno - CEETEPS

São Paulo, 28 de junho de 2022

Para minha esposa que sempre me apoia a
cada sonho e escolha que faço.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa só foi possível graças a ajuda de muitos companheiros inestimáveis, mas destaco aqui algumas pessoas que foram essenciais:

Ao professor Dr. Roberto Kanaane, meu orientador, que acreditou em minha capacidade e dispôs seu tempo e seu carinho.

À professora Dra. Marise Miglioli Lorusso registro minha gratidão pela atenção e ajuda que proporcionou. Aos colegas dos grupos de pesquisa que me apoiaram. Aos professores do programa de Pós-graduação do Centro Paula Souza.

E por fim, à minha esposa.

O lucro do nosso estudo é tornarmo-nos
melhores e mais sábios.
(Michel de Montaigne)

O estudo exige prática.
(Textos Judaicos)

RESUMO

LOVERA, R. S. S. **O processo de aprendizagem no curso profissional de mecatrônica de nível técnico.** 105 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2022.

Este estudo foi desenvolvido junto ao Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional, no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, na área de Educação Profissional, vinculada à linha de pesquisa Formação do Formador, no projeto de pesquisa Ensino e Aprendizagem. A Mecatrônica é um ramo da engenharia que tem como fundamento o emprego sinérgico de diferentes disciplinas para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas a atividades rotineiras. O problema que este estudo aborda diz respeito a como se constitui o processo de aprendizagem na formação do profissional de nível técnico em Mecatrônica e quais as interfaces com o conteúdo desenvolvido. Para abordar esse problema, o objetivo desta pesquisa foi investigar os processos de aprendizagem na formação do técnico em Mecatrônica. A abordagem da pesquisa foi mista tipo descritiva e exploratória. Adotou-se pesquisa bibliográfica e estudo de casos múltiplos tendo como análise duas escolas, uma pública e outra privada, do estado de São Paulo que oferta o Curso Técnico de Mecatrônica na modalidade subsequente. Para coleta de dados, foram realizadas entrevistas com coordenadores e aplicação de questionários aos docentes e discentes das unidades escolares estudadas. Os principais resultados demonstram que as práticas pedagógicas adotadas em sala de aula dependem das ações dos professores do curso pois não há uma sistematização das abordagens pedagógicas adotadas, além de poucas publicações que busquem fundamentar este processo. Como produto desta dissertação, propõe-se a criação de uma plataforma que aborde os temas que são escassos no mundo científico e acadêmico.

Palavras-chave: Educação Profissional. Mecatrônica. Profissional de Nível Técnico.

ABSTRACT

LOVERA, R. S. S. The learning process in the professional course of technical level mechatronics. 105 f. Dissertation (Professional Master's in Management and Development of Professional Education). Paula Souza State Technological Education Center, São Paulo, 2022.

This study was developed together with the Professional Master's Program in Management and Development of Professional Education, at the State Center for Technological Education Paula Souza, in the area of Professional Education, linked to the line of research Formation of the Trainer, in the research project Teaching and Learning. Mechatronics is a branch of engineering that is based on the synergistic use of different disciplines for the development of technologies applied to routine activities. The problem that this study addresses concerns how the learning process is constituted in the formation of the technical level professional in Mechatronics and what are the interfaces with the developed content. To address this problem, the objective of this research was to investigate the learning processes in the training of technicians in Mechatronics. The research approach was a mixed descriptive and exploratory type. Bibliographic research and multiple case studies were adopted, analyzing two schools, one public and one private, in the state of São Paulo that offer the Technical Course of Mechatronics in the subsequent modality. For data collection, interviews were carried out with coordinators and questionnaires were applied to teachers and students of the school units studied. The main results demonstrate that the pedagogical practices adopted in the classroom depend on the actions of the course teachers, as there is no systematization of the pedagogical approaches adopted, in addition to few publications that seek to support this process. As a product of this dissertation, it is proposed to create a platform that addresses topics that are scarce in the scientific and academic world.

Keywords: Vocational Education. Mechatronics. Technical Level Professional.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lista das Características Tecnológicas das Revoluções Industriais	26
Quadro 2 – Caracterização das Tecnologias das Revoluções Industriais.....	38
Quadro 3 – Definição do Perfil de Egresso do CT em Mecatrônica	43
Quadro 4 – Ocupações CBO associadas com a formação técnica em Mecatrônica.....	44
Quadro 5 – Requisitos para o Curso Técnico em Mecatrônica	45
Quadro 6 – Disciplina sugeridas pelo CNTC	51
Quadro 7 – Comparação entre Tendências Tradicionais e Renovadas	55
Quadro 8 – Algumas metodologias ativas	56
Quadro 9 - Matriz de Amarração.....	63
Quadro 10 – Lista das publicações selecionadas	66
Quadro 11 – Principais vocábulos das publicações organizados por grupos	69
Quadro 12 – Disciplinas lecionadas pelos respondentes	78
Quadro 13 – Respostas de alguns docentes quanto aos processos de ensino utilizados	83
Quadro 14 – Objetivos propostos no PPC de cada Unidade-caso	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantificação dos principais vocábulos nas publicações	70
Tabela 2 – Quantificação dos vocábulos por grupo nas entrevistas	74
Tabela 3 – Vocábulos mais frequentes nas entrevistas.....	74
Tabela 4 – Grau de Titulação dos docentes	76
Tabela 5 – Informações sobre o perfil dos docentes respondentes.....	77
Tabela 6 – Relevância das competências técnicas segundo os docentes.....	80
Tabela 7 – Relevância das competências socioemocionais segundo os docentes	81
Tabela 8 – Grau de importância para modelos de avaliação – caso 1	84
Tabela 9 – Grau de importância para modelos de avaliação – caso 2	85
Tabela 10 – Percepção sobre as práticas de ensino – caso 1	86
Tabela 11 – Motivação para realização do curso	89
Tabela 12 – Percepção sobre a formação em Mecatrônica	91
Tabela 13 – Percepção sobre a formação em Mecatrônica	92
Tabela 14 – Quantificação dos vocábulos por grupo nos PPC.....	95
Tabela 15 – Vocábulos com maior frequência de repetição.....	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Definição de Mecatrônica	21
Figura 2 – Linha evolutiva da Mecatrônica.....	22
Figura 3 – Diagrama de composição típica de um sistema mecatrônico.....	23
Figura 4 – Composição básica de um robô em analogia com o ser humano.....	24
Figura 5 – Elementos básicos de um sistema mecatrônico	25
Figura 6 – As revoluções industriais e seus anos de acontecimento	25
Figura 7 – Descrição simplificada de um sistema de controle	27
Figura 8 – Esquema básico de um sistema de controle de processo	29
Figura 9 – Tecnologias de automação	31
Figura 10 – Pirâmide da automação	31
Figura 11 – Ensino em Mecatrônica.....	50
Figura 12 – Mecatrônica como uma disciplina acadêmica.....	60
Figura 13 – Tempo de experiência dos docentes.....	76
Figura 14 – Contribuição da formação técnica em Mecatrônica segundo os docentes	79
Figura 15 – Contribuição da formação técnica em Mecatrônica segundo os docentes	79
Figura 16 – Práticas utilizadas em sala de aula	82
Figura 17 – Percepção dos docentes quanto a práticas propostas serem são suficientes para o processo de aprendizagem	82
Figura 18 – Idade e grau de instrução dos alunos.....	88
Figura 19 – Como conheceu o curso	88
Figura 20 – Possui outra formação técnica.....	89
Figura 21 – Metodologia de aula dotada pelos professores.....	92

LISTA DE SIGLAS

CAD	Projeto Auxiliado por Computador (Computer-Aided Design)
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CEETEPS	Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
CLP	Controlador Lógico Programável
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNTC	Catálogo Nacional de Nível Médio
CPS	Sistemas Ciber Físicos (Cyber-Physical System)
CT	Curso Técnico
EPT	Educação Profissional e Tecnológica
EPTNM	Educação Profissional Técnica de Nível Médio
ETEC	Escola Técnica Estadual
I4.0	Indústria 4.0
IF	Instituto Federal
IFSP	Instituto Federal de São Paulo
IHM	Interface Homem-Máquina
IoS	Internet de Serviços (Internet of Service)
IoT	Internet das Coisas (Internet of Things)
MA	Metodologias Ativas
MEC	Ministério da Educação
MEMS	Sistemas Micro Eletro-Mecânico (Micro-Electro-Mechanical Systems)
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
PC	Computador Pessoal
PECE	Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
PUC-SP	Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
A Trajetória do Pesquisador	18
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	20
1.1 O contexto da Mecatrônica.....	20
1.1.1 Estágio Atual da Formação em Mecatrônica	20
1.1.2 Sistemas de Controle.....	26
1.1.3 Sistemas Automatizados	30
1.1.4 Sistema de Comunicação no âmbito da Mecatrônica	34
1.1.5 Mecatrônica e a Indústria 4.0	36
1.1.6 O Currículo da Habilitação Profissional Técnico de Nível Médio em Mecatrônica	39
1.1.7 Mercado De Trabalho e Tendências Atuais em Mecatrônica	47
1.2 Abordagens em Aprendizagem	49
1.2.1 Abordagem Tradicional	52
1.2.2 Abordagem Renovada.....	53
1.2.3 Abordagem Tecnicista	57
1.2.4 Aprendizagem em Mecatrônica	59
2 METODOLOGIA.....	62
2.1 Matriz de Amarração Metodológica.....	62
2.2 Procedimento de Coleta e Análise de dados.....	63
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
3.1 Análise Bibliográfica Sobre A Formação Técnica em Mecatrônica	65
3.2 Análise Sobre o Estudo De Caso.....	71
3.2.1 Análise das Entrevistas	72
3.2.2 Análise dos questionários.....	75
3.2.3 Análise Documental	93
CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
Produto da Dissertação	98
REFERÊNCIAS	100
APÊNDICES	106
ANEXOS	124

INTRODUÇÃO

Desde o século XVIII as Revoluções Industriais fomentaram mudanças que vem impactando a sociedade contemporânea e nas últimas décadas presenciamos mudanças tecnológicas que transformaram o cotidiano socioeconômico e profissional de maneira acentuada, comparando-se com as revoluções anteriores. Tais mudanças tem requerido adaptações às transformações de nossa cultura, além de haver também alterações nas exigências trabalhistas, impactando diretamente a formação de diversas profissões vinculadas à tecnologia (MANFREDI, 2016).

Uma das carreiras afetadas pelas constantes inovações é a Mecatrônica, pois é uma ciência multidisciplinar conectada a vários campos afetados pelo desenvolvimento tecnológico (MARZANO; MARTINOV; USCA, 2019). Por referir-se ao conjunto de atividades profissionais que depende de conhecimentos relacionados a diversas áreas, conforme indicado por Bruciapaglia (2017), os alunos que desejam fazer parte deste contexto precisam ser orientados de que não somente os conhecimentos desenvolvidos no curso são basilares para sua atuação no mercado de trabalho, mas também a forma de aprender e continuar aprendendo são fundamentais para o desenvolvimento profissional.

A habilitação em Mecatrônica pode ser realizada a partir da Educação Profissional em nível técnico ou tecnológico, ou em nível de Bacharelado, através da Engenharia de Mecatrônica. O presente projeto está focado na Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio, classificado como curso técnico (BRASIL, 2020). O profissional com esta formação necessita atender ao perfil de conclusão de curso estipulado pelo Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT), concebido pelo Ministério da Educação (MEC) em 2008 através da Resolução nº 3, de 9 de julho de 2008 (BRASIL, 2008). O CNCT, atualizado em 2021 para a quarta edição, “organiza a oferta de cursos técnicos, suas denominações, carga horária mínima, perfil profissional de conclusão e outras informações pertinentes.” (BRASIL, 2021, p. 503). O CNCT é atualizado regularmente para que os padrões mínimos de desenvolvimento de um curso técnico estejam adequados às necessidades do mercado de trabalho (BRASIL, 2021, p. 503).

O processo de aprendizagem, dentro do curso, tende a estar relacionado às estratégias de ensino adotadas pelos docentes: a abordagem tradicional; a abordagem escolanovista; e a abordagem tecnicista (LIBÂNEO, 2014), entretanto percebe-se mudanças segundo as

necessidades e finalidades do que se deseja aprender e/ou ensinar. Essa dinâmica é impactada pela demanda que a sociedade e o mercado de trabalho têm para cada profissional (GIORDANO *et al.*, 2021).

O estudo surge em decorrência das observações do pesquisador com relação aos processos de ensino e aprendizagem, enquanto docente do ensino profissionalizante e técnico na área de Mecatrônica. Paralelamente, o pesquisador, além da docência, exerceu atividades de supervisão dos trabalhos de conclusão do curso em conjunto com a docente da disciplina, tendo sido constatada limitada consistência na elaboração dos trabalhos havendo pouca diversidade temática. A pesquisa também é motivada pelo interesse do pesquisador em ampliar e diversificar as práticas pedagógicas utilizadas nas disciplinas, lecionadas no curso técnico em Mecatrônica.

As diversas literaturas que abordam a temática da Mecatrônica, seja como foco central (p. ex., BOLTON, 2010; ROSARIO, 2005; ALCIATORE, HISTAND, 2014) ou como parte da evolução tecnológica da Automação e Controle de Processos Industriais (p. ex., CAPELLI, 2013; AGUIRRE, 2017; NISE, 2017) tratam sobre o desenvolvimento técnico da área, ou seja: sensoriamento e sistemas de medição; condicionamento de sinais; modelagem e controle; entre outros assuntos. Os livros de Bolton, *Mecatrônica: uma abordagem multidisciplinar*, e de Alciatore e Histand, *Introdução à Mecatrônica e aos Sistemas de Medições*, possuem uma estrutura semelhante introduzindo o conceito de tecnologia mecatrônica no primeiro capítulo e utilizando os demais capítulos para detalhar os conhecimentos sobre os seus componentes. Rosario, em seu livro *Princípios de Mecatrônica* publicado em 2005, traz um direcionamento sobre a robótica industrial com os principais aspectos de como programar e modelar, matematicamente, a movimentação, além de abordar os mesmos princípios de eletrônica, mecânica e controle que os livros mencionados anteriormente tratam.

A investigação que vem sendo realizada pelo pesquisador tem assinalado a restrita bibliografia, voltada ao propósito de conceituar e caracterizar o campo de atuação do técnico mecatrônico, havendo inclusive uma ênfase em tópicos estritamente técnicos. A literatura científica em mecatrônica, como explicitado, está focada nos aspectos técnicos e tem-se verificado lacunas em assuntos relacionados à formação profissional do técnico em mecatrônica, considerando inclusive as demandas de mercado (LOVERA; ARAUJO; KANAANE, 2021).

Com base no que foi exposto, questiona-se: como se caracteriza o processo de aprendizagem na formação do profissional de nível técnico em Mecatrônica e quais são as

interfaces com o conteúdo desenvolvido? O aprofundamento está focado em compreender de que maneira as disciplinas podem contribuir de modo eficaz para formação de profissionais visando seu ingresso no mercado de trabalho na área de mecatrônica.

O estudo, portanto, tem o propósito de contribuir para a base de conhecimento em mecatrônica, enfatizando também a prática profissional, tendo como objetivo geral investigar os processos de aprendizagem adotados na formação do técnico em Mecatrônica.

No tocante aos objetivos específicos postula-se:

- Caracterizar o perfil de egresso do curso do técnico em Mecatrônica;
- Analisar as estratégias e táticas presentes no âmbito da aprendizagem visando a formação do técnico;
- Identificar junto aos documentos e estudos realizados na área as características demandadas para a formação do técnico em Mecatrônica.

Desta forma, o projeto visa apresentar alternativas de ação voltadas à prática docente e aprendizagem do discente, tendo como âncora o mercado de trabalho. O pesquisador está sintonizado com a apresentação de um produto com base na problematização desta pesquisa.

De acordo com os propósitos, a dissertação está estruturada da seguinte forma:

A primeira seção apresenta a fundamentação teórica da pesquisa, tratando de dois temas: (1.1) A formação técnica em Mecatrônica, contemplando as concepções do referido curso; (1.2) Abordagens em Aprendizagem, destacando as concepções didáticas-pedagógicas na formação do técnico em Mecatrônica. Serão destacadas as estratégias de aprendizagem e seus fundamentos, apresentando as principais metodologias utilizadas no ambiente de ensino, além de compreender os impactos no processo de ensino-aprendizagem.

Na segunda seção é exposto o desenvolvimento da pesquisa; as metodologias aplicadas assim como as técnicas e os procedimentos relativos à coleta e tratamento dos dados. Foram descritos os instrumentos adotados, além de caracterizar a amostra/sujeitos de pesquisa. Na terceira seção são apresentados os resultados e as discussões com base no levantamento teórico e na pesquisa empírica. Segue-se para as considerações finais com o propósito de responder ao problema de pesquisa, assim como verificar se os objetivos propostos foram alcançados. A pesquisa é finalizada com as referências, apêndices e anexos que demonstram as fontes consultadas e materiais de apoio utilizados como base para a pesquisa.

A Trajetória do Pesquisador

O mestrando é docente de ensino médio profissional e técnico de escola técnica estadual na cidade de São Paulo. Concluiu o ensino médio na mesma escola em que atua no ano de 2001, com formação técnica em Informática. Ingressou no bacharelado em Engenharia Elétrica, em 2002, na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), concluindo em 2007. Com desejo de atuar na área industrial realizou uma especialização em Automação Industrial pelo Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (PECE) de 2008 a 2009.

O pesquisador atuou com o desenvolvimento de projetos de equipamentos industriais entre os anos de 2008 a 2014, em três empresas de engenharia na cidade de São Paulo. No início de 2015 começou sua atuação como docente no curso de Engenharia elétrica no Centro Universitário Estácio de São Paulo, campus de Santo Amaro. Em 2016 passou a lecionar no campus de Jabaquara e na Faculdade Estácio Cotia. No ano de 2017 se tornou professor na ETEC Basílides de Godoy, como docente no curso técnico em Mecatrônica. Foi promovido a coordenador de cursos de tecnologia na unidade Estácio de Cotia e teve sua atuação de 2018 até início de 2021. As atividades no ensino superior encerram-se no início do segundo semestre de 2021.

Ingressou no programa de mestrado profissional em Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional da Unidade de Pós Graduação do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS) com um pré-projeto em Ensino e Aprendizagem na linha de pesquisa Formação do Formador, que buscava entender como o desenvolvimento dos trabalhos de conclusão de cursos (TCC) do ensino técnico em Mecatrônica poderiam ser revistos de forma a abarcar todo o conhecimento obtido no curso. Esta indagação do pesquisador iniciou-se no momento que passou a coordenar um curso. A atividade de coordenação no ensino superior coincidiu com a participação como membro de banca dos TCC das turmas concluintes em Mecatrônica e tal atuação ampliou a inquietação sobre os processos de aprendizagem visando a formação do profissional técnico em Mecatrônica. Como aluno do programa de Pós-Graduação realizou cinco disciplinas para aprimorar suas competências como pesquisador: Metodologia da Pesquisa em Educação Profissional; Sociedade, Trabalho e

Educação; Linguagem e Práticas em Educação Profissional; Correntes Pedagógicas e a Educação Profissional; e Psicologia do Adulto.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Com a finalidade de subsidiar a investigação acerca do processo de aprendizagem em um curso Profissional Técnico em Mecatrônica, buscou-se fundamentar teoricamente os seguintes constructos teóricos: Formação Técnica em Mecatrônica; Contribuições das Abordagens em Aprendizagem no curso Profissional Técnico em Mecatrônica.

1.1 O contexto da Mecatrônica

O termo profissão foi desenvolvido junto com a industrialização para referenciar uma modalidade social e delinear a manutenção da sobrevivência de cada pessoa, que até aquele momento histórico, século XIX, poderia ser realizada por qualquer um, sem a necessidade de uma preparação específica. Barreira (2013) afirma que a concepção de escolha profissional está relacionada com “o modo de produção capitalista” (BARREIRA, 2013, p.25) difundido pela Primeira Revolução Industrial. Manfredi (2016) corrobora a afirmação de Barreira ao declarar que o trabalho é uma ação coletiva que irá se estruturar conforme a necessidade do momento.

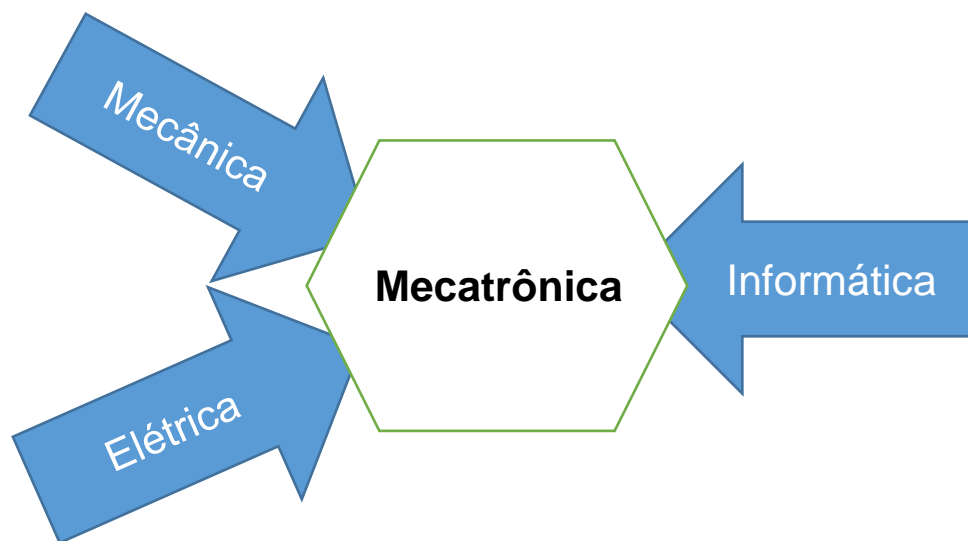
Assim como as profissões “surgem em decorrência de mudanças de ordem técnico-organizativa no sistema econômico da sociedade” (MANFREDI, 2016, p. 19), a caracterização do profissional técnico em Mecatrônica e a concepção de sua qualificação se modificam de acordo com a necessidade gerada pela industrialização e o avanço dos sistemas tecnológicos.

Sinalizam o estágio atual da formação em Mecatrônica: Mecatrônica e a Indústria 4.0; o currículo da Habilitação Profissional Técnico de Nível Médio em Mecatrônica; e o Mercado de Trabalho e Tendências Atuais em Mecatrônica.

1.1.1 Estágio Atual da Formação em Mecatrônica

A Mecatrônica é uma ciência de cinco décadas, formada da evolução da Automação Industrial, em um contexto de progressos da eletrônica, impactando o desenvolvimento de mecanismo e sistemas de produção (SILVEIRA, 2017). O termo foi desenvolvido pelo engenheiro japonês Tetsuro Mori em 1969 (BOLTON, 2010), funcionário da empresa Yaskawa, para nomear uma solução moderna e mais eficiente de automação industrial. No ano seguinte a empresa fez a solicitação do registro da marca, “A Yaskawa fez o pedido de registro da marca “Mechatronics” em 26 de agosto de 1970, e este foi concedido em 22 de janeiro de 1973.” (CIMM, 2019).

Figura 1 – Definição de Mecatrônica



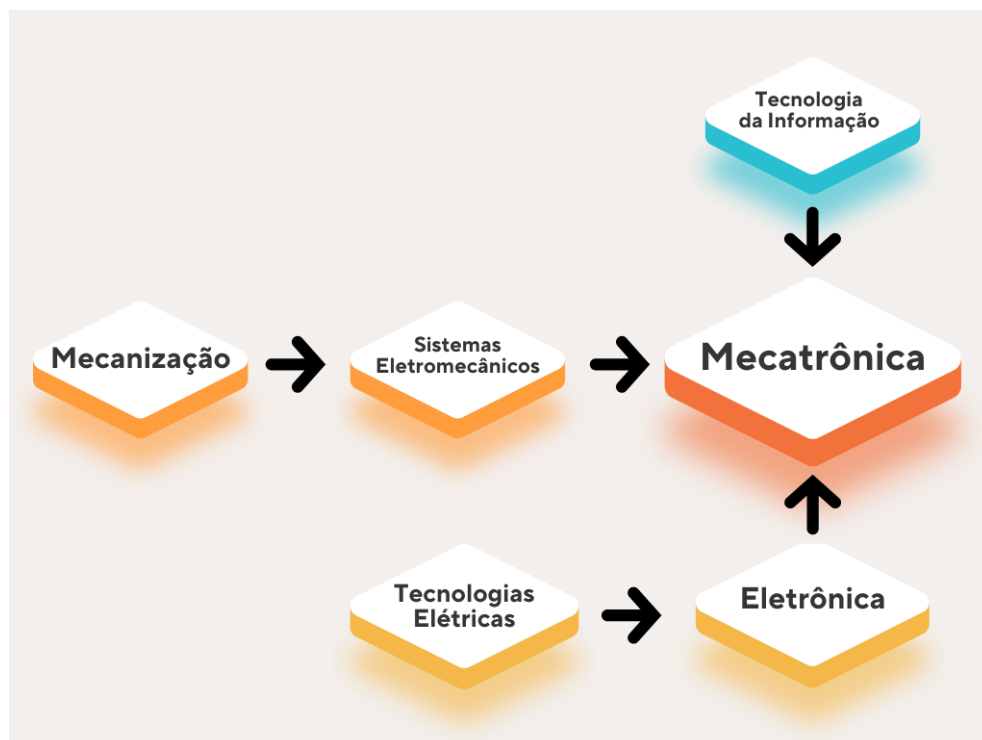
Fonte: Rosario, 2005, p. 7

A Mecatrônica, conforme ilustração simplificada na figura 1, é definida como “a integração sinérgica da engenharia mecânica com a eletrônica e o controle por computador no projeto e na manufatura de produtos e processos” (ROSARIO, 2005, p.4). Bolton, em 2010, descreve que o vocábulo representa a junção tecnológica de áreas distintas e é formado pela concatenação dos termos *meca* e *trônica*, oriundos das palavras mecanismos e eletrônica, respectivamente. Derivada de uma necessidade criada a partir dos constantes desenvolvimentos da economia mundial, impulsionada pela crescente necessidade de aumentar a produção para atender a demanda populacional (CAPELLI, 2013).

Pinto (2012) afirma que o surgimento da Mecatrônica foi uma consequência natural devido ao progresso das tecnologias relacionadas ao ambiente de produção industrial. A figura 2 elucida esta sequência evolutiva dos equipamentos. Robles afirma que a caracterização Mecatrônica não é só do equipamento, pois cada dispositivo carrega em si uma filosofia de desenvolvimento, aplicação e manutenção. Neste sentido o referido autor argumenta:

Prova disso foi toda a gama de eletroeletrônicos e eletrodomésticos japoneses que invadiram os mercados internacionais de rádios, consoles, videocassetes, fornos de micro-ondas, minicomponentes, reprodutores de áudio nas décadas de setenta, oitenta e noventa do século XX. Todos eles já eram produtos mecatrônicos, mas também eram os processos de criação de todos esses produtos. (ROBLES *et al.*, 2010, p. 3, tradução nossa)

Figura 2 – Linha evolutiva da Mecatrônica



Fonte: Adaptado de Pinto, 2012, p. 105

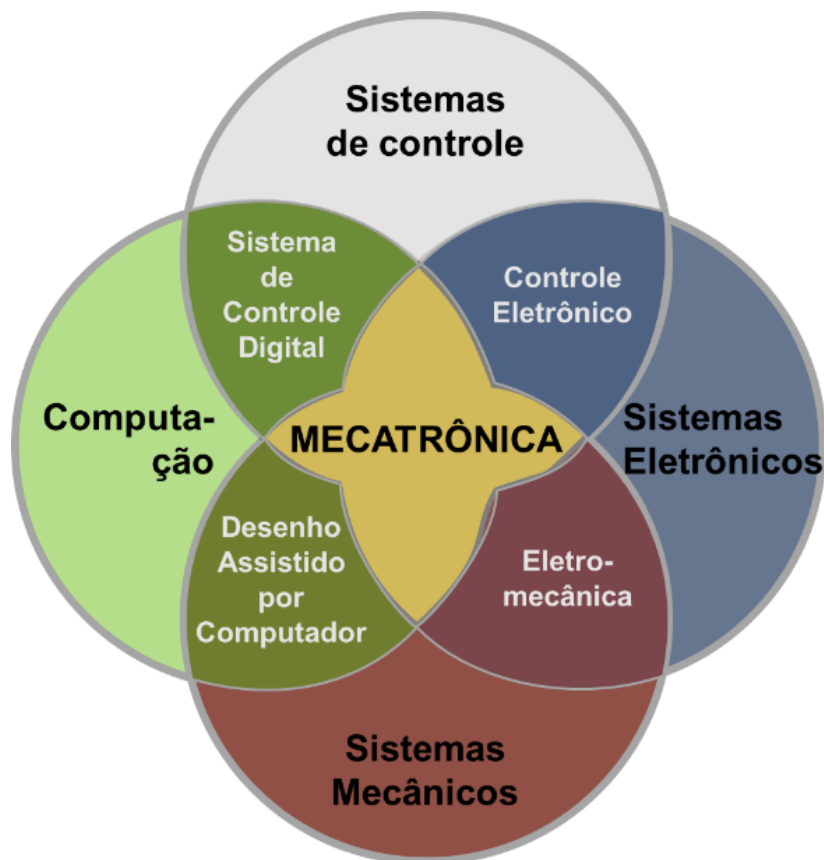
No final da década de 70, a Mecatrônica é concebida como um conjunto de sistemas de controles, entre eles: sistemas mecânicos, eletrônicos, computacionais, aliados com os sistemas de comunicação digital. Os sistemas de controle foram os precursores dos sistemas

automatizados, que antecederam os sistemas mecatrônicos, mas todos possuem foco semelhante, que é manter um sistema dentro de parâmetros aceitáveis de maneira autônoma.

[...] a automação evolui para uma disciplina multidisciplinar integrativa de várias áreas do saber que exigem por si só, mas que, associadas com o objetivo de obter sistemas produtivos eficientes, ágeis e fiáveis, dão uma perspectiva muito ampla ao conceito de automação industrial atualmente utilizado. (ROSARIO, 2005, p.3)

Os sistemas mecatrônicos são definidos como sistemas inteligentes que possuem uma característica de imitar um ser humano sendo composto por elementos que irão possuir lógica, computação e retroalimentação. A figura 3 demonstra as áreas envolvidas no desenvolvimento de um sistema mecatrônico. Tal equipamento necessita de um desenvolvimento integrando “[...] de forma concorrente da engenharia mecânica com a eletrônica e o controle computacional inteligente no projeto e manufatura de produtos e processos.” (BOLTON, 2010, p. 5).

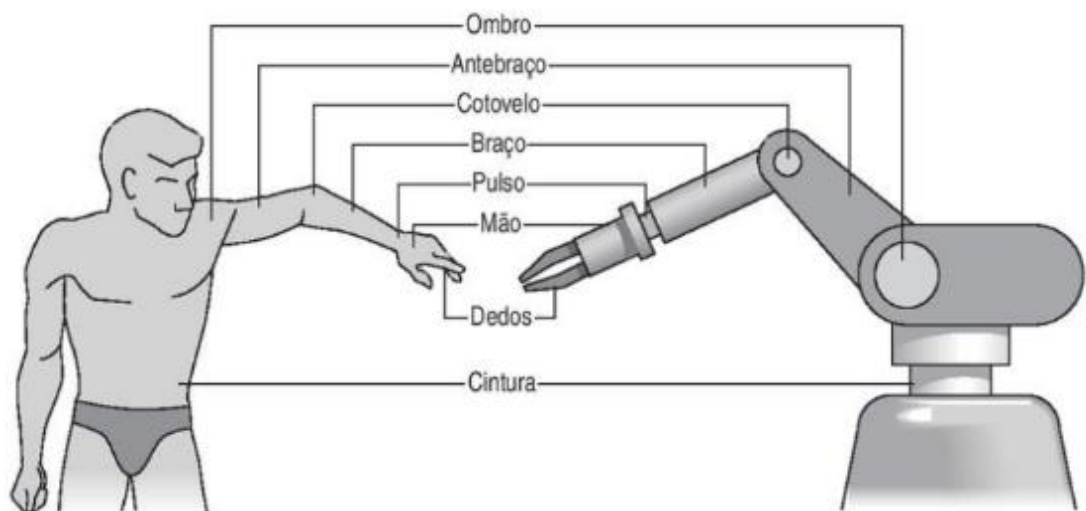
Figura 3 – Diagrama de composição típica de um sistema mecatrônico



Fonte: Adaptado de Riofrio; Northrup, 2013, p. 2

Um exemplo de sistema mecatrônico é o robô industrial que, conforme Rosario (2005) descreve, foi desenvolvido para se assemelhar ao ser humano sendo utilizado em atividades que envolvem o uso de força e precisão. Fillipo Filho (2014) relata que em 1961 surgiu o primeiro robô aplicado a uma linha de manufatura, porém não houve muita disseminação em outras linhas devido aos altos custos de implantação e configuração além da manutenção exigida. A figura 4 elenca a composição de um robô, comparando com um ser humano, demonstrando as semelhanças na concepção do equipamento.

