

**UNIVERSIDADE DE SOROCABA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E INOVAÇÃO
PROCESSOS TECNOLÓGICOS E AMBIENTAIS**

Nelson Rampin Filho

**A INDÚSTRIA 4.0 E AS MUDANÇAS NA FORMAÇÃO DE TECNÓLOGOS:
IMPLANTAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUFATURA
AVANÇADA NA FATEC JOSÉ CRESPO GONZALES – FATEC SOROCABA-SP**

**Sorocaba/SP
2021**

Nelson Rampin Filho

**A INDÚSTRIA 4.0 E AS MUDANÇAS NA FORMAÇÃO DE TECNÓLOGOS:
IMPLANTAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUFATURA
AVANÇADA NA FATEC JOSÉ CRESPO GONZALES – FATEC SOROCABA-SP**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Processos Tecnológicos e Ambientais da Universidade de Sorocaba, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Processos Tecnológicos e Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Norberto Aranha

**Sorocaba/SP
2021**

Ficha Catalográfica

Rampim Filho, Nelson
R148i A indústria 4.0 e as mudanças na formação de tecnólogos :
implantação do curso superior de tecnologia em manufatura avançada
na Fatec José Crespo Gonzales – Fatec Sorocaba SP / Nelson
Rampim Filho. – 2021.
90 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Norberto Aranha.
Dissertação (Mestrado em Processos Tecnológicos e
Ambientais) – Universidade de Sorocaba, Sorocaba, SP, 2021.

1. Inovações tecnológicas. 2. Universidades e faculdades. 3.
Aprendizagem ativa. 4. Faculdade de Tecnologia de Sorocaba –
Sorocaba/SP. I. Aranha, Norberto, orient. II. Universidade de
Sorocaba. III. Título.

Nelson Rampin Filho

**A INDÚSTRIA 4.0 E AS MUDANÇAS NA FORMAÇÃO DE TECNÓLOGOS:
IMPLANTAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUFATURA
AVANÇADA NA FATEC JOSÉ CRESPO GONZALES – FATEC SOROCABA-SP**

Dissertação aprovada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-
Graduação em Processos Tecnológicos e
Ambientais da Universidade de Sorocaba.

Aprovado em: __ / __ / ____.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Norberto Aranha
Universidade de Sorocaba

Prof. Dr. Adilson Rocha
Faculdade de Tecnologia de Sorocaba

Prof. Dr. Daniel Bertoli Gonçalves
Universidade de Sorocaba

Dedico este trabalho a todos os mestres e educandos que se empenham para construir um Brasil de oportunidades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família e amigos, pelo apoio incondicional. Em especial, à querida Wanir Pereira da Silva Betanho, à Cris Betanho e ao José Eduardo Fernandes (falecido em 19/9/2021) pela dedicação, estímulo constante e inspiração. À minha irmã, Marisa Rampim, pelo apoio e entendimento de minhas ausências.

Ao meu orientador, professor Norberto Aranha, pelos ensinamentos e dedicação, ampliando os meus horizontes.

À Fatec Sorocaba.

À Universidade de Sorocaba.

Agradeço aos que fizeram parte da minha banca: os professores Adilson Rocha, da Fatec Sorocaba, e Daniel Bertoli Gonçalves, da Universidade de Sorocaba.

A todos os professores do mestrado, por compartilharem seus conhecimentos. Agradeço também às secretárias do Programa de Pós-Graduação, Claudia Neres e Daniela Rosa, pela dedicação e comprometimento.

À Isabella Reis Pichiguelli, pelo apoio.

Ao Diretor da Fatec Sorocaba, professor Luiz Carlos Rosa, pelo apoio e autorização da pesquisa. E de semelhante modo, ao Coordenador do curso de Manufatura Avançada, Samuel Mendes Franco, pelo apoio dado durante a pesquisa.

Aos professores e alunos do curso de Manufatura Avançada, pela dedicação e comprometimento ao responderem os questionários, contribuindo significativamente para a realização deste trabalho de mestrado.

Aos Professores Antonio Garcia Netto e Lauro de Carvalho Oliveira, por compartilharem suas teses, utilizadas em minha dissertação.

Ao professor Waldemar Bonventi Jr., por compartilhar sua pesquisa publicada em artigo, utilizado em minha dissertação.

Ao professor Ricardo Sanctis, pelo estímulo e apoio com os alunos para responder ao questionário.

Ao amigo de turma de mestrado, Richardson K. Luz, pela disponibilização de sua tese de mestrado, utilizada em minha dissertação.

Nós agora já aceitamos o fato de que a aprendizagem é um processo necessário de acompanhamento de mudanças ao longo de uma vida. E a tarefa mais premente é ensinar as pessoas como aprender.
(Peter Drucker)

RESUMO

A Quarta Revolução Industrial foi um termo cunhado por Schwab (2016) para sinalizar como a nossa sociedade tende a convergir as tecnologias dos mundos digital, físico e biológico, de modo que não existam mais limites entre os setores e agentes do mundo que hoje conhecemos. Diante dessa que tem sido chamada de Quarta Revolução Industrial, atualmente em desenvolvimento, as instituições de ensino possuem o desafio de preparar os seus alunos para o mercado de trabalho e para o contexto da Indústria 4.0. Isso posto, o objetivo geral deste trabalho foi analisar a implantação do Curso de Tecnologia em Manufatura Avançada da Fatec José Crespo Gonzales em Sorocaba-SP, a partir da perspectiva dos alunos e dos professores desse curso. Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa tiveram caráter exploratório, com estudo de caso que envolveu questionários aplicados aos alunos e professores, aliados a levantamento bibliográfico. Os principais resultados apontam para conhecimentos que podem contribuir para identificar possibilidades de aproximação entre as instituições de ensino, em seus planejamentos para atender às novas demandas do mercado de trabalho, e os processos produtivos relativos a inovações tecnológicas, apontando, assim, possíveis aplicações didáticas para a área do ensino.

Palavras-chave: Processos Produtivos. Inovações Tecnológicas. Aplicações Didáticas.

ABSTRACT

The Fourth Industrial Revolution was a term coined by Schwab (2016) to signal how our society tends to converge technologies from the digital, physical and biological worlds, so that there are no longer boundaries between sectors and agents in the world we know today. Faced with what has been called the Fourth Industrial Revolution, currently in development, educational institutions have the challenge of preparing their students for the job market and for the context of Industry 4.0. That said, the general objective of this work was to analyze the implementation of the Technology Course on Advanced Manufacturing at Fatec José Crespo Gonzales in Sorocaba-SP, from the perspective of students and teachers of this course. The methodological procedures adopted in the research were exploratory, with case study that involved questionnaires applied to students and teachers, combined with a bibliographic survey. The main results point to knowledge that can contribute to identify possibilities of approximation between educational institutions, in their plans to meet the new demands of the job market, and the production processes related to technological innovations, thus pointing to possible didactic applications for the teaching area.

Keywords: Productive Processes. Technological Innovations. Didactic Applications.

LISTA DE FIGURAS, QUADROS E GRÁFICOS

Gráfico 1. Visão geral dos Segmentos x Porte de empresas.....	23
Quadro 1. Competências por componente curricular do Curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba-SP.....	35
Quadro 1. Competências por componente curricular do Curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba-SP (continuação).....	36
Quadro 1. Competências por componente curricular do Curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba-SP (conclusão).....	36
Figura 1. Disciplinas do Curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba-SP por Blocos Temáticos e Saberes	38
Gráfico 2. Atendimento da Grade Curricular às demandas da Indústria 4.0.....	39
Quadro 2. Respostas dos professores à pergunta 1	39
Quadro 3. Respostas dos professores à pergunta 2	40
Gráfico 3. Atendimento da Grade Curricular às demandas da Indústria 4.0.....	41
Quadro 4. Respostas dos professores à pergunta 3	41
Quadro 5. Respostas dos professores à pergunta 4	42
Quadro 6. Respostas dos professores à pergunta 5	43
Quadro 7. Respostas dos professores à pergunta 6	44
Quadro 8. Respostas dos professores à pergunta 7	45
Quadro 9. Respostas dos alunos da Turma 1 à pergunta 1.....	48
Quadro 10. Respostas dos alunos da Turma 2 à pergunta 1.....	49
Quadro 11. Respostas dos alunos da Turma 3 à pergunta 1.....	49
Gráfico 4. Atendimento do curso às expectativas dos alunos – Turma 1.....	50
Gráfico 5. Atendimento do curso às expectativas dos alunos – Turma 2.....	51
Gráfico 6. Atendimento do curso às expectativas dos alunos – Turma 3.....	52
Gráfico 7. Atendimento do curso às expectativas – Todas as turmas	53
Gráfico 8. Atendimento das disciplinas às expectativas dos alunos – Turma 1.....	54
Gráfico 9. Atendimento das disciplinas às expectativas dos alunos – Turma 2.....	55
Gráfico 10. Atendimento das disciplinas às expectativas dos alunos – Turma 3.....	55
Gráfico 11. Atendimento das disciplinas às expectativas dos alunos – Todas as turmas.....	56
Gráfico 12. Atendimento das metodologias às expectativas dos alunos – Turma 1.....	57
Gráfico 13. Atendimento das metodologias às expectativas dos alunos – Turma 2.....	58
Gráfico 14. Atendimento das metodologias às expectativas dos alunos – Turma 3.....	59

Gráfico 15. Atendimento das metodologias às expectativas dos alunos – Todas as turmas ...	60
Gráfico 16. Atendimento dos critérios de avaliação às expectativas dos alunos – Turma 1 ...	61
Gráfico 17. Atendimento dos critérios de avaliação às expectativas dos alunos – Turma 2 ...	62
Gráfico 18. Atendimento dos critérios de avaliação às expectativas dos alunos – Turma 3 ...	63
Gráfico 19. Atendimento dos critérios de avaliação às expectativas dos alunos – Todas as turmas	64
Gráfico 20. Atendimento dos eventos/palestras/visitas às expectativas dos alunos – Turma 1	65
Gráfico 21. Atendimento dos eventos/palestras/visitas às expectativas dos alunos – Turma 2	66
Gráfico 22. Atendimento dos eventos/palestras/visitas às expectativas dos alunos – Turma 3	66
Gráfico 23. Atendimento dos eventos/palestras/visitas às expectativas dos alunos – Todas as turmas	67
Gráfico 24. Diferenciação quanto a cursos tradicionais de outra área – Turma 1	68
Gráfico 25. Diferenciação quanto a cursos tradicionais de outra área – Turma 2	69
Gráfico 26. Diferenciação quanto a cursos tradicionais de outra área – Turma 3	70
Gráfico 27. Diferenciação quanto a cursos tradicionais de outra área – Todas as turmas	71
Gráfico 28. Grau de satisfação quanto ao curso – Turma 1	71
Gráfico 29. Grau de satisfação quanto ao curso – Turma 2	72
Gráfico 30. Grau de satisfação quanto ao curso – Turma 3	73
Gráfico 31. Grau de satisfação quanto ao curso – Todas as turmas	73
Gráfico 32. Probabilidade de indicação do curso a outras pessoas – Turma 1	75
Gráfico 33. Probabilidade de indicação do curso a outras pessoas – Turma 2	75
Gráfico 34. Probabilidade de indicação do curso a outras pessoas – Turma 3	76
Gráfico 35. Probabilidade de indicação do curso a outras pessoas – Todas as turmas	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABG ou TBL	Aprendizagem Baseada em Grupos ou, em inglês, <i>Team Based Learning</i>
ABP ou PBL	Aprendizagem Baseada em Problemas ou, em inglês, <i>Problem Based Learning</i>
AGV	<i>Automated Guided Vehicle</i> – Veículo Autoguiado
AMR	<i>Autonomous Mobile Robot</i> – Robô Móvel Autônomo
APL	Arranjo Produtivo Local
CAD	Desenho assistido por computador ou <i>Computer aided design</i>
CEETEPS	Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
CET4.0	Centro de Excelência em Tecnologia 4.0
CMCTI	Conselho Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação
CPS	Centro Paula Souza
CESU	Unidade de Ensino Superior de Graduação
ETEC	Escola Técnica
FATEC	Faculdade de Tecnologia
FDM	<i>Fused Deposition Modeling</i> - Deposição por Material Fundido
ICIM	<i>Laboratório</i>
IES	Instituições de Ensino Superior
IoT	Internet das Coisas
LPA	Lógica de Programação para Arduínos
MA ou AM	Manufatura Aditiva ou, em inglês, Additive Manufacturing
NEPTInd 4.0	Núcleo de Estudos e Pesquisa em Indústria 4.0
<i>Pcp</i>	<i>Planejamento e controle de produção</i>
PPC	Projeto Pedagógico do Curso
PTS	Parque Tecnológico de Sorocaba
RJI	Regime de Jornada Integral
RMS	Região Metropolitana de Sorocaba
TDIC	Tecnologia Digital de Informação e Comunicação
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivos	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	15
1.2	Procedimentos metodológicos	15
2	INDÚSTRIA 4.0	17
2.1	Os nove pilares da Indústria 4.0	18
2.2	Cenário da Indústria 4.0 em Sorocaba-SP	22
3	METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO	25
3.1	Técnicas de metodologias ativas	26
3.2	Exemplos de aplicação das Metodologias Ativas no curso de Manufatura Avançada na Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”	28
3.2.1	AGV (<i>automated guided vehicle</i>)	28
3.2.2	Projeto de monitoramento industrial de água	29
4	IMPLANTAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUFATURA AVANÇADA NA FATEC-SOROCABA “JOSÉ CRESPO GONZALES”	31
4.1	Histórico da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”	31
4.2	Histórico do curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”	33
4.3	Competências do curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”	35
4.4	Grade curricular do curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”	37
5	PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES SOBRE O CURSO DE MANUFATURA AVANÇADA DA FATEC SOROCABA “JOSÉ CRESPO GONZALES”	39
6	PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE O CURSO DE MANUFATURA AVANÇADA DA FATEC SOROCABA “JOSÉ CRESPO GONZALES”	47
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
	REFERÊNCIAS	81
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PROFESSORES	85
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ALUNOS	86

