

Educação, Inovação e Sustentabilidade na Pesquisa Aplicada

Tendências pedagógicas no ensino profissional e técnico em mecatrônica

Rodolfo dos Santos de Souza Lovera

<https://orcid.org/0000-0001-9194-1540>

Roberto Kanaane

<https://orcid.org/0000-0002-4702-7740>

Rose Aparecida de França

<https://orcid.org/0000-0003-1605-7709>

Sergio Pamboukian

<https://orcid.org/0000-0002-2542-1464>

Claudio da Silva

<https://orcid.org/0009-0000-8431-3212>

Resumo – As constantes mudanças vigentes na sociedade e, em específico, no ambiente de trabalho têm gerado impasses no contexto da Educação Profissional e Técnica em Mecatrônica. Têm-se atestado o descompasso entre as práticas docentes em sala de aula e as expectativas dos discentes frente ao aprendizado e a sua aplicabilidade. A compreensão do binômio ensino-aprendizagem requer, por parte do docente, a identificação de processos pedagógicos que possam contribuir para a prática educativa. Conseqüentemente, faz-se necessário ao docente se apropriar das tendências pedagógicas que impactam as ações adotadas no contexto escolar, visando otimizar o processo de ensino e aprendizagem. À partir das teorias de aprendizagem Tradicional; Renovada e Tecnicista, buscou-se investigar e caracterizar as abordagens pedagógicas e as respectivas contribuições para o processo de Educação Profissional do técnico em Mecatrônica, no âmbito da Educação 4.0. Foi realizada uma pesquisa exploratória bibliográfica, documental e por meio de levantamento (SURVEY) envolvendo entrevista semiestruturada com coordenadores de curso caracterizando-se pela abordagem qualitativa e utilizando uma amostra não probabilística por acessibilidade. A entrevista 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 com o auxílio do software MAXQDA. Os resultados obtidos foram de trinta e quatro artigos, quatro dissertações e três teses, totalizando quarenta e um documentos que foram analisados em profundidade. Constatou-se por meio da pesquisa bibliográfica a existência de diversos estudos na área da Mecatrônica, porém pequena parcela aborda a utilização de práticas pedagógicas no curso técnico. Os questionários aplicados aos docentes e discentes demonstraram que os professores conhecem metodologias pedagógicas além do método tradicional, mas pela ausência de sistematização para uma abordagem interdisciplinar 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.

Palavras-chave: Tendências Pedagógicas; Ensino Técnico; Mecatrônica

Abstract – The constant changes in force in society and, specifically, in the work environment have generated impasses in the context of Professional and Technical Education in Mechatronics. The mismatch between teaching practices in the classroom and students' expectations regarding learning and its applicability have been attested. The understanding of the teaching-learning binomial requires, on the part of the teacher, the identification of pedagogical processes that can contribute to the educational practice. Consequently, it is necessary for the teacher to take ownership of the pedagogical trends that impact the actions adopted in the school context, aiming to optimize the teaching and learning process. Based on Traditional learning theories; Renewed and Technicist, we sought to investigate and characterize the pedagogical approaches and respective contributions to the Professional Education process of Mechatronics technicians, within the scope of Education 4.0. An exploratory bibliographical, documentary and survey research (SURVEY) was carried out, involving semi-structured interviews with course coordinators, characterized by a qualitative approach and using a non-probabilistic sample for accessibility. The interview was conducted through the Teams videoconferencing platform, recorded and transcribed, and the collected data were analyzed and interpreted based on content analysis with the help of the MAXQDA software. The results obtained were thirty-four articles, four dissertations and three theses, totaling forty-one documents that were analyzed in depth. Through bibliographical research, the existence of several studies in the area of Mechatronics was verified, but a small portion addresses the use of pedagogical practices in the technical course. The questionnaires applied to professors and students demonstrated that professors know pedagogical methodologies beyond the traditional method, but due to the lack of systematization for an interdisciplinary approach, it can happen in a fragmented way, not contemplating the synergistic development required for the area. Although this study is limited to a specific sample, the results cannot be generalized and it is suggested that the theme be deepened with other groups of students, either through other disciplines or through new qualities that the market demands.