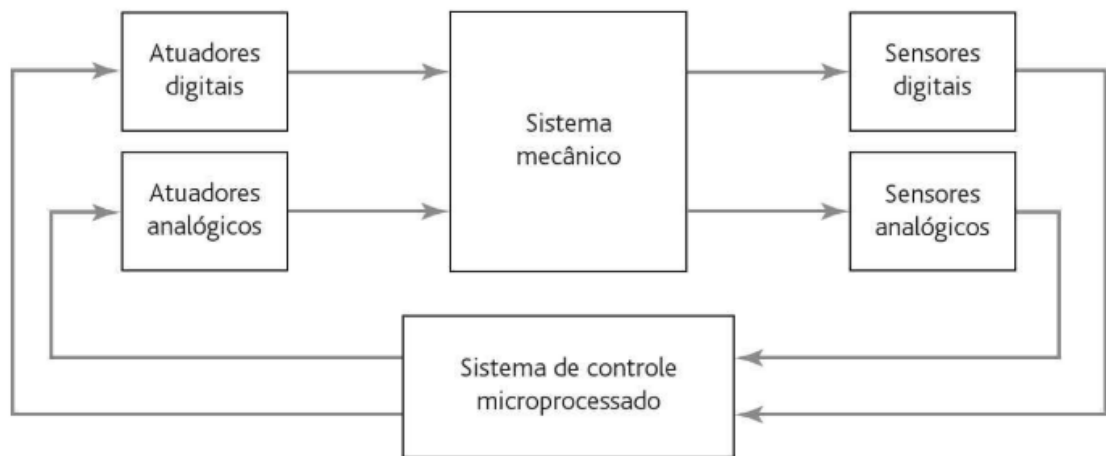
Figura 4 – Composição básica de um robô em analogia com o ser humano



Fonte: Rosario, 2005, p. 148

É possível perceber a intenção de um equipamento visando a substituição da operação humana, com foco em uma produção contínua, maior e mais qualificada (ROSARIO, 2005). Desta forma é importante destacar que a Mecatrônica, como uma ramificação da engenharia, utiliza-se da integração de diversos domínios do conhecimento (ROBLES *et al.*, 2010) e que a interconexão destes elementos, “[...] sensores e sistemas de medidas; acionamentos e sistemas atuadores, e sistemas microprocessados, juntamente com a análise do comportamento dos sistemas e dos sistemas de controle.” (BOLTON, 2010, p. 12), formam um sistema mecatrônico, enfatizado na figura 5.

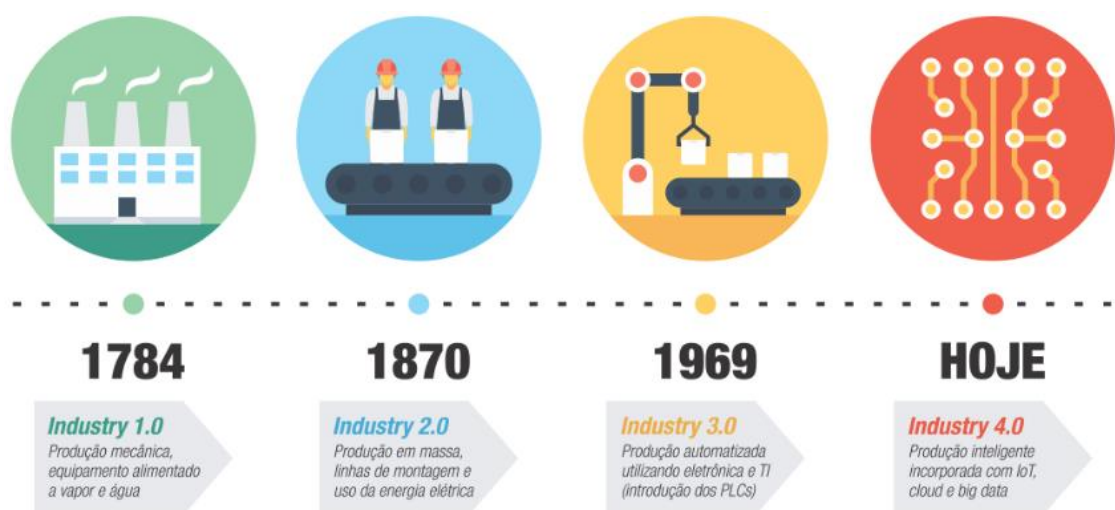
Figura 5 – Elementos básicos de um sistema mecatrônico



Fonte: Bolton, 2010, p. 12

Importante salientar que cada uma das tecnologias constituintes da Mecatrônica foi criada em momento distinto, com uma finalidade semelhante. O desenvolvimento das tecnologias visa a diminuição do esforço físico e repetitivo para a realização de tarefas que exijam raciocínio (SILVA, 2019). Algumas dessas tecnologias ficaram marcadas com períodos revolucionários, conforme destacado na figura 6, e quadro 1 mostra uma síntese das revoluções.

Figura 6 – As revoluções industriais e seus anos de acontecimento



Fonte: Silva, 2010, p. 22

Quadro 1 – Lista das Características Tecnológicas das Revoluções Industriais

Revoluções Industriais	Período	Características Tecnológicas
Primeira Revolução Industrial	Iniciou na segunda metade do século XVIII e avançou até meados do século XIX. Ocorreu entre as décadas de 1760 a 1840.	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina a Vapor. • Substituição da produção artesanal pela produção fabril.
Segunda Revolução Industrial	Iniciou no século XIX e avançou a primeira metade do século XX.	<ul style="list-style-type: none"> • Energia Elétrica. • Automação e produção em massa. • Utilização de controladores Mecânicos e Pneumáticos • Criação das salas de controle • Controladores Eletrônicos
Terceira Revolução Industrial	Iniciou na segunda metade do século XX e avançou até o final deste século. Ocorreu entre as décadas de 1960 e 2000.	<ul style="list-style-type: none"> • Surgimento da informática e avanço das comunicações. • Surge a sociedade do conhecimento. • Criação e utilização da Robótica na Indústria • Microprocessadores e Sistemas Embarcados • Nascimento da Mecatrônica
Quarta Revolução Industrial	Iniciou na primeira década do século XXI, na década de 2000.	<ul style="list-style-type: none"> • Internet mais ubíqua e móvel, sensores menores, mais poderosos e baratos e inteligência artificial. • Fusão das tecnologias e a interação entre domínios físicos, digitais e biológicos. • Sistemas e máquinas inteligentes conectados possibilitando um sistema de produção de personalização em massa.

Fonte: Adaptado de Aires; Moreira; Freire, 2016; Garcia, 2018

No intuito de traçar uma trajetória do desenvolvimento tecnológico buscou-se caracterizar as principais tecnologias integrantes dos Sistemas Mecatrônicos considerando a seguinte divisão: Sistemas de Controle; Sistemas Automatizados e Sistemas de Comunicação.

1.1.2 Sistemas de Controle

O sistema de controle é o componente que realiza a inteligência de um sistema mecatrônico e, conforme demonstrado na figura 7, é definido como um conjunto de diversos elementos combinados de modo a produzir uma reação de forma esperada (NISE, 2017).

Figura 7 – Descrição simplificada de um sistema de controle



Fonte: Nise, 2017, p. 2

A Primeira Revolução Industrial teve como resultado o controle do homem sobre os sistemas de potência com a criação da máquina a vapor (ROSARIO, 2005). A inovação principal não era exatamente a invenção da máquina a vapor, mas um sistema autônomo que pudesse manter a sua regulação, princípio basilar da teoria de controle e precursor dos sistemas mecatrônicos atuais. “O regulador de Watt¹ garante a regularidade da marcha da máquina em torno de um ponto de operação escolhido arbitrariamente pelo operador e pode ser considerado o primeiro exemplo efetivo de um servomecanismo²”. (SILVEIRA, 2017, p. 30)

É importante salientar que a busca por sistemas autônomos iniciou muitos anos antes da criação da máquina a vapor, ou seja, do momento da Revolução Industrial. Diversos cientistas desenvolveram máquinas e sistemas na busca por um aparato que não tivesse a necessidade de operação humana, um equipamento que realizasse sua própria regulação.

As primeiras máquinas desenvolvidas foram máquinas mecânicas simples, verdadeiras próteses musculares que ampliavam a capacidade física humana: alavancas, polias, aríetes, etc. [...] Posteriormente, apareceram máquinas energéticas simples desviando a energia transportada pelo vento ou pelos rios para uso do homem, como barcos à vela, moinho de vento e moinhos d'água. Nestes dois tipos de máquinas o homem intervém continuamente como operador: aciona, ajusta, regula, impõem sua vontade. (SILVEIRA, 2017, p. 29)

Quase um século antes da revolução, em 1673, foi desenvolvido o primeiro equipamento automático, um relógio que funcionava sozinho. E não somente o relógio, mas ocorreram

1 James Watt, matemático e engenheiro, que viveu entre 1736 e 1819. Foi um inventor de diversos mecanismos, mas sua principal invenção foi a máquina à vapor, uma contribuição muito grande para a Revolução Industrial. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/James_Watt>. Acesso em 14 nov. 2020

2 Mecanismo desenvolvido para transferir e multiplicar os esforços de um operador ou condutor para partes mecânicas que irão realizar um trabalho com exigências de mais força. Disponível em: <[https://www.infopedia.pt/\\$servomecanismo](https://www.infopedia.pt/$servomecanismo)>. Acesso em 14 nov. 2020

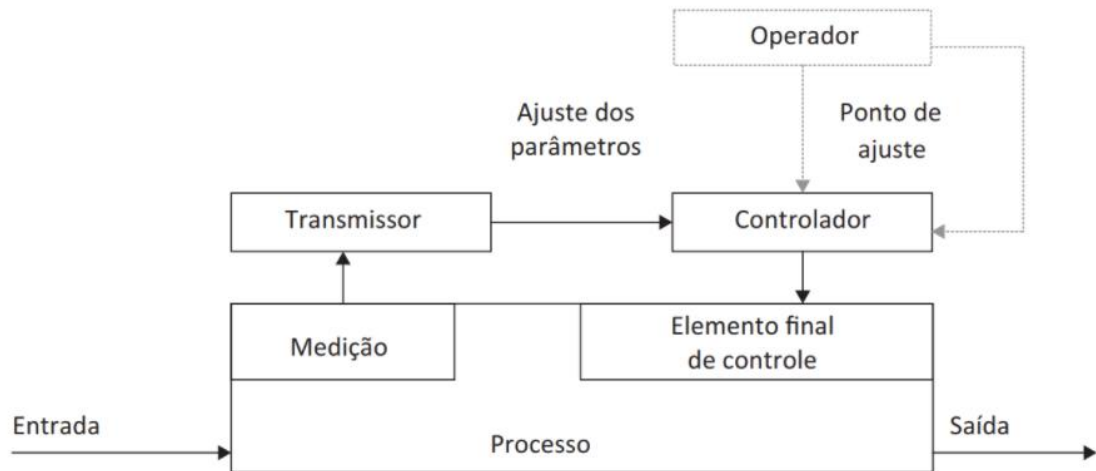
também a criação de máquinas que convertiam um tipo de energia em outra (SILVEIRA, 2017). Cada um desses equipamentos desenvolvidos buscava aprimorar os sistemas de controle, um conceito que já era desenvolvido pelos gregos, três séculos antes de Cristo. “Um relógio de água, inventado por Ktesibios, funcionava através do gotejamento de água, a uma taxa constante, em um recipiente de medição.” (NISE, 2017, p. 3).

Com a chegada da Primeira Revolução Industrial, surgem também as linhas de produção industrial (SACOMANO *et al.*, 2018) e a necessidade de uma manufatura eficiente. Os princípios de controle passam a ser aplicados nos processos industriais com a finalidade de melhorar e facilitar o desempenho da produção (GARCIA, 2018). Tolentino (2015) esclarece que um processo é uma transformação de uma matéria prima em um bem de consumo, e a união de pequenos processos irá constituir uma linha de manufatura.

Todos os processos industriais podem ser divididos em etapas, as quais são chamadas de operações unitárias. Essas operações são caracterizadas por reações químicas, operações mecânicas (transporte, moagem, mistura, separação mecânica, fragmentação, peneiração etc.), operações de trocas de calor (aquecimento e resfriamento de fluidos, condensação, evaporação, ebulição) e operações de transferência de massa (destilação, extração, cristalização, adsorção etc.). (TOLENTINO, 2015, p. 13)

Garcia (2018) complementa que os processos são geridos a partir do controle de suas variáveis de processo, grandezas físicas como pressão, temperatura, vazão, entre outras que são mantidas em intensidade predefinida para que o fluxo de matéria-prima e energia sejam adequados à geração do produto. Franchi (2011) caracteriza os elementos de um sistema de controle, apresentado na figura 8, e demonstra como os componentes estão interconectados para executarem a operação de controle.

Figura 8 – Esquema básico de um sistema de controle de processo



Fonte: Garcia, 2018, p. 31

Garcia (2018) ilustra o funcionamento de um sistema de controle comparando com o funcionamento de um corpo humano em que a mente é o controlador, os sentidos são os dispositivos de medição e as mãos serão os dispositivos de atuação. O controle do processo inicia com o estabelecimento de um valor considerado ideal para a produção (valor de referência). O controlador irá comparar este valor com a mensuração realizada pelos dispositivos de medição, que estão monitorando o resultado do processo. O resultado da comparação é analisado pela unidade de controle, que comanda os dispositivos de atuação cuja função é realizar modificações nas grandezas físicas de modo a variar o estado do processo. As modificações são mensuradas pelos medidores e o ciclo de controle é repetido até chegar na condição previamente estipulada (NISE, 2017; GARCIA, 2018).

Garcia (2018) sinaliza que a aplicação de um sistema de controle tem como finalidade a produção dentro de parâmetros escolhidos previamente.

O objetivo do controle de processos é que todo produto fabricado siga certas especificações, baseadas em critérios de qualidade e uniformidade. Para tal, é preciso que as condições do processo sejam mantidas o mais próximo possível do que foi definido como ideal. (GARCIA, 2018, p. 25)

Controlar um processo é fazer com que suas variáveis interajam de modo ordenado, mantendo-as o mais próximo possível de valores considerados ideais, diuturnamente. Saber quando, como e quanto mudar o valor de uma variável para obter uma melhor resposta do sistema constitui o problema central de uma estratégia de controle. (GARCIA, 2018, p. 24)

A criação do motor a vapor permitiu mobilidade para as indústrias, que antes dependiam da energia hidráulica fornecida pelos rios. Também houve o invento de mecanismo para transmissão da energia gerada pelo motor, proporcionando ao operador atividades relativas à operação e controle do processo de manufatura (FILIPPO FILHO, 2014; SACOMANO *et al.*, 2018).

Situando a evolução tecnológica após a Primeira Revolução temos alguns pontos notáveis a serem destacados como: a materialização do controle local, através de um aparelho mecânico que era capaz de acionar um atuador; a concepção do motor elétrico em substituição do motor a vapor; a origem da sala de controle concentrando todos os equipamentos de controle em um único lugar, facilitando a vida do operador; e a transmissão elétrica, proporcionando maiores distâncias para distribuição de energia (GARCIA, 2018).

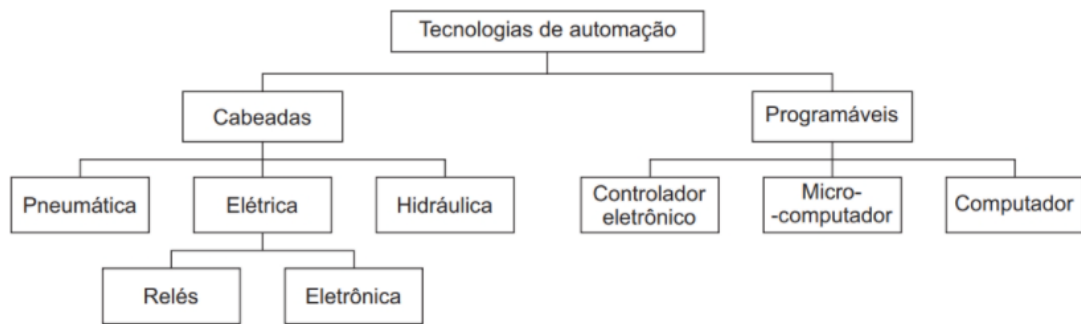
1.1.3 Sistemas Automatizados

Um sistema de automação é um conjunto de equipamentos (mecânicos, elétricos e computacionais), com a finalidade de executar atividades repetitivas em substituição do homem trazendo diversas vantagens como “aumento de produtividade, flexibilidade, qualidade e segurança das operações” (FILIPPO FILHO, 2014, p. 32). Comumente utilizado em ambiente de produção e manufatura, possui uma filosofia que pode ser aplicada em qualquer ambiente que possua atividades rotineiras (CAMARGO, 2014). Moraes e Castrucci (2010) concebem automação como:

Entende-se por automação qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitua o trabalho humano em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, da rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias e dos serviços. Exemplos: automação da mineração, da manufatura metálica, dos grandes processos químicos contínuos, automação bancária, metroviária, aeroportuária. (MORAES; CASTRUCCI, 2010, p. 12)

O fundamento da automação está ligado à evolução dos sistemas de produção e, por consequência, das tecnologias utilizadas no ambiente da produção. A figura 9 apresenta as tecnologias de automação utilizadas dentro da manufatura industrial.

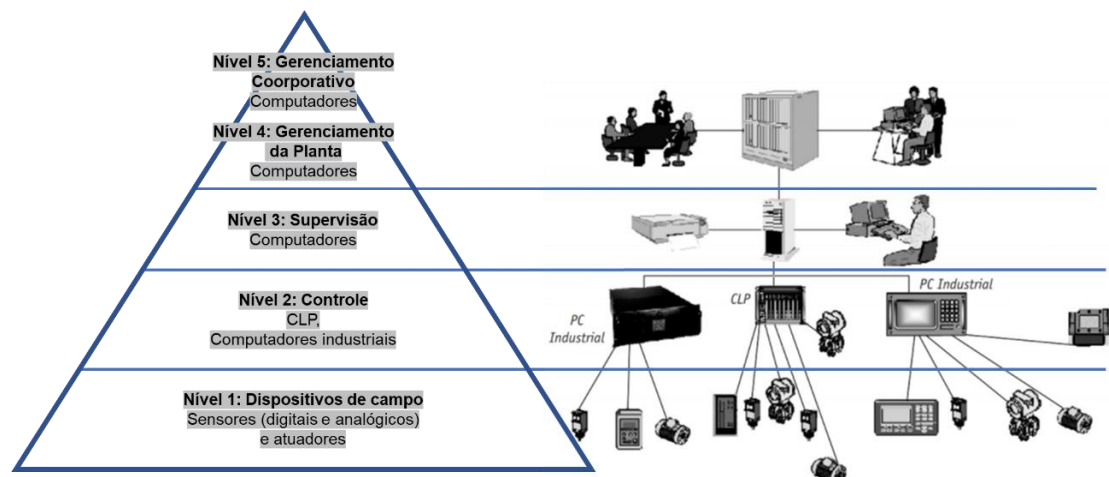
Figura 9 – Tecnologias de automação



Fonte: Filippo Filho, 2014, p. 137

A aplicação dos sistemas de automação envolve a conexão de todo o processo de produção, que inicia no patamar da produção e atinge os locais de direção, gerenciamento e planejamento da produção, ou seja, atinge a totalidade da cadeia de fabricação. Esta estruturação fabril é ilustrada através da pirâmide de automação, figura 10, que demonstra cada nível da indústria com suas atividades e tecnologias específicas, interligadas através de redes de padrões de comunicação industriais (MORAES; CASTRUCCI, 2010).

Figura 10 – Pirâmide da automação



Fonte: adaptado de Franco, 2017, p. 373; Moraes, Castrucci, 2006, p. 13

A taxonomia adotada na pirâmide, segundo Moraes e Castrucci (2010), divide a pirâmide em 5 níveis descritos como:

Nível 1: é o nível das máquinas, dispositivos e componentes (chão-de-fábrica). Ex.: máquinas de embalagem, linha de montagem ou manufatura.

Nível 2: é o nível dos controladores digitais, dinâmicos e lógicos, e de algum tipo de supervisão associada ao processo. Aqui se encontram concentradores de informações sobre o Nível 1, e as Interfaces Homem-Máquina (IHM).

Nível 3: permite o controle do processo produtivo da planta; normalmente é constituído por bancos de dados com informações dos índices de qualidade da produção, relatórios e estatísticas de processo, índices de produtividade, algoritmos de otimização da operação produtiva. Ex.: avaliação e controle da qualidade em processo químico ou alimentício; supervisão de um laminador de tiras a frio.

Nível 4: é o nível responsável pela programação e pelo planejamento da produção, realizando o controle e a logística dos suprimentos. Ex.: controle de suprimentos e estoques em função da sazonalidade e da distribuição geográfica.

Nível 5: é o nível responsável pela administração dos recursos da empresa, em que se encontram os softwares para gestão de vendas e gestão financeira; é também onde se realizam a decisão e o gerenciamento de todo o sistema. (MORAES, CASTRUCCI, 2010, p. 14)

A automação não é somente a aplicação de tecnologia para uma finalidade, mas uma filosofia de estruturação fabril que evoluiu progressivamente nos últimos dois séculos. A Segunda Revolução Industrial trouxe uma evolução nos processos produtivos em massa e, aliado ao uso da energia elétrica, “a padronização de produtos, com a verticalização das empresas, que procuravam dominar todo o ciclo de produção, da matéria-prima à venda dos produtos.” (SACOMANO *et al.*, 2018, p. 20). Após a Segunda Guerra Mundial, com a Terceira Revolução Industrial, o homem passa a ter o controle sobre os sistemas de informação. A aplicação das tecnologias, que apenas eram utilizadas para produções em massa, passa por uma ascensão científica, social e de informação (ROSARIO, 2005; ALCIATORE; HISTAND, 2014).

Neste sentido tem-se a posição de Silveira (2017):

As máquinas mais complexas construídas entre e durante as duas grandes guerras (aviões, navios de grande porte, elevadores controlados automaticamente, bombas V2, radares, etc.) foram possíveis graças ao desenvolvimento das primeiras técnicas de automação industrial, realizando sistemas de segurança e de acionamento baseados nos primeiros sistemas de comutação (eletromagnéticos e mecânicos). Estes sistemas foram conceituados por J. von Neumann (1945) e N. Wiener (1948) como autômatos, máquinas digitais com um número finito de estados.

Ao mesmo tempo, e como consequência, apareceram os primeiros computadores (1945/1949). (SILVEIRA, 2017, p. 32)

A década de 60 é marcada pela aplicação de semicondutores, elementos eletrônicos que realizam tarefas semelhantes aos equipamentos elétricos, com a vantagem de serem menores e utilizarem menos energia para funcionarem (GARCIA, 2018). Com os avanços da eletrônica, surge o computador sendo aplicado no controle das linhas de produção. Esses avanços tecnológicos permitiram flexibilidade na produção e nas atividades operacionais, que até então eram muito rígidas. A automação baseada em equipamentos elétricos permitia um controle adequado de uma linha de produção que gerasse apenas um único produto. Se houvesse a necessidade de construir um produto diferente, mesmo que houvesse poucas alterações, seria necessário alterar boa parte do sistema de controle, já que sua programação dependia da estruturação de seus elementos. Garcia (2017) evidencia a dificuldade que havia com o controle de processos antes da utilização de um controlador baseado em eletrônica:

O CLP³ foi criado em resposta à demanda da indústria automotiva norte-americana. Antes do CLP, a lógica de intertravamento e sequenciamento para segurança e controle na produção de automóveis era realizada por relés, temporizadores e controladores dedicados. O procedimento de atualização de tais equipamentos para que se adaptassem aos novos modelos de automóveis lançados anualmente demandava um tempo enorme e era muito caro, pois era comum a necessidade de se fiar novamente o sistema de segurança e controle. (Garcia, 2018, p. 35)

As linhas de produção passam a possuir mais eficiência produtiva com a utilização dos computadores no controle dos processos e na monitoração da produção permitindo ampliação no poder de supervisão dos operadores. A operação era restrita a unidades de produções isoladas, mas com a aplicação dos sistemas computacionais o monitoramento passa a ser realizado na integração das unidades, ou seja, no processo produtivo inteiro (GARCIA, 2018).

A massificação dos computadores, possibilitada devido a microeletrônica e o desenvolvimento de microprocessadores, junto com a comunicação de máquinas (GARCIA, 2018; SILVEIRA, 2017) permitiu que equipamentos e ferramentas, técnicas e procedimentos, até então utilizados em ambientes específicos e controlados, fossem disseminados para além da indústria como ambientes administrativos e gerenciais (SACOMANO *et al.*, 2018).

3 “Um controlador lógico programável (CLP) é um equipamento eletrônico que usa uma memória programável para armazenar instruções e implementar funções como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritméticas para o controle de máquinas e processos, e foi especialmente projetado para tornar fácil a programação.” (BOLTON, 2010, p. 489)

As décadas de 90, 2000 e 2010 foram fundamentais para a maturação tecnológica. Neste período, os avanços fundamentais foram: diminuição de tamanho e aumento da potência dos equipamentos eletrônicos permitindo uma capacidade cada vez maior de processamento para os computadores e sistemas embarcados; disseminação dos computadores na rotina humana; e desenvolvimento dos padrões de comunicações entre computadores (FILIPPO FILHO, 2014; SACOMANO *et al.*, 2018).

1.1.4 Sistema de Comunicação no âmbito da Mecatrônica

Componente essencial no desenvolvimento da Mecatrônica, tem como fundamento conectar os elementos em um mecanismo, ou sistema, permitindo que haja integração entre diversas funcionalidades de finalidade diferentes. Silveira nos auxilia a compreender o sistema de comunicação descrevendo dois exemplos:

Um exemplo claro é a possibilidade atual de fazer decolar um avião, guiá-lo até outro aeroporto e fazê-lo aterrissar corretamente, tudo automaticamente. Temos ao menos quatro plataformas diferentes trocando informação: o avião, seu piloto automático e seu computador de bordo; cada um dos aeroportos com seu sistema de informação e acompanhamento automático; e o sistema GPS formado por vários satélites interligados. Outro exemplo é dado pelas bolsas de valores automatizadas comunicando-se com algoritmos automáticos controlando as aplicações financeiras de bancos e empresas [...] (SILVEIRA, 2017, p. 35)

A primeira forma utilizada para transmitir informações foi a mecânica, através de engrenagens e polias entre o sensor, o controlador mecânico e o atuador. A modernização dos equipamentos mecânicos criou a possibilidade de envio de sinais pneumáticos através de tubulação. A transmissão pneumática foi utilizada para a concepção das salas de controle. Como a advento do motor elétrico, houve a necessidade de inovar os elementos de acionamento, ocasionando a criação de equipamentos para transmissão elétrica. A transmissão de energia e de informação elétrica substitui as linhas pneumáticas e as transmissões mecânicas (FILIPPO FILHO, 2014; GARCIA, 2018).

Até a década 40, as indústrias foram controladas por tecnologia mecânica e operação manual, ou seja, as variáveis de processo eram medidas por operadores que atuavam nos equipamentos mecânicos buscando a estabilização das condições operacionais, procedimento caracterizado como controle manual (GARCIA, 2018; PARENTE *et al.*, 2018).

A comunicação envolvia apenas o envio de um sinal que variava entre um valor mínimo e um valor máximo indicando uma mensuração de uma grandeza física a ser transmitida para o controlador (GARCIA, 2018). Na década de 70, fora do ambiente industrial, houve a criação de redes de computadores, que ficou conhecida como a ARPANET. Sacomano (2018) descreve e detalha como foi este desenvolvimento:

Em 1969, surge a primeira rede criada denominada *Advanced Research Projects Agency Network* (ARPANET), conectando quatro pontos [...]. Consistia em um sistema de transmissão de dados, por meio de uma rede de computadores, em que as informações eram divididas em pequenos pacotes sendo, então, enviados por caminhos diferentes, contendo cada pacote trechos da informação/dados, endereço do destinatário e informações para possibilitar a remontagem da mensagem original no destinatário. (SACOMANO *et al.*, 2018, p. 23)

Somente na década de 90, com a possibilidade de utilizar os microprocessadores nos equipamentos de controle e medição industrial, é que houve um aprimoramento nas transmissões de dados viabilizando uma comunicação aprimorada, em que se torna possível enviar e obter informações do processo produtivo junto com diagnósticos dos próprios equipamentos. Garcia (2018), conta que as vantagens obtidas excederam o ambiente operacional pois:

[...] a indústria não somente automatizava a unidade, em termos de controle nas malhas, mas passou a monitorar os seus ativos, podendo prever manutenção e substituição de partes defeituosas antes de elas virarem possíveis falhas (GARCIA, 2018, p. 39).

A evolução tecnológica proporcionou facilidade físicas operacionais, de modo que suas atividades passam a se concentrar na evolução do sistema produtivo que culmina em uma revolução tecnológica aliada à tecnologia computacional, tecnologia de comunicação e à digitalização, que será explanada na próxima seção.

1.1.5 Mecatrônica e a Indústria 4.0

A Mecatrônica passa a ser vista como uma filosofia tecnológica, em que há a integração de funcionalidades mecânicas com controle computacional através de processadores embarcados (BOLTON, 2010) e começa a ser aplicada em diversos tipos de finalidades como “veículos, robôs, ferramentas mecânicas, máquinas de lavar, câmeras e diversas outras máquinas.” (BOLTON, 2010, p. 11).

Nas evoluções anteriores o desejo era aumentar a produção com tecnologias de uso exclusivo da indústria, agora nesta última revolução utiliza-se da integração de tecnologias industriais e tecnologias da informação para criar um ambiente de desenvolvimento digital (LUGLI; SANTOS, 2019). Sacomano (2018) traz a definição da Quarta Revolução Industrial, também conhecida como I4.0, deixando clara a integração tecnológica sendo utilizada para transformar o ambiente de produção em um ambiente integrado:

Podemos definir Indústria 4.0 como um sistema produtivo, integrado por computador e dispositivos móveis interligados à internet ou à intranet, que possibilita a programação, gerenciamento, controle, cooperação e interação com o sistema produtivo de qualquer lugar do globo em que haja acesso à internet ou à intranet, buscando, assim, a otimização do sistema e toda a sua rede de valor, ou seja, empresa, fornecedores, clientes, sócios, funcionários e demais stakeholders. (SACOMANO et al., 2018, p. 32).

A Revolução 4.0 pode ser vista como uma aplicação da filosofia mecatrônica em um ambiente integrado e global, já que a sinergia tecnológica é um dos ingredientes para o advento desta revolução. Como é afirmado pelo Serviço Social da Indústria ao declarar que digitalização nasce com a internet “junto da ampla sinergia tecnológica, dos processos produtivos” (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA – DEPARTAMENTO REGIONAL DO PARANÁ, 2020, p. 18). Robles define sinergia como “[...] um conceito extraído da ciência médica que mostra que a ação de duas ou mais causas tem uma consequência maior do que a soma dos efeitos individuais.” (ROBLES *et al.*, 2010, p. 3, tradução nossa).

Marzano, Martinovs e Usca (2019) contribuem para esta afirmação ao observarem que as tecnologias que estão despontando na I4.0 possuem fundamentos mecatrônicos, já que as filosofias tecnológicas adotadas utilizam a concepção dos sistemas de controles, equipados com

eletrônica embarcada e capacidade de processamento, integrados com sensores e sistemas de comunicação em rede. Os autores concluem que “A colaboração entre ciência e tecnologia e a integração mecatrônica da tecnologia tornam possível a maior e mais rápida evolução da humanidade na história da tecnologia.” (MARZANO; MARTINOV; USCA, 2019, p. 217, tradução nossa).

Com esta visão, interdisciplinar e interativa, foi possível realizar uma transformação digital em todos os ciclos de produção, criando uma sinergia entre pessoas, processos e máquinas de forma a alterar todos os níveis administrativos e organizacionais de uma fábrica (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA – DEPARTAMENTO REGIONAL DO PARANÁ, 2020). Esta integração entre os sistemas de produção com os sistemas gerenciais através da internet possibilita maior flexibilidade e eficiência com baixo consumo e redução de custos operacionais além de gerar mais inteligência para a produção, ou seja, uma produção que consegue identificar as exigências produtivas (PARENTE *et al.*, 2018; ALMEIDA, 2019). Serviço Social da Indústria (2020) utiliza o termo “fábrica inteligente” para abarcar o novo patamar que a indústria atinge:

O princípio-chave da indústria 4.0 é a ‘fábrica inteligente’. Nessa estrutura, as unidades de produção, antes passivas, tornam-se ativas graças à combinação de sensores e componentes digitais de ponta: os primeiros operam como ‘olhos e ouvidos’ e os segundos como ‘mãos e pés’ de ferramentas, máquinas e veículos integrantes das plantas industriais.

A orquestração desse conjunto fica a cargo de uma central equipada com diversos sistemas de tecnologias da informação e comunicação. Na execução desse arranjo, pessoas trabalham lado a lado com robôs de serviço, cada parte realizando as tarefas que lhe são mais oportunas ao objetivo final.

A ‘fábrica inteligente’ constitui, assim, uma ideia guarda-chuva, que se define pela associação de uma série de elementos: a produção flexível, as soluções centradas no cliente, a logística otimizada, o uso extenso de dados e a economia circular. (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA – DEPARTAMENTO REGIONAL DO PARANÁ, 2020, p. 20)

É possível perceber que a I4.0 não somente utiliza a filosofia da Mecatrônica, como também possibilita a disseminação de seus princípios e dispositivos, conforme descrito por Marzano, Martinovs e Usca (2019) indicando que:

A mecatrônica cria novos produtos complexos usando e integrando as descobertas de outras disciplinas. Como consequência, a mecatrônica pode ser encontrada embutida na maioria dos novos produtos avançados de hoje. (MARZANO; MARTINOV; USCA, 2019, p. 217, tradução nossa).