1 INTRODUÇÃO

A humanidade passou por três revoluções industriais, atribuídas à evolução e transformação de dois vetores: tecnologia e organização social (SILVA *et al.*, 2018).

A primeira revolução industrial teve início em 1760 na Inglaterra, marcada pela “substituição progressiva dos métodos artesanais por máquinas e ferramentas, pela exploração do carvão como energia alternativa à madeira e outros biocombustíveis e pelo uso crescente da energia a vapor” (COSTA, 2017, p. 5).

A segunda revolução industrial teve início no princípio do século XX, e teve como características “a descoberta de novas fontes de energia, produção em massa e meios de comunicação, como o rádio” (OLIVEIRA; SIMÕES, 2017, p. 2).

A terceira revolução industrial iniciou na década de 60 do século XX, com a automação e a robotização, e teve, quanto à sua organização social, “bases estabelecidas na década anterior, com o plano Marshall, que gerou o fluxo de investimentos que impulsionou a inovação nesta revolução” (BARBOSA; BAISSO; ALMEIDA, 2018, p. 4).

Já a Quarta Revolução Industrial é um termo cunhado por Klaus Schwab para identificar o atual momento, mais especificamente a partir da virada do século XX para o século XXI, e tem como base a revolução digital.

Neste novo cenário que a Indústria 4.0 inaugura, destaca-se a necessidade premente de capacitar profissionais que saibam compreender o mercado e fazer uso de novas tecnologias para adaptar o sistema produtivo à demanda do consumidor final, chegando ao estágio de desenvolver produtos personalizados, atuando na inteligência sustentável do produto e projeto, reduzindo perdas, otimizando tempo e sistemas autossustentáveis, a fim de fomentar o crescimento dessa área e proporcionar a empresas, startups e setor público a possibilidade de implementar soluções com mão de obra qualificada (GABRIELLI; SILVA; MARQUESONE, 2018).

Segundo o “Relatório de Cadastros Econômicos Ativos por Ramo de Atividade”, que se encontra no site da prefeitura de Sorocaba, constavam mais de 160 ramos de atividades e 928 empresas registradas na cidade em 20 de maio de 2019. Entre essas, há 55 empresas de grande porte (principalmente do setor automotivo), sendo que 69,05% estão dentro do conceito indústria 4.0, e 33 de médio porte (segmento de máquinas) em que 41,52% se encaixam no conceito de indústria 4.0. No entanto, observa-se que a maioria delas deseja melhorar seus produtos e processos, utilizando as ferramentas desse atual momento da indústria.

Além disso, Sorocaba-SP tornou-se polo de uma região metropolitana, cujo parque empresarial vem se diversificando e atraindo investimentos, justificando a criação de um Parque Tecnológico para desenvolvimento de pesquisas e inovações (SECOM, 2020).

Diante desse panorama da cidade de Sorocaba-SP, as instituições de ensino possuem muitos desafios, considerando aplicações de novas didáticas/metodologias, além da construção de itinerários de conteúdos tecnológicos e de espaços físicos necessários para o desenvolvimento dos estudos adequados às novas demandas do século XXI.

Da mesma forma, as instituições educacionais precisarão desenvolver laboratórios de experimentação para aplicar práticas de inovação com seus estudantes. Especificamente, nos artigos identificados, na revisão integrativa de literatura, observaram-se relatos de experiências, em projetos europeus, com envolvimento de universidades, governo e empresas privadas. Esses projetos desenvolvem o financiamento à pesquisa e à inovação envolvendo estes três agentes, e, conseqüentemente, beneficiando a sociedade (ALARCON *et al.*, 2018, p. 5).

Outro desafio é a atualização das matrizes curriculares. De acordo com a Lei n. 9.394, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, é responsabilidade das instituições de ensino, em todos os níveis, a elaboração de seus projetos pedagógicos. Um dos requisitos, para tanto, encontra-se no § 2º: “A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social” (BRASIL, 1996). Assim, uma vez que a Indústria 4.0 altera o mundo do trabalho, incluindo as inovações tecnológicas do mundo digital e a prática social (trabalho essencialmente cooperativo, baseado em equipe), fica evidente a demanda das instituições de ensino por atualizações em seus projetos pedagógicos, em resposta a essas transformações.

Em vista do exposto, as perguntas que nortearam esta pesquisa foram: quais as demandas, em termos curriculares e infraestruturais, consideradas pela Fatec “José Crespo Gonzales”, de Sorocaba- SP, na organização e implantação do Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada? Quais os resultados alcançados? E quais os resultados alcançados, se levada em consideração especificamente a visão dos professores e dos discentes do curso?

Assim, são partes deste trabalho uma conceituação sucinta da indústria 4.0 e das metodologias ativas no desenvolvimento do processo ensino/aprendizagem nessa área, para justificar e descrever a implantação do curso de Manufatura Avançada da FATEC Sorocaba e seu projeto curricular. Para tanto, foram aplicados questionários a professores e alunos do referido curso, para compreender a percepção desses importantes atores de tal processo, a fim de contribuir na identificação de possibilidades de aproximação entre a instituição de ensino e as empresas, para atender às novas demandas do mercado de trabalho, além dos processos produtivos relativos a inovações tecnológicas e suas possíveis aplicações na área didática.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Fazer uma leitura sobre a implantação do Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada da Fatec “José Crespo Gonzales” em Sorocaba-SP, a partir da perspectiva dos professores e dos alunos.

1.1.2 Objetivos específicos

a) Identificar e descrever as principais demandas técnicas e educacionais da Quarta Revolução Industrial.

b) Identificar como tais demandas influenciaram no processo de implantação do curso de Tecnologia em Manufatura Avançada (FATEC “José Crespo Gonzales” – Sorocaba/SP), em termos curriculares e infraestruturais, voltados às metodologias de ensino e de suporte ao curso.

c) Identificar a percepção dos professores quanto às características do curso de Tecnologia em Manufatura Avançada (FATEC “José Crespo Gonzales” – Sorocaba/SP).

d) Identificar a percepção dos alunos quanto às características do curso de Tecnologia em Manufatura Avançada (FATEC “José Crespo Gonzales” – Sorocaba/SP).

1.2 Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa se configura como um estudo de caso. Yin (2010) afirma que o objetivo do pesquisador que utiliza o método do estudo de caso é expandir e generalizar teorias (generalização analítica), e não enumerar frequências (generalização estatística). A expansão e generalização de teorias são úteis para refletir sobre os impactos da Indústria 4.0 na formação de Tecnólogos.

Quanto à abordagem, a pesquisa é qualitativa, posto que procurou interpretar particularidades das percepções dos indivíduos. De acordo com Oliveira (2001), as pesquisas que utilizam a abordagem qualitativa possuem a facilidade de poder descrever a complexidade de uma determinada hipótese ou problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos experimentados por grupos sociais, apresentar contribuições no processo de mudança, criação ou formação de opiniões de determinado grupo. Minayo

(1994) afirma que a abordagem qualitativa se aprofunda no mundo dos significados das ações e relações humanas em um lado não perceptível e não captável das equações, médias e estatísticas. Entretanto, o autor afirma que o conjunto de dados quantitativos e qualitativos não se opõem; pelo contrário, complementam-se, pois a realidade abrangida por eles interage, dinamicamente.

Como estratégias para o desenvolvimento da pesquisa, buscou-se realizar levantamento documental, principalmente pelo aprofundamento da análise do Projeto Político Pedagógico do curso de Tecnologia em Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba e aplicar questionários aos professores e alunos para coletar informações sobre as experiências e percepções do público envolvido nas mudanças tecnológicas propostas.

A aplicação de questionários aos professores e alunos do curso de Tecnologia em Manufatura Avançada (Apêndices A e B) foi realizada entre agosto de 2018 a setembro de 2019, para analisar as percepções de ambos os grupos sobre a organização do curso e seus resultados na formação de futuros profissionais. No caso dos alunos, responderam à pesquisa os discentes entrantes das turmas 1 (2018-2), 2 (2019-1) e 3 (2019-2). Questionários para o corpo docente e discente foram construídos na plataforma *Google Forms* e disponibilizados por meio de links de acesso, garantindo a confidencialidade das informações.

Os dados da aplicação dos questionários e da análise documental foram articulados com a pesquisa bibliográfica realizada durante todo o processo de estudo do curso.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: nas seções 2 e 3, é apresentada a fundamentação teórica que norteia o trabalho. Na seção 4, a implantação do Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada da FATEC “José Crespo Gonzales” - Sorocaba. Na seção 5, apresenta-se a percepção dos professores sobre o Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada da FATEC “José Crespo Gonzales” e, na seção 6, são relatadas as percepções dos alunos relativas ao citado curso, com análise de resultados, entrecruzando as percepções dos dois grupos do processo. Por fim, nas considerações finais, buscou-se descrever como a Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales” está se envolvendo na preparação de tecnólogos para atuar no cenário da Indústria 4.0.

2 INDÚSTRIA 4.0

Nesta seção, são tratadas as transformações causadas pela nova lógica produtiva advinda da integração dos processos analógicos e digitais e a necessária adaptação dos processos de ensino e aprendizagem para formar tecnólogos aptos a esse novo ambiente.

Para começar a compreender melhor os desafios e contextos apresentados pela Indústria 4.0, é preciso apontar que esta se caracteriza por “uma internet mais ubíqua e móvel, por sensores menores e mais poderosos que se tornaram mais baratos e pela inteligência artificial e aprendizagem automática (ou aprendizado de máquina)” (SCHWAB, 2016, p. 16).

O termo Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez na Feira de Hannover, Alemanha, edição de 2011, para falar sobre as transformações causadas por uma nova lógica produtiva, envolvendo uma total integração dos processos da indústria convencional à tecnologia digital (TARTAROTTI; SIRTORI; LARENTIS, 2018).

Para Schwab (2016, p. 16):

A quarta revolução industrial, no entanto, não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos.

Dessa forma, as discussões em torno da quarta revolução industrial apontam para “uma convergência capaz de gerar uma nova organização social”, na qual uma sociedade 4.0 emerge, “formada pela Indústria 4.0, a Saúde 4.0, o Hospital 4.0, a Cidade 4.0, enfim, todos os setores e agentes do mundo que conhecemos, numa versão transformada pelo fim dos limites entre esses mundos” (BARBOSA; BAISSO; ALMEIDA, 2018, p. 7).