Keywords: Pedagogical Trends; Technical education; Mechatronics

1 Introdução

As constantes mudanças vigentes na sociedade e, em específico, no ambiente de trabalho têm gerado impasses no contexto da Educação Profissional e Técnica em Mecatrônica.

Os pesquisadores vêm atestando o descompasso entre: as práticas docentes em sala de aula e as expectativas dos discentes, desta modalidade de ensino, frente ao aprendizado e a sua aplicabilidade.

A compreensão do binômio: ensino-aprendizagem requer, por parte do docente, a identificação de processos pedagógicos que possam contribuir para a prática educativa. Consequentemente, faz-se necessário ao docente se apropriar das tendências pedagógicas que impactam as ações adotadas no contexto escolar, visando otimizar o processo de ensino e aprendizagem.

Há pressupostos que fundamentam a prática docente, tendo como representantes: Libâneo (2014), Saviani (1984), Mizukami (1992), os quais sinalizam as abordagens pedagógicas que estão presentes na prática docente. Por outro lado, convivemos com o avanço tecnológico e como respostas às demandas socioeconômicas culturais, tem-se o surgimento da Educação 4.0, trazendo consigo tendências e abordagens contemporâneas, as quais têm influenciado a didática adotada em sala de aula.

Considerando o Tema Central do Simprof / 2023: **Inovação e Sustentabilidade numa Sociedade Inteligente**, questiona-se quais são as abordagens pedagógicas que contribuem para a prática docente na educação profissional e técnica em mecatrônica, sob o enfoque da Educação 4.0? E quanto ao objetivo geral, tem-se como propósito: Investigar e caracterizar as abordagens

pedagógicas e as respectivas contribuições para o processo de Educação Profissional e técnico em Mecatrônica, no âmbito da Educação 4.0.

2 Referencial Teórico

A Mecatrônica pode ser definida como a integração sinérgica entre engenharia mecânica, eletrônica e controle computacional no projeto e fabricação de produtos e processos (LOVERA, 2022). É uma área interdisciplinar que combina conhecimentos dessas disciplinas para desenvolver sistemas inteligentes e automatizados. Surgiu no Japão na década de 1960 para aprimorar a automação industrial, especialmente na indústria automobilística. Desde então, expandiu-se para diversos setores como aeronáutica, robótica, automação de processos, e etc. (ROBLES et al, 2010; GORROSTIETA et al, 2015). É um campo em constante evolução, com crescente demanda por profissionais capacitados em todo o mundo (PEÑA et al, 2012).

O objetivo do Curso Profissional de Nível Técnico (CT) em Mecatrônica é formar profissionais aptos a atuar na instalação, manutenção e programação de máquinas e equipamentos automatizados (SILVA, 2020; MARTINS; SANTOS JUNIOR; VALADÃO,2020). Busca desenvolver competências como capacidade de projetar, programar e integrar componentes mecânicos, eletrônicos e sistemas computacionais, sempre respeitando normas técnicas e de segurança. O egresso poderá trabalhar em indústrias dos setores automotivo, eletroeletrônico, metalmeccânico, entre outros que adotam a integração entre equipamentos eletroeletrônicos, mecânicos ou computacionais. Atuará no desenvolvimento e manutenção de sistemas automatizados, robótica, controle de processos e qualidade (SILVA, 2020; MARTINS; SANTOS JUNIOR; VALADÃO,2020).

O mercado demanda profissionais versáteis, que integrem conhecimentos técnicos e práticos, adaptáveis às constantes inovações tecnológicas. Há oportunidades para atuação em automação industrial, robótica e diferentes áreas que buscam aumentar eficiência e produtividade com sistemas inteligentes. Portanto, a Mecatrônica une conceitos de várias disciplinas para automatizar processos (SILVA, 2020; PEÑA et al, 2012).

A formação do técnico em mecatrônica necessita estar sintonizada com o perfil profissional vinculado ao mercado de trabalho. Nesse sentido, Pinto (2021), concebe que o desenvolvimento do conteúdo não deve apenas contemplar a multidisciplinaridade como uma distribuição de disciplinas separadas, mas que deve haver sinergia entre elas.