A digitalização não atinge somente os sistemas de produção industrial, mas com a dispersão da tecnologia, diversas áreas, além da manufatureira, se tornam usuárias dos sistemas mecatrônicas e de suas filosofias de integração, automação e controle que são utilizadas para gerar agilidade, flexibilidade e redução de custos (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016).

Cabe destacar que o atual momento está proporcionando a criação de diversas tecnologias chamadas de disruptivas. Como ainda estamos em pleno desenvolvimento da Quarta Revolução, elencar todas as tecnologias habilitadoras do momento se torna uma tarefa complexa, mas é possível observar que existem algumas que são fundamentais para a digitalização de uma empresa ou indústria. Segundo Sacomano (2018) a Quarta Revolução está estruturada em tecnologias bases ou fundamentais; estruturantes e complementares, em contrapartida, Almeida (2019) descreve apenas as tecnologias como fundamentos da I4.0. O quadro 2, lista as tecnologias utilizadas na I4.0, nomeadas como disruptivas, explicando suas funcionalidades. Adotou-se para esta listagem as concepções trazidas por Sacomano (2018), Almeida (2019) e Serviço Social Da Indústria – Departamento Regional Do Paraná (2020).

Quadro 2 – Caracterização das Tecnologias das Revoluções Industriais

Tecnologias	Descrição
Análise de dados e Big Data	Coletor e analisador de dados e informações geradas por sistemas produtivos.
Cibersegurança	Conjunto de softwares e hardware que utilizam estratégias para proteção de mecanismos, processos produtivos e dados sensíveis.
Computação na Nuvem	Sistema de armazenamento de informações em redes através de servidores remotos.
Comunicação Máquina a Máquina	Integrante do CPS, realiza a comunicação (transferência de dados) de equipamentos com análise dos dados e tomadas de decisão sem a interação de um usuário.
Integração de Sistemas	Sistema de padronização de comunicação para integração de processos, pessoas e empresas.
Inteligência Artificial	Mecanismos microprocessados que possuem capacidade de raciocínio para apoio operacional.

Quadro 2 – Caracterização das Tecnologias das Revoluções Industriais

Internet das Coisas (IoT)	Rede de comunicação para que os mecanismos mecatrônicos, objetos inteligentes, estejam conectados e possam enviar dados operacionais ou executar alguma atividade.
Internet de Serviços (IoS)	Rede de comunicação utilizada para realizar/buscar eventos ou serviços específicos a um determinado equipamento.
Manufatura Aditiva ou Impressão 3D	Impressão de objetos em três dimensões.
Realidade Aumentada	Combinação de objetos virtuais no mundo real através de dispositivos de interação.
Realidade Virtual	Conjunto de equipamentos de dispositivos que criam um ambiente controlado para simulação de uma realidade que não é a local.
Sistemas Ciber Físicos (CPS)	Sistemas mecatrônicos compostos por sensores e atuadores, controlados por software que, monitorando uma série de dados, supervisionam e controlam processos industriais. Esses sistemas transmitem informações e dados em tempo real, conectados, por meio do espaço cibernético permitindo que o mundo real possa atuar no sistema produtivo.

Fonte: Adaptado de ALMEIDA, 2019; SACOMANO *et al.*, 2018; SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA, 2020

Estamos vivenciando um momento histórico que mudou e está mudando os paradigmas trabalhistas no qual diversas profissões passam a existir e outras se tornam obsoletas (FENERICK; VOLANTE, 2020; MANFREDI, 2016). Cada uma das revoluções trouxeram um conjunto de inovações e tecnologias que modificaram a estrutura econômica e social além de impactar na forma como as pessoas desenvolvem suas carreiras. Assim como Silva, Viana e Vilela Junior (2020) concluem, este momento tecnológico traz uma inevitável transformação em toda a cadeia produtiva e econômica demandando uma reforma no modelo de ensino profissional, sendo necessário utilizar uma estrutura educativa com foco em contribuir para os processos de aprendizagem na formação do Profissional Técnico em Mecatrônica.

1.1.6 O Currículo da Habilitação Profissional Técnico de Nível Médio em Mecatrônica

A formação do profissional para atuação na área de Mecatrônica sempre foi complexa, pois é oriunda de um ramo da Engenharia, “[...] que enfatiza a necessidade de integração e interação intensiva das diferentes áreas da Engenharia.” (ROBLES *et al.*, 2010, p. 2). Sendo um conceito comum no Japão no mercado de bem de consumo, na década de 70, o termo mecatrônica deixou de representar somente a junção de duas disciplinas e passou a representar a união de conceitos de diversas áreas (BRUCIAPAGLIA *et al.*, 2017).

O profissional que irá atuar nesta área deverá estar apto para lidar com tecnologias fundamentadas nas ciências mecânicas, eletrônicas e eletrotécnicas e de programação (MARTINS; SANTOS JUNIOR; VALADÃO, 2020, p. 153) com a compreensão de que o desenvolvimento de projetos de produtos mecatrônicos possui características diferenciadas de outros projetos, conforme afirmado por Moreira:

[...] o antigo modelo para uma equipe de projeto de produtos eletromecânicos, incluía:

1. Engenheiro(s) que projetava(m) os componentes mecânicos de um produto.
2. Engenheiro(s) que projetava(m) os componentes elétricos, a lógica e os algoritmos.
3. Engenheiro(s) que projetava(m) o hardware do computador e a implementação do software para controlar o produto em tempo real.

Um engenheiro mecatrônico é capaz de realizar todas essas funções. Além disso, para um projeto ótimo do produto, as etapas do projeto não são feitas sequencialmente, mas sim, de forma simultânea. (MOREIRA, H., 2021, p. 4-5)

Ainda que esta afirmação de Moreira H. esteja relacionada à formação bacharel em Engenharia Mecatrônica, Marzano; Martinovs; Usca, (2019), abordam a construção de um currículo na formação em Mecatrônica indicando que suas exigências atingem tanto a formação em nível superior quanto em nível técnico.

Bolton (2010) corrobora Moreira ao descrever que o surgimento da Mecatrônica mudou a forma como os equipamentos devem ser desenvolvidos mencionando que “[...] o princípio da abordagem de um projeto de mecatrônica é a inclusão simultânea de conhecimentos de engenharia mecânica, eletrônica, tecnologia de computadores e engenharia de controle.” (BOLTON, 2010, p. 14). Esta diversidade de áreas implica que um profissional de Mecatrônica pode atuar no desenvolvimento de produtos mecatrônicos em três níveis diferentes, conforme descrito por Bruciapaglia (2017) e Rosario (2005): nível do componente; nível da máquina; e nível do sistema produtivo. A atuação no nível do componente exigirá o domínio de conhecimentos sobre fenômenos físicos, enquanto a atuação no nível do sistema produtivo irá requisitar conhecimentos relacionados ao processo produtivo. Os conhecimentos para atuação

no nível da máquina devem ser intermediários aos outros dois níveis, ou seja, uma formação mais generalista, conhecendo parte do conteúdo de um nível e parte do conteúdo de outro nível (BRUCIAPAGLIA, 2017).

Independentemente do nível de atuação, o profissional da Mecatrônica deve estar preparado para ter o foco na atualização tecnológica (ROSARIO, 2005) e a capacidade de integração disciplinar (BRUCIAPAGLIA, 2017). Como consequência, o curso profissionalizante em Mecatrônica de nível técnico deve ser uma composição que busca construir um profissional apto para acompanhar a evolução dos processos produtivos e tecnológicos (ROSARIO, 2005), além prepará-lo para o desempenho de funções analíticas como também funções administrativas (CAPELLI, 2013). Rosario traz uma recomendação sobre como deve ser fundamentada a formação na área de Mecatrônica:

Assim, a formação em mecatrônica deve se basear em:
 Conceito básicos sólidos e o mais abrangentes possível [...].
 Visão multidisciplinar e sistêmica abrangendo mecânica, eletroeletrônica e informática.
 Aprendizado baseado na experimentação com vistas a eliminar o fosso existente entre o projeto meramente acadêmico e o mundo real, com suas limitações e compromissos entre a técnica, o custo e as idiossincrasias do mercado consumidor. (Rosario, 2005, p.5)

Rosario (2005) sinaliza que desde a Terceira Revolução Industrial já se concebia a presença da Mecatrônica como facilitadora dos processos industriais. Neste sentido a formação deve ser generalista, dinâmica, acompanhando a necessidade do mercado produtivo ao desenvolver profissionais que possam contribuir para que as empresas possuam sistemas produtivos mais flexíveis e eficientes de modo a condizer as exigências dos consumidores. Estes mesmos princípios de construção da carreira de Mecatrônica permanecem inalterados. Martins, Santos Junior e Valadão (2020) descrevem que a necessidade de formação, em um cenário mais atual, deve abordar a atualização tecnológica além da integração disciplinar:

[...] o curso técnico em mecatrônica visa promover o intercâmbio de conhecimento, partindo da concepção da formação do técnico em mecatrônica, elaborada segundo uma perspectiva de formação humanística e técnica, aproximada de novos conceitos de tecnologia e mecatrônica, para que sirvam como ponte entre o mundo do trabalho e o ambiente escolar. (MARTINS; SANTOS JUNIOR; VALADÃO, 2020, p. 153).

Avançando na compreensão da formação do Técnico em Mecatrônica, identificamos outro posicionamento de Martins, Santos Junior e Valadão, os quais assinalam que:

As atividades de formação de um profissional técnico em mecatrônica são complexas e diversas. A formação exige conhecimentos técnicos múltiplos e com relativa profundidade nas áreas de mecânica e eletroeletrônica. Além disso, dada a condição fundamental desse profissional estar imerso em um contexto social e tecnológico, a reflexão de ordem ética e humanística é de suma importância. (MARTINS; SANTOS JUNIOR; VALADÃO, 2020, p. 155).

A formação profissional no Brasil já passou por diversas mudanças e hoje é realizada através de uma estrutura denominada Educação Profissional e Tecnológica (EPT), “[...] uma modalidade educacional [...] com a finalidade precípua de preparar “para o exercício de profissões”, contribuindo para que o cidadão possa se inserir e atuar no mundo do trabalho e na vida em sociedade.” (BRASIL, 2020). Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394, de 20 de Dezembro de 1996) e o MEC a EPT é constituída por três níveis de cursos:

- Formação Inicial e Continuada ou Qualificação Profissional – formada por cursos sem pré-requisitos e sem carga horária estabelecida com objetivos de “desenvolvimento de aptidões para a vida produtiva e social.” (BRASIL, 2020);
- Educação Profissional Técnica de Nível Médio (EPTNM) – nível educacional que exige a conclusão do ensino fundamental, possui carga horária preestabelecida e é composta por Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio (curso técnico), Qualificação Profissional Técnica de Nível Médio (módulos intermediários do curso técnico) e Especialização Técnica de Nível Médio (BRASIL, 2020);
- Educação Profissional Tecnológica de Graduação e de Pós-Graduação – exigência de pré-requisito, como a formação em curso prévio e está focado no desenvolvimento especializado em uma determinada área da ciência. Compreende os cursos superiores de tecnologia, qualificações profissionais tecnológicas (saídas intermediárias dos cursos superiores de tecnologia) e cursos e programas de pós-graduação (BRASIL, 2020).

A Educação Profissional Técnica de Nível Médio, também conhecida como curso técnico (CT), é ofertada pelos Sistemas Federal de Ensino (como Institutos Federais e Centros

Federais de Educação Tecnológica) e Sistemas Estaduais (ETEC) e Municipais de Ensino (Redes Públicas Estaduais e Municipais e Escolas Técnicas Privadas) e é desenvolvida segundo os critérios estabelecidos pelo CNCT, que define quais são os atributos necessários para a formação de um profissional como o perfil profissional de conclusão, a carga horária mínima entre outras informações. (BRASIL, 2021).

Uma instituição pública ou privada pode ofertar um curso técnico somente se aceitar e cumprir todos os requisitos definidos pelo CNCT, que é um instrumento normativo desenvolvido pelo MEC no qual regulamenta a oferta de cursos técnico. Ele é dividido por eixos tecnológicos e em sua última edição traz 13 eixos em que:

Cada eixo reúne um grupo de cursos, indicando para cada um a carga horária mínima, o perfil profissional de conclusão, infraestrutura mínima requerida, campo de atuação, ocupações associadas à Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), normas associadas ao exercício profissional e possibilidades de certificação intermediária em cursos de qualificação profissional, de formação continuada em cursos de especialização e de verticalização para cursos de graduação no itinerário formativo. (BRASIL, 2021, p. 17)

Silva, Viana e Vilela (2020) comentam que as disciplinas a serem elencadas na formação do profissional em Mecatrônica devem estar adequadas ao perfil do profissional a ser formado. No CNTC, há a definição de quem é este profissional, estando listado no quadro 3 a descrição de cada edição do catálogo publicado até o presente momento:

Quadro 3 – Definição do Perfil de Egresso do CT em Mecatrônica

PERFIL DE EGRESSO	
1ª Ed. (2008)	Atua no projeto, execução e instalação de máquinas e equipamentos automatizados e sistemas robotizados. Realiza manutenção, medições e testes dessas máquinas, equipamentos e sistemas conforme especificações técnicas. Programa e opera essas máquinas, observando as normas de segurança.
2ª Ed. (2012)	Atua no projeto, execução e instalação de máquinas e equipamentos automatizados e sistemas robotizados. Realiza manutenção, medições e testes dessas máquinas, equipamentos e sistemas conforme especificações técnicas. Programa e opera essas máquinas, observando as normas de segurança.
3ª Ed. (2016)	Projeta, instala e opera equipamentos automatizados e robotizados. Realiza programação, parametrização, medições e testes de equipamentos automatizados e robotizados. Realiza integração de equipamentos mecânicos e eletrônicos. Executa procedimentos de controle de qualidade e gestão.

Quadro 3 – Definição do Perfil de Egresso do CT em Mecatrônica

4ª Ed. (2021)	<p>O Técnico em Mecatrônica será habilitado para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projetar, instalar e operar equipamentos automatizados e/ou robotizados empregados em processos de manufatura considerando as normas, os padrões e os requisitos técnicos de qualidade, saúde e segurança e de meio ambiente. • Realizar programação, parametrização, medições e testes de equipamentos automatizados em processos de manufatura. • Realizar integração de equipamentos mecânicos e eletrônicos utilizados em processos de manufatura. • Reconhecer tecnologias inovadoras presentes no segmento visando a atender às transformações digitais na sociedade.
------------------	--

Fonte: Adaptado de Brasil, 2008; Brasil, 2012; Brasil, 2016; Brasil, 2021

A descrição do profissional, nas quatro edições, deixa claro que o foco do Mecatrônico são os equipamentos e sistemas mecatrônicos sendo que esta atuação pode ser no desenvolvimento, na programação ou na manutenção, ou seja, um profissional pronto para atuar com as tecnologias (SILVA; VIANA; VILELA JUNIOR, 2020). Na quarta edição há um detalhamento sobre a atuação do profissional, demonstrando que sua área de abrangência não é apenas a industrial podendo atuar em ambientes administrativos, conforme elucidado por Marzano, Martinovs e Usca (2019).

Também é possível encontrar a definição do profissional técnico em Mecatrônica através da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), uma publicação realizada pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) que:

[...] reconhece, nomeia e codifica os títulos e descreve as características das ocupações do mercado de trabalho brasileiro. Sua atualização e modernização se devem às profundas mudanças ocorridas no cenário cultural, econômico e social do País nos últimos anos, implicando alterações estruturais no mercado de trabalho. (BRASIL, 2021)

A terceira e quarta edição do CNTC possuem um tópico indicando as ocupações que estão associadas com a formação técnica em Mecatrônica. O quadro 4 elenca as nomenclaturas utilizadas nas duas edições.

Quadro 4 – Ocupações CBO associadas com a formação técnica em Mecatrônica

Ocupações CBO Associadas

Quadro 4 – Ocupações CBO associadas com a formação técnica em Mecatrônica

3ª Ed. (2016)	300110 – Técnico em mecatrônica – robótica. 300105 – Técnico em mecatrônica – automação da manufatura. 300305 – Técnico em eletromecânica. 352310 – Agente fiscal de qualidade.
4ª Ed. (2021)	3001-05 – Técnico em Mecatrônica – Automação da Manufatura. 3001-10 – Técnico em Mecatrônica – Robótica.

Fonte: Adaptado de Brasil, 2016; Brasil, 2021

Até o lançamento da quarta edição do CNCT, havia mais ocupações associadas, mas com a última edição apenas existem duas, Automação de Manufatura e Robótica, mas que não diminui a quantidade de conhecimentos e competências que são exigidos do profissional que deve ser apto a atuar dentro dos requisitos mínimos estipulados pelo CNCT, além de buscarem as atuais demandas e tendências do mercado de trabalho para desenvolverem as habilidades técnicas e socioemocionais para que saibam atuar não somente com requisitos técnicos, mas também com valores éticos e humanísticos (MARTINS, SANTOS JUNIOR, VALADÃO, 2020).

Além dos requisitos citados anteriormente, o quadro 5 enumera os demais requisitos da última edição CNCT, junto com as edições anteriores.

Quadro 5 – Requisitos para o Curso Técnico em Mecatrônica

Outros requisitos para construção do Curso Técnico			
4ª Ed. (2021)	1ª Ed. (2008)	2ª Ed. (2012)	3ª Ed. (2016)
-	Possibilidades de temas a serem abordados na formação	Possibilidades de temas a serem abordados na formação	-
Campo de atuação	Possibilidades de atuação	Possibilidades de atuação	Campo de atuação
Infraestrutura mínima	Infraestrutura recomendada	Infraestrutura recomendada	Infraestrutura mínima requerida
Legislação Profissional	-	-	Normas associadas ao exercício profissional
Possibilidades de qualificação profissional com certificações intermediárias, no curso técnico, considerando as ocupações previstas na CBO	-	-	Possibilidades de certificação intermediária em cursos de qualificação profissional no itinerário formativo

Quadro 5 – Requisitos para o Curso Técnico em Mecatrônica

Possibilidades de formação continuada em cursos de especialização técnica (pós-técnico):	-	-	Possibilidades de formação continuada em cursos de especialização técnica no itinerário formativo
Possibilidades de verticalização para cursos de graduação (Curso Superior de Tecnologia, Bacharelado e Licenciatura):	-	-	Possibilidades de verticalização para cursos de graduação no itinerário formativo
Cargo Horária mínima	Cargo Horária mínima	Cargo Horária mínima	Cargo Horária mínima

Fonte: Adaptado de Brasil, 2008; Brasil, 2012; Brasil, 2016; Brasil, 2021

As edições mais recentes possuem maiores definições para a construção do curso, em contrapartida não há sugestões de temas para serem abordados no currículo do curso (BRASIL, 2021). A quarta edição é mais detalhada quantos aos requisitos a serem implantados no curso, sendo que no perfil profissional de conclusão, há a definição de conhecimentos fundamentais para este profissional:

Para atuação como Técnico em Mecatrônica, são fundamentais:

- Conhecimentos e saberes relacionados ao planejamento e implementação de processos automatizados de manufatura de modo a assegurar a saúde e a segurança dos trabalhadores e dos usuários.
- Conhecimento e saberes relacionados à sustentabilidade do processo produtivo, às técnicas e aos processos de produção, às normas técnicas, à liderança de equipes, à solução de problemas técnicos e trabalhistas e à gestão de conflitos. (BRASIL, 2021, p. 137)

Estes conhecimentos fundamentais vão ao encontro com Rosario (2005) e Moreira H. (2021), que indicam que a formação deve preparar um profissional generalista que será capaz de suprir as lacunas que profissionais de ciências isoladas não conseguiriam suprir. Pinto (2012) descreve que o desenvolvimento da Mecatrônica, com o perfil anteriormente indicado, não será realizado com apenas a abordagem de várias disciplinas em conjunto em um curso, pois não é apenas uma junção de conceitos e conhecimentos de várias áreas.

Quando a mecatrônica é entendida nesses termos, a preocupação acadêmica concentra-se em dominar uma ampla gama de tópicos. Isso se reflete em livros didáticos que focam sua atenção na exposição, sem detalhes, de vários temas (Bolton, 2010). Mesmo os títulos de certos livros (Bolton, 2010), (Bradley, 1991) indicam uma compreensão pobre da filosofia em questão. Eles sugerem que a mecatrônica é apenas

o acréscimo de eletrônicos a produtos de consumo ou de controle eletrônico a sistemas mecânicos e elétricos. A união de disciplinas implica que basta instruir o corpo docente, ou os alunos, com uma variedade de conhecimentos e tópicos de diferentes engenharias. (PINTO, 2012, p. 107, tradução nossa)

Robles *et al.* (2010) indica que o diferencial do profissional de Mecatrônica é ser capaz de realizar a interação entre as tecnologias, chamando de interação sinérgica. Pinto também traz uma definição sobre sinergia, do dicionário de língua Espanhola, “[...] como a união de várias forças, causas, etc., para alcançar uma maior eficácia [...]” (PINTO, 2012, p. 110, tradução nossa).

Os autores demonstram que a construção do curso não deve ser pautada somente no conjunto de conhecimentos que formam a Mecatrônica, mas que deve buscar relacioná-los com os desafios que a profissão demanda. Os futuros profissionais técnicos em Mecatrônica devem ser aptos a aplicar de maneira sinérgica os conhecimentos para resolução de situações relacionadas com tecnologia (ROBLES *et al.*, 2010).

1.1.7 Mercado De Trabalho e Tendências Atuais em Mecatrônica

A instituição de ensino, pública ou privada, que disponibiliza o curso técnico em Mecatrônica precisa estar em constante contato com o mercado de trabalho de modo a compreender a necessidade de profissional que precisa formar. Esta exigência é motivada pela área de Mecatrônica ser dependente das tecnologias, além de estar estabelecido no CNCT ao definir que o Técnico formado deve ser capaz de reconhecer as tecnologias inovadoras que estão vigentes na sociedade, ou seja, deve possuir uma capacidade ampla sobre o que acontece no mercado de trabalho e as transformações que estão ocorrendo de forma a ter uma análise crítica e adaptativa (MARTINS; SANTOS JUNIOR; VALADÃO, 2020, BRASIL, 2021).

Marzano, Martino, Usca (2020) declaram que a Mecatrônica está se expandindo muito e sendo disseminada em diversas áreas do conhecimento (agricultura, hospitalar, segurança, entre outras) devido a revolução digital e afirmam que as competências a serem desenvolvidas pelos profissionais devem estar relacionadas com as tecnologias inovadoras. A visão de Aires,

Moreira e Freira (2017) é compatível com o exposto ao afirmarem que o momento digital irá demandar o desenvolvimento de competências adequadas às esferas e produtividade para acompanhar o crescimento tecnológico da Quarta Revolução Industrial.

Cabe destacar que em 2005 Rosario traz a definição da Mecatrônica como uma ciência multidisciplinar, porém focada, de maneira indireta, em disciplinas relacionadas ao campo industrial, já que o momento era anterior à transformação Digital. Uma década e meia depois, Marzano, Martinovs e Usca (2019) demonstram que a Mecatrônica não está somente submissa à indústria, mas às diversas áreas do conhecimento:

- O campo médico: em áreas como cirurgia, radiologia e medicina de emergência;
- Indústria de Robótica: para robôs industriais e sistemas robóticos;
- Engenharia automotiva / automotiva: na concepção e fabricação de motocicletas, automóveis e caminhões que integram tecnologias mecânicas, elétricas, eletrônicas e de software, bem como engenharia de segurança;
- Organizações de Pesquisa: com utilizações em instrumentação e sensores, sistemas micro fluídicos e MEMS (Sistemas Micro Eletro-Mecânico), e conversão de energia;
- Indústria Mecânica: com utilizações na concepção, análise, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos;
- Computer-Aided Design (CAD): com a utilização de sistemas computacionais para apoiar e otimizar o projeto mecânico.
- Indústria da Transformação: na produção de bens industriais, máquinas ou ferramentas;
- Mineração: com utilizações na extração de minerais valiosos ou outros materiais geológicos da terra;
- Inspeção: para usos como inspeção de oleodutos e gasodutos por meio de drones. (MARZANO; MARTINOVIS; USCA, 2019, p. 214, tradução nossa)

As dificuldades na formação do Técnico em Mecatrônica não se referem somente às necessidades impostas pela Revolução 4.0, mas também se referem ao momento de implantação e utilização das tecnologias, pois grande parte da indústria nacional ainda está trabalhando com tecnologias relativas à Terceira revolução industrial como a implementação da robótica e redes industriais (SILVA; VIANA; VILELA JUNIOR, 2020).

Uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) em 2016 demonstra que o avanço da indústria brasileira no conhecimento sobre tecnologias digitais ainda é restrito “42% das empresas desconhecem a importância das tecnologias digitais para a competitividade da indústria e mais da metade delas (52%) não utilizam nenhuma tecnologia digital de uma lista com 10 opções.” (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA, 2016, p.19).

Desta forma, a formação do profissional Técnico em Mecatrônica deve conter elementos que possam habilitar o futuro egresso nas competências relacionadas às tecnologias da Terceira Revolução Industrial como também da Quarta Revolução. "Assim, um currículo de mecatrônica deve fornecer a base para a inovação em uma ampla gama de setores [...], este currículo deve ser flexível e deve ser continuamente atualizado para se manter a par dos avanços tecnológicos contínuos." (MARZANO; MARTINO; USCA, 2020; p. 215).

Após a caracterização da Habilitação Profissional Técnico de Nível Médio em Mecatrônica, o item 1.2 discorrerá sobre as abordagens em aprendizagem, focalizando, inclusive, a aprendizagem em mecatrônica.

1.2 Abordagens em Aprendizagem

O ensino e a aprendizagem no curso técnico de Mecatrônica passam por constante mudança e atualização, uma vez que a Mecatrônica evolui de acordo com as inovações tecnológicas. A combinação pedagógica entre o ensino e o foco da formação deve estar contextualizada, utilizando métodos que possam gerar a composição do Profissional Técnico em Mecatrônica (GIORDANO *et al.*, 2021; LIMA, 2017). Rosario faz um esclarecimento sobre o desenvolvimento da carreira em Mecatrônica:

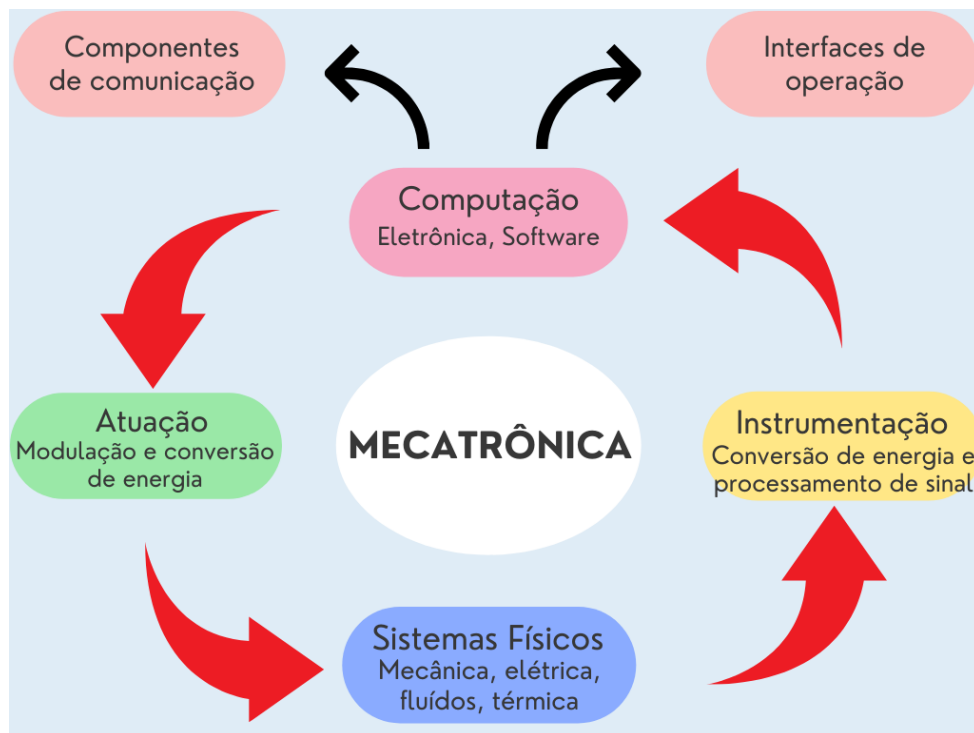
Essas inovações tecnológicas demandam dos engenheiros uma formação profissional atualizada por meio do contato crescente com conceitos e técnicas avançadas de automação integrada, tais como processos de engenharia assistida por computador, automação das linhas de fabricação, robótica e engenharia de novos materiais. (ROSARIO, 2005, p. 2)

O curso técnico busca desenvolver habilidades nos discentes de modo que eles adquiram a capacidade de realizarem análises sobre situações variadas que podem ser automatizadas através de mecanismos mecatrônicos, a manutenção de equipamentos eletroeletrônicos além do exercício de valores essenciais à sociedade “[...] tais como: conduta ética, capacidade de iniciativa, criatividade, flexibilidade, autocontrole, comunicação, dentre outros.” (BARBOSA; MOURA, 2013).

A abordagem pedagógica a ser utilizada na formação do Técnico em Mecatrônica deve considerar o perfil do profissional focando na preparação dos conhecimentos, habilidades e atitudes demandadas no mercado de trabalho (SILVA, 2019). O diferencial do profissional da Mecatrônica é sua capacidade transdisciplinar, moldada através do desenvolvimento de uma consciência sinérgica, que será construída a partir do desenvolvimento de projetos tecnológicos adequados à realidade dos alunos (PINTO, 2021). Pinto (2021) declara que o desenvolvimento do conteúdo não deve apenas contemplar a multidisciplinaridade como uma distribuição de disciplinas separadas, mas que deve haver sinergia entre elas.

Penã *et al.* (2012) descreve o relacionamento que deve ser gerado na apresentação das disciplinas que formam o conceito da Mecatrônica, demonstrado na figura 11. O CNTC sugere alguns temas disciplinares para a formação do CT, elencados no quadro 6, sendo bem similar ao proposto por Penã. Cabe destacar que nas duas primeiras edições do CNTC havia um campo descrevendo quais temas eram sugeridos para a definição das disciplinas no curso, mas nas duas últimas edições não, sendo necessário inferi-las através da infraestrutura mínima exigida.

Figura 11 – Ensino em Mecatrônica



Fonte: Adaptado de Peña *et al.*, 2012, p. 5, tradução nossa

Quadro 6 – Disciplina sugeridas pelo CNTC

Disciplina sugeridas pelo CNTC	
1ª Ed. (2008)	Eletricidade. Eletrônica. Programação. Materiais. Equipamentos mecânicos. Servomecanismos e motores elétricos. Sensores e atuadores. Metrologia. Elementos de automação. Desenho. Comando numérico computadorizado (CNC). Projeto e manufatura assistidos por computador (CAD/CAM). Robótica.
2ª Ed. (2012)	Eletricidade. Eletrônica. Programação. Materiais. Equipamentos mecânicos. Servomecanismos e motores elétricos. Sensores e atuadores. Metrologia. Elementos de automação. Desenho. Comando numérico computadorizado (CNC). Projeto e manufatura assistidos por computador (CAD/CAM). Robótica.
3ª Ed. (2016)	Eletrônica (analógica, digital e industrial). Desenho Técnico Mecânico. Metrologia Dimensional. Desenho Assistido por Computador. Eletropneumático e Eletrohidráulico (automação com CLP). Robótica. Informática. Máquinas Operatrizes (Convencional e CNC/Manufatura Assistida por Computador). Microprocessadores e Microcontroladores. Acionamentos e Comandos Elétricos. Manutenção Mecânica. Máquinas Elétricas. Soldagem. Ensaio e Materiais.
4ª Ed. (2021)	Informática, eletrônica (analógica, digital e industrial), desenho técnico mecânico, metrologia dimensional, desenho assistido por computador, eletropneumática e eletro-hidráulica (automação com CLP), robótica com simulação de processos de manufatura, máquinas operatrizes (convencional, CNC e CAD/CAM), microprocessadores e microcontroladores, acionamentos e comandos elétricos, manutenção mecânica, máquinas elétricas

Fonte: Adaptado de Brasil, 2008; Brasil, 2012; Brasil, 2016; Brasil, 2021

O momento tecnológico gera diversas aplicações inovadoras e disruptivas demandando profissionais aptos às constantes transformações e desafios interdisciplinares. O Serviço Social da Indústria elucida a tendência do perfil profissional descrevendo:

Aos trabalhadores, não serão mais delegadas tarefas específicas à sua formação profissional, concentradas em apenas uma etapa isolada da linha de produção. Diferentemente, deles serão requisitadas a supervisão de processos transversais, a capacidade de trabalhar em equipes dinâmicas, o gerenciamento de consideráveis volumes de dados digitais, além da tomada de decisões ágeis e perspicazes a partir desse conteúdo, seja para resolver problemas, seja para implantar inovações na cadeia produtiva.