No entanto, nessa era dos sistemas cyber-físicos, em pleno século XXI, o mundo vive a transição entre a Sociedade 4.0 e a Sociedade 5.0, que deve ultrapassar os objetivos da Indústria 4.0. Esta – usando as interações digitais entre máquinas e sistemas, os sensores inteligentes, a internet das coisas, redes na nuvem – busca aumentar a produtividade, reduzir recursos e desperdícios, além de tornar os processos mais inteligentes, pois são monitorados e analisados em cada uma de suas etapas. “Mas não se limita à manufatura, a versão 4.0 aplica-se a todos os processos envolvidos, ou seja, cadeia de fornecedores, manufatura, chão de fábrica e gestão” (ANDRADE, 2020, p. 10). Porém, as máquinas estão no centro das atenções. Já a expressão Sociedade 5.0 surgiu no Japão:

Dentro dessa perspectiva de evolução humana aliada à tecnológica, a Sociedade 5.0 começa o seu processo de desenvolvimento. O conceito dessa nova sociedade deu-se pela agência Cabinet Office, chefiada pelo Primeiro-Ministro do Japão, em 2016 no 5º Plano Básico de Ciência e Tecnologia, que ocorreu neste mesmo país (RODRIGUES; ARANHA, 2020, p. 797).

Assim, o modelo proposto, Sociedade 5.0, é aquele em que a tecnologia esteja totalmente a serviço do ser humano, na busca de qualidade de vida, aliando os processos tecnológicos com a qualidade de vida, propondo uma conectividade entre o homem e os sistemas inteligentes na resolução de problemas de toda ordem.

Nesse cenário, tudo estará conectado e deve atender ao humano. Segundo Andrade (2020, p. 11), “a sociedade precisará ser adaptável à diversidade, inclusive nas novas formas de trabalho. Conectividade, imaginação e criatividade são as palavras-chave para essa nova jornada da humanidade”. Dessa maneira, a Sociedade 5.0:

Apresenta termos como agricultura inteligente e comida inteligente (biotecnologia), desenvolvimento de sistemas de alerta e monitoramento de doenças, de sistemas de e-learning, de sistemas de energia limpa com uso de smart grids, estudo das mudanças climáticas com simulações com computadores de alta performance, utilização de sensores remotos para monitorar e gerenciar qualidade de água, florestas, degradação de terras, biodiversidade, desenvolvimento de smart cities, etc. É a ficção científica tornando-se realidade de forma silenciosa, mas com a disciplina e determinação japonesas, despertando o mundo para um novo paradigma. O mundo está atento a essa proposta, prova disso é que o tema tem sido discutido pelo Fórum Econômico Mundial WEF (2018), inclusive em DAVOS/2019 (ANDRADE, 2020, p. 12)

No entanto, conforme Merluzzi (2018 *apud* ANDRADE, 2020, p. 10):

[...] no Brasil, por enquanto, somente as grandes multinacionais estão efetivamente entrando no ambiente 4.0, pois trazem parte da evolução de suas matrizes. Não há financiamento acessível, muito menos plano governamental que proporcione previsibilidade para a Indústria Nacional.

Nesse cenário, em que o município de Sorocaba atraiu a instalação de grandes empresas, já com uso da tecnologia 4.0, estabelecendo uma rede de fornecedores que precisam se adaptar aos novos processos produtivos, faz-se necessário compreender e assimilar os conceitos que os sustentam.

2.1 Os nove pilares da Indústria 4.0

No contexto da Indústria 4.0, existem nove pilares que sustentam o seu conceito: 1) Robôs autônomos; 2) Simulação; 3) Realidade Aumentada; 4) Integração de Sistemas; 5)

Manufatura Aditiva; 6) Cibersegurança; 7) Nuvem; 8) Internet das Coisas; e 9) Big Data (LORENZ *et al.*, 2015).

I- Robôs autônomos - isso significa a capacidade de um robô trabalhar sem a supervisão humana, agindo de forma inteligente, cooperativa e autônoma.

A robótica colaborativa permite que humanos e robôs compartilhem um único espaço de trabalho, um complementando as aptidões do outro. Já os autônomos podem atuar em ambientes estruturados, com o uso de sistemas tipo visão de máquina, digitalização da imagem e Inteligência Artificial. Ambos são previstos por Schwab (2016; 2018) na Quarta Revolução Industrial (GARCIA NETTO, 2020, p. 40).

Os robôs autônomos executam atividades através da captação de dados do ambiente, realizam sua automanutenção, mudam de posição e substituem o homem em áreas de trabalho com risco de acidente e insalubres. Conseguem adquirir novas habilidades, interagem com outras máquinas e realizam tarefas de forma mais segura e rápida, sem a intervenção humana, resultando em segurança, aumento da produtividade e redução de custos.

Já os robôs colaborativos, também chamados de Cobots, são adequados aos trabalhos da robótica autônoma da Indústria 4.0. Conforme Chu (2019 *apud* GARCIA NETTO, 2020, p. 55):

Os Cobots possuem uma estrutura técnica que envolvem uma variedade de entradas sensoriais, em particular dados de sinais visuais, auditivos e tácteis, podem modificar suas ações com o ambiente e tem a habilidade de manipulação adaptativa de objetos. Além disso, devem ser capazes de auxiliar os humanos nas tarefas altamente precisas, e o mais importante é que tenham a capacidade de aprender com os humanos.

II- Simulação - envolve o ambiente virtual e máquinas, produtos, processos e pessoas. Faz uso de dados do mundo físico. Toda a cadeia de criação pode ser simulada.

A simulação na Indústria 4.0 faz parte da rotina nos processos produtivos, na qual o mundo virtual se compõe com o mundo físico, possibilitando executar intervenções de customização ou melhoria, para uma melhor performance do produto, além de otimização do set up, arranjo físico adequado ao processo, redução de custo e melhoria da qualidade (AHMAD, 2017).

Na simulação, são utilizados softwares específicos e é criado um gêmeo digital, um espaço normal de produção, analisando as possíveis falhas, prevendo as ações a serem tomadas, baseadas em dados confiáveis e sem a necessidade de primeiro instalar e depois colher os dados.

III- Realidade aumentada - permite interações entre o mundo real e virtual. Essa tecnologia é de grande utilidade para aplicações na medicina e educação, entre outras áreas profissionais.

O equipamento utilizado para a realidade aumentada são óculos específicos, que podem ser utilizados de diversas formas, como, por exemplo, para a manutenção de máquinas. O sistema envia informações em tempo real para dispositivos que estão conectados à internet. A tecnologia proporciona, dessa maneira, a diminuição de erros e facilita o trabalho dos colaboradores (SILTORI, 2020).

IV- Integração de sistemas - podem ser definidos basicamente como sistemas de Tecnologia da Informação (TI), interligados nas empresas e fora delas.

Constitui-se em um sistema físico-cibernético, que promove a integração entre todos os computadores e processos de uma empresa, garantindo uma performance maior na produção, além de mais controle para garantir o melhor atendimento ao cliente (LEE, 2008).

Portanto, a indústria 4.0 traz consigo um grande potencial: fábricas inteligentes, integradas com a engenharia de processos, que são capazes de atender às mudanças na produção feitas de última hora e possuem a habilidade de responder de forma flexível e ágil às discontinuidades e possíveis falhas causadas por fornecedores, por exemplo (WANG *et al.*, 2016).

Como os processos são diversos e envolvem diferentes agentes em uma fábrica, o conceito de integração alinhado à indústria 4.0 foi dividido em integração horizontal, que diz respeito a toda a cadeia produtiva, desde fornecedores até os clientes; e integração vertical, que responde a todas as funções a serem desenvolvidas dentro da fábrica (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

V- Manufatura aditiva - chamada também de impressão 3D é utilizada em larga escala para a produção de pequenos lotes de peças customizadas.

De acordo com Barbosa *et. al.* (2018, p. 96):

A impressão 3 D, também chamada de manufatura aditiva, MA (ou, em inglês, *Aditive Manufacturing* – AM), é um conjunto de tecnologias que utiliza a deposição de camadas de material para formar objetos. Trata-se do oposto da manufatura subtrativa, na qual o material é removido de um bloco até que a forma desejada seja obtida.

Existem diversas tecnologias de impressão 3D, no entanto, sua escolha depende da aplicação do material que será fabricado, das propriedades mecânicas e das exigências em relação à aparência. Um exemplo existente, entre cerca de quatorze principais sistemas de impressão 3D, é o FDM.

Tal sistema - FDM – *Fused Deposition Modeling* (Deposição por Material Fundido) – serve para aplicação em diferentes polímeros termoplásticos. O filamento termoplástico é depositado em uma plataforma através de um bico extrusor. Primeiro, ele faz o contorno da peça e depois a preenche. Após cada camada pronta, o bico sobe alguns milímetros para iniciar o seguinte (MONTEIRO, 2015).

VI- Cibersegurança - faz referência à proteção de dados e sistemas das ameaças cibernéticas.

Baseados na literatura de Wang *et al.* (2016), Afonso *et al.* (2019, p. 6) explicam que “criptografia e autorização, mecanismos utilizados nas aplicações da Indústria 4.0, não são suficientes para garantir a segurança cibernética, mesmo softwares mais conhecidos apresentam brechas. Por isso novos mecanismos precisam ser desenvolvidos”.

Diante das tecnologias utilizadas pela Indústria 4.0, da integração de sistemas complexos e com a automação e robôs no ambiente de manufatura, a proteção de dados torna-se uma preocupação constante.

VII- Nuvem - refere-se, na indústria 4.0, à performance das tecnologias em nuvem correspondente à otimização pelo aumento da capacidade da velocidade de processamento. É possível afirmar que “computação em nuvem pode fornecer uma infraestrutura virtual para os usuários de computador que integra dispositivos de monitorização, de armazenamento, ferramentas de análise e plataformas de visualização” (AFONSO *et al.*, 2019, p. 6).

VIII- Internet das Coisas – IoT - responde pelo funcionamento de tudo, de modo inteligente e conectado à internet. Sensores são conectados e geram dados que são analisados, aumentando a capacidade de tomada de decisão em tempo real.

A respeito da origem do conceito da Internet das Coisas, esse termo “foi criado em 1999 por Kevin Ashton, do MIT Auto-Id laboratory, em uma apresentação na qual ele visava chamar a atenção para soluções de automação, envolvendo computação e autoidentificação de produtos de consumo” (SEIXAS; CASOTTI; MAIA, 2018, p. 59).

Para Schwab (2016), existirão um trilhão de sensores conectados à internet até 2025, com muitos benefícios a partir da tecnologia IoT, tais como termostato inteligente para controle de temperatura, possibilidade de manutenção remota, controle de poluição, gerenciamento de estoques, entre outros.

IX- Big Data - refere-se à capacidade de coletar, organizar e analisar enormes quantidades de dados de fontes diversas. Sua aplicação otimiza a qualidade da produção, economiza energia e melhora o desempenho do equipamento.

De acordo com Siltori (2020, p. 26):

O termo Big Data se classifica em quatro importantes aspectos sendo eles: veracidade, variedade, volume e velocidade. A veracidade se refere a quão verdadeira é a informação. A variedade se refere ao formato dos dados computados, a velocidade ilustra a rapidez que as informações podem ser encontradas e por fim, o volume é a quantidade de dados para serem analisados ao longo do tempo na organização.

Todos esses nove pilares da Indústria 4.0 já têm gerado impactos nos setores produtivos das cidades brasileiras, inclusive, no município de desenvolvimento deste trabalho: Sorocaba, no Estado de São Paulo (SECOM, 2020; LUZ, 2020).

2.2 Cenário da Indústria 4.0 em Sorocaba-SP

Para abordar o cenário da Indústria 4.0 na cidade de Sorocaba-SP, utilizou-se como amparo o estudo realizado por Luz (2020). Nesse estudo, a fonte utilizada para o levantamento das empresas que atuam no município foi o Relatório de Cadastros Econômicos Ativos por Ramo de Atividade, que pode ser encontrado no site da Prefeitura de Sorocaba e onde constavam, em 20 de maio de 2019, mais de 160 ramos de atividades e 928 empresas registradas. Foram selecionadas 55 empresas de grande porte e 33 de médio porte, segundo critérios de enquadramento pertinentes considerados no levantamento.