Entende-se que o aprendizado do discente implica na postura atenta do docente frente as tendências e competências profissionais, subsidiada pelas tecnologias de informação e comunicação (TIC), assim como a postura pragmática inerente ao técnico em mecatrônica (Silva; Viana; Vilela Junior, 2020).

Nesse sentido são apresentadas as principais teorias de aprendizagem, dentre elas foram eleitas: Tradicional; Renovada (Progressivista e Não Diretiva); e Tecnicista (ou Comportamental). A opção destas tendências pedagógicas baseou-se em Libâneo que declara que tais abordagens são caracterizadas como liberais por buscarem a formação para o “[...] desempenho de papéis sociais [...]” (LIBÂNEO, 2014, p. 6).

No intuito de caracterizar o exposto, tem-se o quadro 1 que contempla uma síntese das tendências pedagógicas liberal.

Quadro 1 – Quadro Síntese da Tendência Pedagógica Liberal

	Tradicional	Renovada Progressivista	Renovada Não Diretiva	Tecnicista
Relação professor-aluno	Centrado no professor	Centrado no aluno	Centrado no aluno	Centrada no professor
Papel da escola	Formar intelectualmente e moralmente educando	Adequar as necessidades individuais ao meio	Formar atitudes	Modeladora do comportamento humano, através de técnicas específicas
Conteúdo	Conhecimento e valores sociais acumulados – verdades absolutas	Estabelecido a partir das experiências vividas	Estabelecido a partir das experiências vividas	São informações ordenadas numa sequência lógica e psicológica
Metodologia	Aula expositiva	Tentativas experimentais, pesquisa, descoberta	Estilo individual do professor para facilitar a aprendizagem	Procedimentos e técnicas para a transmissão e recepção de informações
Aprendizagem	Receptiva, não considera as características própria de cada idade	Baseada na motivação e na estimulação de problemas	Autovalorização e autoavaliação do aluno	Aprendizagem baseada no desempenho

Fonte: Adaptado de Libâneo, 2014

Tem-se que na abordagem renovada, encontram-se 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).

As MA correspondem a um conjunto de técnicas que tem a finalidade de 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; Problematização da realidade; Professor como facilitador; Reflexão e Trabalho em equipe.

O quadro 2 elenca alguns exemplos de MA que tendem a favorecer o processo de ensino e aprendizagem no curso Técnico em Mecatrônica.

Quadro 2 – Algumas metodologias ativas

Metodologia	Descrição
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.

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.
<i>STEAM</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Termo que deriva da junção das palavras, em inglês, Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática
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.

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

Cada uma das metodologias citadas no quadro 2 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). Consequentemente, observa-se que do ponto de vista prático as MA tendem a favorecer o processo de aprendizagem dos discentes.

Rosario (2005) indica que a formação do profissional em Mecatrônica requer uma abordagem experimental. 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)

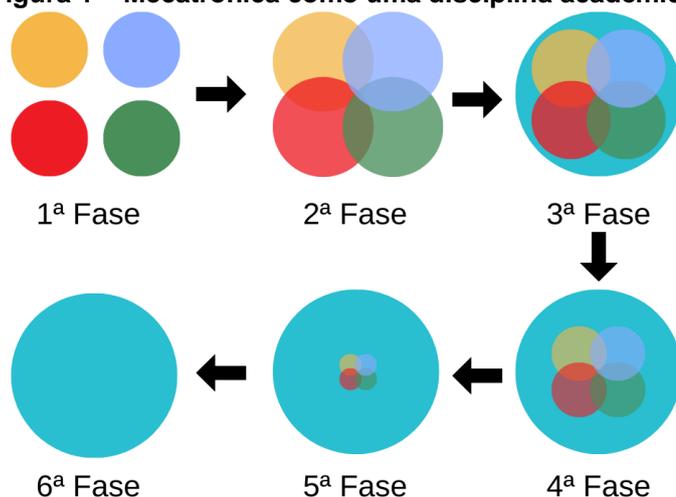
Gomes e Silveira (2017) validam a declaração de Grimheden ao afirmarem ser necessário estabelecer um relacionamento entre a base conceitual e a experiência a ser executada. Marzano, Martinovs e Usca (2019) expõem que a aprendizagem aplicada no CT em Mecatrônica deve estar apoiada em um ambiente planejado, auxiliada 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, ou seja – focada na aprendizagem temática de práticas integrativas relacionadas a aplicações reais de maneira progressiva, segundo Pinto (2012), tem-se a descrição desta 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 1.