Nesse panorama, as pessoas trabalham lado a lado com robôs, mas continuarão sendo as responsáveis por uma série de escolhas estratégicas não passíveis de informatização. Logo, os dados se tornam a matéria-prima do exercício profissional e os trabalhadores deverão possuir altos níveis de habilidades para lidar com eles adequadamente. (SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA - DEPARTAMENTO REGIONAL DO PARANÁ, 2020, p. 23,24)

Consequentemente, depreende-se a possibilidade, ou a perspectiva, do docente apreender e disseminar estratégias e táticas direcionadas ao aprendizado no século XXI onde, evidentemente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) estão, de maneira exponencial, direcionando as profissões e as respectivas competências dos envolvidos trazendo

à luz o pragmatismo inerente ao Técnico em Mecatrônica (SILVA; VIANA; VILELA JUNIOR, 2020).

Nesse sentido são apresentadas as principais teorias de aprendizagem, elencadas sob a ótica do pesquisador, visando fundamentar a ação de ensino/aprendizagem no processo formativo do Técnico em Mecatrônica, dentre elas foram eleitas: Tradicional; Renovada; Comportamental. A opção destas tendências pedagógicas baseou-se em Libâneo que declara que tais abordagem são caracterizadas como liberais por buscarem a formação para o “[...] desempenho de papéis sociais [...]” (LIBÂNEO, 2014, p. 6).

Destacam-se também as principais concepções da aprendizagem em Mecatrônica.

1.2.1 Abordagem Tradicional

Conhecida como pedagogia da transmissão ou como tendência tradicional, é um método pedagógico utilizado desde a época das escolas medievais e ainda é uma prática vigente nos tempos atuais (LIBÂNEO, 2014; LIMA, 2017). Seu método é baseado na transmissão de conhecimento e informações de modo expositivo e o papel da escola é de preparar intelectualmente os alunos, considerando-o com a mesma capacidade intelectual de um adulto (MIZUKAMI, 1992; PACHECO, 2021).

O método não se preocupa com as diferenças e singularidades dos alunos, apenas na transmissão de informação de modo sistematizado. O momento de aula é dependente do professor, elemento central e necessário, que tende a não estimular relações sociais entre os alunos (LIBÂNEO, 2014). Mizukami (1992) indica que o produto da aprendizagem será a reprodução exata dos conceitos, conforme apoiado por Pacheco, “Nessa abordagem busca-se a exatidão da reprodução do conteúdo comunicado em sala de aula, enfatizando e valorizando a memorização, a repetição e a exatidão.” (PACHECO, 2021, p. 56).

Libâneo (2014) informa que a rotina do professor, na preparação da aula, segue os seguintes passos: preparação dos alunos; apresentação do conteúdo de forma expositiva; associação do conteúdo com conhecimentos anteriores; generalização dos tópicos; e resolução de exercícios. Cabe ao ouvinte apenas escutar, ler, decorar e repetir (PACHECO, 2021).

Pacheco (2021) e Libâneo (2014) concordam que “A ênfase nos exercícios, na repetição de conceitos ou fórmulas na memorização visa disciplinar a mente e formar hábitos.” (LIBÂNEO, 2014, p. 9).

As lacunas de aprendizagem geradas por esta abordagem são discutidas já na Idade Moderna (século XV), mas somente no século XX são geradas novas abordagens em alternativas ao ensino tradicional, como as abordagens: Renovada e a Tecnicista (LIMA, 2017; MIZUKAMI, 1992).

1.2.2 Abordagem Renovada

Esta abordagem vem de encontro à tendência tradicional, buscando sanar todas as deficiências de ensino que o método não conseguia resolver, “[...] explanação de uma matéria, totalmente desvinculada da prática, representa um conhecimento inútil, pois não faz relação com a experiência de vida.” (MENDONÇA; ADAID, 2018, p. 149). Pacheco (2021) expõe que esta tendência pedagógica nasce como uma forma de superação à abordagem tradicional ao dar ênfase a práticas educativas relacionadas ao interesse do aluno.

Libâneo (2014) descreve que esta tendência possui duas ramificações, uma centrada no pragmatismo tendo como fundamento as teorias de John Dewey⁴ e a outra como não diretiva, baseada nas ideias de Carl Rogers⁵. A característica geral da abordagem renovada é o método orientado à aprendizagem ativa do aluno com o professor como um mobilizador neste desenvolvimento, criando um ambiente propício com estímulos adequados para despertar o interesse do aluno (LIBÂNEO, 2014; LIMA, 2017).

O professor ainda é a figura de liderança, mas não possui somente a função de transmitir conhecimento. Sua função passa a ser de mobilizador no processo de aprendizagem do aluno,

⁴ “John Dewey (1859-1952), reconhecido internacionalmente como grande educador e filósofo norte-americano, escreveu e atuou em áreas de educação, filosofia, psicologia, política, economia, democracia, entre outras.” (MOREIRA, 2021, p. 139)

⁵ “Rogers nasceu em Chicago em 1902. Em 1924, graduou-se em História pela Universidade de Chicago e, em 1931, doutorou-se em Psicologia Educacional no “Teachers College” da Universidade de Columbia, em Nova York. Contudo, praticamente toda sua vida profissional esteve ligada à psicologia clínica, aconselhamento e estudos da pessoa.” (MOREIRA, 2021, p. 139)

que deve ter sua individualidade respeitada. O docente é responsável pela criação do ambiente de confiança e relacionamento, gerando um incentivo aos diálogos para identificar as individualidades de cada aluno e propor atividades práticas que sejam estimulantes e interessantes. (MENDONÇA; ADAID, 2018; LIBÂNEO, 2014). As experiências adotadas devem conduzir os discentes à capacidade reflexiva sobre o mundo, ou seja, as atividades realizadas, além de serem significativas, precisam proceder de vivências dos alunos. (MENDONÇA; ADAID, 2018)

O aluno “[...] torna-se sujeito ativo, figura central do processo ensino-aprendizagem, aprendendo pela descoberta e desenvolvendo assim a iniciativa própria.” (PACHECO, 2021, p. 56). O indivíduo passa de agente passivo para agente ativo e protagonista de sua própria aprendizagem, sendo capaz de estipular metas e avaliá-las dentro do período de aula. A construção do conhecimento é derivada daquilo que faça sentido ao educando (MENDONÇA; ADAID, 2018).

A metodologia aplicada visa o “aprender fazendo” (LIBÂNEO, 2014, p. 11) utilizando práticas variadas como experimentos, pesquisas e resoluções de problemas. As atividades realizadas têm o propósito de serem estimulantes sendo que não há a eliminação da transmissão de conceitos e informações. A exposição de conhecimento ocorrerá quando for necessário e complementar aos processos educacionais e não serão consideradas como verdades absolutas (PACHECO, 2021; LIBÂNEO, 2014). Conforme Libâneo (2014), Gomes e Silveira (2017) a preparação do ambiente de aprendizado com as atividades práticas deve considerar:

- possuir objetivos interessantes e adequados ao nível de cada aluno, contextualizados com a realidade;
- ter a complexidade adequada ao discente, com a possibilidade de diversas soluções;
- informações basilares para o início do processo educativo e o estímulo do desenvolvimento de pesquisas;
- incentivar soluções momentâneas;
- dispor de capacidade estruturais para realizar o teste das soluções elaboradas.

No intuito de tornar o exposto, tem-se o quadro 7 contempla uma comparação entre as tendências Tradicional e Renovadas.

Quadro 7 – Comparação entre Tendências Tradicionais e Renovadas

	Tradicional	Renovada Progressivista	Renovada Não Diretiva
Relação professor-aluno	Centrado no professor	Centrado no aluno	Centrado no aluno
Papel da escola	Formar intelectualmente e moralmente educando	Adequar as necessidades individuais ao meio	Formar atitudes
Conteúdo	Conhecimento e valores sociais acumulados – verdades absolutas	Estabelecido a partir das experiências vividas	São dispensáveis
Metodologia	Aula expositiva	Tentativas experimentais, pesquisa, descoberta	Estilo individual do professor para facilitar a aprendizagem
Aprendizagem	Receptiva, não considera as características própria de cada idade	Baseada na motivação e na estimulação de problemas	Autovalorização e autoavaliação do aluno

Fonte: Adaptado de Libâneo, 2014

Libâneo (2014) destaca que a diferença entre a linha renovada progressivista e a não diretiva está no fundamento a ser desenvolvido com os alunos. Existem algumas divergências entre as duas linhas pedagógicas, mas a mais notável é que a progressivista busca formar competências adequadas à sociedade; a não diretiva está focada na autorrealização. Mizukami, que nomeia a tendência renovada não diretiva como abordagem humanista, destaca sua característica geral:

Essa abordagem dá ênfase a relações interpessoais e ao crescimento que delas resulta, centrado no desenvolvimento da personalidade do indivíduo, em seus processos de construção e organização pessoal da realidade, e em sua capacidade de atuar, como uma pessoa integrada. Dá-se igualmente ênfase à vida psicológica e emocional do indivíduo e à preocupação com a sua orientação interna, com o autoconceito, com o desenvolvimento de uma visão autêntica de si mesmo, orientada para a realizada individual e grupal. (MIZUKAMI, 1992, p.37,38)

É na abordagem renovada que encontramos os fundamentos das metodologias ativas (MA) (LIMA, 2017). Barbosa e Moura (2013) definem as MA como uma prática que deve favorecer a atuação dos alunos dentro do ambiente escolar. Diesel, Baldez e Martins (2017) afirmam que “[...] Dewey, por meio do seu ideário da Escola Nova, teve grande influência nessa ideia ao defender que a aprendizagem ocorre pela ação, colocando o estudante no centro dos processos de ensino e de aprendizagem.” (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017, p. 272). Lima

(2017) também traz uma contribuição que nos ajuda a relacionar os fundamentos de Dewey ao descrever que:

Segundo Dewey, a utilização de desafios educacionais no formato de problemas mostra-se coerente com o modo como as pessoas, naturalmente, aprendem. Segundo esse autor, a educação deve voltar-se à vivência de experiências ao invés da transmissão de temas abstratos. (LIMA, 2017, p. 424)

As MA serão um conjunto de técnicas que deverão proporcionar “[...] uma aprendizagem significativa, [...] que favoreça o uso intensivo dos recursos da inteligência, e que gere habilidades em resolver problemas e conduzir projetos nos diversos segmentos do setor produtivo.” (BARBOSA; MOURA, 2013, p. 52). Diesel, Baldez, e Martins (2017) descrevem que uma metodologia só será ativa quando estiver apoiada nos seguintes princípios: Aluno como centro da aprendizagem; Autonomia; Inovação; Problemática da realidade; Professor como facilitador; Reflexão; e Trabalho em equipe. O quadro 8 elenca alguns exemplos de MA.

Quadro 8 – Algumas metodologias ativas

Metodologia	Descrição
Aprendizagem híbrida	<ul style="list-style-type: none"> • Mistura de educação presencial e a distância (online).
Sala de aula invertida	<ul style="list-style-type: none"> • Apoiadas pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), atividades que antes eram realizadas na sala de aula, ocorrem fora dela e vice-versa; • Promove uma maior interação entre professor e aluno.
Instrução entre pares	<ul style="list-style-type: none"> • Alunos ensinam e aprendem com seus colegas; • É uma metodologia específica e sistemática que mede constantemente os resultados.
Estudo de caso	<ul style="list-style-type: none"> • Alunos discutem e apresentam soluções para os casos propostos pelos professores; • Alunos atuam na função de gestores e decisores, se posicionando em situações próximas ao real.
Aprendizagem baseada em problemas e problematização	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvida pela Faculdade de Medicina da Universidade McMaster (Canadá); • Alunos aprendem em pequenos grupos e com professores tutores, a partir de problemas.
Aprendizagem baseada em projetos	<ul style="list-style-type: none"> • Alunos aprendem trabalhando um longo período de tempo para investigar e responder a uma questão, problema ou desafio, envolvente e complexo.
Pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de trabalhos para disciplinas, iniciação científica ou Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), onde o professor atua como orientador.
Aprendizagem baseada em games ou gamificação	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizando games jogadores podem escolher como aprender, traçando seus objetivos de aprendizagem ou com objetivos previamente definidos.
<i>Design Thinking</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Propõe soluções criativas e inovadoras para problemas que utiliza a forma de pensar dos designers.

Quadro 8 – Algumas metodologias ativas

<i>STEAM</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Termo que deriva da junção das palavras, em inglês, Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática
Avaliação por pares e autoavaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Alunos se deslocam da posição de recipientes e se tornam professores e observadores de si mesmos.
Cultura <i>Maker</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ênfase na cultura do aprender fazendo e na aprendizagem criativa e inovadora.
Simulação	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de modelos em plataformas computacionais com aproximada realidade. Muito utilizada para criação de circuitos elétricos e eletrônicos para evitar a necessidade de gastos com materiais desnecessários.

Fonte: Adaptado de Santos, Santos Junior, Pereira, 2021; Silva, Viana, Vilela, 2020

Cada uma das metodologias citadas no quadro 8 vão de encontro ao ensino tradicional transformando o ambiente de aula em um local de participação e integração do aluno, princípios estes defendidos por Dewey (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017; LIMA, 2017).

1.2.3 Abordagem Tecnista

A abordagem tecnicista, como a renovada, surge como forma de superar as deficiências do ensino tradicional. Baseada nas teorias de Skinner⁶, é um formato educacional diretivo, focado no empirismo e no desenvolvimento de comportamentos (MIZUKAMI, 1992; HENKLAIN; CARMO, 2013). O behaviorismo surge no início do século XX, mas somente na década de 60 que as contribuições de Skinner, com o neobehaviorismo, chegam para o ambiente educacional (MOREIRA, 2021; HENKLAIN; CARMO, 2013).

Pacheco (2021), Henklain e Carmo (2013) concordam ao descrever que o objetivo central da educação, na perspectiva tecnicista, é modelar os comportamentos humanos para que possam ser úteis à sociedade. Henklain e Carmo (2013) definem que o comportamento, uma relação de estímulos e respostas, pode ser previsto e controlado. Moreira M., (2021) contribui para explicar a visão desta tendência ao descrever:

⁶ “Burrhus Frederic Skinner (1904-1990) [...]. Skinner nasceu em Susquehanna, Pennsylvania; graduou-se em inglês no Hamilton College, em Nova Iorque, e fez mestrado e doutorado em psicologia em Harvard, onde posteriormente foi professor por mais de 40 anos.” (MOREIRA, 2021, p. 46)

Skinner não se considera um teórico da aprendizagem. Ele não imaginava seu trabalho como uma teoria, e sim uma análise funcional, isto é, uma análise das relações funcionais entre estímulo e resposta. Ele simplesmente ignorava as variáveis intervenientes e concentrava-se no controle e predição das relações entre as variáveis de input (estímulos) e de output (respostas). (MOREIRA, M. 2021, p. 47)

Henklain e Carmo (2013) explicam que o estudo do relacionamento entre estímulo e resposta é útil para firmar comportamentos desejados e enfraquecer os não almejados. Os autores descrevem:

[...] a consequência produzida por uma resposta pode ter, basicamente, dois efeitos sobre essa resposta: (a) fortalecimento ou (b) enfraquecimento. O efeito de fortalecimento implica que uma dada resposta tem a sua probabilidade futura de ocorrência aumentada. Já o efeito de enfraquecimento implica que a resposta terá menor probabilidade de ocorrer novamente no futuro. (HENKLAIN; CARMO, 2013, p. 708)

A educação vista neste modelo pedagógico busca transmitir aquilo que será adequado para a sociedade e que seja vantajoso para o futuro (MIZUKAMI, 1992; HENKLAIN; CARMO, 2013). A escola irá produzir indivíduos que sejam aptos para o aprimoramento social vigente (LIBÂNEO, 2014). Mizukami (1992) afirma que o ser humano é resultado do meio em que vive e o meio pode ser controlado.

O ponto de destaque desta tendência é que ele busca apenas elementos observáveis, considerando que “A educação, [...], se preocupa com aspectos mensuráveis e observáveis” (MIZUKAMI, 1992, p. 20). Os elementos mínimos para o aprendizado são: os alunos; objetivos instrucionais que possam ser medidos através de comportamentos observáveis; plano dos procedimentos instrucionais; e avaliação (LIBÂNEO, 2014).

O professor é o responsável por criar o ambiente de ensino que possa promover as mudanças adequadas para a formação dos comportamentos desejados, ou seja, planejar e desenvolver os passos de ensino (LIBÂNEO, 2014; MIZUKAMI, 1992) nos objetivos a serem alcançados, visando o desenvolvimento e a retenção de comportamentos coerentes com a formação proposta (HENKLAIN; CARMO, 2013). O docente precisa ter um conhecimento prévio das competências de cada discente para que possa programar as atividades de maneira sequencial e progressiva, de modo a alcançar o melhor desempenho e desenvolvimento dos educandos (HENKLAIN; CARMO, 2013; LIBÂNEO, 2014).

Mizukami contribui com o exposto, ao declarar que “Ensinar consiste, assim arranjo e planejamento de contingências de reforço sob as quais os estudantes aprendem e é de responsabilidade do professor assegurar a aquisição do comportamento.” (MIZUKAMI, 1992, p. 30). Ao aluno, cabe apenas participar, sendo um elemento responsivo do processo educacional. “A participação é essencial para que o professor tenha *feedback* imediato sobre o que, quanto e como seus alunos estão aprendendo.” (HENKLAIN; CARMO, 2013, p. 715).

1.2.4 Aprendizagem em Mecatrônica

Rosario (2005) indica que a formação do profissional em Mecatrônica deve utilizar uma abordagem experimental, porém não indica como esta abordagem deve ser conduzida. Grimheden (2006) declara em sua tese que:

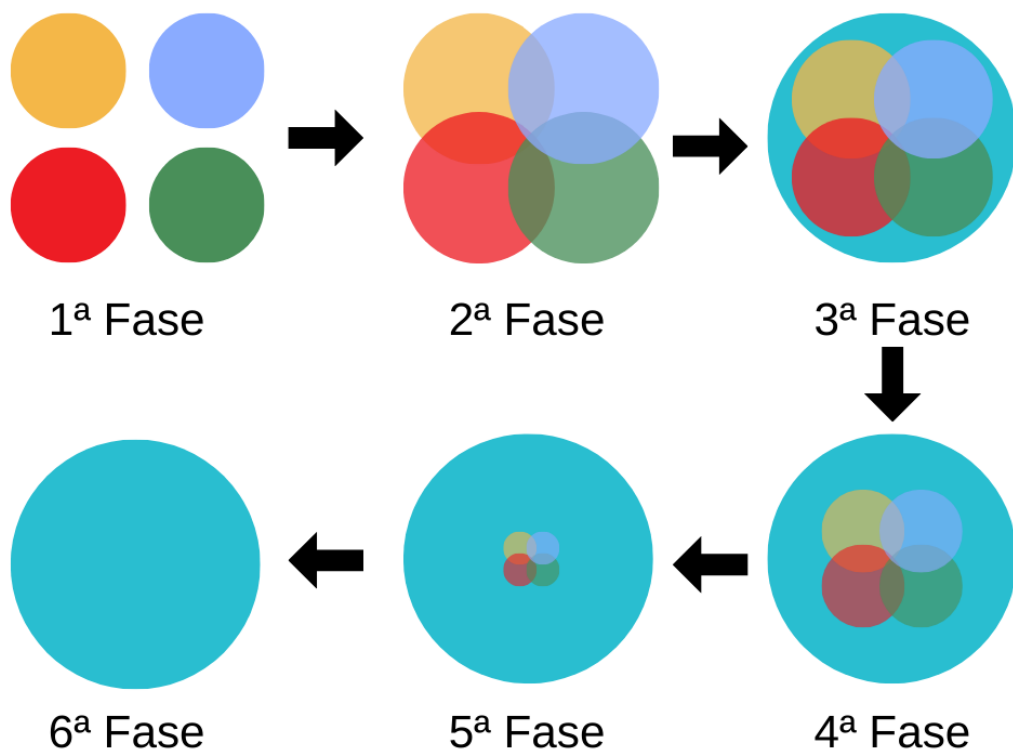
O conhecimento por si só não é suficiente; também é necessário ensinar a habilidade de usar o próprio conhecimento, por exemplo, para desenvolver produtos, e uma visão verdadeiramente holística requer não apenas o conhecimento de toda a cadeia de assuntos e os diferentes estágios de desenvolvimento do produto, mas também a experiência real de todos os aspectos do desenvolvimento do produto. (GRIMHEDEN, 2006, p. 51, tradução nossa)

Gomes e Silveira (2017) validam a declaração de Grimheden ao afirmarem ser necessário estabelecer um relacionamento entre a base conceitual e a experiência a ser executada. Marzano, Martinovs e Usca (2019) expõem que a aprendizagem aplicada no CT em Mecatrônica deve estar apoiada em um ambiente planejado, apoiado por tecnologia, para simulação de situações reais. Robles *et al.* (2010), Pinto (2012) e Penã *et al.* descrevem que o ensino da Mecatrônica deve ser realizado da mesma forma como a ciência é caracterizada, de modo sinérgico. Este modo é contemplado através de uma abordagem temática auxiliada pelo desenvolvimento progressivo de projetos. A aprendizagem Temática foca no desenvolvimento de práticas integrativas relacionadas a aplicações reais de maneira progressiva. Pinto (2012) traz a seguinte descrição do que é esta abordagem:

Sinergia implica trabalhar tematicamente. Por contradição, a temática pode ser definida como aquela que não implica divisões disciplinares, aquela que favorece a sinergia entre as disciplinas. Pode-se argumentar que a temática será alcançada quando e onde a missão dos programas de estudos for satisfazer as necessidades da indústria local e propor soluções para problemas globais. (PINTO, 2012, p. 113, tradução nossa)

A abordagem Temática será realizada em estágios, inicialmente separados, depois integrados e unificados, de modo a criar uma mentalidade voltada ao desenvolvimento de produtos tecnológicos (PINTO, 2012). Esta abordagem foca na elaboração de uma sequência de projetos para alcançar o pensamento sinérgico. Este desenvolvimento contempla 6 etapas, conforme ilustrado na figura 12.

Figura 12 – Mecatrônica como uma disciplina acadêmica



Fonte: Adaptado de Penã *et al.*, 2012, p. 4,

Esta metodologia tem como foco a construção da disciplina Mecatrônica, na sexta fase, denominada de etapa temática em que será realizado o estabelecimento da identidade sinérgica, sendo necessário passar pelas fases anteriores (PINTO, 2012; PENÃ *et al.*, 2012). Na primeira fase é realizada a apresentação das disciplinas originárias de maneira independente;

a segunda fase ainda contempla as separações das disciplinas, mas contém um desenvolvimento interdisciplinar através de uma das matérias; da terceira fase até a quinta existe a convergência de conteúdos em distintas disciplinas. Nestas fases há uma diminuição da identidade de cada disciplina, para a formação de uma identidade temática. (GRIMHEDEN, 2006; PINTO, 2012).

Robles *et al* (2010) complementam que as primeiras fases devem abordar o desenvolvimento experimental fundamentados em conhecimentos científicos e, na medida que há a evolução do discente para as próximas fases, haverá um foco no desenvolvimento tecnológico. A interdisciplinaridade que se inicia na fase dois e é desenvolvida nas demais fases até a quinta tem como foco a discriminação de cada disciplina e seus limites de modo a trazer a compreensão de suas interações em que “Surge o conceito de que os alunos podem criar, programar e operar um produto mecatrônico e que este é composto por elementos mecânicos e elétricos, devendo ter um sistema baseado em um microcontrolador [...]” (PENÃ *et al.*, 2012, p. 4, tradução nossa). Gorrostieta *et al.* (2015) complementa que o desenvolvimento das atividades práticas no curso precisa seguir uma metodologia para que os alunos aprendam a desenvolver mecanismos mecatrônicos. Esta metodologia é composta por três instantes, “O primeiro é baseado na parte formal e teórica do projeto desenvolvido. A segunda é a parte da construção e implementação. E a última parte é a avaliação e a medição” (GORROSTIETA *et al.*, 2015, p. 108, tradução nossa).

Deste modo, a Habilitação Profissional Técnica de Nível Médio em Mecatrônica não é somente uma junção de conceitos disciplinares para a formação de um repetidor de conteúdo, mas se torna uma construção do comportamento desejado para o profissional que irá atuar nas demandas interdisciplinares em um mercado volátil, mutante e exigente.

A próxima seção aborda a metodologia de pesquisa que foi empregada neste estudo.

2 METODOLOGIA

A pesquisa adotou a abordagem mista, que transita entre os estudos qualitativo e quantitativo (CRESWELL, 2010). Tem-se também a contribuição de Vergara (2016) que divide os tipos de pesquisa em dois critérios: quanto aos fins e quanto aos meios.

Quanto aos fins, esta pesquisa é descritiva e exploratória. Descritiva pois caracteriza os processos de aprendizagem utilizados dentro do universo de pesquisa realizada. Exploratória objetivando identificar os elementos que estão presentes no âmbito da mecatrônica.

Quanto aos meios, caracteriza-se como sendo: bibliográfica; documental; contemplando estudo de múltiplos casos. Tem-se a pesquisa bibliográfica adotando estudo sistematizado de materiais publicados (teses, dissertações e artigos) em aprendizagem e metodologias de aprendizagem, mecatrônica e o mercado de trabalho. Ao mesmo tempo houve o levantamento da documentação inerente a tal modalidade de curso com a finalidade de apreender aspectos legais que embasam a formação do Técnico em Mecatrônica. O estudo de múltiplos casos implicou na investigação do fenômeno pesquisado em unidades escolares que ofertem o CT em Mecatrônica (GIL, 2018; VERGARA, 2016).

A população amostral foi escolhida por meio de amostra não probabilística correspondeu a: 80 alunos; 30 professores; e 1 coordenador de cada unidade escolar, tendo como critério para escolha a acessibilidade do pesquisador junto ao público investigado (VERGARA, 2016). Portanto a estimativa amostral corresponderá a aproximadamente: 160 alunos; 60 professores; e 2 coordenadores do curso de Mecatrônica.

2.1 Matriz de Amarração Metodológica

Tendo como propósito subsidiar a construção dos instrumentos de pesquisa adotou-se como estratégia a elaboração da Matriz de Amarração Metodológica proposta por Mazzon (TELLES, 2001) focada nos objetivos estabelecidos e na literatura científica.

A opção por esta prática tem como propósito possibilitar a construção de instrumentos de pesquisa que estejam sintonizados com o problema de pesquisa e os objetivos formulados. Segue a Matriz de Amarração no quadro 9:

Quadro 9 - Matriz de Amarração

Título	O PROCESSO DE APRENDIZAGEM NO CURSO PROFISSIONAL DE MECATRÔNICA DE NÍVEL TÉCNICO	
Problema	Como se caracteriza o processo de aprendizagem na formação do profissional de nível técnico em Mecatrônica e quais as interfaces com o conteúdo desenvolvido?	
Objetivo Geral	Investigar os processos de aprendizagem na formação do técnico em Mecatrônica.	
Objetivos Específico	Fundamentação Teórica	Coleta de dados
Caracterizar o perfil profissional do técnico em Mecatrônica.	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterização da Mecatrônica; • Mecatrônica e a Indústria 4.0 • Currículo do Curso Técnico; • Principais autores: Bolton, 2010; Bruciapaglia <i>et al.</i>, 2017; Garcia, 2018; Marzano; Martinovs; Usca, 2019; Pinto, 2012; Robles <i>et al.</i>, 2010; Rosario, 2005; Sacomano <i>et al.</i>, 2018; 	Pesquisa Bibliográfica <ul style="list-style-type: none"> • Artigos, Dissertações e Teses, Livros
Investigar como são realizadas as orientações de estudo no ambiente acadêmico, com foco na prática profissional;	<ul style="list-style-type: none"> • Abordagens em aprendizagem; • Aprendizagem na Mecatrônica; • Principais autores: Grimheden, 2006; Henklain; Carmo, 2013; Libâneo, 2014; Mendonça; Adaid, 2018; Mizukami, 1992; Pacheco, 2021; Peña <i>et al.</i>, 2012; Silva; Viana; Vilela Junior, 2020. 	Levantamento documental e com pessoas envolvidas no curso técnico em Mecatrônica através de entrevistas e aplicação de questionário: <ul style="list-style-type: none"> • Coordenador e Professores.
Identificar junto aos documentos e estudos realizados nas áreas as características demandadas para a formação do técnico em Mecatrônica	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado de Trabalho e Tendências atuais; • Principais autores: Confederação Nacional da Indústria, 2016; Martins; Santos Junior; Valadão, 2020; Marzano; Martinovs; Usca, 2019 	Pesquisa Bibliográfica <ul style="list-style-type: none"> • Artigos, Dissertações e Teses, Livros Levantamento com pessoas envolvidas no curso técnico em Mecatrônica através de entrevistas e aplicação de questionário: <ul style="list-style-type: none"> • Coordenador e Professores.
Produto:	Produzir material didático, publicado em uma plataforma eletrônica, para orientar a utilização de estratégias didáticas para os docentes do curso técnico em Mecatrônica.	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

2.2 Procedimento de Coleta e Análise de dados

Para atingir os objetivos propostos, a análise foi dividida em três etapas de forma a ampliar e aprofundar na compreensão dos dados, realizando uma triangulação (GIL, 2019) através das seguintes etapas: Análise bibliográfica; Estudo de Múltiplos Casos e Análise Documental.

A análise bibliográfica realizada teve como propósito investigar o tema desta dissertação a partir de artigos, dissertações e teses visando selecionar os documentos, materiais pesquisados como referência. As informações levantadas têm como finalidade fundamentar a base teórica assim como a análise dos dados coletados.

Na segunda etapa houve a realização do estudo de múltiplos casos definindo como unidade-caso escolas que oferecem o curso técnico na modalidade subsequente comumente conhecido como modular. Adotou-se entrevista semiestruturada aos respectivos coordenadores das unidades, objeto de estudo. A entrevista (APÊNDICE A) foi realizada através da plataforma de videoconferência *Teams*, gravada e transcrita e os dados coletados foram analisados e interpretados com base na análise de conteúdo de Laurence Bardin (2011) com o auxílio do software MAXQDA⁷ (2022). Os questionários (APÊNDICES B e C) foram aplicados online, através do aplicativo Formulário do Google, e distribuído via e-mail para os docentes e discentes das unidades escolares. Os dados obtidos foram tabulados e analisados mediante estatística descritiva (GIL, 2018).

Na última etapa, foi realizado a análise documental no Plano de Curso que fundamenta a oferta do curso técnico de Mecatrônica da instituição, com base na análise de conteúdo segundo Bardin (2011).

Cabe destacar que as análises bibliográfica e documental foram realizadas através do software MAXQDA, na versão Analytics Pro 2022, em que os artigos, dissertações, teses e o plano de curso foram categorizados conforme os critérios descritos na próxima seção.

⁷ MaxQDA é um Software para apoio a análise de dados qualitativos, também conhecidos pelo termo em inglês CAQDAS – Computer Assisted Qualitative Data Analysis) que oferece ferramentas que auxiliam na pesquisa qualitativa, como análise de transcrição, codificação e interpretação de texto, abstração recursiva, análise de conteúdo, análise de discurso, [1] metodologia de teoria fundamentada, etc.. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Computer-assisted_qualitative_data_analysis_software. Acesso em 20 mai. 2022

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção abordou-se a análise dos dados coletados em cada uma das etapas discriminadas na seção de Metodologia. Buscou-se fundamentar tal análise nos seguintes autores: Gil (2019); Bardin (2011).

3.1 Análise Bibliográfica Sobre A Formação Técnica em Mecatrônica

Esta seção dedica-se a analisar artigos, dissertações, teses e livro relacionados a formação de nível técnico em Mecatrônica e as metodologias de ensino aprendizagem estudadas. Para efetivar este exame, adotou-se a sistematização proposta por Gil (2018) para pesquisas bibliográficas sendo desenvolvida a partir de uma sequência de etapas sucessivas, tais como:

[...] a) escolha do tema; b) levantamento bibliográfico preliminar; c) formulação do problema; d) elaboração do plano provisório de assunto; e) busca das fontes; f) leitura do material; g) fichamento; h) organização lógica dos assuntos; e i) redação do texto. (GIL, 2018, p. 42)

As etapas iniciais (a; b; e c) foram descritas na seção de introdução desta pesquisa. Observando-se os objetivos propostos da pesquisa a elaboração do plano provisório foi desenvolvida de forma a clarificar os seguintes tópicos: definição sobre a Mecatrônica; abordagens sobre processos de ensino e aprendizagem na área da Mecatrônica; e formação de nível técnico em Mecatrônica. Partindo deste plano, realizou-se a busca de fontes em duas etapas, a primeira consistiu-se de um levantamento de artigos nas bases de dados *Dimensions* (<https://app.dimensions.ai>), *Ebsco* (<https://www.ebsco.com/pt>) e *Google Academic* (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>); a segunda deu-se em uma pesquisa das dissertações e teses a partir do Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A etapa de busca das fontes bibliográficas foi realizada com base nos tópicos do plano provisório mencionado anteriormente. A busca nas bases de dados, realizada no dia 10 de novembro de 2021, utilizou o vocábulo “mecatrônica” em títulos ou resumos. Na base de dados da *Dimensions* foram apreendidas as publicações, sem filtro de tempo, porém nas demais bases buscou-se as publicações entre 2000 e 2021. Desta busca, retornaram as seguintes quantidades: cento e vinte oito publicações na *Dimensions*; trezentos e vinte nove na *Ebsco*; e duzentos e quatro publicações nas bases *Google Academic*. O total de publicação foi de seiscentos e sessenta e uma. A investigação realizada, feita no dia 17 de novembro de 2021, no Catálogo da CAPES, utilizou a mesma palavra-chave em títulos ou resumos com o filtro de período de 2015 a 2020 e encontrou quarenta e oito dissertações e cinco teses.