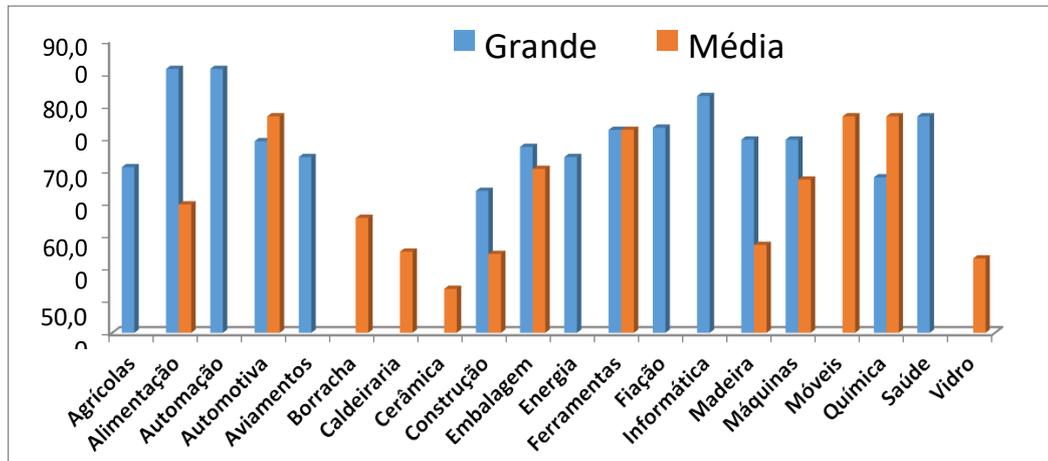
Tais critérios se referem à utilização dos conceitos da Indústria 4.0: Processamento de dados na produção; Comunicação de máquinas para máquinas; Produção da empresa conectada em rede; Infraestrutura de TIC na produção; Interfaces homem-máquina (IHC); Eficiência com pequenos lotes.

Entre os resultados desse estudo, tem-se o seguinte relato:

Com a ferramenta TOOLBOX 4.0 de Princípios Orientadores adaptada foi possível identificar que algumas das empresas de Sorocaba estão alinhadas com o conceito de Indústria 4.0 e trilhando o caminho do desenvolvimento. Observa-se que a maioria das empresas almejam a implementação deste conceito e outras seguem com falta de investimentos no seu parque para atingir os índices satisfatórios para implementação das áreas mínimas necessárias para uma empresa ser considerada indústria 4.0. A média dos percentuais das Grandes Empresas está 61,05 % dentro do conceito da indústria 4.0, segundo a ferramenta utilizada e para as Médias empresas estão 41,52 %. Referente ao porte como Grandes Empresas, o maior percentual dentro do conceito da Indústria 4.0 é do segmento Automotivo com 89,58%, e referente a Médias Empresas é do segmento de Máquinas com 79,17 %. Os segmentos com menores índices percentuais no conceito da Indústria 4.0 na cidade de Sorocaba das Grandes Empresas são as da Área de Construção e das Médias Empresas é do segmento de Cerâmica (LUZ, 2020, p. 83).

Ainda no trabalho de Luz (2020) é possível obter uma noção a respeito da distribuição das áreas citadas acima, de acordo com a classificação entre médias ou grandes empresas, como pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1. Visão geral dos Segmentos x Porte de empresas



Fonte: Luz (2020).

Esse gráfico representa um dos resultados do estudo realizado por Luz (2020) para apresentar o panorama da Indústria 4.0 na cidade de Sorocaba-SP. No eixo X – horizontal, estão colocados os segmentos industriais em ordem alfabética, identificando em cada segmento as empresas de grande e médio porte. No eixo Y – vertical estão colocados, de baixo para cima e em ordem crescente a partir de zero, os percentuais que representam o alinhamento de cada segmento em relação aos conceitos de Indústria 4.0, o que foi realizado através da ferramenta TOOLBOX 4.0 que indica os princípios orientadores.

Observa-se que as melhores marcas são, principalmente, dos segmentos de Alimentação, Automotivo, Embalagens, Ferramentas, Fiação, Informática, Madeira, Máquinas, Químicas e Saúde, sendo que a média de alinhamento à Indústria 4.0 está em 61,05% para as grandes empresas, enquanto as médias empresas têm percentual de 41,52%.

Os estudos também apontam que o maior percentual de alinhamento ao conceito de Indústria 4.0, entre as grandes empresas, é do segmento Automotivo (com 89,58%). Já em relação às médias empresas, o maior percentual nesse quesito é do segmento de Máquinas (com 79,17%).

Em função dos conceitos da Indústria 4.0 e do cenário favorável em que se encontra a região, fica claro que é preciso preparar os profissionais para atuar neste contexto. Fica evidente, dessa forma, que essas tecnologias têm impacto no futuro das profissões e na educação. Conforme Ades e Barbosa (2018, p. 237):

Diante de um cenário de completa transformação, com a incorporação de novos métodos de trabalho, tecnologias em rede e redes de negócios, novas alternativas em processos produtivos, nanotecnologia, biotecnologia, inteligência artificial, internet das coisas, associados a contextos de transformação social, com redesenhos das estruturas familiares, ocorrência acentuada de conflitos sociais, políticos e religiosos, é de se prever que também a educação deverá sofrer transformações radicais. Transformações estas muito mais relacionadas ao entendimento dos novos perfis de pessoas/profissionais, desta vez com alto nível de conectividade, emergência de inúmeras possibilidades de profissões e com realidade da migração entre profissões durante a trajetória profissional.

Diante do exposto, vê-se que se trata de um desafio para a educação, principalmente porque as escolas precisam adaptar suas matrizes de ensino, ao que se adiciona outro fator, pois nesse contexto as atenções devem ser voltadas para as metodologias ativas de ensino, tratadas na seção a seguir, que são capazes de desenvolver competências de busca de conhecimentos (aprender a aprender), além de trabalhar as competências socioemocionais, indispensáveis nesse ambiente de transformações sociais e de trabalho colaborativo, em constante transformação.

3 METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO

Para abordar a necessidade atual das metodologias ativas no ensino tecnológico/engenharia, é preciso pontuar, em primeiro lugar, que a aprendizagem é um processo ativo e social que ocorre melhor em ambientes centrados no aluno, nos quais os professores assumem papéis facilitadores para orientar os alunos em indagações significativas, de forma que as atividades construtoras de conhecimento são balanceadas com o uso sensato da prática orientada e da instrução direta (SANDHOLTZ; RINGSTAFF; DWYER, 1997).

Novas competências, como as habilidades de colaborar, reconhecer e analisar problemas com sistemas, além de adquirir e utilizar grandes quantidades de informação e de aplicar a tecnologia na solução de problemas do mundo real, são resultados valorizados nesse processo educacional.

De acordo com Bardini e Spalding (2017, p. 49):

A necessidade de inclusão e atualização da metodologia de ensino nas engenharias é evidente, uma vez que o recurso pedagógico mais utilizado é a repetição das mesmas aulas que os próprios docentes assistiram quando alunos. Soma-se a isto a nova geração de discentes, a chamada Geração Z, em que a quantidade de informações disponível é imensa e a velocidade em que são oferecidas é muito alta.

Existe, assim, a necessidade de quebrar paradigmas no ensino nas áreas de tecnologia, de forma a mudar a maneira de dar aulas, por exemplo, usando as metodologias ativas, ou seja: o professor sai da situação de detentor exclusivo do conhecimento, tornando-se mediador, facilitador do processo ensino/aprendizagem, e o aluno participa como protagonista, agente principal de seu aprendizado.

O objetivo de utilizar metodologias ativas é despertar o interesse dos estudantes, integrando-os no processo ensino aprendizagem, bem como manter o docente ativo na criação das condições para que o conhecimento aconteça efetivamente, possibilitando também desenvolver uma maior autonomia dos estudantes.

Para isso, a inclusão de novas metodologias de ensino deve considerar a vinculação a cada uma das disciplinas, podendo ser diferentes para cada uma delas. O professor poderá, ainda, decidir qual metodologia aplicar em função do conteúdo, portanto, sua escolha – bem como dos recursos tecnológicos a serem utilizados – são fundamentais para o sucesso da implantação das metodologias ativas de ensino.

3.1 Técnicas de metodologias ativas

Alguns exemplos de Metodologias Ativas de Ensino que podem ser citadas são: Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP); Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP); Estudo de Caso; Sala Invertida; e Aprendizagem Baseada em Grupos (ABG). A seguir, serão comentados brevemente cada uma delas, destacando suas principais características e apresentando, em linhas gerais, a maneira como são aplicadas.

I- Na Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP), o foco está em trabalhar com temas próximos da realidade dos alunos, motivando-os a aprender, contextualizando e construindo, nesse processo, algo que propiciará o desenvolvimento de competências, habilidades e aprendizagem colaborativa (MORAN, 2018).

Cabe ao professor mediar o conhecimento a ser construído e orientar todo o processo a partir do conhecimento do currículo escolar, bem como se aproximar dos alunos, procurando entender seus interesses e dificuldades.

Os alunos, por sua vez, ficam encarregados do envolvimento no processo com responsabilidade, colaborando no planejamento e cronograma do projeto, com o professor e equipe. Ficará responsável por buscar e analisar informações, colaborando de forma criativa com os conhecimentos pertinentes ao projeto.

Os recursos tecnológicos e locais, além da sala de aula, com equipamentos e materiais, vão depender da natureza do projeto.

II- Na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) – chamada em inglês de *Problem Based Learning* (PBL) – o foco da aprendizagem está na busca de soluções para um determinado problema, de preferência real e contextualizado na formação e aplicação na vida profissional.

Cabe ao professor mediar as argumentações e construções dos alunos, criar situações de aprendizagem com os demais professores e facilitar o processo de aprendizagem do trabalho em grupo (CERQUEIRA, GUIMARÃES, NORONHA, 2016).

Assim, o papel do aluno como protagonista do processo de aprendizagem está associado à definição de seus problemas de estudo com o professor. Será necessário saber trabalhar em equipe para melhor contribuir no processo. Os recursos tecnológicos e os locais de estudo, a exemplo de uma biblioteca, deverão ser adequados aos objetivos de cada momento (SOUZA, DOURADO, 2015).

III- Já no Estudo de Caso, o foco de aprendizagem está relacionado à capacidade de análise, entendimento e construção de argumentos a partir de casos concretos, ao mesmo tempo em que está trabalhando a teoria (SERRA; VIEIRA, 2006).

Por isso, o papel do professor está em estimular a participação dos alunos, mediar o debate para casos previamente selecionados, organizar, não deixar sair do foco do estudo e provocar para que surjam diferentes pontos de vista (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018).

Nesse caso, o papel do aluno está relacionado em saber ouvir, assumir posição, apresentar argumentos, empregar a teoria e ser responsável pela aplicação do método. Quanto aos recursos e tecnologias, devem ser adequados à investigação, como quadro para registros, sala em formato apropriado, materiais de referência para estudo e laboratórios de informática para pesquisa.

IV- Outra metodologia ativa é Sala Invertida – chamada em inglês de *Flipped Classroom* – cujo foco da aprendizagem deve ser resultante de um processo interativo entre as modalidades presencial e virtual.

Nesse modelo, os alunos passam a pesquisar e absorver conteúdos em suas casas ou em qualquer outro lugar que tenha acesso à internet e, posteriormente, usam esses conhecimentos para desenvolvimento de atividades na sala de aula presencial, momento em que o professor pode detectar suas dúvidas e dificuldades (BERGMAN; SAMS, 2018).

Por um lado, cabe ao professor preparar o material, gerar vídeos e orientar a partir dos vídeos assistidos pelos alunos em casa. Além disso, o professor deve interagir com os alunos nas aulas presenciais, estimular a aprendizagem e ficar atento aos alunos que porventura apresentem maior dificuldade.

Por outro lado, ao aluno cabe assumir o papel principal em seu processo de aprendizagem, o que inclui assistir aos vídeos e materiais preparados pelo professor, realizar apresentações dos trabalhos e tirar dúvidas com o professor.

Os recursos tecnológicos devem englobar, portanto, vídeos gravados pelo professor, websites ou servidores para disponibilizar conteúdos e vídeos.