Figura 1 – 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).

Gorrostieta et al. (2015) afirma 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). “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).

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.

Verifica-se, portanto, que a abordagem temática contempla as demais tendências pedagógicas explanadas ao considerar: a parte conceitual, as experiências e por fim a integração entre diversas disciplinas para chegar ao resultado almejado, seja na construção de um novo produto, na resolução de um problema ou execução de um projeto.

A partir de 2010, a Quarta Revolução Industrial trouxe profundas transformações em diversos setores da sociedade, como produção, serviços, comunicação e na educação. Nesse cenário, a informação se tornou abundante e acessível por meio da internet, ao passo que as tecnologias digitais passaram a orientar comportamentos humanos (FÜRH, 2019). A Educação 4.0 (E4.0) está diretamente relacionada à revolução tecnológica que caracteriza e leva em consideração que o antigo modelo de ensino, no qual o professor era o ponto central da sala de aula e os alunos deveriam manter-se sentados em fileiras absorvendo passivamente o conteúdo ensinado, não funciona mais para o aluno do século 21.

A E4.0 é uma abordagem transformadora que atua no binômio ensino-aprendizagem como uma resposta ao desafio de preparar os indivíduos para um mundo em constante evolução, onde as habilidades tradicionais já não são suficientes (OLIVEIRA; ARANHA, 2019; LIMA; FERREIRA; PEREIRA, 2022). Tal abordagem tem como princípio de ensino transformar o futuro da educação por meio de tecnologias avançadas e automação como realidade virtual, gamificação, análise de dados educacionais, robótica, inteligência artificial, internet das coisas, realidade virtual, entre outras.

Conforme exposto por Silva (2019), a Educação 4.0 fundamenta-se em uma abordagem teórico-prática, a qual demanda um patamar avançado de gestão e docência no âmbito da educação formal. O objetivo é criar ambientes de aprendizado mais personalizados, interativos e adaptáveis, onde os alunos possam desenvolver habilidades cognitivas e socioemocionais relevantes para o século XXI (FÜRH, 2019; SILVA, 2019). Tal abordagem encontra-se estruturada mediante quatro pilares inter-relacionados, os quais são apresentados no quadro 3.

Quadro 3 – Pilares da Educação 4.0

Pilar	Descrição
Modelo Sistêmico de Educação (MSE)	O pilar nuclear da Educação 4.0 ancora-se nos elementos humanos e no currículo, constituindo a superestrutura. Além disso, abrange as práxis pedagógicas e os recursos imprescindíveis para assegurar um ambiente de aprendizagem eficaz, reconhecido como mesoestrutura. Por derradeiro, engloba os recursos físicos e digitais, denominados infraestrutura. Tal pilar contempla aspectos basilares da aprendizagem, a exemplo de formação, currículo, paradigmas, modelos de ensino-aprendizagem, tecnologias, design instrucional, processos, metodologias, mídias, mobiliário, equipamentos, dispositivos, instalações e plataformas de acesso à aprendizagem.
Educação Científica e Tecnológica (ECT)	O suscitado pilar desempenha um papel essencial nos processos socioculturais e educacionais. Endereça-se à Superestrutura do MSE. Fundamenta-se nas ciências da cognição e da aprendizagem, na

	pedagogia, na psicologia, na filosofia e em outras disciplinas conexas, que servem de alicerce para a construção de novos saberes.
Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC)	O pilar EGC constitui o ponto de convergência entre a edificação do conhecimento e os aspectos motivacionais concernentes às necessidades, desafios, relevância e interesse percebidos pelo indivíduo em seu universo social, individual ou coletivo. São aspectos imprescindíveis para a compreensão de que a contextualização e a significância são pressupostos indispensáveis no desenvolvimento de competências. O pilar EGC desempenha um papel integrador entre a Superestrutura e a Mesoestrutura, conduzindo a uma ação pedagógica prática e reflexiva.
Ciberarquitetura (CBQ)	Pilar presente em ambientes físicos e espaços de comunicação digital, não se limitando ao ambiente físico de aprendizagem, como a sala de aula. Abarca ciberespaços projetados com a mesma finalidade, a saber, promover ambientes de interação e aprendizagem significativa. O que se modifica, e isso é particularmente expressivo, é o espaço-tempo, que agora também é digital. Importa ressaltar que a Ciberarquitetura contribui diretamente para a Mesoestrutura e a Infraestrutura (MSE), ao conectar os indivíduos envolvidos na escola em ciberlugares, promovendo uma aprendizagem ubíqua possibilitada pelas mídias digitais, que propiciam uma conexão contínua e impactam o processo de aprendizagem.