Como critério de exclusão, para as publicações das bases de dados, foram os seguintes: somente artigos científicos, dissertações e teses; a falta de acesso ao documento completo; e a duplicação de publicações entre as bases de dados. Neste momento, procedeu-se a análise dos títulos e resumos dos artigos, dissertações e teses. Após análise de leitura dos títulos e resumos, ainda pode-se observar que alguns deles não possuíam vínculo com o objeto desta pesquisa ficando trinta e quatro artigos, quatro dissertações e três teses, totalizando quarenta e um documentos que foram analisados em profundidade, com a leitura completa. Cabe salientar que algumas publicações tratam da formação em Mecatrônica no nível superior, mas foram escolhidos por apresentarem, em seus resumos, conteúdo coerente com os questionamentos deste trabalho. O quadro 10 elenca os resultados das publicações que foram utilizadas como bases para a análise.

Quadro 10 – Lista das publicações selecionadas

Tipo	Ano	Autor	Título
Artigo	2001	Ernesto Córdoba Nieto; Jaime Malpica Angarita; Jesús Alberto Delgado; Hugo Herrera; Nelson Moreno; José Martínez	Nueva carrera Ingeniería Mecatrónica: trabajo integrado Ingeniería y Ciencias
Artigo	2003	Dester Perdomo Pérez	La mecatrónica en la ingeniería contemporánea. // <i>Mechatronics in contemporary engineering</i> .
Artigo	2004	Paulo Eigi Miyagi; Emilia Villani	Mecatrônica como Solução de Automação
Artigo	2004	Juan Pablo Pazmiño Piedra; Wilson Patricio Quintuña Padilla	La mecatrónica: sistemas de automatización en serie
Artigo	2005	Jaime Humberto Carvajal Rojas	Automatización y mecatrónica en la educación
Artigo	2006	Alexandre Da Silva Simões; Antonio César Germano Martins; Marcelo Franchin; Ronaldo Carrion	Utilizando a plataforma LEGO Mindstorm® em disciplinas do ciclo básico do curso de Engenharia Mecatrônica
Artigo	2007	Osiel Arbeláez Salazar; Jairo A. Mendoza Vargas	LA INGENIERÍA MECATRÓNICA POR CICLOS EN COLOMBIA

Quadro 10 – Lista das publicações selecionadas

Artigo	2007	Maria Guanipa Pérez; Herry Guillen	Mecatrónica como disciplina académica en la formación profesional del ingeniero mecánico
Artigo	2009	Álvaro Aguinaga	Aprovechamiento holístico de la mecatrónica en los procesos de manufactura industriales
Artigo	2010	Mário Lucio Roloff; Silvana Rosa Lisboa De Sá; Daniela Águida Bento	A metodologia de concepção de sistemas mecatrônicos no graduação tecnológica em Automação Industrial do CEFET-SC
Artigo	2010	Tomás Rivas Gómez	Mecatrónica robótica y los triunfos del IPN
Artigo	2010	Jose Antonio Aquino Robles; L.G. Corona Ramirez; C. Fernández Nava; Víctor Darío Cuervo Pinto	Trayectoria Evolutiva De Los Criterios De Evaluación En La Enseñanza De La Ingeniería Mecatrónica
Artigo	2012	Constantina Álvarez Peña; Fritz. J. Neff; Jorge I. Moya Rodríguez; César A. Chagoyén Méndez; Ángel S. Machado Rodríguez	Teaching Mechatronics
Artigo	2012	Víctor Darío Cuervo Pinto	Realmente estamos haciendo mecatrónica?
Artigo	2013	César Humberto Guzmán Valdivia	Reprobación y desinterés en alumnos de ingeniería mecatrónica
Artigo	2013	Jose Antonio Aquino Robles; Leonel Germán Corona; Juan Carlos Trujillo C.	Tendencia en la enseñanza de la Ingeniería Mecatrónica y su campo disciplinar
Artigo	2013	José Antonio Dias de Carvalho; Marcus Valério Rocha Garcia; Ruy Guérios; Francisco Lameiras Junior; Marcones Cleber Brito Da Silva; Neide Oliveira da Silva	Metodologia de Projetos Integradores Evolutivos Para O Curso De Engenharia Mecatrônica
Artigo	2013	Jaime Humberto Carvajal Rojas	Revisión y análisis de diseño mecatrónico para diseño curricular transdisciplinario de programas de ingeniería multidisciplinares
Artigo	2013	Jose Antonio Riofrio; Steven G Northrup	Teaching Undergraduate Introductory Course to Mechatronics
Dissertação	2015	Paulo Roberto da Silva Fonseca	Metodologia Para Projetos De Sistemas Mecatrônicos
Artigo	2015	Efren Gorrostieta; J. Emilio Vargas-Soto; Luis Adrian Zuniga Aviles; Juvenal Rodriguez; Saúl Tovar-Arriaga	Mechatronics methodology: 15 years of experience Metodología mecatrónica: 15 años de experiencia
Artigo	2015	Odilia Berenice Peña Almaguer, Sergio Villarreal Cárdenas	Evaluación de la ingeniería mecatrónica en función del perfil de egreso por áreas del conocimiento
Dissertação	2016	Mauricio Fernando Vieira	Uma Análise Da Aderência Do Curso Superior De Tecnologia Em Mecatrônica Industrial Às Suas Demandas Profissionais
Artigo	2016	José Serrano Villegas; Mario H. Ramírez Díaz	Enfoque aplicado para resolver problemas por alumnos de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Sinaloa
Artigo	2016	Erika P. Rodríguez Lozano; Omar A. Sánchez Monroy; Julián A. Avendaño León	Análisis de competencias específicas en el desarrollo de proyectos integradores en Ingeniería Mecatrónica
Tese	2017	Ruy Somei Nakayama	Oportunidades de atuação na cadeia de fornecimento de sistemas de automação para indústria 4.0 no Brasil
Artigo	2017	Eraldo Queiroz de Lima Filho; François Kaique V. de Sá; José Moraes G. Neto; Dheiver Francisco Santos; Agnaldo Cardozo Filho	Análise De Aprendizagem Com Emprego De Simuladores Virtuais Na Disciplina De Acionamentos Elétricos Do Curso De Engenharia Mecatrônica Do UNIT-AL
Artigo	2017	Gabriela Rocha Roque; Cleber Lourenço Izidoro; Karmel C. Nardi da Silva; José Pedro Schardosim Simão; Gustavo Ribeiro da Costa Alves; Simone Meister Sommer Bilessimo; Juarez Bento Silva	Utilização do laboratório remoto VISIR como recurso educacional num curso de engenharia mecatrônica
Artigo	2018	Andréa P. Parente, Andrea Valdman, Rossana O. M. Folly, Maurício B. Souza Jr.; Isabella C. S. Nascimento	Automação de Processos Industriais

Quadro 10 – Lista das publicações selecionadas

Artigo	2018	Gabriela Rocha Roque; José Pedro Simão; Simone Meister Sommer Bilessimo; Juarez Bento da Silva; João Mota Neto; Cleber Lourenço Izidoro	Experimentação remota no ensino de superior: Linguagens de programação nas engenharias mecatrônica e automação industrial
Dissertação	2018	Bruno Martins Moreira	Estratégias De Ensino: Vozes Discentes E Docentes No Curso De Engenharia Mecatronica Do Cefet ĩ Mg Campus Divinópolis
Artigo	2019	Gilmar Ferreira de Aquino Filho; Luiz Henrique Amaral; Jefferson Campos Lopes; Marysol Lima de Aquino; Mariana Simões Germano	Possibilidade De Aprendizagem Ativa No Ensino Técnico Em Mecatrônica Com A Utilização Da Plataforma Arduino
Artigo	2019	Gilberto Marzano; Andris Martinovs; Svetlana Usca	Mechatronics Education Needs and Challenges
Tese	2019	Kerlla de Souza Luz Prates	Processo De Desenvolvimento De Novos Produtos E O Modelo De Referência Mecatrônico: Uma Experiência Didática Na Escola De Empreendedores Do CDT/UNB
Dissertação	2019	Ederson Carlos Silva	Aplicação Da Educação 4.0 Numa Escola Técnica Profissionalizante
Artigo	2020	Richard Silva Martins; Nei Jairo Fonseca dos Santos Junior; Yuri das Neves Valadão	Interlocuções Sobre A Formação No Curso Técnico Em Mecatrônica
Artigo	2020	Ederson Carlos Silva; Helena Brandão Viana; Guanís de Barros Vilela Jr.	Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante
Artigo	2020	Jessica Aparecida Fenerick; Carlos Rodrigo Volante	A evolução das indústrias e as perspectivas da robótica
Tese	2020	Gilmar Ferreira DE Aquino Filho	Aprendizagem ativa no ensino técnico em mecatrônica com a utilização da plataforma arduino
Artigo	2021	Richard Silva Martins; Deloize Lorenzet	Ensino por Projeto como Estratégia de Aprendizagem em CT de Mecatrônica
Artigo	2021	Hector Leonardo Mota Moreirat	Indústria 4.0: Estudo Da Aderência De Seus Pressupostos Ao Curso De Engenharia Mecatrônica De Um Instituto Federal Do Nordeste Brasileiro

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A leitura realizada seguiu a recomendação dada por Gil com foco de “[...] identificar as informações e os dados constantes do material impresso; [...] estabelecer relações das informações e dos dados obtidos com o problema proposto; [...]” (GIL, 2018, p. 54). A partir das leituras realizadas foi perceptível a repetição de alguns vocábulos nas publicações acadêmicas e científicas de modo que foram agrupadas da seguinte forma:

- Grupo 1. Mecatrônica: Palavras que fazem parte da definição da área tecnológica ou estão relacionadas com a evolução tecnológica;
- Grupo 2. Formação: Palavra relacionadas com a educação profissional de nível técnico ou relacionadas com a formação de nível técnico;
- Grupo 3. Aprendizagem: Palavras que estejam relacionadas aos processos de ensino- aprendizagem.

O quadro 11 destaca os termos organizados conforme os grupos citados, tendo como base as palavras-chaves das publicações.

Quadro 11 – Principais vocábulos das publicações organizados por grupos

Mecatrônica	Formação	Aprendizagem
Arduino; Plataforma Arduino	Disciplinas	Aprendizagem Baseada em Problemas; Problemas; Resolução de problemas;
Automação; Instrumentação; Controle	Cenário de integração	Autoaprendizado
Cadeia de fornecimento de Sistemas para Automação da Manufatura; Integração da Manufatura	Competências	Desafios
Comandos Elétricos	Curso Técnico; Educação Profissional; Ensino tecnológico	Design Thinking; Processo de Desenvolvimento de Produtos
Indústria 4.0; Indústrias; Tecnologia industrial; Novas tecnologias	Formação Integral	Educação
Mecatrônica	Interdisciplinaridade	Ensino; Ensino-aprendizagem; Estratégias de ensino; Processo de ensino e aprendizagem
Robô; Robótica	Ambientes de Aprendizagem Inteligentes	Metodologia; Metodologia Ativa; Aprendizado Ativo
		Modelo Pedagógico; Práticas Pedagógicas
		Pesquisa e desenvolvimento
		Projeto; Projetos Mecatrônicos; Projetos integradores; Metodologia de Projeto;
		Simuladores Virtuais; Tecnologia Educacional

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A tabela 1 destaca os dez vocábulos que apareceram com maior frequência de repetição e os dez termos que menos aparecem nos documentos. Nota-se que os três termos mais frequentes são: mecatrônica (4814 repetições); projeto (1425 repetições); controle (1252 repetições). As três palavras com menor frequência são: modelo pedagógico (10); metodologia de projeto (11); e projeto mecatrônico (11).

Tabela 1 – Quantificação dos principais vocábulos nas publicações

Vocábulos mais frequentes		Vocábulos menos frequentes	
Palavra	Frequência	Palavra	Frequência
Mecatrônica	1448	Modelo pedagógico	10
Projeto	1425	Metodologia de projeto	11
Controle	1252	Comandos elétricos	14
Pesquisa	947	Pesquisa e desenvolvimento	15
Educação	870	Processo de desenvolvimento de produtos	15
Metodologia	736	Projetos mecatrônicos	16
Ensino	680	Experimentação remota	18
Automação	529	Curso técnico em mecatrônica	21
Problemas	351	Interdisciplinaridade	28
Disciplinas	236	Estratégias de ensino	33

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Se considerarmos somente as palavras, sem o contexto em que aparecem, uma possível inferência seria: existe um grande interesse no desenvolvimento de tecnologia mecatrônica, porém não há relevância na divulgação de modelos e estratégias de ensino na formação de nível técnico em Mecatrônica. Esta análise preliminar é corroborada ao olharmos o conteúdo das publicações.

Dos trinta e quatro artigos selecionados para análise apenas cinco estão relacionados aos processos de ensino-aprendizagem no CT de Mecatrônica, publicados entre 2019 e 2021. As publicações tratam dos seguintes assuntos:

- Duas publicações em 2019: uma descreve a aplicação de metodologias ativas no desenvolvimento de uma disciplina indicando as vantagens em comparação ao ensino tradicional (Possibilidade de Aprendizagem Ativa no Ensino Técnico em Mecatrônica com a Utilização da Plataforma Arduino); a segunda publicação descreve as exigências para o profissional mecatrônico, tanto de nível técnico quanto de nível superior. Há uma ênfase nos aspectos tecnológicos e nas competências as serem desenvolvidas (*Mechatronics Education Needs and Challenges*);
- Duas publicações em 2020: as duas publicações abordam o uso de metodologias ativas, sendo que uma delas traz uma discussão sobre a metodologia de ensino no CT em Mecatrônica (Interlocuções Sobre a Formação no Curso Técnico em

Mecatrônica) e a outra publicação destaca as estratégias pedagógicas focadas nas necessidades ocasionadas pela Indústria 4.0; (Metodologias Ativas Numa Escola Técnica Profissionalizante);

- Uma publicação em 2021: um artigo que foca na Educação Profissional e a adoção do desenvolvimento de projetos como metodologia ativa (Ensino por Projeto Como Estratégia de Aprendizagem em CT De Mecatrônica).

Dos trabalhos acadêmicos selecionados, uma entre as quatro dissertações são relativas aos processos de aprendizagem e uma entre as três teses abordam o conteúdo, destacando:

- Publicações de 2019: uma dissertação focada na aplicação de uma metodologia advinda da Indústria 4.0, a Educação 4.0, que tem como base a formação ativa do aluno através da aprendizagem significativa junto com a participação de toda a comunidade escolar (Aplicação da Educação 4.0 numa Escola Técnica Profissionalizante);
- Publicação de 2020: uma tese focada na disciplina de desenvolvimento de projetos com a utilização de metodologias ativas (Aprendizagem Ativa no Ensino Técnico em Mecatrônica com a Utilização da Plataforma Arduino)

Um último destaque a ser observado é a data das publicações, últimos quatro anos, que pode demonstrar como o assunto relacionado ao desenvolvimento da formação profissional técnico em Mecatrônica é recente e precisa ser ampliado. Esta primeira análise, baseada em um levantamento bibliográfico, é preliminar, mas permite identificar que os estudos são escassos para os processos de aprendizagem na formação técnica em mecatrônica. Desse modo, deu-se a continuidade da análise através do estudo de caso, descrito na próxima subseção.

3.2 Análise Sobre o Estudo De Caso

Esta seção aborda o estudo de casos múltiplos realizado com o intuito de investigar o processo de aprendizagem dentro do contexto escolar e validar os dados obtidos pela análise bibliográfica. A estruturação desta etapa segue as etapas recomendadas por Gil (2018) que define:

- a) formulação do problema [...];
- b) definição das unidades-caso;
- c) seleção dos casos;
- d) elaboração do protocolo;
- e) coleta de dados;
- f) análise e interpretação dos dados; (GIL, 2018, p. 106)

Realizou-se a primeira etapa na seção com o seguinte problema de pesquisa: como se caracteriza o processo de aprendizagem na formação do profissional de nível técnico em Mecatrônica e quais as interfaces com o conteúdo desenvolvido? Com o foco em responder este questionamento, definiu-se como unidade-caso as escolas técnicas que ofertam o CT em Mecatrônica na modalidade subsequente, ou seja, modular. A seleção das unidades-casos deu-se por duas escolas de uma mesma cidade situadas no estado de São Paulo sendo que: uma das escolas está vinculada a uma instituição pública de grande porte do estado de São Paulo; e a outra está associada a uma instituição privada de nível nacional. Ao decorrer da seção os casos foram identificados da seguinte maneira: Caso 1: escola técnica pública; e Caso 2: escola técnica privada.

A elaboração do protocolo foi exposta na seção de metodologia, indicando as ferramentas e os procedimentos a serem adotados na coleta e análise de dados e na matriz de amarração. A coleta de dados, em cada caso, deu-se por: entrevista semiestrutura com os coordenadores de curso; aplicação de questionário para os docentes; e a aplicação de questionário aos alunos do curso além de análise documental dos documentos institucionais.

3.2.1 Análise das Entrevistas

De forma a viabilizar a análise de conteúdo das entrevistas buscou-se a sistematização proposta por Bardin (2011) que propõe a organização dos dados para análise em três etapas: pré-análise; exploração do material; e tratamento dos resultados. As ações na etapa de Pré-análise são: escolha dos documentos; a formulação de hipóteses e objetivos; e a identificação dos indicadores para interpretação.

Considerando a análise bibliográfica e seus resultados obtidos como parte da etapa de pré-análise, a leitura flutuante e a escolha dos documentos de análise, formulou-se os seguintes objetivos da análise:

- Mapear qual abordagem pedagógica é aplicada na formação no CT em Mecatrônica;
- Compreender como é realizado o desenvolvimento do profissional técnico de nível médio em Mecatrônica.

Com a definição do foco da análise é possível sugerir duas hipóteses e seus respectivos índices:

- O modelo de ensino aplicado na formação é predominantemente tradicional [conhecimentos; conteúdos];
- O desenvolvimento do profissional é realizado em etapa sequenciais através das disciplinas de maneira isolada, tendo como prática interdisciplinar as atividades práticas de conclusão do curso do curso [trabalho de conclusão do curso].

Presumindo as hipóteses, elaborou-se dois indicadores, que são avaliados nas análises realizadas das entrevistas:

- Transmissão dos conhecimentos com repetição de práticas em ambiente de aula;
- Desenvolvimento de projetos na finalização do curso.

A finalização da etapa de pré-análise contemplou a organização das entrevistas realizadas com as respostas transcritas e inseridas em um quadro (APÊNDICE D) de forma a facilitar a visualização dos dados e os procedimentos de análise. Utilizou-se o software MaxQDA para facilitar o processo de organização, análise e apresentação dos resultados.

A análise do material contou com as seguintes etapas: codificação; enumeração e categorização. A primeira análise realizada buscou reconhecer os principais vocábulos que aparecem com maior frequência nas entrevistas usados como unidade de registro e na unidade de contexto os vocábulos e os grupos, respectivamente, que foram descritos na análise bibliográfica (quadro 11). Adotou-se como critério de enumeração para a presença dos vocábulos nas entrevistas adotando como medida a frequência simples. A tabela 2 demonstra a frequência dos vocábulos por grupos encontrados nas duas entrevistas.

Tabela 2 – Quantificação dos vocábulos por grupo nas entrevistas

Unidade-Caso	Mecatrônica	Formação	Aprendizagem
Entrevista Caso 1	10	2	7
Entrevista Caso 2	25	8	11

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

O ponto de destaque demonstrado pela tabela 2 é a quantidade de vocábulos do grupo Mecatrônica, em ambos os casos, superando a quantidade dos dois outros grupos. Na tabela 3 estão elencados quais são os vocábulos que possuem maior frequência nas entrevistas, sendo que apenas são listados os vocábulos que possuem frequência de repetição, sendo excluídos os vocábulos que não se repetem.

Tabela 3 – Vocábulos mais frequentes nas entrevistas

Vocábulos mais frequentes nas entrevistas			
Palavra	Frequência Total	Frequência Caso 1	Frequência Caso 2
mecatrônica	24	6	18
ensino	10	3	7
competências	7	1	6
automação	4	2	2
educação	4	0	4
robô	4	0	4
controle	2	2	0
problemas	2	2	0
projeto	2	2	0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Nota-se o predomínio das palavras relacionados às tecnologias, grupo 1, mas é possível realizarmos a seguinte reflexão: em ambos os casos estudados a preocupação do CT em Mecatrônica é com o desenvolvimento tecnológico, com algumas evidências sobre os processos de aprendizagem, já que se nota os três primeiros vocábulos que mais aparecem nas entrevistas são pertencentes aos distintos grupos: mecatrônica (24 repetições); ensino (10 repetições); competências (7 repetições).

Ao isolar todo o conteúdo e focar somente nas palavras, uma possível interpretação é: a formação do profissional técnico em mecatrônica está focada em um profissional apto ao desenvolvimento de tecnologias.

Essa primeira análise, utilizando a codificação sob a perspectiva de unidade de recorte “palavras”; e também “enumeração”, permitiu identificar apenas a percepção dos coordenadores sendo necessário comparar os resultados com outras fontes de dados, como as percepções dos docentes e discentes do CT em Mecatrônica, assunto tratado na próxima subseção.

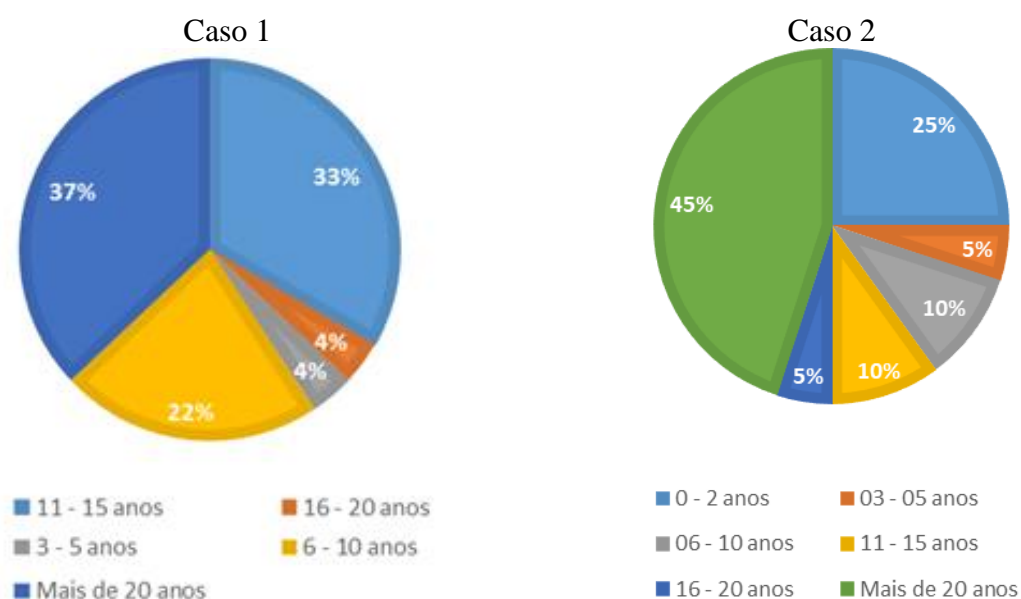
3.2.2 Análise dos questionários

Nesta subseção descreveu-se os resultados obtidos dos questionários que foram aplicados aos docentes e discentes. O questionário foi desenvolvido em formulário eletrônico e enviado por e-mail aos sujeitos da pesquisa em cada caso estudado. Recebeu-se o seguinte retorno:

- Caso 1: 27 professores e 58 alunos;
- Caso 2: 20 professores e 44 alunos.

O questionário aplicado aos docentes foi dividido em três partes, sendo a primeira destinada a conhecer o perfil do respondente com seis questões de múltipla escolha de resposta única e uma questão aberta; a segunda focada sobre o conhecimento dos aspectos da formação de nível técnico em Mecatrônica com duas questões de múltipla escolha de resposta única, duas questões de seleção, e quatro questões do tipo escala Likert adaptada e uma questão aberta; e a terceira sobre as práticas de ensino adotadas com seis questões do tipo escala Likert adaptada, além de conter o Termo De Consentimento Livre E Esclarecido (APÊNDICE B).

A figura 13 ilustra os dados de experiência e formação acadêmica, sinalizando que a os respondentes (37% no caso 1 e 45% no caso 2) possuem experiências acima de vinte anos como docentes. Um fato a ser observado é os docentes com tempo de exercício menor que dois anos, pois não há nenhum no caso 1, porém há uma quantidade significativa (25%) no caso 2.

Figura 13 – Tempo de experiência dos docentes

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Os dados demonstrados na tabela 4 também sinalizam que a maior parte dos respondentes (77,8% no caso 1 e 50% no caso 2) possui especialização como maior titulação. Podemos observar, também, que apenas 2 professores (7,4%), no caso 1, e 4 professores (20%), no caso 2, possuem nível *Stricto Sensu*.

Tabela 4 – Grau de Titulação dos docentes

Titulação	Caso 1		Caso 2	
	Qtde	%	Qtde	%
Especialização	21	77,8	10	50,0
Mestrado	2	7,4	4	20,0
Pedagogia	1	3,7	1	5,0
Somente graduação	2	7,4	2	10,0
Somente graduação tecnológica	1	3,7	3	15,0
Total	27		20	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Além da titulação e do tempo de experiência, buscou-se conhecer o perfil dos docentes questionando: tempo de experiência profissional além da docência; se possui formação pedagógica; e quais aprendizados julga mais valiosos para sua prática docente. A tabela 5

apresenta as respostas, enfatizando os seguintes aspectos: a maior parte dos docentes possuem experiência acima de 10 anos no mercado de trabalho (63% no caso 1 e 60% no caso 2); uma quantidade relevante de professores que não possuem formação pedagógica no caso 2 (50% dos docentes respondentes); e a importância que dão para as experiências profissionais para exercício da docência (40,7% no caso 1 e 45% no caso 2). Cabe realçar que apenas uma pequena parcela dos docentes acredita na relevância dos cursos de atualização e capacitação profissional (11% no caso 1 e 0% no caso 2).

Tabela 5 – Informações sobre o perfil dos docentes respondentes

	Caso 1		Caso 2	
Experiência Profissional além da docência	Qtde.	(%)	Qtde.	(%)
Não possuo.	2	7,4	4	20
0 - 5 anos	2	7,4	3	15
6 - 10 anos	6	22,2	1	5
11 - 20 anos	2	7,4	4	20
21 - 25 anos	6	22,2	2	10
Mais de 25 anos	9	33,3	6	30
Total Geral	27		20	
Possui algum tipo de formação pedagógica?	Qtde.	(%)	Qtde.	(%)
Curso de pedagogia	2	7,4	2	10
Formação de Professores para o Ensino Técnico	3	11,1	1	5
Licenciatura	3	11,1	1	5
Não possuo formação pedagógica	5	18,5	10	50
Sim, no meu curso de especialização	12	44,4	3	15
Sim, no meu curso de graduação	2	7,4	3	15
Total Geral	27		20	
Dos conhecimentos/saberes apreendidos na formação profissional, qual julga mais importante na sua prática docente?	Qtde.	(%)	Qtde.	(%)
Acredito que a escola dá a base, porém o aprofundamento vem com o tempo, independentemente de ser em sala de aula ou atuando na empresa, desde que o indivíduo busque constantemente por conhecimento	1	3,7	0	0
Conhecimento adquirido em programas de mestrado/doutorado.	1	3,7	0	0
Conhecimento adquirido nas disciplinas da minha graduação;	4	14,8	2	10
Conhecimento adquirido no dia a dia em sala de aula ou durante as aulas práticas com os alunos;	6	22,2	4	20
Conhecimento adquirido no mercado de trabalho atuando profissionalmente;	11	40,7	9	45
Conhecimento adquirido por meio de cursos de atualização e capacitação profissional	3	11,1	0	0
Outro: Estudo/prática	1	3,7	4	20
Outro: Não sou graduado	0	0,0	1	5
Total Geral	27		20	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

O último questionamento realizado para conhecer o perfil do docente foi uma questão aberta com o objetivo de saber quais disciplinas eram ministradas pelos respondentes no ano da pesquisa e o resultado, exposto no quadro 12, demonstra que os professores que participaram

da pesquisa são das distintas áreas que compõem a Mecatrônica como disciplinas da área mecânica, elétrica, comunicação e tecnologia da informação.

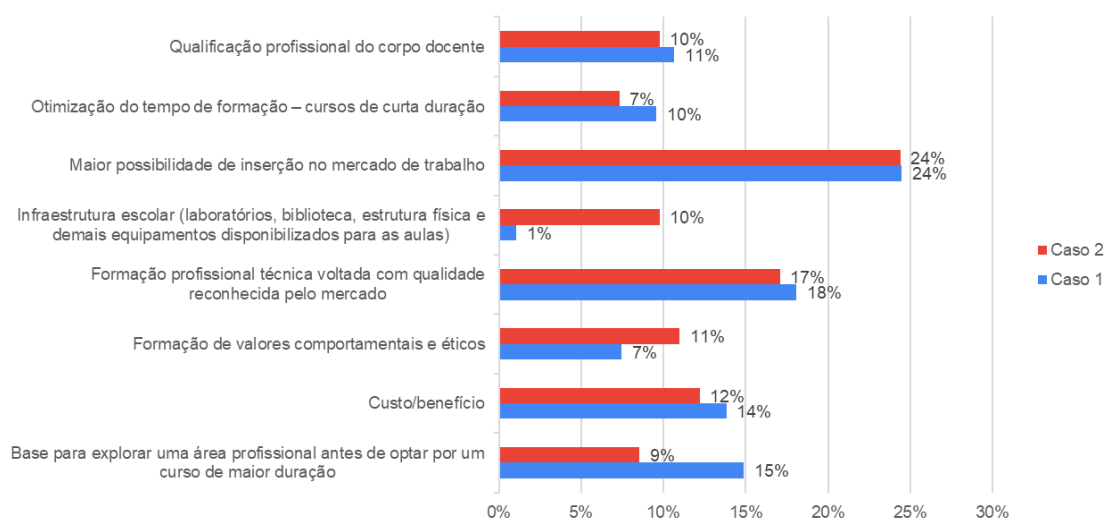
Quadro 12 – Disciplinas lecionadas pelos respondentes

Caso 1	Caso 2
Física, Segurança do Trabalho e Meio Ambiente, Circuitos Elétricos e Eletrônicos, Sistemas de Acionamento Eletrônico.	Integração de Sistemas Automatizados, Controladores Lógicos Programáveis, Projetos Mecatrônicos
Automação e microcontroladores	Programação de CLP
Microcontroladores, linguagem C, hidráulica e pneumática, eletrônica de potência	Hidráulica e Pneumática
Automação mecatrônica hidráulica, pneumática, CLP	Desenho Técnico, Controlador Logico Programável
Desenho Técnico	Desenho Assistido por Computador
Na área de elétrica	Instalações Elétricas, robótica, CLP, comandos elétricos, eletrônica básica, eletrônica digital, controle e automação, eletrônica III, técnicas de manutenção
Eletrônica de Potência, Controle e Automação, Eletrônica Digital, Comandos Elétricos	Controle Numérico Computadorizado, Elementos de Máquina, Mecanismos Mecatrônicos
Projeto e Desenvolvimento de Trabalho de conclusão de Curso, Robótica e Manufatura flexível, Máquinas com comandos Numéricos, Projeto e construção de moldes e matrizes, Desenho técnico, Projetos para desenvolvimento de produto	Eletrônica digital, analógica, projetos eletrônicos
Instalações Elétricas, Comandos Elétricos, Automação e Controle Industrial, Segurança no Trabalho, Circuitos Elétricos, Sistemas Digitais, Eficiência Energética e Manutenção, Aplicativos Informatizados.	Robótica e Manufatura flexível, Desenho técnico
Linguagem de Programação e Microcontroladores	Tecnologia de Produção Mecânica, Processos Mecânicos, Projetos Mecatrônicos
Marketing, empreendedorismo, filosofia	Automação 2, Resistência dos Materiais, Tecnologia dos Materiais, Org. Industrial, Trabalho de conclusão de Curso
Area da Engenharia mecânica, Automação e Gestão da Manutenção	Disciplinas na área elétrica - Eletricidade Básica, Eletrônica analógica, Eletrônica Digital, Sistemas Embarcados, Instalações elétricas, Fusion
Robótica, desenho e eletrônica	Máquinas, Comandos e Controladores Lógicos programáveis
Disciplinas técnicas, Eletrônica analógica, Digital, automação,	Resistência dos Materiais, Mecanismos Mecatrônicos, Elementos de Máquinas, Práticas de Oficina Mecânica.
Língua estrangeira moderna; Inglês Instrumental; Linguagem, Trabalho e Tecnologia; Ética e Cidadania Organizacional, Legislação Empresarial; Língua Portuguesa e Literatura; Gestão de Pessoas.	Sistemas Digitais e Microcontrolados
Instalações Elétricas; Máquinas e Comandos Elétricos	Resistência dos Materiais, Desenho Assistido por Computador, Máquinas à Controle Numérico Computadorizado, Tecnologia de Produção Mecânica
Área de elétrica	Robótica, CLP, Redes, Manutenção
Eletrônica Digital I e II	Disciplinas da área elétrica
Resistência e Ensaio dos Materiais, Sistemas de Aquisição e Condicionamento de Sinais, Segurança Ambiental e do Trabalho, Aplicativos informatizados, Gestão Empresarial	Instalações Elétricas; Eletrônica analógica
Desenho assistido por computador, Controlador lógico programável, projetos, resistência dos materiais, Máquinas à Controle Numérico Computadorizado	
Automação - Eletrônica Básica - Eletrônica - Instalações Elétricas - Sistemas Digitais	
Aplicativos informatizados, Fundamentos da informática, operação de software aplicativo, educação física	
Máquinas Com Controle Numérico E Matemática	
Disciplinas das Áreas Técnicas (Mecânica e Mecatrônica)	
Desenho Assistido por Computador 1	
Eletrônica digital e Linguagem de Programação e Microcontroladores	
Eletrônica analógica, eletrônica digital, Instalações elétricas entre outras	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A segunda parte do questionário focou no conhecimento que os respondentes possuem da formação estudada, buscando compreender quais aspectos os docentes visualizam sobre o perfil do egresso do curso. Inicia-se a apresentação dos resultados pela figura 14 que ilustra a sintonia dos docentes, em ambos os casos, sobre quais as contribuições que o curso técnico oferece aos estudantes. Este resultado demonstra que o curso oferece uma rápida inserção no mercado de trabalho, segundo a visão dos docentes de ambas as escolas, já que 24% acreditam que a formação aumenta as possibilidades de os alunos ingressarem no mercado de trabalho e em segundo lugar está a formação de qualidade reconhecida pelo mercado de trabalho (18% no caso 1 e 17% no caso 2). A divergência de resultados ocorre no terceiro resultado, pois no caso 1 os docentes afirmam que é a exploração da área profissional antes de optar por um curso de maior duração (15%) e no caso 2 fica o custo-benefício (12%).