V- Também há a Aprendizagem Baseada em Grupos – conhecida em inglês como *Team Based Learning* (TBL) – é uma metodologia desenvolvida na década de 1970 por Larry Michaelsen que pode ser aplicada tanto para grupos com mais de 100 estudantes, quanto para turmas menores, de 25 alunos, por exemplo (BOLELLO *et al.*, 2014).

Para tanto, cabe ao professor a preparação prévia para as atividades em classe, com material devidamente selecionado e enviado; mas é tarefa do discente organizar a formação de

grupos, por exemplo, de 5 a 7 estudantes, escolhidos aleatoriamente. Cabe ao aluno, por sua vez, a preparação prévia para as atividades em classe, com o material indicado pelo professor.

3.2 Exemplos de aplicação das Metodologias Ativas no curso de Manufatura Avançada na Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”

A seguir, são apresentados exemplos do emprego dessas metodologias no curso de Manufatura Avançada: o projeto AGV e a aplicação da metodologia PBL em projeto de monitoramento industrial da água.

3.2.1 AGV (*automated guided vehicle*)

O AGV foi desenvolvido em parceria firmada entre a empresa do ramo logístico Flash Courier e a Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”, tendo por objetivo projetar e construir um veículo autoguiado para transportar um objeto com cerca de 40 kg de um ponto a outro.

Os alunos Adriana Aparecida Santos de Oliveira, Luciano da Silva, Rickelme Gabriel Dias e Thiago Souza Castellani, do sexto semestre do Curso Superior de Tecnologia de Manufatura Avançada, estão participando em um projeto de desenvolvimento de um AGV (Veículo Guiado por Sensores). O projeto faz parte das atividades do Núcleo de Estudo e Pesquisa em Automação e Robótica da Fatec Sorocaba, teve início em 2019 e foi idealizado pelos professores, Antonio Garcia Netto e Samuel Mendes Franco em parceria com a empresa Flash Courier, de São Bernardo do Campo (ALUNOS, 2021).

Este projeto iniciou-se no primeiro semestre de 2019, quando a equipe se encontrava cursando o 2º semestre do curso de Manufatura Avançada (o que significa que os integrantes fazem parte da turma 1, entrevistada para essa dissertação). O projeto integra o pilar Robôs Autônomos da Indústria 4.0, conceito que deu origem ao curso, sendo realizadas algumas pesquisas de programação e sensoriamento, para que o produto do projeto se torne um AMR (*Autonomous Mobile Robot* – Robô Móvel Autônomo). Além do conceito do pilar Robôs Autônomos, nesse projeto também foram utilizados os conceitos dos pilares da Indústria 4.0: Simulações, Manufatura Aditiva, Integração de Sistemas e, com o desenvolvimento dos estudos, o grupo avançou também nos conceitos do pilar Internet das Coisas (IoT).

O projeto foi desenvolvido por cinco alunos, sendo que quatro deles foram contratados como estagiários pela empresa e um como apoio. Devido à pandemia, os alunos contratados desenvolveram o projeto em suas próprias casas. Os alunos do grupo constituíram uma empresa como *start up*, com o nome de “Startam”, e foram responsáveis por uma encomenda de 10

unidades AGVs com prazo para julho de 2021, quando também concluíram o Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada.

O professor e coordenador do curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”, Samuel Franco, afirmou que o projeto do AGV “é um exemplo de utilização das metodologias ativas de aprendizado, aplicando os conceitos da Indústria 4.0” (ALUNOS, 2021).

3.2.2 Projeto de monitoramento industrial de água

O projeto de monitoramento industrial de água utilizou a metodologia ativa PBL, na disciplina de “CAE - Fluidos e energia”, do 4º período do curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”. Segundo o professor do curso, Waldemar Bonventi:

O objetivo foi projetar e desenvolver um protótipo de baixo custo em baixa escala que controle e monitore o consumo de água simulando uma instalação industrial, utilizando componentes de microeletrônica (plataforma Arduino, bomba de aquário, sensor de fluxo e módulo de transmissão WiFi) (BONVENTI, 2021, p. 1).

O desenvolvimento deste projeto resultou em um artigo apresentado no “III Fórum Metodologias Ativas”, promovido pelo CPS (Centro Paula Souza, maio/2021), no qual o professor relata a experiência no referido curso:

Um dos requisitos muito discutidos atualmente é a inserção do estudante como ente ativo no aprendizado. Neste contexto, têm sido propostas as Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem, em que uma das mais discutidas é a *Problem Based Learning* – PBL (LEAL, MIRANDA, CASANOVA, 2017). O período em que o estudante se gradua em Tecnologia é uma grande oportunidade para praticar esse processo de percepção de problemas, proposta e implementação de soluções, mediado pelo professor, cujo papel no ambiente ensino-aprendizado se torna mais importante (BONVENTI, 2021, p. 1).

A importância deste projeto também se insere no âmbito da questão ambiental, pois a água é um insumo vital, tanto para os seres humanos quanto para os processos industriais. Conforme relata o citado professor:

Tal proposta se mostra muito pertinente no momento, sobretudo com o sancionamento do projeto de lei sobre o Marco Legal do Saneamento Básico (BRASIL, 2020) no qual a iniciativa privada participará na prestação de serviços de saneamento. É crucial a responsabilidade das empresas, notadamente as indústrias, que têm na água um dos insumos essenciais para o desenvolvimento dos seus processos produtivos. Em um estudo de caso recente, houve a redução de até 70% do consumo de água em um processo que a deixa contaminada com metais (FAUSTINO, 2016). Assim, a educação tecnológica permeia não apenas o domínio das habilidades exigidas para o futuro tecnólogo,

mas também as questões de sustentabilidade ambiental (BONVENTI, 2021, p. 1).

Mesmo com a dificuldade da pandemia da Covid-19, foi possível implementar o projeto de forma remota, usando as TDICs (Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação), um desafio para professores e estudantes:

Embora os estudantes tenham demonstrado grande interesse em participar do projeto no formato de aulas remotas, houve dificuldades em acompanhar e reproduzir alguns detalhes simples da implementação, que normalmente são resolvidos em laboratório diante do professor ou técnico instrutor (auxiliar docente) (BONVENTI, 2021, p. 8).

Conforme exposto nesta seção, a Indústria 4.0 apresenta um cenário de muitas mudanças no mercado de trabalho, que demandam também mudanças (para as quais foram apresentados acima alguns caminhos possíveis) nos processos de ensino e aprendizagem para aqueles que pretendem formar ou ser profissionais nessa área de atuação econômica.

A seguir, na seção 4, é apresentado de que forma essas demandas de transformação foram trabalhadas pela FATEC Sorocaba “José Crespo Gonzales”, por meio da implementação do Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada, a fim de prosseguir no alcance dos objetivos delimitados para esta dissertação.

4 IMPLANTAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUFATURA AVANÇADA NA FATEC-SOROCABA “JOSÉ CRESPO GONZALES”

Esta seção apresenta a Fatec “José Crespo Gonzales”, situada no município de Sorocaba (SP), e o processo decisório que levou à implantação do curso superior em Manufatura Avançada, objeto desta pesquisa.

4.1 Histórico da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”

Em um espaço de 174.000 m², incluindo 20.000 m² de Mata Atlântica, um dos últimos remanescentes deste tipo de vegetação em toda a cidade, a Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales” (assim denominada desde 2011) atualmente tem área construída de 9456 m², incluindo salas de aula, laboratórios, oficinas, biblioteca, administração, cantina, vestiários, manutenção, portaria e laboratório de ideias. Atualmente, a unidade soma mais de 2,7 mil alunos matriculados.

De 1971 até 1973, a Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales” funcionou nas instalações das oficinas e salas de aulas onde, desde 1982, funciona agora a denominada Etec Rubens de Faria e Souza, na Av. Comendador Pereira Inácio, 190 – Jd. Vergueiro. A partir de 1973, o endereço do Campus da Fatec Sorocaba passou a ser a Av. Eng. Carlos Reinaldo Mendes, 2015 – Alto Boa Vista. Em 20 de maio de 2021, a Fatec Sorocaba fez 51 anos, sendo a primeira unidade de ensino superior tecnológico do Estado de São Paulo. Atualmente, existem 73 Fatecs no Estado de São Paulo, distribuídas em 67 municípios paulistas, administradas pelo CEETEPS (Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza), atendendo a mais de 94.0000 alunos, matriculados em 85 cursos de graduação tecnológica.

Em 20 de maio de 1970, pelo decreto Lei n. 243 no governo estadual de Roberto Costa de Abreu Sodré é criada a Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, que tem, segundo decreto, a função de organizar e manter cursos de curta duração, destinados a proporcionar formação profissional tecnológica de nível superior, correspondente às necessidades e características do mercado de trabalho. Em 22 de março de 1971, o decreto federal N. 68.374 autorizava o funcionamento da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba com o Curso Técnico Superior de Oficinas (OLIVEIRA, 2014, p. 16).

São seus cursos atuais: Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Eletrônica Automotiva, Fabricação Mecânica, Gestão Empresarial EAD, Manufatura Avançada, Gestão da Qualidade, Logística, Processos Metalúrgicos, Polímeros, Projetos Mecânicos e Sistemas Biomédicos.

Em 30 de janeiro de 1976, o Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” (CEETEPS), autarquia estadual criada para gerir o ensino superior de tecnologia no Estado de São Paulo, passa à condição de autarquia de regime especial, ficando o CEETEPS associado e vinculado à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita” – UNESP, criada na mesma data por força de lei, vínculo que perdura até os dias atuais (OLIVEIRA, 2014, p. 17).

O órgão que coordena as ações das Faculdades de Tecnologia do Centro Paula Souza é a CESU, Unidade de Ensino Superior de Graduação.

A Congregação da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba “José Crespo Gonzales” é o seu órgão colegiado máximo, com autoridade para atuar em diversos aspectos da vida acadêmica, como: verificar os resultados da faculdade e propor medidas para o contínuo aperfeiçoamento do ensino; elaborar o regimento interno da faculdade; aprovar os regimentos de cada coordenadoria e Câmara de Ensino; aprovar normas para assuntos da vida acadêmica; aprovar normas gerais para a elaboração do calendário escolar.

A Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales” desenvolve pesquisa e projetos com professores em RJI – Regime de Jornada Integral – e também através dos Núcleos de Estudos e Pesquisa, alocados nas coordenadorias ou respondendo à diretoria, como no caso do NEPTInd4.0 – Núcleo de Estudos e Pesquisa em Indústria 4.0 – tendo impacto em todas as coordenadorias.

O NEPTInd4.0 – Núcleo de Pesquisas Avançadas – tem como finalidade: ser autônomo e inovador, convergindo a pesquisa às necessidades acadêmicas, profissionais e empresariais; atuar de maneira orgânica com o assunto Indústria 4.0, suas decorrências e as oportunidades, em consonância com as necessidades regionais da cidade de Sorocaba; atuar de maneira sistêmica com os demais núcleos do CPS (Centro Paula Souza) e a FATEC Sorocaba “José Crespo Gonzales”, bem como com o CMCTI – Conselho Municipal de Ciência, Tecnologia e Inovação – e com o CET4.0 – Centro de Excelência em Tecnologia 4.0, com funcionamento no PTS (Parque Tecnológico de Sorocaba).

O PTS - Parque Tecnológico de Sorocaba, é um espaço municipal que tem como objetivo disseminar a cultura da inovação e empreendedorismo para o desenvolvimento sustentável no Município de Sorocaba e região, por meio da articulação entre o poder público, IES (Instituições de Ensino Superior) e o setor empresarial, acelerando a transformação do conhecimento em riqueza.

Ressalte-se que o pesquisador desta dissertação de mestrado participou ativamente do processo de criação do CET4.0, seu planejamento e organização, desde o 2º semestre de 2020 até a inauguração em junho/2021, além de atuar no levantamento do grau de maturidade em

Indústria 4.0 e consultoria para as empresas de Sorocaba e RMS – Região Metropolitana de Sorocaba.

O objetivo geral do NEPTInd4.0 é pesquisar, conhecer e realizar, na esfera dos nove pilares da Indústria 4.0, visando à integração com as empresas locais, da região e APLs (Arranjos Produtivos Locais), entre FATECs e ETECs, sugerindo novos cursos, numa visão de mercado e de trabalho com planejamento para 10 anos.