Fonte: Adaptado de Lima; Ferreira; Pereira, 2022; Silva, 2019

Baseado nestes pilares, a Educação 4.0 propõe uma aprendizagem mais ativa, utilizando-se da tecnologia para tornar o ambiente mais atrativo aos alunos, incentivando a cultura *MAKER*, técnica conhecida como *learn by doing*, numa abordagem teórico-prática que se refere ao aprendizado por meio da experimentação, vivências e realização de projetos. Tais mudanças refletem a necessidade de preparar os alunos para um mundo em constante evolução, onde as habilidades tradicionais já não são suficientes.

As principais mudanças de enfoque nas metodologias de ensino-aprendizagem da Educação 4.0 em relação às abordagens anteriores incluem a ênfase no desenvolvimento de habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração, comunicação, criatividade e habilidades digitais essenciais para enfrentar os desafios complexos e dinâmicos da sociedade contemporânea.

3 Método

Conforme Vergara (2016), esta investigação é classificada quanto aos fins e aos meios. Quanto aos fins, é uma pesquisa exploratória. Exploratória pois ainda que exista uma quantidade significativa de publicações na área de Mecatrônica, é considerada restrita a sistematização dos conhecimentos que já foram construídos. Quanto aos meios, é bibliográfica, documental e uma pesquisa de levantamento. Baseando-se na classificação de pesquisas adotado por Gil (2022), 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 CT em Mecatrônica. A pesquisa é um

levantamento envolvendo entrevistas com coordenadores do CT de Mecatrônica caracterizando-se pela abordagem qualitativa.

No tocante a amostra, em conformidade com Vergara (2016), foi não probabilística por acessibilidade dos pesquisadores; tendo sido aplicado a 2 coordenadores do CT. A entrevista foi destinada aos coordenadores de curso de escolas que oferecem o CT na modalidade subsequente, comumente conhecido como modular. Adotou-se entrevista semiestruturada aos respectivos coordenadores das unidades escolares, objeto de estudo. A entrevista 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 MAXQDA¹.

4 Resultados e Discussão

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.

Com o intuito de efetivar a etapa da pré-análise, adotou-se a sistematização proposta por Gil (2018) concernente a pesquisas bibliográficas. Tal sistematização é desenvolvida mediante uma sequência de estágios subsequentes, a saber:

[...] 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 inaugurais (a; b; e c) foram descritas na seção introdutória da presente pesquisa. Observando-se os objetivos propostos do estudo, a elaboração do plano provisório foi desenvolvida de modo a clarificar os subsequentes tópicos: definição concernente à Mecatrônica; abordagens sobre processos de ensino e aprendizagem no âmbito da Mecatrônica; e formação de nível técnico em Mecatrônica. Partindo de tal plano, realizou-se a busca de fontes em duas fases: a primeira consistiu em um levantamento de artigos científicos em bases de dados online (Dimensions, Ebsco e Google Acadêmico) e a segunda deu-se em uma investigação das dissertações e teses mediante o 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 utilizou o vocábulo “mecatrônica” em títulos ou resumos. Na base de dados da Dimensions foram apreendidas as publicações, sem filtro de tempo, porém nas

¹ 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 jul. 2023

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 no Catálogo da CAPES, utilizou a mesma palavra-chave em títulos ou resumos com o filtro de período de 2015 a 2021 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-se que alguns deles não possuíam vínculo com o objeto desta pesquisa, considerando 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.

A leitura realizada seguiu a recomendação dada por Gil visando identificar “[...] 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 4 destaca os termos organizados conforme os grupos citados, tendo como base as palavras-chave das publicações.