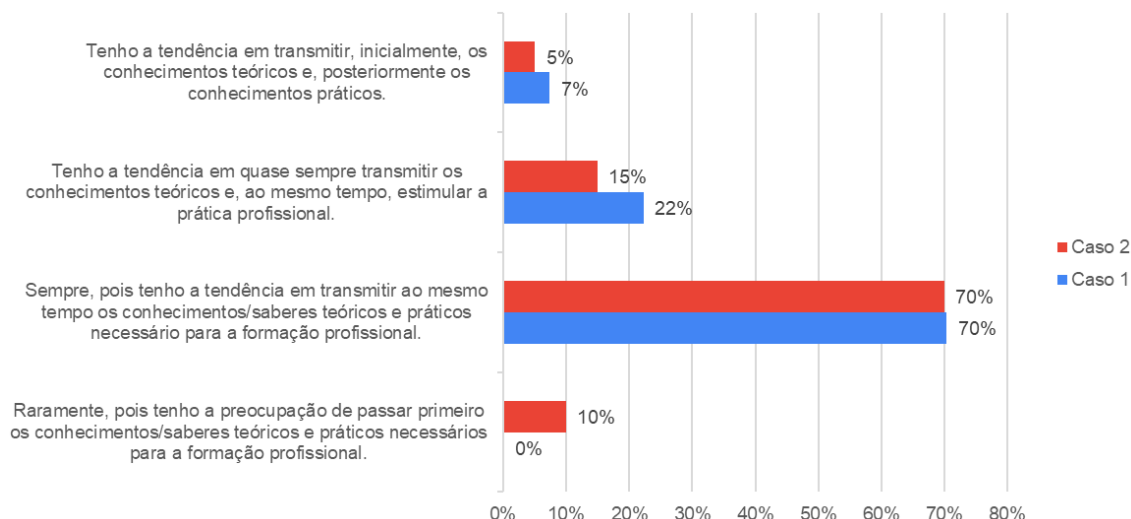
Figura 14 – Contribuição da formação técnica em Mecatrônica segundo os docentes



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

O próximo resultado enfatizado é sobre a associação dos conteúdos da disciplina com o mundo do trabalho e os resultados demonstram concordância entre as unidades estudadas com 70% dos respondentes, indicando que sempre associam o conteúdo com as práticas profissionais.

Figura 15 – Contribuição da formação técnica em Mecatrônica segundo os docentes



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Na sequência da pesquisa com os docentes, pediu-se para que avaliassem o grau de importância das competências técnica e socioemocionais. Estas duas questões eram do tipo escala Likert de seis graus de importância para as competências técnicas e sete graus de importância para as competências socioemocionais. O resultado, ilustrado nas tabelas 6 e 7, foram tratados com estatística descritiva e demonstra que os professores compreendem a importância de cada uma das competências, pois a média calculada está com valor próximo ao limite superior e o desvio padrão não apresenta uma dispersão acentuada. Destaca-se que as competências técnicas mais importantes (para ambos os casos) são: atuar no projeto, montagem e instalação de automatizados e sistemas robotizados, máquinas e equipamentos; e realizar medições, programação e operar sistemas. As competências socioemocionais mais importantes foram: resolução de problemas (caso 1) e pensamento crítico (caso 2); em segundo lugar são trabalho em equipe (caso 1) e resolução de problemas (caso 2).

Tabela 6 – Relevância das competências técnicas segundo os docentes

Competências técnicas	Atuar no projeto, montagem e instalação de automatizados e sistemas robotizados, máquinas e equipamentos		Realizar medições, programação e opera sistemas;		Coordenar equipes e treinamento operacional;		Realizar manutenções preditiva, preventiva e corretiva;		Executar procedimentos de controle da qualidade e gestão.	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
Média	5,19	4,70	4,59	4,60	3,96	3,89	4,54	4,80	4,17	4,16
Erro padrão	0,24	0,34	0,32	0,32	0,33	0,30	0,28	0,32	0,28	0,33
Mediana	6	5,5	5	5	4	4	4,5	5	4	4
Desvio padrão	1,24	1,53	1,67	1,43	1,66	1,33	1,42	1,44	1,37	1,42
Variância da amostra	1,54	2,33	2,79	2,04	2,76	1,77	2,02	2,06	1,88	2,03

Tabela 6 – Relevância das competências técnicas segundo os docentes

Curtose	0,39	-0,20	-0,82	0,76	-1,12	-0,95	-1,05	0,87	0,01	-1,30
Assimetria	-1,29	-0,82	-0,79	-1,01	-0,22	0,21	-0,45	-1,15	-0,66	-0,18
Soma	140	94	124	92	103	74	118	96	100	79
Contagem	27	20	27	20	26	19	26	20	24	19

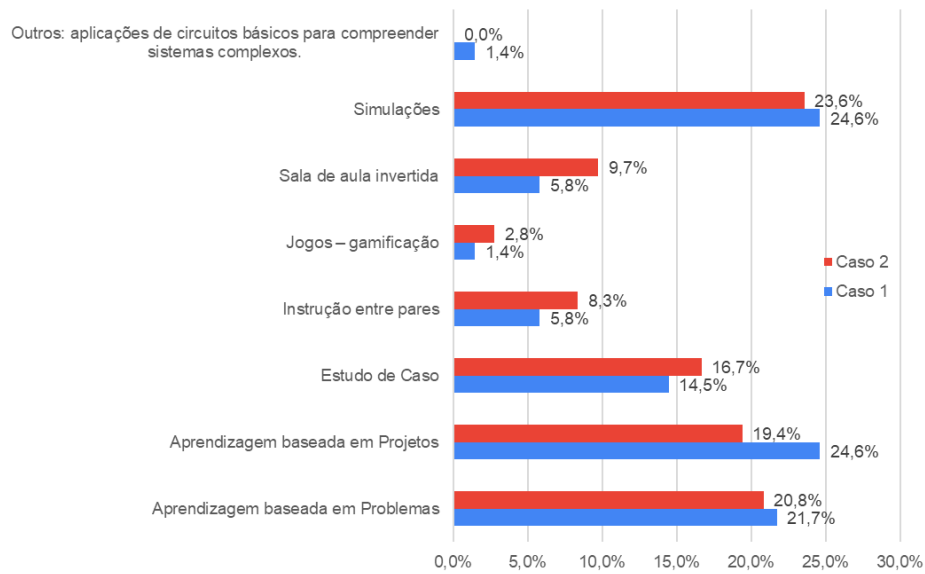
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Tabela 7 – Relevância das competências socioemocionais segundo os docentes

Competências Socio-emocionais	Liderança		Comunicação		Resolução de problemas		Trabalho em equipe		Pensamento Crítico		Inteligência Emocional		Tomada de Decisão	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
Média	4,37	4,00	5,41	5,10	5,48	5,40	5,44	5,35	5,04	5,63	4,52	5,00	5,30	5,25
Erro padrão	0,38	0,45	0,29	0,43	0,23	0,40	0,25	0,41	0,37	0,38	0,36	0,37	0,37	0,40
Mediana	4	4	6	5	6	6	6	6	6	7	5	5	6	6
Desvio padrão	1,96	1,87	1,50	1,92	1,22	1,79	1,31	1,84	1,89	1,67	1,89	1,60	1,92	1,77
Variância da amostra	3,86	3,50	2,25	3,67	1,49	3,20	1,72	3,40	3,56	2,80	3,57	2,56	3,68	3,14
Curtose	-1,03	-0,74	-0,51	-0,73	-0,07	0,06	-0,72	-0,29	-1,31	-1,52	-1,26	-1,03	-0,18	-0,20
Assimetria	-0,33	0,00	-0,69	-0,56	-0,64	-0,92	-0,48	-0,86	-0,49	-0,61	-0,31	-0,18	-0,92	-0,74
Contagem	27	17	27	20	27	20	27	20	26	19	27	19	27	20

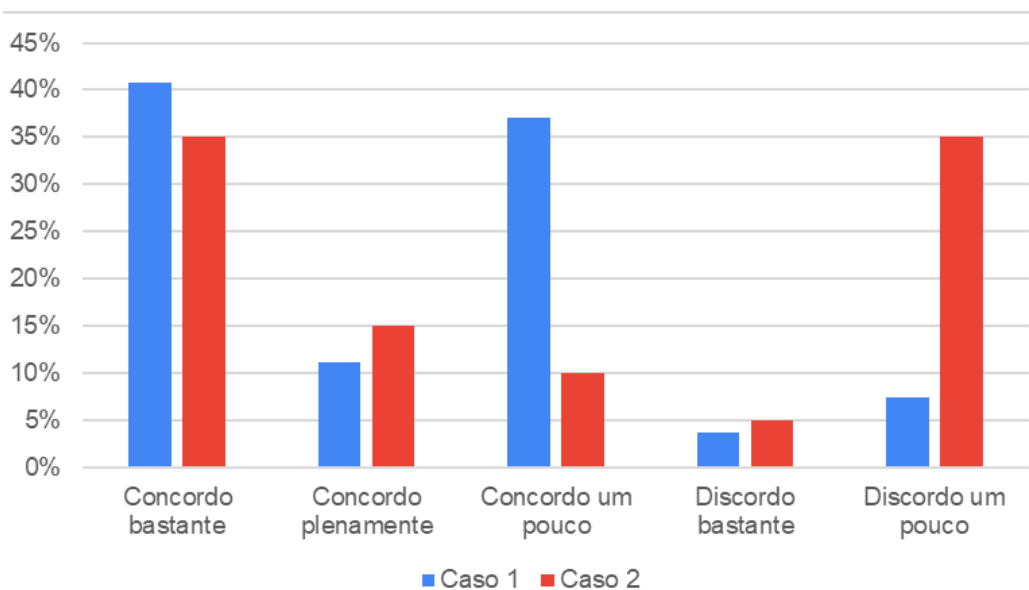
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A finalização desta parte destinou-se a investigar quais práticas os professores utilizam em sala como método de avaliação e como eles avaliam sua eficácia com relação ao aprendizado dos discentes. A figura 16 expõe uma distribuição balanceada entre algumas das práticas (simulação; aprendizagem baseada em projetos; e aprendizagem baseadas em problemas). Para o caso 1 há um empate quanto a utilização de simulação (24,6%) e aprendizagem baseada em projetos (24,6%), seguindo a utilização de aprendizagem baseada em problemas (21,7%). No caso 2 há utilização predominante das mesmas metodologias, porém em uma ordenação diferente: simulação (23,6%); aprendizagem baseada em problemas (20,8%); e aprendizagem baseada em projetos (19,4%).

Figura 16 – Práticas utilizadas em sala de aula

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Também se questionou aos docentes se as metodologias aplicadas eram suficientes para o processo de aprendizagem e os dados revelam, figura 17, que parte significativa, mais de 35% do total nas duas unidades, descreveram baixa concordância ou discordância.

Figura 17 – Percepção dos docentes quanto a práticas propostas serem são suficientes para o processo de aprendizagem

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Esta questão pedia uma justificativa sobre a resposta através de uma questão aberta e o quadro 13 ilustra apenas as respostas de pouca concordância ou discordância. Salienta-se que das 13 respostas do caso 1: 5 (38%) indicam falta de infraestrutura para execução de atividades práticas; 3 (23%) indicam a necessidade de conteúdo teórico antes da aplicação de atividades práticas. No caso 2 tem-se as seguintes categorias de respostas a serem destacadas: 3 (30%) indicam a falta de infraestrutura para realização de atividades práticas; 3 (30%) revelam que a carga horária das aulas é insuficiente para as disciplinas; 3 (30%) pontuam que os processos de ensino precisam ser atualizados; e apenas uma resposta apontando sobre a necessidade do estágio.

Quadro 13 – Respostas de alguns docentes quanto aos processos de ensino utilizados

Questão Likert	Questão aberta
Caso 1	
Concordo um pouco	Falta tecnologia e laboratórios
Concordo um pouco	Também é necessária uma base técnica e científica
Concordo um pouco	Faltam equipamentos adequados nos laboratórios.
Concordo um pouco	A contribuição é proporcional à qualidade das atividades práticas associada aos equipamentos disponíveis na escola
Concordo um pouco	asas
Concordo um pouco	Falta muita coisa
Concordo um pouco	Acredito que boa parte é teórica, junto com a parte prática.
Concordo um pouco	Falta infraestrutura nas escola
Concordo um pouco	Infelizmente na Instituição falta um pouco de investimento em máquinas e equipamentos
Concordo um pouco	O curso é muito extenso com diversas disciplinas, é difícil explicar todo o conteúdo com a quantidade de tempo disponível para as disciplinas
Discordo um pouco	Vídeos, Simulações, além de aulas práticas.
Discordo um pouco	Além da atividade prática é imperativo a formação teórica
Discordo bastante	Apenas as atividades práticas não são suficientes. São necessários a pesquisa dos temas, análise e estudo de situações problemas e aulas práticas.
Caso 2	
Concordo um pouco	O estágio obrigatório era uma atividade fundamental no processo formativo do aluno, completando o processo ensino-aprendizagem.

Quadro 13 – Respostas de alguns docentes quanto aos processos de ensino utilizados

Concordo um pouco	As atividades práticas são de extrema importância, mas não são suficientes, entendo que o processo de aprendizagem exige outras estratégias, teoria, práticas, visitas, inserção no mercado.
Discordo um pouco	Porque há que se propor mais ferramentas para que o aprendizado seja mais com base de conhecimento.
Discordo um pouco	A carga horária das disciplinas é insuficiente para o desenvolvimento adequado das atividades práticas previstas no plano de curso.
Discordo um pouco	O tempo de aula é muito curto para um aproveitamento totalmente satisfatório
Discordo um pouco	Com a redução da carga horária, várias disciplinas foram incorporadas em uma só, diminuindo a possibilidade de exercitar e/ou simular mais exemplos.
Discordo um pouco	Manutenção de máquinas e Equipamentos das Escolas.
Discordo um pouco	Algumas das formas de ensino já estão ultrapassadas
Discordo um pouco	Bases um pouco fora (desatualizadas) das condições atuais.
Discordo plenamente	Pouquíssimas atividades práticas são propostas. Além disso, com a atual situação crítica dos laboratórios, ficam precárias as práticas de atividades em laboratórios. Nossos laboratórios são totalmente desatualizados em relação ao que é visto atualmente na indústria, montes de sucata estão espalhados nos cantos dos laboratórios, em áreas alagadas, cheirando mofo. Fica inclusive perigoso fazer atividades práticas num laboratório de elétrica onde tem poças de água no chão.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

As tabelas 8 e 9 expõem os retornos quanto ao questionamento sobre quais modelos de avaliação são utilizados, podendo ser assinalado mais de um modelo de resposta na utilização de modelos de avaliação, sendo demonstrado primeiro os resultados referentes ao caso 1 (tabela 8) e depois o caso 2 (tabela 9). A mensuração utilizada foi de 1 até 6, em que 1 indica pouco importante e 6 indica muito importante. Os dados foram tabulados e tratados com estatística descritiva, sendo possível perceber que os docentes têm ciência sobre a importância da aplicação de tais métodos. Convém destacar que os menos importantes são métodos relacionados com a abordagem pedagógica tradicional (provas discursivas e provas objetivas). Outro fato a ser evidenciado são os projetos extracurriculares, que pode ser interpretado como uma baixa adesão às práticas interdisciplinares.

Tabela 8 – Grau de importância para modelos de avaliação – caso 1

	Simulação de situações problema	Estudos de caso	Provas discursivas	Provas objetivas	Desenvolvimento de protótipos	Participação em feiras	Projetos extracurriculares
Média	4,78	4,59	3,61	3,98	4,67	4,19	4,02
Erro padrão	0,29	0,23	0,31	0,25	0,33	0,28	0,28
Mediana	6	5	4	4	5	4	4
Desvio padrão	1,53	1,21	1,59	1,30	1,70	1,46	1,48
Variância da amostra	2,33	1,46	2,53	1,68	2,90	2,12	2,18
Curtose	-0,03	0,31	-0,68	-1,01	0,29	-0,64	-0,35

Tabela 8 – Grau de importância para modelos de avaliação – caso 1

Assimetria	-0,99	-0,90	-0,41	-0,17	-1,18	-0,33	-0,33
Intervalo	5	4	5	4	5	5	5
Contagem	27	27	27	27	27	27	27
	Pesquisa de campo	Estimular debates a respeito	Provas práticas/Laboratórios	Projetos interdisciplinares	Seminários	Participação em exposições	
Média	4,37	3,80	4,98	4,52	3,89	3,80	
Erro padrão	0,32	0,31	0,24	0,27	0,23	0,30	
Mediana	5	4	5	4	4	4	
Desvio padrão	1,66	1,59	1,23	1,39	1,20	1,56	
Variância da amostra	2,76	2,52	1,51	1,93	1,45	2,43	
Curtose	-0,26	-0,65	0,75	0,26	0,27	-0,42	
Assimetria	-0,85	-0,19	-1,21	-0,76	-0,45	-0,47	
Intervalo	5	5	4	5	5	5	
Contagem	27	27	27	27	27	27	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022**Tabela 9** – Grau de importância para modelos de avaliação – caso 2

	Simulação de situações problema	Estudos de caso	Provas discursivas	Provas objetivas	Desenvolvimento de protótipos	Participação em feiras	Projetos extracurriculares
Média	4,90	4,03	3,25	4,00	4,63	3,23	4,00
Erro padrão	0,30	0,34	0,31	0,35	0,38	0,41	0,34
Mediana	5	4	3,5	4	5	3,5	4
Desvio padrão	1,32	1,51	1,39	1,55	1,71	1,82	1,50
Variância da amostra	1,75	2,28	1,93	2,39	2,92	3,30	2,26
Curtose	2,45	-0,21	-0,42	-1,01	0,14	-1,23	-0,07
Assimetria	-1,40	-0,65	-0,14	-0,27	-1,13	0,09	-0,49
Intervalo	5	5	5	5	5	5	5
Contagem	20	20	20	20	20	20	20
	Pesquisa de campo	Estimular debates a respeito	Provas práticas/Laboratórios	Projetos interdisciplinares	Seminários	Participação em exposições	
Média	3,68	3,40	5,08	4,48	3,55	3,40	
Erro padrão	0,31	0,30	0,34	0,34	0,30	0,38	
Mediana	3,75	3	6	4	3,5	3,5	
Desvio padrão	1,41	1,34	1,51	1,51	1,34	1,69	
Variância da amostra	1,98	1,81	2,27	2,28	1,79	2,86	
Curtose	-0,71	-0,13	1,85	-0,27	0,35	-0,96	
Assimetria	-0,08	0,45	-1,61	-0,60	-0,05	0,01	
Intervalo	5	5	5	5	5	5	
Contagem	20	20	20	20	20	20	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A última parte da pesquisa buscou conhecer a compreensão que os docentes possuem acerca dos processos de aprendizagem, sendo realizado 6 questões do tipo escala Likert

adaptada em 6 níveis, indo do totalmente em desacordo até o totalmente de acordo. As tabelas 10 e 11 apresentam os resultados tabulados através de estatística descritiva. As questões realizadas foram: O ensino deve ser organizado em torno de problemas que tenham respostas claras e corretas, utilizando ideias que a maioria dos alunos possa entender prontamente; Os alunos necessitam de condições para desenvolver soluções práticas aos problemas apresentados pelo professor; Os processos de pensamento e raciocínio são mais importantes do que o conteúdo curricular específico; Quando faço referência a um “desempenho fraco”, quero dizer um desempenho abaixo do nível de aproveitamento anterior do aluno; Quando faço referência a um “bom desempenho”, quero dizer um desempenho acima do nível de aproveitamento anterior do aluno; e Sinto que estou fazendo uma diferença educacional significativa na vida de meus alunos.

Os resultados constataam que os docentes estão em acordo com cada uma das afirmativas, pois os resultados estão próximos do valor 5 da escala com um desvio padrão baixo com o menor valor de média em 4,30 para o item 3 e 4 no caso 2. Em ambas as unidades há uma sintonia entre os resultados apresentados pois os respondentes afirmam maior concordância (média 5,3 no caso 1 e 5,55 no caso 2) com “Os alunos necessitam de condições para desenvolver soluções práticas aos problemas apresentados pelo professor.”.

Tabela 10 – Percepção sobre as práticas de ensino – caso 1

	Item 1		Item 2		Item 3		Item 4		Item 5		Item 6	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
Média	5,15	5,35	5,30	5,55	4,85	4,30	4,63	4,30	5,04	4,70	5,11	5,00
Erro padrão	0,17	0,21	0,16	0,17	0,22	0,32	0,19	0,27	0,17	0,19	0,13	0,28
Mediana	5	6	5	6	5	4	4	4	5	5	5	5
Desvio padrão	0,91	0,93	0,82	0,76	1,13	1,42	1,01	1,22	0,90	0,86	0,70	1,26
Variância da amostra	0,82	0,87	0,68	0,58	1,28	2,01	1,01	1,48	0,81	0,75	0,49	1,58
Curtose	-0,66	0,52	0,79	0,41	0,12	0,00	-1,12	-0,39	-0,85	-0,73	-0,80	4,28
Assimetria	-0,65	-1,24	-1,07	-1,39	-0,89	-0,59	0,11	-0,26	-0,42	0,12	-0,15	-1,77
Intervalo	3	3	3	2	4	5	3	4	3	3	2	5
Contagem	27	20	27	20	27	20	27	20	27	20	27	20
Item 1	O ensino deve ser organizado em torno de problemas que tenham respostas claras e corretas, utilizando ideias que a maioria dos alunos possa entender prontamente.											
Item 2	Os alunos necessitam de condições para desenvolver soluções práticas aos problemas apresentados pelo professor.											
Item 3	Os processos de pensamento e raciocínio são mais importantes do que o conteúdo curricular específico.											
Item 4	Quando faço referência a um “desempenho fraco”, quero dizer um desempenho abaixo do nível de aproveitamento anterior do aluno.											
Item 5	Quando faço referência a um “bom desempenho”, quero dizer um desempenho acima do nível de aproveitamento anterior do aluno.											
Item 6	Sinto que estou fazendo uma diferença educacional significativa na vida de meus alunos.											

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Com bases nos resultados expostos pelos questionários, é possível fazer algumas constatações:

- Os docentes possuem amplo conhecimento sobre o mercado de trabalho da área de mecatrônica e buscam conectar esses conhecimentos em suas práticas docentes; e
- os docentes têm grande preocupação da formação alinhada com as práticas profissionais, mas não utilizam como base as publicações científicas e acadêmicas.

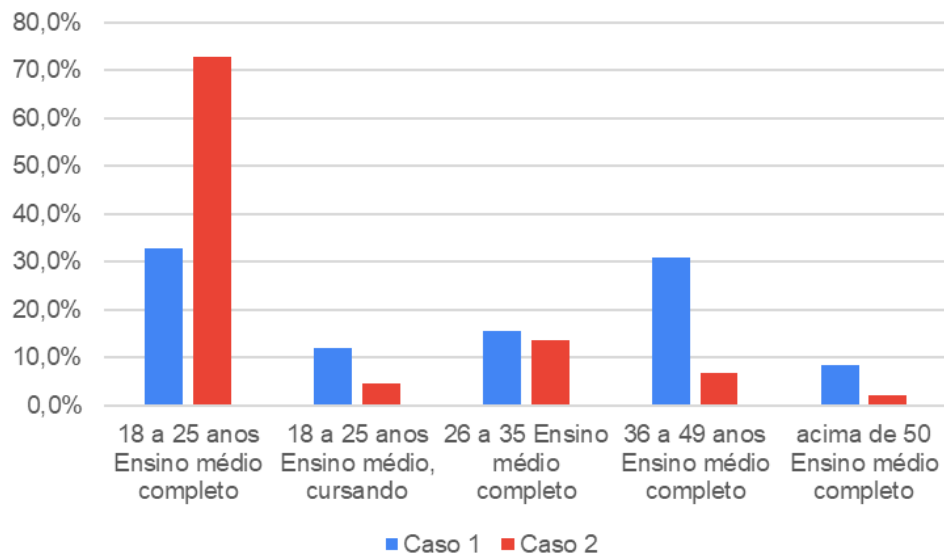
Esta última observação vai ao encontro com o que é exposto por Lovera, Araujo e Kanaane, em 2019, em suas considerações:

[...] os professores compreendem a necessidade que a Indústria 4.0 impõe na formação do profissional em Mecatrônica, por outro lado não identificam publicações acadêmicas como uma das bases de referência para condução de suas práticas pedagógicas. (LOVERA, ARAUJO, KANAANE, 2021, p. 14)

Uma evidência desta conclusão se dá pelo alto índice de docentes ter mencionado como suas práticas profissionais foram importantes para a prática docente (tabela 5) e o baixo número de professores com titulação *Strictu Senso* (tabela 4).

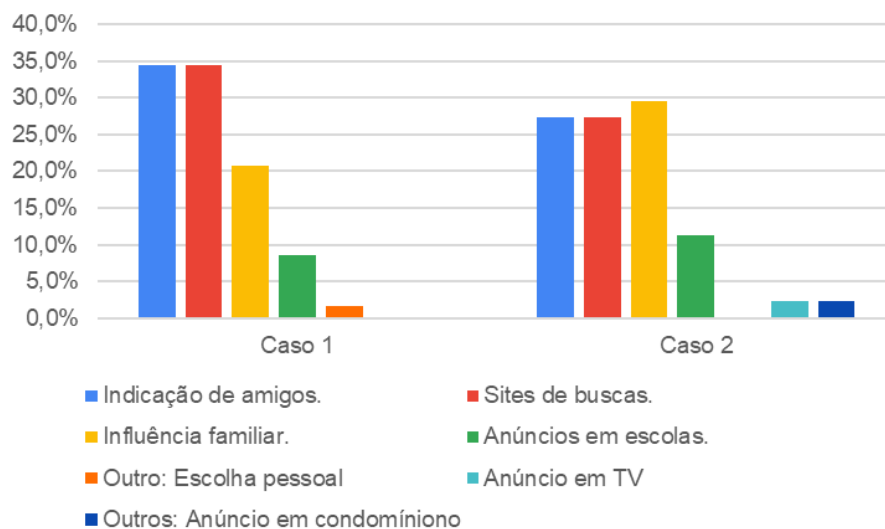
Buscou-se consolidar estas conclusões com o questionário realizado com os alunos das unidades-casos estudadas, sendo aplicado um questionário via formulário eletrônica e encaminhado aos discentes via *e-mail*. O questionário também foi composto em três partes com o intuito de conhecer o perfil de estudantes das escolas técnicas; compreender qual o nível de conhecimento sobre a formação e os propósitos no curso; e quais são as percepções sobre as práticas utilizadas pelos docentes em sala de aula.

A primeira parte valeu-se de 6 questões de múltipla escolha interrogando sobre: idade; grau de instrução; como conheceu o curso; se possui algum outro curso técnico; qual a motivação ao escolher o curso técnico; e qual a importância dos estudos. A figura 18 apresenta a idade dos discentes e o grau de instrução e percebe-se que há poucos alunos que não terminaram o ensino médio (12% no caso 1 e 4,5% no caso 2) e que a faixa de idade predominante está entre 18 e 25 anos (32,7% no caso 1 e 72,7% no caso 2). Destaca-se, no caso 1, a uniformidade das idades dos alunos em comparação com o caso 2, que está concentrado em apenas uma faixa de idade.

Figura 18 – Idade e grau de instrução dos alunos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

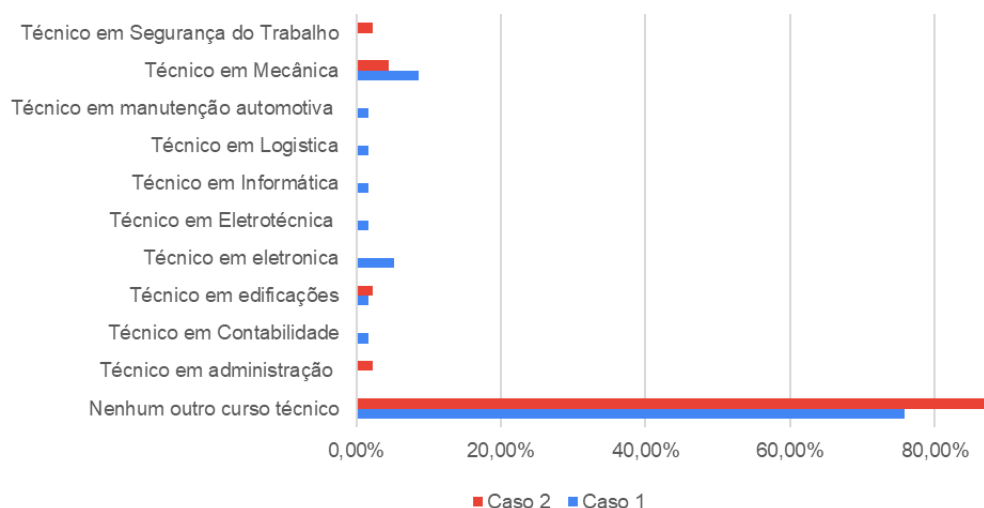
A figura 19 expõe a forma como os alunos conheceram o curso. Destaca-se que nas duas unidades-casos há um empate entre duas formas de conhecimento: indicação de amigos e site de buscas, com 34,5% no caso 1 e 27,3% no caso 2. Salienta-se, também a influência familiar, estando mais presente no caso 2 (29,5%) do que no caso 1 (20,7%).

Figura 19 – Como conheceu o curso

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Outro dado respondido pelos alunos, ilustrado na figura 20, demonstra a predominância da ausência de uma formação técnica anterior à formação em Mecatrônica em ambas as unidades com 75,8% no caso 1 e 88,6% no caso 2.

Figura 20 – Possui outra formação técnica



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Os dados dispostos na tabela 11 encerram os resultados da primeira parte do questionário. A tabela lista os dados sobre a motivação da escolha do curso agrupado com a importância que os estudantes dão aos estudos. Percebe-se que a maioria dos respondentes, em ambos as unidades-casos, tem como motivação na formação a profissionalização (56,9% no caso 1 e 65,91% no caso 2). Destaca-se que as unidades possuem resultados semelhantes tendo alunos com a mesma percepção de importância sobre os estudos (profissionalização seguida pelo autoconhecimento) e motivação (experiência prévia para continuar os estudos e ingressar no mercado de trabalho).

Tabela 11 – Motivação para realização do curso

Qual a importância dos estudos para você e qual a motivação de escolher o curso	Caso 1	Caso 2
Autoconhecimento	36,21%	31,82%
Ingressar no mercado de trabalho;	10,34%	18,18%
Obter uma experiência prévia específica, objetivando prosseguir em curso da área em nível superior.	25,86%	13,64%
Autoestima	3,45%	0,00%

Tabela 11 – Motivação para realização do curso

Ingressar no mercado de trabalho;	1,72%	0,00%
Outro: Aprender outra área	1,72%	0,00%
Autoformação	1,72%	0,00%
Outro: Aprender outra área	1,72%	0,00%
Busco apenas o diploma para prosseguir em nível superior	1,72%	2,27%
Obter uma experiência prévia específica, objetivando prosseguir em curso da área em nível superior.	1,72%	2,27%
Profissionalização	56,90%	65,91%
Aplicar os conhecimentos adquiridos em empreendimento próprio;	5,17%	6,82%
Ingressar no mercado de trabalho;	22,41%	25,00%
Obter uma experiência prévia específica, objetivando prosseguir em curso da área em nível superior.	25,86%	29,55%
Outro: Aprender outra área	1,72%	0,00%
Outro: Conseguir uma posição melhor na empresa onde trabalho.	1,72%	4,55%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A segunda parte do formulário foi composta por onze afirmações para serem avaliadas conforme escala Likert adaptada em seis níveis, com o nível menor correspondendo a totalmente em desacordo até totalmente de acordo. As afirmações foram: (1) Conheço os objetivos do meu curso e o perfil do profissional técnico em Mecatrônica; (2) O conteúdo abordado nas disciplinas é adequado aos objetivos do curso; (3) Os professores costumam propor desafios para aprofundar o conhecimento e desenvolver as competências durante as aulas; (4) Existe a adoção de tecnologias de informação e comunicação como estratégias de ensino; (5) As atividades práticas propostas pelos professores para relacionar os conteúdos do curso com a prática são suficientes para o seu aprendizado; (6) As aulas com atividades práticas são planejadas; (7) Os professores que propõem atividades práticas explicam as aplicações no cotidiano profissional do técnico em Mecatrônica; (8) A organização dada aos conteúdos das disciplinas facilita a minha compreensão; (9) Os métodos adotados pelos professores ajudam a entender melhor os conteúdos das disciplinas; (10) Acredito que estarei preparado para a profissão de técnico em Mecatrônica; e (11) Acredito que o conhecimento aprendido no curso será útil para minha carreira profissional.