Alguns eventos programados pelo NEPTInd4.0 foram realizados no PTS no período de 2018 a 2019:

a) V Workshop: Inovação, Educação e Aplicações dos 9 Pilares da Indústria 4.0. Data: 28/02/2018. Palestrantes: Professores da Fatec Sorocaba e representantes das empresas ABB, Festo e Siemens e do especialista Paulo Villiger.

b) VIII Workshop: O automóvel e a Indústria automobilística 4.0. Data: 5/06/2019. Palestrantes: Mauricio Muramoto da VDI Brasil – Alemanha e representantes das empresas: Mercedes Benz, Staubli, Mitutoyo e BYD. Com exposição de projetos de alunos e professores (PARQUE, 2019).

c) IX Workshop: Integração de Tecnologias e aplicações na Indústria 4.0. Data: 6/11/2019. Palestrantes: Prof. Dr. José Roberto Castilho Piqueira – FDTE – Poli – USP, e representantes das empresas: Flex, Schaeffler, SKA, Verzani & Sandrini. Com exposição de projetos de alunos e professores (SECOM, 2019).

O Professor Nelson Rampim Filho, da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba, coordenou o IX Workshop sobre Integração de Tecnologias e Aplicações na Indústria 4.0, na última quarta-feira (06), no Parque Tecnológico de Sorocaba. O evento contou com palestras e a exposição de trabalhos de alunos, professores e empresas (PROFESSOR, 2019).

Essa movimentação indica a presença de condições objetivas para a criação e consolidação de um curso superior em Manufatura Avançada a partir da Fatec Sorocaba. Esse processo será descrito na próxima seção secundária.

4.2 Histórico do curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”

O curso de Manufatura Avançada surgiu a partir dos professores da Fatec Sorocaba, que compunham, na ocasião, o NEPTInd 4.0 que, no início de 2016, estavam procurando entender o que é a Indústria 4.0 (PPC, 2018). Encontraram no material de Lorenz *et al.* (2015) os nove pilares que sustentam o conceito. Foi a partir de então que a ideia de desenvolver um curso

passou a ser também um dos objetivos do núcleo, visando atender a uma demanda atual e futura, a partir da compreensão de que, com o surgimento da Quarta Revolução Industrial, assim como ocorreu com as revoluções anteriores, não há como retroagir: há mudanças que já estão ocorrendo e algumas que ainda surgirão.

À época, uma possibilidade levantada foi a de fazer pesquisa de mercado, o que foi descartado pelo custo e tempo envolvidos em um processo como esse. Então, foram realizados contatos com empresas de Sorocaba e região, principalmente com aquelas com as quais a FATEC desse município já mantinha um relacionamento há mais tempo. Essas empresas deram um parecer favorável à implantação do curso de Manufatura Avançada, pois as novas tecnologias estavam sendo implantadas e cada vez mais iriam necessitar de profissionais preparados, com novas posturas, o que serviu de orientação para desenvolver as habilidades e competências do PPC – Projeto Pedagógico do Curso (PPC, 2018). Nesse processo de elaboração do Projeto Pedagógico, foram adotadas as diretrizes bases definidas pelo Centro Paula Souza (CPS) – instituição que administra as FATECs do Estado de São Paulo – com relação às metodologias ativas, bem como quanto às avaliações por competência, baseadas no projeto integrador semestral.

Assim, observou-se que a demanda na cidade de Sorocaba-SP destaca-se pela presença de empresas de alta tecnologia, como: ABB (manufatura de motores, geradores, sistemas de acionamentos, eletrocentros e linhas de interruptores e tomadas); BOSCH (manufatura de peças para os sistemas de direção e suspensão automotivos); FLEX (manufatura e serviços eletrônicos); FIT (Instituto de Tecnologia); SCHAEFFLER (manufatura de produtos inovadores para a transmissão de veículos com motor de combustão interna e para veículos híbridos e elétricos); e TOYOTA (montadora de veículos com motor de combustão interna e híbridos elétricos, que envolve cerca de onze sistemistas em seu entorno e uma fábrica de motores em Porto Feliz)¹.

Por esse motivo, a área de atuação do profissional que o curso pretende formar é ampla e abrange a indústria como um todo em seus projetos, produtos e processos. Dentre as competências desse profissional, portanto, estão a aplicação de métodos para a resolução de problemas e para o desenvolvimento de produtos e processos de fabricação inovadores, bem como o emprego de conceitos e ferramentas de Manufatura Convencional e Avançada em situações concretas.

¹ Informações levantadas por meio de pesquisa no Google no mês de março de 2021.

4.3 Competências do curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”

A partir desse cenário, apresentam-se no Quadro 1 as competências que se pretende desenvolver em cada componente curricular do Curso de Manufatura Avançada (FATEC Sorocaba “José Crespo Gonzales”).

A respeito das competências que o curso de Manufatura Avançada da FATEC Sorocaba “José Crespo Gonzales” pretende desenvolver junto aos alunos, destacam-se os seguintes objetivos: alcançar maturidade e capacidade crítica para identificar problemas; e tomar decisões com base em planejamento e aplicação de ferramentas para encontrar as soluções que sejam mais produtivas, adequadas e de menor custo (PPC, 2018).

Quadro 2. Competências por componente curricular do Curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba-SP

Competências	Saberes
Analisar, identificar problemas e buscar alternativas de solução para a Manufatura de produtos. Desenvolver a capacidade prática de planejamento e a capacidade analítica para avaliar e registrar as informações relevantes para execução de projetos de Manufatura. Conhecer e aplicar as ferramentas da manufatura avançada em processos produtivos.	Desenvolvimento Integrado do Produto I Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Tecnologia Mecânica Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Desenho Técnico Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Lógica de Programação para Arduino Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Eletrônica Tópicos de Matemática Elementar Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Gestão de Carreira Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Fundamentos da Interpretação e Produção de Textos Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Inglês I
Identificar dispositivos e ferramentas disponíveis no mercado e buscar alternativas de solução para sua utilização na Manufatura de produtos. Avaliar a necessidade e viabilidade da automatização de processos de produção. Desenvolver dispositivos para automatização de processos e ferramentas de Manufatura.	Desenvolvimento Integrado do Produto II Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Big Data Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Desenho assistido por Computador Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Elementos de Máquinas Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Tecnologia dos Materiais Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Instrumentação e Medidas Elétricas Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Manufatura Aditiva Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Sistemas Mecânicos Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Inglês II

Quadro 3. Competências por componente curricular do Curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba-SP
(continuação)

<p>Desenvolver levantamento de requisitos de projetos. Mensurar, quantificar e especificar recursos materiais e humanos utilizados nos processos industriais de Manufatura. Elaborar instruções de trabalho e procedimentos utilizados na Manufatura de produtos. Elaborar e acompanhar o processo de montagem de produtos e avaliar condições para o aumento da qualidade e produtividade.</p>	<p>Desenvolvimento Integrado do Produto III Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Internet das Coisas Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Processos de Fabricação Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Metrologia Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Sistemas de Integração – Redes Industriais Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Segurança Cibernética Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Manufatura Assistida por Computador Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Inglês III</p>
<p>Promover a integração dos processos de Manufatura, utilizando ferramentas e tecnologias da Manufatura avançada. Desenvolver rotinas computacionais para realizar a comunicação entre diferentes ferramentas utilizadas na Manufatura de produtos. Conhecer tipos de células de manufatura e propor novas metodologias de layout Fabril. Verificar a viabilidade de aplicação de ferramentas e tecnologias de automatização do processo de montagem.</p>	<p>Desenvolvimento Integrado do Produto IV Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Simulação de Processo de Manufatura Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Manufatura Enxuta Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Nuvem Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - CAE: Fluídos e Energia Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Fundamentos de Resistência dos Materiais Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Sistemas Automatizados I Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Máquinas e Acionamentos Elétricos Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Cálculo Vetorial Aplicado Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Inglês IV</p>
<p>Aplicar as ferramentas e tecnologias da Manufatura avançada na busca para solução de problemas e soluções inovadoras para o processo de manufatura de produtos. Compreender o mercado e fazer uso de novas tecnologias para adaptar o sistema produtivo à demanda do consumidor final. Utilizar ferramentas de Manufatura avançada para o desenvolvimento de produtos personalizados.</p>	<p>Desenvolvimento Integrado do Produto V Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Projeto de Fábrica Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Sistemas Automatizados II 5º SEMESTRE Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Controle de Qualidade e Processos Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Marketing Pessoal Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Gestão de Equipe Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Metodologia da Pesquisa Científica e Tecnológica Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Inglês V</p>

Quadro 4. Competências por componente curricular do Curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba-SP
(conclusão)

<p>Propiciar a inovação de processos e produtos utilizando tecnologias da Manufatura avançada. Atuar na inteligência sustentável do produto e projeto, desenvolvendo produtos integrados com redução de perdas, otimização de tempo e sistemas autossustentáveis.</p>	<p>Desenvolvimento Integrado do Produto VI Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Integração CAD/CAM/CAE Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Realidade Aumentada Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Automação e Robótica Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Logística e cadeia de Suprimentos Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada – Gestão da Produção Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Meio Ambiente, Segurança e Sustentabilidade Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Gestão do Trabalho de Graduação Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Inglês VI</p>
---	---

Fonte: PPC (2018).

4.4 Grade curricular do curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba “José Crespo Gonzales”

Quanto às disciplinas do Curso de Manufatura Avançada da FATEC Sorocaba-SP, a Matriz Curricular (PPC, 2018) também faz uma exposição da estrutura do curso com todas as disciplinas separadas por blocos temáticos e por saberes.

Esses blocos temáticos, conforme é possível observar na Figura 1, que será apresentada a seguir, estão separados por cores, que representam: Desenvolvimento Integrado do Produto (verde), Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada I (cinza) e Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada (rosa).

Figura 5. Disciplinas do Curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba-SP por Blocos Temáticos e Saberes

1º semestre	2º semestre	3º semestre	4º semestre	5º semestre	6º semestre
Desenvolvimento Integrado do Produto I (4)	Desenvolvimento Integrado do Produto II (4)	Desenvolvimento Integrado do Produto III (4)	Desenvolvimento Integrado do Produto IV (4)	Desenvolvimento Integrado do Produto V (4)	Desenvolvimento Integrado do Produto VI (4)
Tecnologia Aplicada aMA - Tecnologia Mecânica (2)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Big Data (4)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Internet das Coisas (4)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Simulação de Processos de Manufatura (4)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Projeto de Fábrica (4)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Integração CAD/CAM/CAE (4)
Tecnologia Aplicada a MA - Desenho Técnico Mecânico (4)	Tecnologia Aplicada a MA - Desenho Assistido por Computador (2)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Processos de Fabricação (4)	Tecnologia Aplicada a MA - Manufatura Enxuta (2)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Sistemas Automatizados (4)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Realidade Aumentada (2)
Tecnologia Aplicada aMA - Lógica de Programação para Arduino (4)	Tecnologia Aplicada a MA - Elementos de Máquina (2)	Tecnologia Aplicada a MA - Tmetrologia (2)	Tecnologia Aplicada a MA - Nuvem (2)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - CAE Fluidos e o Energie (2)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Automação e Robótica (4)
Tecnologia Aplicada a MA - Eletrônica (2)	Tecnologia Aplicada a MA - Tecnologia dos Materiais (2)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada -Sistemas de Integração - Rodas Industriais (4)	Tecnologia Aplicada a MA - Resistência dos Materiais (2)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Controle de Qualidade de Processos (4)	Tecnologia Aplicada a MA - Logística e Cadeia de Suprimentos (2)
Multidisciplinar aplicada aMA - Tópicos de Matemática	Tecnologia Aplicada a MA - Manufatura Aditiva (2)	Tecnologia Aplicada a MA - Segurança Cibernética (2)	Tecnologia Aplicada a MA - Sistemas Automatizados (2)	Multidisciplinar aplicada aMA - Marketing Pessoal (2)	Multidisciplinar aplicada aMA - Fundamentos da Administração (2)
Multidisciplinar aplicada aMA - Gestão de Camera (2)	Tecnologia Aplicada à Manufatura Avançada - Instrumentação e Medidas Elétricas (4)	Tecnologia Aplicada a MA - Manufatura Assistida por Computador (2)	Tecnologia Aplicada a MA - Máquinas e Acionamentos Elétricos (2)	Multidisciplinar aplicada aMA - Getão de Equipe (2)	Multidisciplinar aplicada a MA - Meio Ambiente, Segurança e Sustentabilidade (2)
Multidisciplinar aplicada aMA - Fórum da interpretação o e	Multidisciplinar aplicada à Manufatura Avançada - Sistemas Mecânicos (2)	Multidisciplinar aplicada a Manufatura Avançada - Inglês III (2)	Multidisciplinar aplicada a MA - Cálculo Vetorial Aplicado (2)	Multidisciplinar aplicada aMA - Metod. da Pesq. Cient. - Technolog. (2)	Multidisciplinar aplicada aMA - Gestão do Trabalho e Graduação (2)
Multidisciplinar aplicada a Manufatura Avançada - Inglês I (2)	Multidisciplinar aplicada a Manufatura Avançada - Inglês II (2)	Multidisciplinar aplicada a Manufatura Avançada - Inglês IV (2)	Multidisciplinar aplicada a Manufatura Avançada - Inglês V (2)	Multidisciplinar aplicada a Manufatura Avançada - Inglês V (2)	Multidisciplinar aplicada a Manufatura Avançada - Inglês VI (2)

Fonte: Matriz Curricular do Curso de Manufatura Avançada da FATEC Sorocaba-SP (PPC, 2018).