Quadro 4 – 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: Dados de Pesquisa, 2022

A tabela 1 destaca os dez vocábulos que apareceram com maior frequência de repetição e os dez termos que pouco 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: Dados de Pesquisa, 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 concernentes aos processos de ensino-aprendizagem no CT de Mecatrônica, publicados no interstício de 2019 e 2021. Dos trabalhos acadêmicos selecionados, uma entre as quatro dissertações são relativas aos processos de aprendizagem e uma entre as três teses abordam o conteúdo.

- Dois artigos e uma dissertação publicados em 2019: sendo um descrevendo a aplicação de metodologias ativas no desenvolvimento de uma disciplina, apontando 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, com ênfase nos aspectos tecnológicos e nas competências a serem desenvolvidas (Mechatronics Education Needs and Challenges); uma dissertação focada na aplicação de uma metodologia advinda da Indústria 4.0, a Educação 4.0, que tem como alicerce a formação ativa do discente mediante a aprendizagem significativa conjuntamente com a participação de toda a comunidade escolar (Aplicação da Educação 4.0 numa Escola Técnica Profissionalizante).
- Dois artigos e uma tese publicados em 2020: sendo que ambos os artigos versam sobre o emprego de metodologias ativas, na medida em que um deles traz uma discussão concernente à metodologia de ensino no CT em Mecatrônica (Interlocuções Sobre a Formação no Curso Técnico em Mecatrônica), ao passo que o outro artigo destaca as estratégias pedagógicas focadas nas necessidades ocasionadas pela Indústria 4.0 (Metodologias Ativas Numa Escola Técnica Profissionalizante); além de uma tese enfocada 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).
- 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).

Considerando os resultados obtidos da parte da pré-análise, a leitura fluente 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 etapas 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 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. 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: Dados de Pesquisa, 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: Dados de Pesquisa, 2022

Nota-se o predomínio das palavras relacionados às tecnologias, grupo 1, entretanto é possível realizar a seguinte reflexão: em ambos os casos estudados a preocupação do CT em Mecatrônica refere-se ao desenvolvimento tecnológico, com algumas evidências sobre os processos de aprendizagem, pois nota-se que 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 análise, utilizando a codificação sob a perspectiva de unidade de recorte “palavras”; e também “enumeração”, permitiu identificar 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 que poderá ser tratado em um outro artigo.

5 Considerações finais

No decorrer desta pesquisa, buscou-se Investigar e caracterizar as abordagens pedagógicas e as respectivas contribuições para o processo de Educação Profissional e técnico em Mecatrônica, no âmbito da Educação 4.0.

Considera-se que o objetivo foi atingido destacando os seguintes resultados: A partir da análise de conteúdo realizadas 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 2021, porém uma pequena parcela trata sobre a utilização de práticas pedagógicas no curso técnico. A pesquisa de levantamento demonstrou que os coordenadores do curso possuem ciência das características demandadas para o CT em Mecatrônica, 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, sugere-se que a temática seja aprofundada com outros grupos de estudantes e professores, seja através de outras disciplinas ou através de novas qualidades que o mercado demanda.

Referências:

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022. 186 p.

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 jul. 2021.

LIBÂNEO, J. C. – **DEMOCRATIZAÇÃO DA ESCOLA PÚBLICA: A PEDAGOGA CRÍTICO-SOCIAL DOS CONTEÚDOS**. ED. 28 – SÃO PAULO: LOYOLA, 2014.

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.

MARTINS, Richard Silva; SANTOS JUNIOR, Nei Jairo Fonseca dos; VALADÃO, Yuri das Neves. Interlocuções 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: 19 jul. 2023

MIZUKAMI, M. G. M. – **ENSINO AS ABORDAGENS DO PROCESSO** – SÃO PAULO: EPV, 1992,

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_a104_challenge_of_the_new_century. Acesso em: 20 jul. 2023.

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-Aquino10/publication/310768242_trayectoria_evolutiva_de_l. Acesso em: 20 jul. 2023.

SAVANI, D. – **ESCOLA E DEMOCRACIA** – SÃO PAULO: CORTEZ, 1984.

SILVA, Ederson Carlos; VIANA, Helena Brandão; VILELA Junior, Guanis 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.

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