Os dados foram tabulados e tratados através de estatística descritiva, listados na tabela 12. Destaca-se uma divergência por parte das percepções dos alunos de cada unidade, ainda que pequena, já que as médias foram predominantemente acima do valor 5 e baixo valor de desvio padrão (abaixo de 1, exceto para a afirmação 5 em ambos os casos). No caso 1, as afirmativas que obtiveram maior valor de média maior foram: (11) Acredito que o conhecimento aprendido no curso será útil para minha carreira profissional com média 5,41 e O conteúdo abordado nas

disciplinas é adequado aos objetivos do curso com média de 5,21. No caso 2, as afirmações foram: 6) As aulas com atividades práticas são planejadas com média 5,45; e (4) Existe a adoção de tecnologias de informação e comunicação como estratégias de ensino com média 5,43.

Tabela 12 – Percepção sobre a formação em Mecatrônica

	1		2		3		4		5		6	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
Média	5,10	5,07	5,21	5,43	4,97	5,27	4,84	5,43	4,74	5,30	5,10	5,45
Erro padrão	0,11	0,15	0,09	0,11	0,12	0,14	0,10	0,12	0,13	0,18	0,11	0,11
Mediana	5	5	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
Desvio padrão	0,87	0,97	0,67	0,73	0,88	0,92	0,79	0,79	1,00	1,21	0,83	0,73
Variância da amostra	0,76	0,95	0,45	0,53	0,77	0,85	0,62	0,62	1,00	1,47	0,69	0,53
Curtose	1,57	5,62	-0,74	1,60	-0,99	0,43	-0,51	0,85	-0,92	4,42	0,25	1,73
Assimetria	-1,03	-1,72	-0,26	-1,27	-0,25	-1,14	-0,15	-1,25	-0,32	-2,16	-0,77	-1,34
Contagem	58	44	58	44	58	44	58	44	58	44	58	44

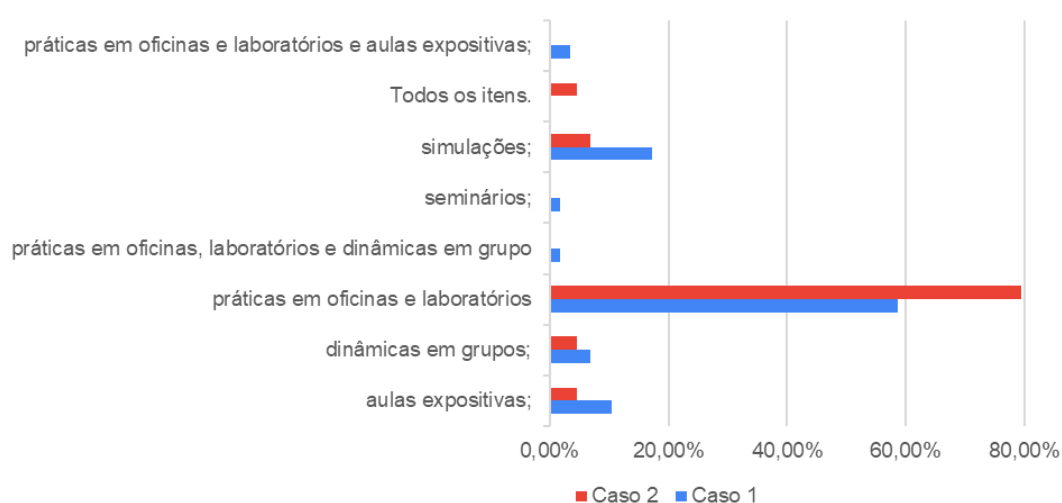
	7		8		9		10		11	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
Média	5,12	5,25	4,93	5,25	4,91	5,30	4,79	5,07	5,41	5,39
Erro padrão	0,11	0,13	0,10	0,13	0,12	0,12	0,11	0,14	0,10	0,15
Mediana	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6
Desvio padrão	0,84	0,87	0,79	0,89	0,92	0,76	0,83	0,90	0,75	0,99
Variância da amostra	0,70	0,75	0,63	0,80	0,85	0,59	0,69	0,81	0,56	0,99
Curtose	2,32	0,23	-0,87	0,71	0,41	0,44	-0,58	-0,67	2,02	2,69
Assimetria	-1,16	-0,97	-0,09	-1,14	-0,66	-0,89	-0,16	-0,54	-1,37	-1,76
Contagem	58	44	58	44	58	44	58	44	58	44

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A terceira parte do questionário, focada nas percepções dos alunos sobre a prática de ensino aplicada pelos docentes, foi realizada através de uma questão de múltipla escolha e seis afirmações para serem avaliadas conforme escala Likert adaptada em seis níveis, com o nível menor correspondendo a totalmente em desacordo até totalmente de acordo. As afirmações foram: (1) Sou solicitado a realizar atividades de pesquisa como estratégia de aprendizagem; (2) O relacionamento, em classe, estabelecido entre professor e aluno favorece o processo Ensino-Aprendizagem; (3) Na disciplina, tenho sido incentivado a participar, discutir e expressar minhas ideias; (4) Tenho sido estimulado a formar juízo crítico perante as situações abordadas; (5) O professor transmite o conteúdo da disciplina com clareza e objetividade; e (6) O professor demonstra domínio do conteúdo da disciplina e segurança em sua apresentação.

A primeira questão buscou confirmar as práticas docentes, figura 21, que evidencia a grande utilização de práticas laboratoriais nas unidades estudadas (58,6% no caso 1 e 79,5% no caso 2). Um ponto a ser observado é que as simulações são pouco utilizadas, na visão dos alunos, contrariando as respostas apontadas pelos professores ao indicarem utilizar essa metodologia como prática em sala de aula (24,6% no caso 1 e 23,6% no caso 2). Uma possível explicação é que os processos de simulação fazem parte das práticas em oficinas e laboratórios.

Figura 21 – Metodologia de aula dotada pelos professores



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A tabela 13 possui os dados tabulados por estatística descritiva para as mensurações dos alunos quanto das afirmações relacionadas as práticas docentes, sendo destacado as seguintes afirmações que possuem o maior valor das médias calculadas em ambos os casos: (6) O professor demonstra domínio do conteúdo da disciplina e segurança em sua apresentação; (2) O relacionamento, em classe, estabelecido entre professor e aluno, favorece o processo Ensino-Aprendizagem.

Tabela 13 – Percepção sobre a formação em Mecatrônica

	1		2		3		4		5		6	
	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2	Caso 1	Caso 2
Média	4,69	4,75	5,38	5,68	5,07	5,23	4,95	5,25	5,09	5,43	5,43	5,59
Erro padrão	0,16	0,18	0,09	0,09	0,12	0,15	0,11	0,16	0,11	0,13	0,09	0,09
Mediana	5	5	5	6	5	6	5	6	5	6	6	6

Tabela 13 – Percepção sobre a formação em Mecatrônica

Desvio padrão	1,20	1,16	0,67	0,60	0,88	1,01	0,85	1,04	0,84	0,85	0,65	0,58
Variância da amostra	1,45	1,35	0,45	0,36	0,77	1,02	0,72	1,08	0,71	0,72	0,42	0,34
Curtose	0,80	-0,42	-0,63	2,11	-0,80	-0,10	-0,79	5,42	1,51	5,05	-0,48	0,31
Assimetria	-1,00	-0,60	-0,62	-1,76	-0,46	-1,05	-0,26	-1,97	-0,89	-1,95	-0,72	-1,11
Contagem	58	44	58	44	58	44	58	44	58	44	58	44

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Esses valores demonstram que há um conhecimento sobre o curso além de corroborar os dados obtidos pelo questionário aplicado aos docentes evidenciando que os docentes agregam conhecimentos ao profissional formado no CT em Mecatrônica ainda que de maneira limitada, utilizando poucas metodologias em suas práticas profissionais.

3.2.3 Análise Documental

A terceira e última etapa da análise realizada foi a documental que, conforme descrito por Gil (2018), é semelhante à pesquisa bibliográfica, porém a diferença é a fonte de dados utilizada. Para atender aos objetivos traçados foi utilizado a sistematização traçada por Gil (2018) que descreve as seguintes etapas para o desenvolvimento da pesquisa documental:

- a) formulação do problema;
- b) elaboração do plano de trabalho;
- c) identificação das fontes;
- d) localização das fontes e obtenção do material;
- e) análise e interpretação dos dados; (GIL, 2018, p. 60)

A formulação do problema está descrita na seção de Introdução. A elaboração do plano de trabalho deu-se na seção de Metodologia que contempla o tipo de pesquisa além de contemplar as formas de coleta de dados e análise dos dados coletados. A identificação das fontes foi dada como documento institucional, que constituem os princípios e base para a criação e estruturação do curso, o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) das unidades-casos. A obtenção do material deu-se através dos *sites* das instituições aos quais as unidades escolares estão vinculadas. A análise e interpretação dos dados foi realizada com as técnicas de análise

de conteúdo Bardin (2011) com o auxílio do software MaxQDA para organização dos documentos.

Cabe destacar que, no PPC de ambas as unidades escolares, não há uma definição explícita da abordagem pedagógica que deve ser utilizada no curso, sendo o documento composto pelos seguintes tópicos, seguindo a estruturação do CNTC:

- Justificativa e objetivo;
- Requisito e acesso;
- Perfil profissional de conclusão;
- Organização curricular;
- Critérios de aproveitamento de conhecimentos e experiências anteriores;
- Critérios de avaliação de aprendizagem;
- Instalações e equipamentos;
- Pessoal docente e técnico;
- Certificados e diploma;

O quadro 14 demonstra uma comparação entre os objetivos das duas unidades-casos, demonstrando que ambas descrevem o mesmo foco para o CT em Mecatrônica, seguindo aquilo que é proposto pelo CNTC.

Quadro 14 – Objetivos propostos no PPC de cada Unidade-caso

Caso 1	Caso 2
O curso de TÉCNICO EM MECATRÔNICA tem como objetivos capacitar o aluno para: • operar equipamentos de alta tecnologia; • efetuar programação de sistemas produtivos; • programar controle de automação de sistemas; • realizar manutenção de sistemas de automação; • testar o funcionamento dos sistemas integrados de processos produtivos, identificando defeitos e propondo soluções; • utilizar os sistemas computacionais para gerenciar, projetar e integrar sistemas industriais e supervisionados por dispositivos microcontrolados, sensores e atuadores.	O Curso Técnico de Mecatrônica tem por objetivo habilitar profissionais para implementar e manter máquinas e equipamentos automatizados, bem como atuar no desenvolvimento de sistemas automatizados de manufatura, respeitando procedimentos e normas técnicas, de qualidade, de saúde e segurança no trabalho e de meio ambiente.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A sistematização da análise de conteúdo (BARDIN, 2011) seguiu a mesma realizada na análise das entrevistas, descrita na subseção anterior. A tabela 14 demonstra a quantidade de palavras por grupos que foram encontrados em ambos os documentos.

Tabela 14 – Quantificação dos vocábulos por grupo nos PPC

Unidade-Caso	Mecatrônica	Formação	Aprendizagem
PPC Caso 1	165	36	111
PPC Caso 2	1431	167	580

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A tabela 15 sinaliza os termos que se destacam no PPC do caso 1, ou seja, os três vocábulos que mais aparecem do grupo 1: controle (648 repetições); automação (432 repetições); e mecatrônica (289 repetições). No PPC do caso 2 há duas palavras do grupo 1 e uma palavra do grupo 3: controle (92 repetições); projeto (49 repetições); e mecatrônica (32 repetições).

Tabela 15 – Vocábulos com maior frequência de repetição

PPC Caso 1		PPC Caso 2	
Palavra	Frequência	Palavra	Frequência
controle	648	Controle	92
automação	432	Projeto	49
mecatrônica	289	Mecatrônica	32
educação	278	Competências	30
projeto	157	Automação	23
competências	149	Educação	17
pesquisa	61	Ensino	12
ensino	47	Pesquisa	10
instrumentação	27	projetos mecatrônicos	9
problemas	21	Problemas	8

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Novamente, isolando as palavras de seu contexto é possível trazer a seguinte análise: Não há definição de metodologia a ser utilizada no CT em Mecatrônica. Os documentos não

registram nem orientam sobre as práticas pedagógicas a serem adotadas no curso, podendo o docente utilizar qualquer uma no desenvolvimento de sua disciplina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer desta pesquisa, buscou-se investigar os processos de aprendizagem adotados na formação do técnico em Mecatrônica. Os objetivos específicos foram: Caracterizar o perfil de egresso do curso do técnico em Mecatrônica; Analisar as estratégias e táticas presentes no âmbito da aprendizagem visando a formação do técnico; e Identificar junto aos documentos e estudos realizados nas áreas as características demandadas para a formação do técnico em Mecatrônica.

A pesquisa contemplou a triangulação visando buscar o aproveitamento de forma a buscar aprofundamento e validação dos resultados obtidos. A triangulação foi realizada através dos dados de pesquisa bibliográfica; através dos resultados do estudo de casos múltiplos e análise dos documentos.

Considera-se que os objetivos foram atingidos destacando os seguintes resultados: O perfil do profissional é bem claro no CNCT e repetido nos PPC das unidades escolares estudadas; A partir das análises de conteúdo realizadas, bibliográfica e o estudo de múltiplos casos ficou constatado que não há um direcionamento sobre a abordagem pedagógica, além de existir poucos estudos abordando o tema dentro da formação.

A pesquisa bibliográfica evidenciou que há diversos estudos, acadêmicos e científicos, realizados na área da Mecatrônica entre os anos de 2010 e 2020, porém uma pequena parcela trata sobre a utilização de práticas pedagógicas no curso técnico. O estudo de múltiplos casos demonstrou que os coordenadores do curso possuem ciência das características demandadas para o CT em Mecatrônica. Os questionários aplicados aos docentes e discentes demonstraram que os professores conhecem metodologias pedagógicas além do método tradicional, mas como não há indícios de uma sistematização para uma abordagem interdisciplinar, a formação do profissional de nível técnico em Mecatrônica pode se dar de forma fragmentada, não contemplando o desenvolvimento sinérgico exigido para a área.

Apesar deste estudo estar limitado a uma amostra específica, os resultados não podem ser generalizados sendo sugerido que a temática seja aprofundada com outros grupos de estudantes, seja através de outras disciplinas ou através de novas qualidades que o mercado demanda.

Conforme os resultados encontrados, propõe-se a construção de uma plataforma de ensino para a sistematização de um modelo de ensino-aprendizagem a ser adotado na formação e estruturação do curso estudado e dos docentes que o compõem.

Produto da Dissertação

Plataforma com apresentação de conteúdo online, motivacional, para sensibilizar e mobilizar os educadores frente aos fatores relacionados ao Processo de Aprendizagem do referido curso. A plataforma visa, em linhas gerais, subsidiar os professores quanto às alternativas a serem implementadas no processo de ensino-aprendizagem, trazendo ferramentas para sua capacitação. O resgate da caracterização do ramo da engenharia Mecatrônica elaborado pelo mestrando trouxe a relevância da criação desta plataforma tendo em vista métodos interdisciplinares para área de conhecimento técnico em constante mutação.

Público-alvo: docentes de diversas formações acadêmicas que lecionam no CT em Mecatrônica.

Objetivo: a partir do uso da plataforma, capacitar os professores a aplicarem metodologias de ensino adequadas a formação do profissional técnico em Mecatrônica.

Conteúdo: Caracterização da Mecatrônica como um ramo da engenharia e do perfil profissional de conclusão do CT em Mecatrônica; Abordagens Pedagógicas; Modelos de roteiros de aulas a serem utilizados com a utilização das abordagens pedagógicas; Modelos de desenvolvimentos de atividades interdisciplinares.

Descrição das atividades: apresentar aos docentes um mapa da Mecatrônica, um mapa das abordagens pedagógicas, modelos de roteiros de aula.

- **Mapeamento da Mecatrônica:** visa apresentar aos docentes a caracterização da Mecatrônica, seguida pelas definições do perfil de egresso do curso com o mapeamento das publicações acadêmicas e científicas de forma a demonstrar os conteúdos construídos e que estão disponíveis de forma gratuita;

- Mapeamento das abordagens pedagógicas: objetiva demonstrar as abordagens que podem ser aplicadas ao CT em Mecatrônica;
- Modelo de roteiros de aula: Propõem-se disponibilizar Roteiros de Aula com aplicação das abordagens pedagógicas com a utilização de softwares simuladores gratuitos de disciplinas da área de elétrica e de Tecnologia da Informação;
- Acompanhamento e follow-up da plataforma visando atualizá-la periodicamente em decorrência das mudanças que vêm se processando no contexto computacional e comportamental do profissional técnico em mecatrônica.

REFERÊNCIAS

AIRES, Regina Wundrack do Amaral; MOREIRA, Fernanda Kempner; FREIRE, Patricia de Sá, **Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial**. Anais do Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação – v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>. Acesso em: 4 mar. 2021.

ALCIATORE, David G.; HISTAND, Michael B. **Introdução à mecatrônica e aos sistemas de medições**. 4. ed. Porto Alegre: McGraw Hill, 2014. 453 p.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. **Indústria 4.0: princípios básicos, aplicabilidade e implantação na área industrial**. São Paulo: Érica, 2019. 136 p.

BARBOSA, Eduardo Fernandes; MOURA, Dácio Guimarães de. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. Boletim Técnico do Senac, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, 19 ago. 2013. Disponível em: <https://bts.senac.br/bts/article/view/349>. Acesso em: 7 nov. 2021.

BARREIRA, Regina Célia Alves. **O projeto de vida profissional desenvolvido na trajetória educacional e ocupacional da clientela do ensino técnico**. Tese (Doutorado em Psicologia da Educação). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013. Orientação: Luna, Sergio Vasconcelos de

BOLTON, William. **Mecatrônica: uma abordagem multidisciplinar**. 4.ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2010. 664 p.

BRASIL. Instituto Federal de São Paulo. Ministério da Educação. **Câmpus**. 2021. Disponível em: <https://www.ifsp.edu.br/sobre-o-campus>. Acesso em: 26 nov. 2021.

_____, Lei nº. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Diário Oficial Da União**, Ministério da Educação, Brasília, DF, 23 de dezembro de 1996. – Seção 1, p. 27839

_____, Ministério Da Educação. **Educação Profissional e Tecnológica (EPT) 2020**. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/secretarias/secretaria-de-educacao-profissional/educacao-profissional-e-tecnologica-ept>. Acesso em: 20 jan. 2021.

_____, Ministério Da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. 1ª. Ed. 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/secretarias/secretaria-de-educacao-profissional/catalogos-nacionais-de-cursos>. Acesso em: 20 jan. 2021.

_____, Ministério Da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. 2ª. Ed. 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/secretarias/secretaria-de-educacao-profissional/catalogos-nacionais-de-cursos>. Acesso em: 20 jan. 2021.

_____, Ministério Da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. 3ª. Ed. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/secretarias/secretaria-de-educacao-profissional/catalogos-nacionais-de-cursos>. Acesso em: 20 jan. 2021.

_____, Ministério Da Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. 4ª. Ed. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/secretarias/secretaria-de-educacao-profissional/catalogos-nacionais-de-cursos>. Acesso em: 20 jan. 2021.

_____, Resolução CNE/CEB 3/2008 de 9 de julho de 2008. **Diário Oficial Da União**, Ministério da Educação, Brasília, DF, 10 de julho de 2008. Seção 1, p. 9.

BRUCIAPAGLIA, Augusto Humberto *et al.* Formação em controle e automação no Brasil. In: AGUIRRE, Luis Antonio et al (ed.). **Enciclopédia de Automática: controle & automação**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 24-39. (1)

CAPELLI, Alexandre. **Automação Industrial: controle do movimento e processos contínuos**. 3. Ed. São Paulo: Érica, 2013. 241 p.

CAMARGO, Valter Luís Arlindo de. **Elementos da Automação**. São Paulo: Érica, 2014. 152 p.

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA (São Paulo). Secretaria de Desenvolvimento Econômico. **Mecatrônica**. 2021. Disponível em: <https://www.cps.sp.gov.br/cursos-etec/mecatronica/>. Acesso em: 20 dez. 2021.

CIMM, Redação. **O conceito mecatrônica, criado pela Yaskawa, completa 38 anos. 2007**. Disponível em: https://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/1740-o-conceito-mecatronica-criado-pela-yaskawa-completa-38-anos. Acesso em: 1 out. 2020.

Confederação Nacional da Indústria. **Desafios para indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016. 34p. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf. Acesso em 21 jan. 2021

CRESWELL, John W., **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto**; 3.ed., Tradução Magda Lopes; Porto Alegre, RS; Artmed, 2010, 296 p.

DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda; MARTINS, Silvana. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 23 fev. 2017. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia Sul-Rio-Grandense. <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404>. Acesso em: 18 nov. 2021.

FENERICK, Jessica Aparecida; VOLANTE, Carlos Rodrigo. A evolução das indústrias, os benefícios da automação e as perspectivas do mercado da robótica no Brasil e no mundo. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 17, n. 1, p. 734-745, 4 ago. 2020. Anual. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/805>. Acesso em: 10 dez. 2020.

FILIPPO FILHO, Guilherme. **Automação de Processos e de Sistemas**. São Paulo: Érica, 2014. 145 p.

FRANCHI, Claiton Moro. **Controle de Processos Industriais: princípios e aplicações**. São Paulo: Érica, 2011. 257 p.

FRANCO, Lucia Regina Rodrigues. Protocolos de comunicação Industriais. In: AGUIRRE, Luis Antonio *et al* (ed.). **Enciclopédia de Automática: controle & automação**. São Paulo: Blucher, 2017. P. 370-392. (2)

HENKLAIN, Marcelo Henrique; CARMO, João dos Santos. Contribuições da análise do comportamento à educação: Um convite ao diálogo. **Cadernos de Pesquisa** v.43, n.149, p.704-723, mai-ago 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cp/a/bT6y5JYHDTjP79pmKhgbsSq/?lang=pt>. Acesso em: 10 mai 2021

GARCIA, Claudio. **Controle de processos industriais: estratégias convencionais**. São Paulo: Blucher, 2018. 600 p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2018. 172 p.

GIORDANO, Carlos Vital et al. Contribuição das práticas educacionais na educação profissional para a empregabilidade. **Educação em Revista**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 9-30, 12 fev. 2021. Semestral. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/educacaoemrevista/article/view/10974>. Acesso em: 1 dez. 2021.

GOMES, José Francisco; SILVEIRA, Marcos Azevedo da. Experiências pedagógicas. In: AGUIRRE, Luis Antonio (Ed.). **Enciclopédia de automática: controle e automação**, volume I. São Paulo: Editora Blucher, 2017. p. 64-81. (1)

GRIMHEDEN, Martin. Mechatronics Engineering Education. 2006. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, **Kth School Of Industrial Engineering And Management**, Estocolmo, 2005. Disponível em: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:14463/FULLTEXT01.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2021

GORROSTIETA, Efrén *et al*. Mechatronics methodology: 15 years of experience. **Ingeniería e Investigación**, Bogotá, v. 35, n. 3, p. 107-114, 26 jul. 2015. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092015000300014. Acesso em: 20 dez. 2021.

LIBÂNEO, José Carlos. **Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. 28. Ed. São Paulo: Edições Loyola, 2014. 160 p.

LIMA, Valéria Vernaschi. Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 21, n. 61, p. 421-434, 27 out. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-57622016.0316>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/icse/a/736VVYw4p3MvtCHNvbnvHrL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 02 dez. 2021.

LOVERA, Rodolfo dos Santos de Souza; ARAUJO, Jocilaine Carvalho de; KANAANE, Roberto. A produção Stricto Sensu sobre Mecatrônica. In: **Simpósio dos Programas de Mestrado Profissional**, 16., 2021, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza Unidade de Pós-Graduação, Extensão e Pesquisa, 2021.

LUGLI, Alexandre Baratella; SANTOS, Max Mauro Dias. **Redes Industriais Para Automação Industrial: AS-i, Profibus e Profinet**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2019. 176 p.

MANFREDI, Silvia Maria. **Educação profissional no Brasil**. São Paulo: Paco Editorial, 2016, 437 p.

MARTINS, Richard Silva; SANTOS JUNIOR, Nei Jairo Fonseca dos; VALADÃO, Yuri das Neves. Interloquções sobre a formação no curso técnico em Mecatrônica. **Militância política e teórico-científica da educação no Brasil 3**, Ponta Grossa, p. 150-161, 2020. Disponível em <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/40074>. Acesso em: 04 dez. 2020.

MARZANO, Gilberto; MARTINOV, Andris; USCA, Svetlana. MECHATRONICS EDUCATION: needs and challenges. **Environment. Technologies. Resources: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference**, Rezekne, v. 2, n. 0, p. 214-217, 20 jun. 2019. Anual. Disponível em: <http://journals.ru.lv/index.php/ETR/article/view/4199>. Acesso em: 20 mar. 2021.

MENDONÇA, Samuel; ADAID, Felipe Alves Pereira. Experiência e Educação no Pensamento Educacional De John Dewey: teoria e prática em análise. **Prometheus: Journal of Philosophy**, São Cristóvão, v. 11, n. 26, p. 135-150, 14 mar. 2018. Disponível em: <https://seer.ufs.br/index.php/prometeus/article/view/8614>. Acesso em: 29 nov. 2020.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: Epu, 1992. 136 p.

MORAES, Cícero Couto de; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de Automação Industrial**. 2. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 348 p.

MOREIRA, Hector Leonardo Mota. INDÚSTRIA 4.0: Estudo da aderência de seus pressupostos ao curso de engenharia mecatrônica de um Instituto Federal do nordeste brasileiro. **Conexões – Ciência e Tecnologia**, [S.l.], v. 15, p. e021008, apr. 2021. Disponível em: <http://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/1589>. Acesso em: 25 oct. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. 3. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2021. 248 p.

NISE, Norma S. **Engenharia de Sistemas de Controle**, 7ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2017, 745 p.

PACHECO, Eduardo Felipe Hennerich. Paradigmas Educacionais E A Prática Pedagógica: Tendências E Desafios. **Revista Educação e Ciências Sociais**, Salvador, v. 4, n. 6, p. 51-64, 19 fev. 2021. Semestral. Disponível em: <https://www.revistas.uneb.br/index.php/cienciassociais/article/view/10568>. Acesso em: 04 jan. 2022.

PARENTE, Andréa P. *et al.* Automação de Processos Industriais: do pneumático à indústria 4.0. **Revista Processos Químicos**, Goiânia, v. 12, n. 24, p. 101-108, 02 jul. 2018. Disponível em: http://ojs.rpqsenai.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/468. Acesso em: 01 dez. 2020.

PEÑA, Constantina Alvarez *et al.* Teaching mechatronics engineering a challenge of the new century. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATING RESEARCH, EDUCATION, AND PROBLEM SOLVING, 2., 2012, Orlando. **Conference Paper**. Orlando: The 3Rd International Conference On Society And Information Technologies, 2012. p. 238-243. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282219925_Teaching_mechatronics_engineering_a

[challenge of the new century](#). Acesso em: 20 dez. 2020.

PINTO, Víctor Darío Cuervo. ¿Realmente estamos haciendo Mecatrónica? **Espacio I+D, Innovación Más Desarrollo**, Chiapas, v. 1, n. 1, p. 102-115, nov. 2012. Cuatrimestral. Disponível em: <https://www.espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/8>. Acesso em: 20 nov. 2021.

RIOFRIO, Jose Antonio; NORTHRUP, Steven G. Teaching undergraduate introductory course to mechatronics in the mechanical engineering curriculum using Arduino. In: 2013 ASEE **Annual Conference & Exposition**. 2013. p. 23.1154.1-23.1154.14.

ROBLES, Jose Antonio Aquino *et al.* TRAYECTORIA EVOLUTIVA DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA MECATRÓNICA. In: **FORO NACIONAL DE CIENCIAS BÁSICAS**, 4., 2010, Ciudad de México. Selección y Perfeccionamiento de Profesores. Ciudad de México: Unam, 2010. v. 1, p. 1-8. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Aquino-10/publication/310768242_TRAYECTORIA_EVOLUTIVA_DE_L. Acesso em: 20 nov. 2021.

ROSARIO, João Maurício. **Princípios de Mecatrônica**. São Paulo: Editora Pearson, 2005. 352 p.

SACOMANO, José Benedito *et al* (org.). **Indústria 4.0: conceitos e fundamentos**. São Paulo: Blucher, 2018. 182 p.

SANTOS, Nayara Teixeira dos; SANTOS JÚNIOR, Ismael Mendes dos; PEREIRA, Gerson Avelino Fernandes. Metodologias ativas na educação profissional e tecnológica: breve teorização. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 10, n. 10, p. 354101018880-354101018888, 13 ago. 2021. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18880>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/18880>. Acesso em: 02 fev. 2022.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA – DEPARTAMENTO REGIONAL DO PARANÁ. **Skills 4.0: habilidades para a indústria**. Curitiba: Sesi, 2020. 100 p. Disponível em: <http://longevidade.ind.br/wp-content/uploads/2020/02/livroskills4.0.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2021.

SILVA, Ederson Carlos. **Aplicação Da Educação 4.0 Numa Escola Técnica Profissionalizante**. 2019. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Mestrado Profissional em Educação, Centro Universitário Adventista de São Paulo, Engenheiro Coelho, 2019.

SILVA, Ederson Carlos; VIANA, Helena Brandão; VILELA Junior, Guanís de Barros. Metodologias ativas numa escola técnica profissionalizante: Active methodologies in a professional technical school. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 33, n. 1, p. 158-173, 29 Jun. 2020.

SILVEIRA, Marcos Azevedo da *et al.* Controle e automação: história e caracterização. In: AGUIRRE, Luis Antonio *et al* (ed.). **Enciclopédia de Automática: controle & automação**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 40-63. (1)

TELLES, Renato. A efetividade da “matriz de amarração” de Mazzon nas pesquisas em

Administração. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 64-72, out. 2001. Disponível em: <http://rausp.usp.br/wp-content/uploads/files/v36n4p64ap72.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2022.

TOLENTINO, Nathalia Motta de Carvalho. **Processos Químicos Industriais: Matérias-Primas, Técnicas de Produção e Métodos de Controle de Corrosão**. São Paulo: Editora Saraiva, 2015. 161 p.

VERGARA, Silvia Constante. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**, 16. ed. São Paulo: Atlas, 2016. 97 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA COM COORDENADOR DE CURSO

Esta entrevista faz parte de um projeto de pesquisa intitulado “O PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM UM CURSO PROFISSIONAL DE MECATRÔNICA DE NÍVEL TÉCNICO”, que compõe o programa de Mestrado Profissional em “Gestão e Desenvolvimento da Educação Profissional” do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Com a finalidade de conhecer a sua visão sobre o processo de ensino e aprendizagem do curso de Mecatrônica, estamos lhe convidando para respondê-lo.

TERMO DE CESSÃO DE DIREITOS SOBRE DEPOIMENTO ORAL

Pelo presente instrumento, o(a) senhor(a) _____, RG: _____, residente e domiciliado à _____, na cidade de _____, cede e transfere gratuitamente, em caráter universal e definitivo ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza a totalidade dos seus direitos patrimoniais de autor sobre o depoimento oral prestado no(s) dia(s) _____, perante o pesquisador Rodolfo dos Santos de Souza Lovera.

Os pesquisadores garantem e se comprometem com o sigilo e a confidencialidade de todas as informações fornecidas por você para este estudo. Da mesma forma, o tratamento dos dados coletados seguirá as determinações da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei 13.709/18).

Fica, portanto, o Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza plenamente autorizado a utilizar o referido depoimento, no todo ou em parte, editado ou integral, inclusive cedendo direitos a terceiros, no Brasil e/ou no exterior.

São Paulo, ____ de _____ de _____.

Cedente:

Desde já, agradecemos sua colaboração.

Professor Doutor Roberto Kanaane Orientador kanaanhe@cspso.sp.gov.br

Rodolfo dos Santos de Souza Lovera Mestrando rodolfo.lovera@cspso.sp.gov.br

ENTREVISTA COM COORDENADOR DO CURSO PROFISSIONAL DE NÍVEL TÉCNICO EM MECATRÔNICA

- 1) Há quanto tempo você ocupa posição de coordenação/direção na unidade escolar?
- 2) O conteúdo programático do curso em pauta atende às necessidades de aprendizagem na formação do profissional técnico em Mecatrônica?
- 3) Você considera que o estágio supervisionado deve ser obrigatório no referido curso? Justifique sua resposta.
- 4) Como você define o processo de ensino-aprendizagem adotado no curso?
- 5) Destaque e comente quanto as competências básicas necessárias para o desempenho do técnico em mecatrônica no ambiente organizacional.
- 6) Destaque os desafios e as oportunidades voltados à formação profissional de nível técnico em Mecatrônica.