A partir dessa grade de disciplinas, é possível observar que a trajetória do estudante em Manufatura Avançada contempla, durante os seis semestres do curso, o desenvolvimento de competências e habilidades tecnológicas, incluindo também as capacitações administrativas que envolvem o trabalho em equipe.

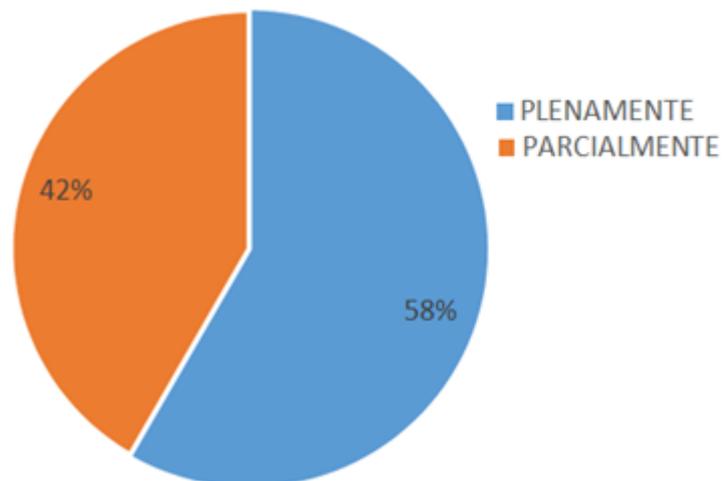
Considerando essas informações, segue-se para a apresentação e discussão dos resultados da pesquisa realizada com os professores e alunos do curso de Manufatura Avançada, no segundo semestre de 2019.

5 PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES SOBRE O CURSO DE MANUFATURA AVANÇADA DA FATEC SOROCABA “JOSÉ CRESPO GONZALES”

Nesta seção são apresentados os resultados dos questionários aplicados aos professores do curso em setembro de 2019. Foi realizada uma aplicação de questionários (Apêndice A), sendo que 12 responderam, de 18 profissionais) do curso Tecnologia em Manufatura Avançada, da FATEC José Crespo Gonzales em Sorocaba/SP.

A primeira pergunta - *No seu entendimento, a grade curricular do curso atende às necessidades requeridas pelas empresas em relação à Indústria 4.0?*- obteve 7 respostas que assinalaram a opção “plenamente”, e 5 respostas que assinalaram a opção “parcialmente” e nenhum “não atende”, conforme pode ser constatado no Gráfico 2.

Gráfico 6. Atendimento da Grade Curricular às demandas da Indústria 4.0



Fonte: Elaboração própria.

Os comentários de alguns dos professores, complementares a essa questão, estão no Quadro 2.

Quadro 7. Respostas dos professores à pergunta 1

1	<i>O curso foi elaborado a partir dos conceitos da Indústria 4.0.</i>
2	<i>Acredito que ela está boa, mas precisa de alguns acertos com o decorrer do curso.</i>
3	<i>Há necessidade de definir qual indústria (quais) e focar nesse segmento. Metal mecânico; polímero; eletrônicos etc</i>
4	<i>Faltam aulas para a linguagem multissemiótica.</i>

Fonte: Elaboração própria.

Sobre as respostas à primeira pergunta, bem como quanto aos comentários dos professores acerca dessa questão, observa-se, entre aqueles que consideram que a grade atende

plenamente às demandas, há um comentário que justifica a escolha desta opção: entendem que o curso foi elaborado a partir dos conceitos da indústria. Dos cinco professores que optaram pela alternativa “atende parcialmente”, houve três comentários que indicam necessidades de ajustes na grade curricular, tais como definir os ramos de atividade (pois há demandas diferentes) e inserir aulas para a abordagem de uma linguagem multisemiótica.

As respostas à pergunta 2 - *Cite duas mudanças ou sugestões que faria acerca da grade curricular do curso* - estão sintetizadas no Quadro 3.

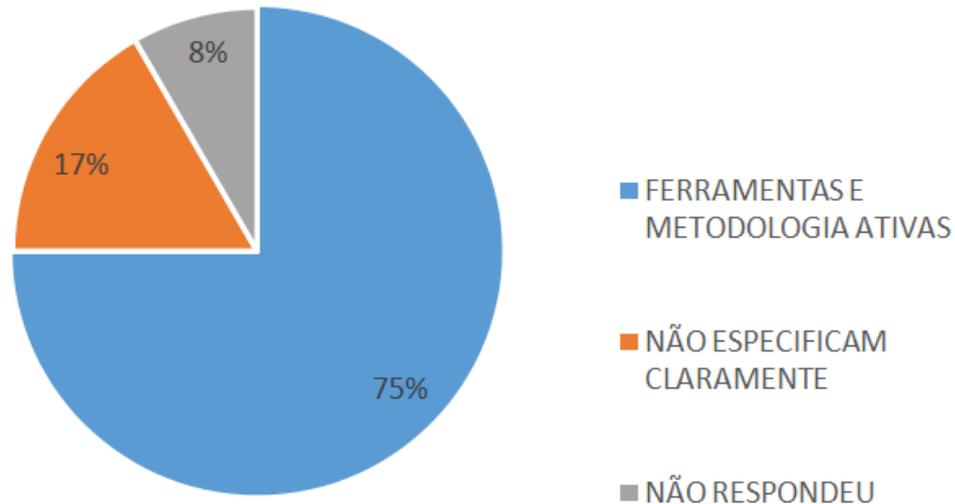
Quadro 8. Respostas dos professores à pergunta 2

1	<i>a) Maior integração das disciplinas com o desenvolvimento integrado de produto e entre os professores de cada semestre, realizando reuniões com maior frequência para discussão do andamento do curso. b) Realização de um treinamento mais intenso dos professores para conhecimento da técnica de metodologias ativas, presente no curso.</i>
2	<i>a) Inserir disciplinas de gestão 4.0. b) Aumentar a prática.</i>
3	<i>a) Acrescentaria uma carga horária maior à área de Matemática, por considerar que todos os componentes curriculares do curso utilizam a Matemática como ferramenta.</i>
4	<i>a) Inclusão de desenho CAD no 1º semestre. b) Inclusão de desenvolvimento e programação de Arduino no primeiro semestre. c) As disciplinas de projetos deveriam estar no segundo e terceiro semestres para que alguns alunos consigam acompanhar com melhor produtividade.</i>
5	<i>a) Acredito que, nas disciplinas básicas, a avaliação para competência seja um pouco falha. Eu aumentaria a porcentagem referente a avaliações, nesses casos. b) Reforço em todos os tipos de matérias (aulas desde o primeiro semestre).</i>
7	<i>a) Acrescentar três aulas em Fundamento de Interpretação de Texto.</i>
8	<i>a) Fabricação, Operações, no segundo semestre.</i>
9	<i>a) Aumento do número de aulas de eletrônica. b) Estrutura de laboratórios melhorada.</i>
10	<i>a) Colocaria uma disciplina de “Eletricidade Aplicada” (Básica), no primeiro semestre do curso.</i>

Fonte: Elaboração própria.

As respostas dos professores à pergunta 2 podem ser compreendidas da seguinte forma: as sugestões aparecem mais no sentido de proposta de ampliação de aulas e de adequações das disciplinas a treinamentos em metodologias ativas, além de aumento das aulas práticas, adequações do cronograma, bem como sugestões de replanejamentos das disciplinas.

Sobre a pergunta 3 - *Quais ferramentas e metodologia você utiliza em suas aulas?* - as respostas estão resumidas no Gráfico 3 e transcritas na íntegra no Quadro 4.

Gráfico 9. Atendimento da Grade Curricular às demandas da Indústria 4.0

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 10. Respostas dos professores à pergunta 3

1	<i>Nas minhas aulas trabalho com exposição/revisão de conceitos e metodologias ativas, integrando os alunos a um problema específico. Neste semestre, tivemos o desenvolvimento de um AGV e o conhecimento do laboratório ICIM.</i>
2	<i>Laboratório, metodologias ativas, exposição aberta.</i>
3	<i>Aulas expositivas com discussão dos conteúdos previamente discutidos com os alunos. Exercícios utilizando o suporte computacional da Khan Academy, o aplicativo PhotoMat.</i>
4	<i>Utilizo metodologias ativas e aplicações de seminário.</i>
5	<i>Projeto envolvendo modelagem 3D, conjuntos 3D e desenvolvimento 2D. Pesquisa e apresentação de quadro de elementos de máquinas.</i>
6	<i>Não respondeu.</i>
7	<i>Compartilhamento de conhecimento e arranjo físico das carteiras em formato de ilha.</i>
8	<i>Canva. Lucidpress. Aula invertida. Ensino híbrido.</i>
9	<i>Sala invertida. PBL. Kahoot. Debates. Avaliação por competências (planilha).</i>
10	<i>Uso sempre exemplos didáticos reais ligados a um projeto. Exemplos: robô, AGV, esteira rolante, guindaste, porta-container.</i>
11	<i>O tempo é extremamente curto (duas aulas semanais) para se passar uma boa percepção de eletrônica. Uso experiência profissional e a área para dar ênfase à aplicação.</i>
12	<i>Aulas expositivas e práticas, incentivando o aluno a aplicar os conhecimentos adquiridos na teoria no uso de instrumentos de medição. Trabalhos e lista de exercícios para casa; discussão em grupos de assuntos técnicos; incentivo na participação em palestras.</i>

Fonte: Elaboração própria.

Sobre as respostas à pergunta 3, como somente um professor não respondeu e outros dois não especificam com clareza as ferramentas e metodologias utilizadas, percebe-se que, de forma geral, os professores utilizam ferramentas atuais e apropriadas às suas disciplinas. Um dos professores chama a atenção para o tempo extremamente curto de duas aulas para eletrônica. Como na pergunta 2, houve sugestão de reunião com maior frequência para discussão do

andamento do curso, pois a troca de experiências em tais momentos poderia trazer benefícios no desenvolvimento do curso

As respostas à quarta pergunta - *Alguma experiência anterior com o ensino focado nos conceitos da Indústria 4.0?* - estão detalhadas no Quadro 5.

Quadro 11. Respostas dos professores à pergunta 4

1	<i>Na disciplina de Automação e Robótica, do curso de Fabricação Mecânica, são abordados temas da Indústria 4.0.</i>
2	<i>Não.</i>
3	<i>Não.</i>
4	<i>Sim, em algumas disciplinas.</i>
5	<i>Não.</i>
6	<i>Não respondeu.</i>
7	<i>Resolução de problema por um grupo.</i>
8	<i>Não.</i>
9	<i>Não.</i>
10	<i>Não, é a primeira vez no curso.</i>
11	<i>Não.</i>
12	<i>Experiência de, aproximadamente, 30 anos na atuação em indústrias de automação, incluindo sistemas supervisórios. Experiência acadêmica de 30 anos nas áreas de automação e energia.</i>

Fonte: Elaboração própria.

Com relação à quarta pergunta, as respostas dos professores indicam que a maioria (66,67%) não teve nenhuma experiência anterior no ensino de conceitos da Indústria 4.0. E mesmo entre os 33,33% que informaram alguma experiência prévia, esta não reflete os 9 pilares da Indústria 4.0.