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO PARA DOCENTES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa O PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM UM CURSO PROFISSIONAL DE MECATRÔNICA DE NÍVEL TÉCNICO. O objetivo deste estudo refere-se à investigação dos processos de aprendizagem na formação do técnico em Mecatrônica.

Sua contribuição muito engrandecerá nosso trabalho pois participando desta pesquisa você nos trará uma visão específica pautada na sua experiência sobre o assunto. Esclarecemos, contudo, que sua participação não é obrigatória. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição proponente.

As informações obtidas por meio desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados serão divulgados de forma a não possibilitar sua identificação, protegendo e assegurando sua privacidade. A qualquer momento você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação. Ao final desta pesquisa, o trabalho completo será disponibilizado no site do Programa de Mestrado. Este projeto foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Unidade de Pós-Graduação, Extensão e Pesquisa do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, protocolado sob o número 002/2022, o qual tem por função defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Os pesquisadores garantem e se comprometem com o sigilo e a confidencialidade de todas as informações fornecidas por você para este estudo. Da mesma forma, o tratamento dos dados coletados seguirá as determinações da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei 13.709/18).

Declaro que entendi os objetivos de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Sujeito da Pesquisa

Nome e Assinatura

Caso a pesquisa seja on-line, modificar o último parágrafo e assinatura pela caixa de texto abaixo que somente abrirá o instrumento de pesquisa após o click no botão.

☐ Declaro que entendi os objetivos de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Desde já agradeço a sua generosa colaboração.

Professor Doutor Roberto Kanaane
Orientador

Roberto.kanaane@cspso.sp.gov.br

Rodolfo dos Santos de Souza Lovera
Mestrando

rodolfo.lovera@cspso.sp.gov.br

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DOCENTES DA UNIDADE DE ENSINO

Primeira parte – Informações sobre o docente

- 1) Qual a sua graduação no ensino superior?
 - a) Licenciatura (Letras, Matemática, Física, Química, etc.)
 - b) Bacharel (Letras, Matemática, Física, Química, etc.)
 - c) Bacharel (Engenharia, Direito, Administração, etc.)
 - d) Tecnologia (Qualquer Modalidade)
 - e) Outra. Qual? _____
- 2) Quais níveis de formação superior que você possui além da graduação?
 - a) Somente graduação
 - b) Somente graduação tecnológica
 - c) Especialização
 - d) Mestrado
 - e) Doutorado

- f) Outra. Qual? _____
- 3) Você possui algum tipo de formação pedagógica?
- a) Não possuo formação pedagógica
 - b) Sim, no meu curso de graduação
 - c) Sim, no meu curso de especialização
 - d) Outro. Qual? _____
- 4) Qual é o tempo de atuação como docente?
- a) 0 - 2 anos
 - b) 3 - 5 anos
 - c) 6 - 10 anos
 - d) 11 - 15 anos
 - e) 16 - 20 anos
 - f) Mais de 20 anos
- 5) Mencione as disciplinas que você leciona.
- _____
- 6) Qual tempo de experiência profissional fora da docência, na área das disciplinas que atua?
- a) 0 - 5 anos
 - b) 6 - 10 anos
 - c) 11 - 20 anos
 - d) 21 - 25 anos
 - e) Mais de 25 anos
 - f) Não se aplica
- 7) Dos conhecimentos/saberes apreendidos na formação profissional, qual julga mais importante na sua prática docente?
- a) Conhecimento adquirido nas disciplinas da minha graduação;
 - b) Conhecimento adquirido nos estágios e práticas durante na faculdade;

- c) Conhecimento adquirido no mercado de trabalho atuando profissionalmente;
- d) Conhecimento adquirido no dia a dia em sala de aula ou durante as aulas práticas com os alunos;
- e) Conhecimento adquirido por meio de cursos de atualização e capacitação/formação profissional
- f) Conhecimento adquirido em programas de mestrado/doutorado.
- g) Outro. Qual? _____

Segunda parte – Conhecimento sobre o curso.

- 8) Você associa sua disciplina com o mundo do trabalho?
 - a) Raramente, pois tenho a preocupação de transmitir os conhecimentos/saberes teóricos e práticos necessários para a formação profissional.
 - b) Tenho a tendência em transmitir, inicialmente, os conhecimentos teóricos e, posteriormente os conhecimentos práticos.
 - c) Tenho a tendência em quase sempre transmitir os conhecimentos teóricos e, ao mesmo tempo, estimular a prática profissional.
 - d) Sempre, pois tenho a tendência em transmitir ao mesmo tempo os conhecimentos/saberes teóricos e práticos necessários para a formação profissional.
- 9) Quais as principais contribuições que o curso profissionalizante técnico pode oferecer aos estudantes (Pode ser selecionado mais de um item)?
 - a) Maior possibilidade de inserção no mercado de trabalho
 - b) Otimização do tempo de formação – cursos de curta duração
 - c) Custo/benefício – gratuidade dos cursos
 - d) Base para explorar uma área profissional antes de optar por um curso de maior duração
 - e) Formação profissional técnica voltada com qualidade reconhecida pelo mercado
 - f) Infraestrutura escolar (laboratórios, biblioteca, estrutura física e demais equipamentos disponibilizados para as aulas)

- g) Qualificação profissional do corpo docente
 - h) Formação de valores comportamentais e éticos
 - i) Outros: _____
- 10) Quais são as estratégias, técnicas e práticas utilizadas em sala de aula que são adotadas para a transmissão dos conhecimentos da disciplina que leciona (Pode ser selecionado mais de um item)?
- a) Estudo de Caso
 - b) Aprendizagem baseada em Problemas
 - c) Aprendizagem baseada em Projetos
 - d) Simulações
 - e) *Peer Instruction*
 - f) Sala de aula invertida
 - g) Jogos – gamificação
 - h) Outra estratégia: _____
- 11) Em sua opinião, quais as competências técnicas mais relevantes no perfil do profissional de Mecatrônica: (Classifique considerando a escala 1 como menos importante até 5 como mais importante)?
- a) Atuar no projeto, montagem e instalação de automatizados e sistemas robotizados, máquinas e equipamentos
 - b) Realizar medições, programação e opera sistemas;
 - c) Coordenar equipes e treinamento operacional;
 - d) Realizar manutenções preditiva, preventiva e corretiva;
 - e) Executar procedimentos de controle da qualidade e gestão.
- 12) Em sua opinião, quais são as competências socioemocionais mais relevantes no perfil do profissional Técnico em Mecatrônica? (Assinale, por ordem de importância, atribuindo 1 para a competência mais importante e 10 para a competência menos importante. O grau de importância não deve se repetir em sua resposta).
- a) Liderança

- b) Comunicação
 - c) Resolução de problemas
 - d) Trabalho em equipe
 - e) Pensamento Crítico
 - f) Inteligência Emocional
 - g) Tomada de Decisão
- 13) As atividades práticas propostas para os alunos relacionarem os conteúdos do curso com a prática profissional são suficientes para o processo de aprendizagem:
- a) Discordo plenamente
 - b) Discordo bastante
 - c) Discordo um pouco
 - d) Concordo um pouco
 - e) Concordo bastante
 - f) Concordo plenamente
 - g) Por quê? _____
- 14) Tendo em vista o processo de avaliação, assinale por ordem de importância os modelos adotados por você. (Assinale, por ordem de importância, atribuindo 1 para o modelo mais adotado e 14 para o modelo menos adotado. O grau de importância não deve se repetir em sua resposta).
- a) Simulação de situações-problema
 - b) Estudos de caso
 - c) Provas discursivas
 - d) Provas objetivas
 - e) Desenvolvimento de protótipos
 - f) Participação em feiras
 - g) Projetos extracurriculares
 - h) Pesquisa de campo

- i) Estimular debates a respeito
- j) Provas práticas/Laboratórios
- k) Projetos interdisciplinares
- l) Seminários
- m) Participação em exposições
- n) Provas objetivas

Terceira parte – Práticas de Ensino.

As afirmações abaixo, devem ser respondidas considerando a escala:

- a. Totalmente em desacordo;
- b. Desacordo;
- c. Parcialmente desacordo;
- d. Parcialmente de acordo;
- e. De acordo;
- f. Totalmente de acordo;

- 15) O ensino deve ser organizado em torno de problemas que tenham respostas claras e corretas, utilizando ideias que a maioria dos alunos possa entender prontamente.
- 16) Os alunos necessitam de condições para desenvolver soluções práticas aos problemas apresentados pelo professor.
- 17) Os processos de pensamento e raciocínio são mais importantes do que o conteúdo curricular específico.
- 18) Quando faço referência a um “desempenho fraco”, quero dizer um desempenho abaixo do nível de aproveitamento anterior do aluno.
- 19) Quando faço referência a um “bom desempenho”, quero dizer um desempenho acima do nível de aproveitamento anterior do aluno.
- 20) Sinto que estou fazendo uma diferença educacional significativa na vida de meus alunos.

APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO PARA DISCENTES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa O PROCESSO DE APRENDIZAGEM EM UM CURSO PROFISSIONAL DE MECATRÔNICA DE NÍVEL TÉCNICO. O objetivo deste estudo refere-se à investigação dos processos de aprendizagem na formação do técnico em Mecatrônica.

Sua contribuição muito engrandecerá nosso trabalho pois participando desta pesquisa você nos trará uma visão específica pautada na sua experiência sobre o assunto. Esclarecemos, contudo, que sua participação não é obrigatória. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição proponente.

As informações obtidas por meio desta pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados serão divulgados de forma a não possibilitar sua identificação, protegendo e assegurando sua privacidade. A qualquer momento você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação. Ao final desta pesquisa, o trabalho completo será disponibilizado no site do Programa de Mestrado. Este projeto foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Unidade de Pós-Graduação, Extensão e Pesquisa do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, protocolado sob o número 002/2022, o qual tem por função defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade, e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Os pesquisadores garantem e se comprometem com o sigilo e a confidencialidade de todas as informações fornecidas por você para este estudo. Da mesma forma, o tratamento dos dados coletados seguirá as determinações da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei 13.709/18).

Declaro que entendi os objetivos de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Sujeito da Pesquisa

Nome e Assinatura

Caso a pesquisa seja on-line, modificar o último parágrafo e assinatura pela caixa de texto abaixo que somente abrirá o instrumento de pesquisa após o click no botão.

☐ Declaro que entendi os objetivos de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Desde já agradeço a sua generosa colaboração.

Professor Doutor Roberto Kanaane
Orientador

Roberto.kanaane@cspso.sp.gov.br

Rodolfo dos Santos de Souza Lovera
Mestrando

rodolfo.lovera@cspso.sp.gov.br

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS DISCENTES DA UNIDADE DE ENSINO

I. Primeira parte – Informações sobre o aluno

1) Idade:

- a) 18 a 25 anos
- b) 26 a 35
- c) 36 a 49 anos
- d) acima de 50

2) Qual seu grau de instrução?

- a) Ensino médio, cursando
- b) Ensino médio completo

3) Como conheceu o curso?

- a) Indicação de amigos.
- b) Influência familiar.

- c) Sites de buscas.
 - d) Visitas as empresas.
 - e) Anúncios em escolas.
 - f) Outras. Qual(is)? _____
- 4) Você possui algum outro curso técnico?
- a) Técnico em Segurança do Trabalho
 - b) Técnico em Eletroeletrônica
 - c) Técnico em Mecânica
 - d) Outro curso Técnico, qual? _____
 - e) Nenhum outro curso técnico
- 5) Sua motivação ao escolher o curso técnico foi:
- a) Ingressar no mercado de trabalho;
 - b) Aplicar os conhecimentos adquiridos em empreendimento próprio;
 - c) Obter uma experiência prévia específica, objetivando prosseguir em curso da área em nível superior.
 - d) Outra razão. Qual? _____
- 6) Qual a importância dos estudos para você?
- a) Autoconhecimento
 - b) Autoestima
 - c) Profissionalização
 - d) Busco apenas o diploma para prosseguir em nível superior
 - e) Outra. Qual? _____

Segunda parte – Expectativa sobre o curso.

As afirmações abaixo, devem ser respondidas considerando a escala:

- (a) Totalmente em desacordo;

- (b) Desacordo;
- (c) Parcialmente desacordo;
- (d) Parcialmente de acordo;
- (e) De acordo;
- (f) Totalmente de acordo;

- 7) Conheço os objetivos do meu curso e o perfil do profissional técnico em Mecatrônica.
- 8) O conteúdo abordado nas disciplinas é adequado aos objetivos do curso.
- 9) Os professores costumam propor desafios para aprofundar o conhecimento e desenvolver as competências, durante as aulas? Dentre os componentes questionados.
- 10) Existe a adoção de tecnologias de informação e comunicação como estratégias de ensino
- 11) As atividades práticas propostas pelos professores para relacionar os conteúdos do curso com a prática são suficientes para o seu aprendizado.
- 12) As aulas com atividades práticas são planejadas.
- 13) Os professores, ao proporem atividades práticas, explicam as aplicações no cotidiano profissional do técnico em Mecatrônica.
- 14) A organização dos conteúdos, das disciplinas facilita a minha compreensão
- 15) Os métodos adotados pelos professores ajudam a entender melhor os conteúdos das disciplinas.
- 16) Considero que estarei preparado para a profissão de técnico em Mecatrônica.
- 17) Considero que o conhecimento aprendido no curso será útil para minha carreira profissional.

Terceira parte – Práticas utilizadas em sala de aula.

As afirmações abaixo, devem ser respondidas considerando a escala:

- (a) Totalmente em desacordo;
- (b) Desacordo;
- (c) Parcialmente desacordo;

- (d) Parcialmente de acordo;
- (e) De acordo;
- (f) Totalmente de acordo;

18) Os professores utilizam:

- a) aulas expositivas;
- b) dinâmicas em grupos;
- c) simulações;
- d) seminários;
- e) práticas em oficinas e laboratórios
- f) Outra. Qual? _____

19) Sou solicitado a realizar atividades de pesquisa como estratégia de aprendizagem.

20) O relacionamento, em classe, estabelecido entre professor e aluno, favorece o processo Ensino-Aprendizagem.

21) Na disciplina, tenho sido incentivado a participar, discutir e expressar minhas ideias.

22) Tenho sido estimulado a formar juízo crítico perante as situações abordadas em aula.

23) O professor transmite o conteúdo da disciplina com clareza e objetividade.

24) O professor demonstra domínio do conteúdo da disciplina e segurança em sua apresentação.

APÊNDICE D – RESPOSTAS DAS ENTREVISTAS

Questão	Respostas
1) Há quanto tempo você ocupa posição de coordenação/direção na unidade escolar?	<p>Caso 1: 2 anos. 2 anos, foi logo quando houve a eclosão da pandemia, eu assumi no começo de 2020. Então foi no início de 2020, logo quando eclodiu a pandemia que eu assumi a coordenação. [Pesquisador - E antes disso você já atuou como coordenador ou nunca, ou a primeira vez?] Não, não foi a primeira vez.</p> <p>Caso 2: Eu fui promovido a coordenador técnico em 2011 e passei por três unidades escolares, fui coordenador técnico numa escola na Vila Alpina, fui coordenador técnico numa escola na escola em Mauá e de Mauá vim aqui para São Caetano. Aqui estou desde 2015 nesta unidade como coordenador Técnico. O processo inicial da minha transferência para cá se deu por conta da mudança. Saímos de lá, 8.000 km² e passamos para 14.000 km². Desligamos a energia lá em dezembro, 22 de dezembro e ligamos aqui em dia 17 (de janeiro) com todos os alunos em laboratório, em ambiente escolar.</p>
2) O conteúdo programático do curso em pauta atende às necessidades de aprendizagem na formação do profissional técnico em Mecatrônica?	<p>Caso 1: Este atual conteúdo sim, certo. Por que eu estou dizendo este atual? Porque há uma previsão, né, para 2023 ou 2024 o curso passar para nova formatação de 3 semestres, né? Seguindo a nova legislação do ensino técnico. Eu acredito, com essa atual grade ele contempla sim, porque o conteúdo de disciplinas da área elétrica e mecânica está bem equilibrado. Os conteúdos estão bem descritos, estão bem divididos. Está bem distribuído de acordo com o semestre, certo? Então, primeiro módulo é aquela vertente mais básica, segundo e terceiro vai para uma vertente intermediário e o quarto módulo é o encerramento com a vertente mais avançada, né? Então acho que está bem distribuído, sim. Lógico que sempre dá para melhorar, mas esse formato atual está, eu acredito, que esteja condizente.</p> <p>Caso 2: Ai eu não tenho dúvida Rodolfo, porque o curso nasce não por intenção do próprio Senai, o curso nasce por demanda. Nós reunimos uma comissão de especialistas em educação capitaneada pela gerência de educação, e esse comitê é incorporado por representantes da indústria. Então para nascer um curso necessariamente precisa de especialista de educação profissional assessorado pela empresa que tem interesse na formação profissional. Então é muito comum no Senai você ter 3, 4 empresas participando da concepção de um plano de curso. Todos os cursos técnicos no Senai, todos os cursos de aprendizagem no Senai, eles têm uma base que nós chamamos de plano de curso e nele está declarado lá qual é o perfil de conclusão de um técnico para aquela modalidade. Então o curso nasce por demanda da própria empresa, então não tem erro né, um curso ou produto nasce por quem quer comprar, está fechado, vamos vender.</p>
3) Você considera que o estágio supervisionado deve ser obrigatório no referido curso? Justifique sua resposta.	<p>Caso 1: Não, não. Eu vou explicar o porquê. É, inclusive foi muito curioso porque quando eu comecei a dar aula no Basilides de Godoi não tinha professor do desenvolvimento do TCC nas 2 turmas de mecânica, então eu acabei assumindo essas aulas e foi justo naquela fase em que o TCC estava sendo implementado nas Etecs, nas grades das Etecs. Então peguei essa transição, inclusive fui até no Centro Paula Souza, na época com a professora Ivone que ela era responsável pela implantação, tivemos uma reunião com as Etecs, e assim, por que que eu discordo do estágio supervisionado pelo seguinte. Infelizmente, né? Nós temos as boas empresas e nós temos as empresas que não age com profissionalismo. Então o estágio supervisionado. É assim, tem 2 problemas. O primeiro problema, por exemplo, eu sou um estagiário de mecatrônica, infelizmente em muitas empresas eu vou aprender tudo, menos mecatrônica, eu vou aprender a tirar xérox, vou aprender a levar um café para a chefia, infelizmente tarefas que não condizem, por quê? Porque muitas empresas, equivocadamente, veem o estagiário como uma mão de obra subqualificados, uma mão de obra barata, uma mão de obra que vai tapar um buraco, certo? Outro problema do estágio supervisionado, o futuro formando fica amarrado. A titulação dele fica presa àquele estágio, muitas vezes ele não</p>

	<p>consegue cumprir nada. Ele não consegue, porque ele já tem um emprego, certo, ele já tem, ele de repente trabalha numa boa empresa, então não vai abrir mão daquela vaga para poder se aventurar num estágio. Então, eu vivenciei as 2 fases, né? Quando era estudante, quando eu comecei no magistério, com a questão do estágio e logo após o TCC. eu acredito que com o TCC é supriu um grande problema que estava acontecendo no mercado de trabalho dos alunos, certo? Porque assim, se ele tiver que fazer um estágio, vai ser durante um curso. Após o TCC, a escola comprovou que ele está tudo bem, tem os problemas, tem os gargalos, tem, mas a escola toda, pelo que eu vejo, a grande maioria das costas, tenta suprir a demanda do ensino. Então, uma vez formada, ele tem que estar atuando direto.</p>
	<p>Caso 2: Não, embora eu tenha a convicção de que o estágio é importante para o curso, eu penso que o estágio não deva ser obrigatório. Porque muitos alunos têm no curso técnico, e no nosso caso mecatrônica, uma ponte para chegar no curso superior. Eles utilizam o curso como uma ponte. E a ponte é o conhecimento. Se nos obrigarmos esse menino, se nos obrigarmos esse aluno a passar por uma fase de estágio supervisionado, ele não vai ter o diploma. Ele não vai receber a habilitação de técnico em Mecatrônica. E para a instituição que fornece é muito ruim porque fica um aluno evadido depois de um determinado tempo, e que não concluiu o curso. Eu penso que o estágio deva ser opção do aluno. Deva ser, o aluno que sentir a necessidade de fazer o estágio, ele faz o estágio, caso o contrário ele vem aqui, abarca todo o conhecimento e segue em sua vida acadêmica.</p>
<p>4) Como você define o processo de ensino-aprendizagem adotado no curso?</p>	<p>Caso 1: Então o processo de ensino aprendizagem é assim, a mecatrônica, ela é uma área bastante ampla, tal eu posso trabalhar em diversos segmentos. Eu posso trabalhar no segmento de produção, posso trabalhar no segmento de manutenção. Eu posso trabalhar num segmento de serviços, posso trabalhar no segmento de projeto, certo. É que assim, é a parte de aprendizagem vai muito da escola, localização da escola, o público-alvo, né? Eu vou pegar por base a Jorge Streets, tá? É, no caso do Jorge Street. A maioria dos alunos que eu vejo, de mecatrônica, eles vão trabalhar muito em segmento de manutenção, ou em segmento de servir é segmento de serviços, que é o segundo, né? Por exemplo, ele vai prestar assistência técnica, certo? Então, por exemplo, tem muitas empresas que fazem retrofit, implementação de projetos esse aluno nosso da mecatrônica vai prestar assistência técnica. Um outro alvo que eu estou vendo que está muito crescente na nossa unidade é o público feminino que faz a mecatrônica. Muitas empresas estão recrutando o público feminino para treinamento. Inclusive tem um fato bastante curioso, tem 2 alunas lado do primeiro módulo, um mês de curso, uma empresa já está entrevistando-as para trabalhar na área de treinamento com 1 mês de curso. Porque assim, é um outro fator que está acontecendo muito, eu falo muito para os meus alunos é assim, “gente se vocês quiserem trabalhar, a oportunidade é agora, porque as empresas estão pedindo, toda hora as empresas estão indo lá, fala, olha, nós precisamos de profissional que nessas 2 alguns estão com 1 mês de curso. Eles entrevistaram e não sei se vão ser as 2, mas provavelmente uma das 2 vão ser chamadas para trabalhar.” Então, ou seja, tem vaga, tem mercado para eles, não é? Então é basicamente é isso, é serviços, né? Assistência técnica, manutenção e treinamento. Esse é o segmento da área que eles estão inserindo no mercado.</p> <p>Caso 2: Rodolfo, é uma pergunta muito boa. Para mim um processo de ensino aprendizagem na verdade são processos, são dois: é um processo de ensino, e um processo de aprendizagem. O processo de ensino tem como responsável, tem como ator principal o docente. O docente tem que estar munido de estrutura básica para elaborar um plano que leve o seu aprendiz a atingir o perfil de conclusão do curso. Então o docente precisa ter em mãos: proposta pedagógica, tem que ter em mão o plano de curso, ele tem que conhecer qual é a infraestrutura disponível a ele para desenvolver aquela unidade curricular de tal sorte que com esses conhecimentos ele elabora um plano de ensino e o plano de ensino é que vai nortear a aprendizagem do aluno. Então nesse caso aí, o primeiro passo é o planejamento do ensino. Na aprendizagem o ator principal é o aluno, é o aprendiz em que, observando as demonstrações, por que a aprendizagem se dá pelo processo da demonstração. O aprendiz, com esse plano, ele consegue pegar os conhecimentos necessário para atingir o perfil de conclusão.</p>

	<p>Então no meu entendimento, o processo de ensino aprendizagem é uma via de duas mãos. Uma de responsabilidade inteira do docente e a outra, o ator principal é o aluno, que tem que aprender a aprender e agente demonstra como se faz. Todas as nossas unidade curriculares são carregadas de experiências que o aluno vai encontrar certamente na empresa em ele e ele vai desenvolver essa atividade profissional.</p>
<p>5) Destaque e comente quanto as competências básicas necessárias para o desempenho do técnico em mecatrônica no ambiente organizacional.</p>	<p>Caso 1: Então, as competências que eles estão pedindo mais é a parte voltada para automação. Então, assim, microcontroladores, linguagem de programação, CLPs. Eles têm pedido supervisórios, eles têm pedido mais isso, não que as outras não estão sendo solicitadas porque varia muito de cada aluno. Às vezes tem muitos alunos nossos que já estão na empresa e fala “olha professor, eu preciso de uma maior ênfase na parte de mecanismos mecânicos ou parte de estruturas”, né? Mas assim, o foco maior e na parte de automação. CLP, controladores, supervisórios, têm sido essa.</p>
	<p>Caso 2: Penso que competências básicas sejam aquelas que levam o profissional a atingir as competências mais aprimoradas, as competências específicas, né? As competências que vai formar de fato o profissional, nesse caso aqui, um técnico mecatrônico, certo? Competências básicas são aquelas que sem elas a formação profissional vai ficar capenga. Por exemplo, aqui no técnico em Mecatrônica, nós temos como competência básico, uma unidade curricular chamada de comunicação oral-escrita. Quer dizer, o aluno tem que ter conhecimentos básicos na oralidade, ele precisa saber se expressar, tanto oralmente como pela escrita formal, né? Porque senão, como é que ele vai demonstrar um problema, como é que ele vai trazer a solução? Existem ainda fundamentos básicos nas leis que regem a Mecatrônica, por exemplo, existem fundamentos de eletroeletrônica, onde ele aprende as leis básicas da eletricidade, as leis básicas da eletrônica que vão levar o aluno a compreender as competências específicas, por exemplo a programação de um robô, programação de um CLP, programação de um determinado equipamento. Sem esses fundamentos básicos, o grau de dificuldade dele seria muito aumentado. E também, no caso da mecatrônica, têm os fundamentos da mecânica. São fundamentos que ele precisa ter domínio para que ele possa depois desenvolver atividades em máquinas CNC, então tem que saber. Tem que ter domínio de medida. O aluno aqui aprende a medir com régua, aprende a medir com paquímetro, com micrometro. São fundamentos básicos para que ele tenha autonomia depois para atingir o perfil de conclusão do técnico em Mecatrônica</p>
<p>6) Destaque os desafios e as oportunidades voltados à formação profissional de nível técnico em Mecatrônica.</p>	<p>Caso 1: É assim, é o acho que o grande desafio, né? O desafio, vamos trabalhar com conjuntura atual, né? O grande desafio dos alunos é o seguinte, eles estarem voltando para a vertente presencial, certo? Principalmente as turmas intermediárias. Porque as turmas intermediárias, eles tiveram 2 ou 3 semestres de aulas online, né? Então, o que muitos alunos dessas séries intermediárias têm relatado o seguinte, eles têm uma enorme preocupação com a qualidade da formação deles. Essa é a grande preocupação, tipo assim, “professor, o aprendizado que eu tive, eu vou conseguir desenvolver na empresa porque nós ficamos no online”, então eles sentem que as matérias prática eles sentem que ficaram um pouco prejudicados, né? E eu explico para eles falam, “olha, vocês vão ter 1 ou 2 semestres de aula presencial”, então qual que é a função do coordenador nessa vertente é assim é tentar mediar. Eu falar para os alunos, “olha, vamos tentar aproveitar o máximo possível desse retorno, que agora tudo indica que vai retornar, não vai ter mais problema”. Eu converso com os professores, “professores, o que vocês puderem dar em fazer para a maior necessidade deles, né? Intercalando que foi do online que tá no presencial, vamos tentar fazer esse meio termo, certo?” Porque é a melhor forma deles poderem agregar o máximo e poderem e saírem com uma formação dentro da expectativa deles, então o grande desafio é esse, rescaldo pós pandemia.</p>
	<p>Caso 2: Hoje, o técnico mecatrônica, ele é um profissional de chão de fábrica muito requisitado. É muito requisitado por que ele passa a integrar o chão de fábrica da indústria 4.0, então, todas as empresas que de alguma forma vai implantar, vai transformar sua empresa, observando os pilares da 4.0, certamente vai precisar de um profissional que tenha essa formação de mecatrônica. Então esse é um grande mercado, essa é a grande sacada. Nós temos a procura de muitos alunos aqui, alunos formandos para ou fazer estágio, lembrando o estágio que aqui ele é opcional, ou para ir direto a vaga de emprego. E nós temos uma vantagem aqui, existem algumas empresas que cumprem quotas de</p>

	<p>aprendizagem com turmas fechadas, por exemplo em mecatrônica. Então tem uma empresa local aqui que mantém uma turma fechada de 20 alunos fazendo curso de mecatrônica. Ao final do curso, todos esses alunos, como já são funcionários, eles passam por um processo de avaliação, na própria empresa e são contratados e saem do contato temporário para o contrato definitivo na empresa. Então essa é a grande vantagem do aluno fazer um curso técnico, não só de mecatrônica, né? Mais o de mecatrônica porque hoje em dia ele é muito bem aceito, ele é muito requisitado, né? Mas nós dissemos ao aluno no primeiro dia que nós não queremos que ele seja um bom técnico de mecatrônica não, ninguém está aqui e ninguém quer que ele seja técnico em mecatrônica o resto da vida. Nós queremos que eles sejam bons engenheiros, nós queremos que eles sejam gerentes, gestores. Queremos que eles sejam engenheiros mecatrônicos, não é? Mas o objetivo aqui é que ele possa utilizar o curso técnico como estrada para atingir os seus objetivos. Então que ele plante e daqui a 2 anos colha e queira ainda um emprego que possa levar a faculdade, para a chefia e para ele atingir patamares mais elevados na formação, porque o conhecimento é uma coisa que ele vai ficar com ele certamente, né? O desafio que é latente aqui é o menino quando ingressa com a gente aqui, está lá na idade de 16, 17 anos, e ele não tem a convicção do que ele quer para a vida. Então muitas vezes ele se perde nesse caminho. Ele acaba não tendo aquela visão que a gente tanto busca para ele na questão da formação profissional. Então esse é o desafio né? Motivar aqueles que, por exemplo, o pai falou “Não cara, vai lá no Senai estudar, lá é muito bom, o curso é de graça.” De repente o menino vem aqui estudar, e Mecatrônica não é a praia dele, ele acaba ficando aqui mesmo por que o pai pediu muito para que ele ficasse, então ele não é um aluno assim, plenamente motivado, não é? Ele passa a ser um aluno mediano. E isto, de alguma forma ele passando por aqui, ele vai ter o conhecimento, mas ele não está na plenitude, comprometido com aquela atividade. Esse também é o nosso desafio, né? Motivar sempre esse menino porque os que estão motivados é muito tranquilo. Agora motivar aqueles que não estão plenamente motivados, esse também é o grande desafio. Acho que para todos os cursos, não só o de mecatrônica. Porque nós aqui temos uma grande vantagem, você não deve conhecer a nossa unidade, mas a nossa unidade é uma unidade muito bem paga. Nós recebemos aqui perto de 19 milhões de investimento. Nós temos dois laboratórios de robótica, a gente costuma a brincar com os visitantes que no final da visita ele vai ter que dizer quantos robôs ele viu aqui em operação na escola, não é? Por que nós temos mais de 20 robôs instalados no nosso pátio. Uma faculdade muito boa aqui, de renome aqui na nossa região não tem metade dos robôs que nós temos aqui, só para citar um exemplo. Nós temos um laboratório de alta performance aqui. Temos uma parceria com a Schneider aqui, temos um laboratório de automação que você não vai ver em lugar nenhum. E muitas vezes isso aqui está a disposição do aluno. Aquele que de fato se empenhar vai levar conhecimento até umas horas.</p>
--	---

ANEXOS

ANEXO A – PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DO MESTRADO DO CENTRO PAULA SOUZA

PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA EM PESQUISA DO MESTRADO DO CENTRO PAULA SOUZA	
PARECER_E.P. Nº 002/2022	
1. PROTOCOLO Nº 002/2022	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>24/02/2022 Recebido em</div> <div>2. PARECER EMITIDO EM 25/02/2022</div> </div>
3. TÍTULO DO PROJETO:	
O processo de aprendizagem no curso profissional de mecatrônica de nível técnico	
4. PESQUISADOR(ES) PROPONENTE(S):	
Rodolfo dos Santos de Souza Lovera	
Roberto Kanaane	
5. PARECER:	
<p>A Comissão de Ética esclarece que não analisa os aspectos metodológicos da ABNT, haja vista que estes são de exclusiva responsabilidade dos orientadores.</p> <p>Após apreciação do projeto de pesquisa proposto, a Comissão de Ética em Pesquisa resolve:</p> <p>O presente projeto atende as recomendações desta Comissão de Ética estando, portanto, aprovado.</p> <p>Sugere-se adequar o item abaixo relativo ao questionário para alunos para afirmativa, e não interrogativa, em função da orientação dada para essas questões.</p> <p>Segunda parte – Expectativa sobre o curso</p> <p>9) Os professores costumam propor desafios para aprofundar o conhecimento e desenvolver as competências, durante as aulas? Dentre os componentes questionados.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Coord. Grupo de Pesquisa: Profa. Dra. Marília Macorin de Azevedo</p>	