Já a pergunta 5 indagou aos entrevistados - *Qual a sua opinião sobre metodologias ativas?* - As respostas estão detalhadas no Quadro 6.

Sobre os resultados da pergunta 5, observa-se que esse é um tema complexo que divide opiniões. No estudo em questão, as respostas ficaram entre “concordo” e “concordo parcialmente”. Não houve nenhuma resposta com opinião totalmente contrária à aplicação de metodologias ativas. Foram observadas restrições, tais como para disciplinas básicas e da necessidade de profissionais comprometidos, sem os quais fica-se sem a mediação, perdendo seu valor pedagógico.

Quadro 12. Respostas dos professores à pergunta 5

1	<i>Metodologia ativa sempre foi utilizada no ensino. Se considerarmos o início da Fatec, lembraremos que muitas aulas eram dadas a partir de problemas das indústrias. Dar exemplo de Tecnologia de Dispositivos sempre buscou problemas práticos para discussão em sala.</i>
2	<i>Ferramenta importante desde que bem aplicada.</i>
3	<i>Um modismo que ainda precisamos aprender a trabalhar como uma ferramenta para atender aos alunos da nova geração tecnológica. Mas também acredito que o aluno precisará da teoria para a resolução dos problemas que irá encontrar em sua vida profissional.</i>
4	<i>Extremamente importantes para serem aplicadas no ensino atual.</i>
5	<i>Conforme citei acima, acredito que tenha algumas restrições com relação a disciplinas básicas.</i>
6	<i>Muito bom, mas não deve ser generalizada.</i>
7	<i>Importante para a motivação desta nova geração de estudantes.</i>
8	<i>As metodologias necessitam de profissionais envolvidos, comprometidos e contextualizados, do contrário elas ficam sem mediação e perdem seu fator pedagógico.</i>
9	<i>Muito interessante.</i>
10	<i>Funcionam bem para algumas disciplinas, no entanto, seja com dificuldade seu uso para, por exemplo, Cálculo Integral Vetorial.</i>
11	<i>Teoria, ok! Prática ??</i>
12	<i>Ferramenta de apoio para maior envolvimento do aluno.</i>

Fonte: Elaboração própria.

Outro aspecto a ser observado é que há opinião de que tais metodologias descuram da teoria, focando apenas a prática. Por outro lado, há quem diga o contrário, apontando para a insuficiência da teoria sem a prática. Esse resultado indica a necessidade de treinamento e troca de experiências em relação à aplicação das metodologias ativas, indício que se reforça como um dos resultados dessa pesquisa, explicitado em resposta na questão 2: “*Realização de um treinamento mais intenso dos professores para conhecimento da técnica de metodologias ativas, presente no curso*”.

As respostas à pergunta 6 - *Os ambientes de aprendizagem são adequados para que haja o exercício de aplicação das competências em situações práticas?* - estão explicitadas, com comentários quando feitos, no Quadro 7.

Foram poucas as respostas comentadas à pergunta 6. Naquelas em que há comentários, a percepção é que, por estar no início, o curso receberá os investimentos e adaptações aos poucos. Tais respostas reforçam o que já foi indicado como uma tendência em perguntas anteriores, como na seguinte devolutiva da questão 2: “*Maior integração das disciplinas com o desenvolvimento integrado de produto e entre os professores de cada semestre, realizando reuniões com maior frequência para discussão do andamento do curso*”.

Quadro 13. Respostas dos professores à pergunta 6

1	<i>Parcialmente. Os ambientes ainda estão sendo adaptados a esse novo curso. Os laboratórios ainda estão sendo adequados.</i>
2	<i>Parcialmente.</i>
3	<i>Parcialmente.</i>
4	<i>Parcialmente. Faltam algumas mudanças.</i>
5	<i>Parcialmente.</i>
6	<i>Parcialmente. Estão sendo adaptados, para isso, faltam mais investimos por parte do Centro Paula Souza.</i>
7	<i>Parcialmente.</i>
8	<i>Parcialmente.</i>
9	<i>Parcialmente. Faltam ainda laboratórios específicos.</i>
10	<i>Parcialmente. Faltam equipamentos e infraestrutura.</i>
11	<i>Parcialmente.</i>
12	<i>Parcialmente.</i>

Fonte: Elaboração própria.

Sobre os resultados obtidos com a pergunta 7 – *Qual a sua percepção quanto ao aprendizado do aluno?* – observa-se que as justificativas dadas pelos professores que consideram *Insatisfatório* o aprendizado aberto estão relacionadas: às dificuldades de alunos (e professores) entenderem a metodologia de aprendizagem com foco no aluno; ao pouco interesse da maioria dos estudantes (o que leva à necessidade de aplicação de atividades que gerem maior interesse); e ao pouco conhecimento dos alunos, uma vez que este é necessário para absorver o conteúdo.

Aquelas respostas que consideram *Razoável* o aprendizado do aluno estão relacionadas à baixa qualidade do conhecimento geral dos ingressantes; à falta de equipamentos para realizar projetos práticos; ao desconhecimento dos alunos quanto aos novos conceitos de metodologias ativas e seu método de avaliação, pois não está claro a eles qual o seu papel no processo de ensino-aprendizagem; às salas heterogêneas com resultados distintos de aprendizagem, ou seja, os que já trazem uma boa base de conhecimento têm ótima aprendizagem, mas, no caso dos que não têm essa fundamentação, nota-se um comportamento desproporcional: se esforçam menos e o resultando é um desempenho menor e a aprendizagem apenas razoável; e, ainda, ao fato de ser prematura uma conclusão, pois o curso não formou nenhuma turma, até a finalização deste trabalho.

De maneira geral, o que se percebe são comentários que podem demandar capacitação para melhor assimilação de um novo conceito de ensino/aprendizagem, que atinge tanto professores quanto alunos, acostumados ao método tradicional.

Os resultados acima comentados podem ser observados no Quadro 8, a seguir.

Quadro 14. Respostas dos professores à pergunta 7

1	<i>Ainda é cedo para se ter uma conclusão, pois o curso ainda não formou nenhuma turma. Porém, percebe-se dois tipos de alunos, aqueles que se adequam a esse tipo de ensino e aqueles que não conseguem se adaptar. Estes ainda pedem matéria transmitida pelo professor no quadro, apostila para estudo e avaliação de matéria, ou seja, prova.</i>
2	<i>A percepção que tenho é de que, muitas vezes, nem alunos nem professores estão preparados para mudanças. A aprendizagem com foco no aluno tem que ter preparo. Os professores não conseguem assumir um papel de coadjuvante e os alunos vêm com o costume de esperar “tudo pronto” vindo do professor. Notei que os professores não fazem um fechamento, uma avaliação de aprendizagem ao final das atividades.</i>
3	<i>Como no ensino tradicional, existem aqueles que têm maior facilidade e também aqueles com maiores dificuldades. Os alunos enfrentam o mesmo problema que nós docentes, pois também precisam aprender como absorver os conteúdos nessa nova abordagem. Acho que tanto nós docentes como os discentes, com o passar do tempo, terão maiores facilidades com essa metodologia.</i>
4	<i>Alguns alunos têm dificuldade de acompanhar por falta de algum pré-requisito.</i>
5	<i>Como leciono para o segundo semestre, percebo que os alunos vêm do primeiro semestre sem o conhecimento necessário para absorver o conteúdo.</i>
6	<i>Alunos de origens diferentes, que resultam em salas heterogêneas, que resultam em ótimo aproveitamento de alguns e razoável de outros (o empenho deles é desproporcional; os que sabem mais aprendem mais e os que sabem menos se esforçam menos).</i>
7	<i>Percebo que o aprendizado por atividades práticas é mais atrativo para os alunos e os resultados são mais efetivos.</i>
8	<i>Aluno motivado, geralmente, se torna ativo no processo ensino-aprendizagem.</i>
9	<i>Moderno, vem ao encontro às necessidades do mundo atual.</i>
10	<i>Aprendizado classificado como regular, por efeito de alguns fatores relatados: a) baixa qualidade do conhecimento geral dos alunos ingressantes; b) falta de equipamentos para realizar os projetos práticos; c) infraestrutura ruim para ministrar aulas (internet, laboratórios, salas de aulas degradadas etc.). Não é ensinado para os alunos novos conceitos de metodologias ativas e sem método de avaliação. Deve existir um período no qual o aluno aprende como se colocar no novo modelo de aprendizado.</i>
11	<i>Acima da média de outros cursos.</i>
12	<i>Em sua maioria (70%) com pouco interesse e, portanto, temos que gerar atividades que gerem um interesse maior. A avaliação escrita ainda é uma ferramenta importante nesse processo.</i>

Fonte: Elaboração própria.

Porém, o método tradicional não desenvolve competências que permitem ao aluno adaptar-se às mudanças exigidas pela Indústria 4.0, tais como a necessidade de agir com protagonismo, autonomia e inteligência emocional (e social), numa cadeia produtiva que se caracteriza pelo processo de colaboração e criatividade, que até mesmo por isso exige a capacidade de “aprender a aprender”, de ambos os lados: docentes e discentes.

No artigo “Aplicação da metodologia PBL em projeto de monitoramento industrial da água”, o prof. Dr. Waldemar Bonventi Jr., do curso de Manufatura Avançada – Faculdade de Tecnologia “José Crespo Gonzales” – Sorocaba SP, no III Fórum de Metodologias Ativas,

do Centro Paula Souza (São Paulo – 2021), relata o desenvolvimento de um projeto baseado em PBL, onde mostra a dinâmica que envolve todos os atores desse processo de ensino/aprendizagem, com ganhos para os discentes, a instituição de ensino e empresas.

A turma mostrou-se bem madura e proativa, facilitando o trabalho de intermediação do professor. Os estudantes, embora estivessem no mesmo período do curso, tinham níveis de conhecimento e vivência diferenciados, mas isso estimulou bastante as discussões e a troca de conhecimentos. Foi percebida uma intensa socialização que estimulou também os mais tímidos. Os benefícios do trabalho em equipe com o entrosamento requerido ficaram bem evidentes. O professor também precisou se atualizar, em face aos questionamentos e tecnologias pesquisadas pelos estudantes (BONVENTI, 2021, p. 9).

Assim, há um esforço para adequar o curso ao ambiente da Indústria 4.0, inserindo-o num contexto de atualização de metodologias, com o propósito de melhor preparar os profissionais, unindo pedagogia e tecnologia, aplicando a sistemática do projeto integrador, que mobiliza e integra conhecimentos desenvolvidos nas diversas disciplinas do curso. Conforme diz Bonventi, em relação ao referido projeto:

Com isto, nesta disciplina ao longo do semestre, foi possível agregar conceitos de outras disciplinas, como sistemas elétricos, programação de sistemas, mecânica dos fluidos e comunicação industrial, além do aprendizado propiciado pelo problema proposto, monitorar o consumo de água. [...] Entende-se que o resultado mais importante foi a demonstração, por meio de um protótipo, de um ambiente industrial, onde um processo de utilização da água foi controlado e remotamente monitorado. Isso propiciou a integração pesquisa – universidade – empresa, por meio de um problema real trazido à discussão e busca de soluções (BONVENTI, 2021, p. 7-9).

Complementando as respostas dadas pelos professores, é apresentado, na seção seguinte, o resultado do questionário respondido pelos alunos.

6 PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE O CURSO DE MANUFATURA AVANÇADA DA FATEC SOROCABA “JOSÉ CRESPO GONZALES”

Foi realizada também uma aplicação de questionários aos alunos (Apêndice B) do Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada, da FATEC José Crespo Gonzales em Sorocaba/SP.

Uma vez que esta dissertação teve como foco a implantação do curso Superior de Manufatura Avançada a partir da perspectiva dos professores e alunos, a escolha foi aplicar o questionário às três primeiras turmas, já que o interesse recai justamente sobre este período inicial do citado curso. De 85 alunos, entre as três turmas, no 2º semestre de 2019, 45 (15 em cada turma) responderam às questões propostas nos questionários.

A partir da grade curricular, é possível avaliar o percurso das turmas que responderam ao questionário, que foi aplicado aos alunos dentro das salas de aulas em setembro/outubro de 2019, quando a primeira turma se encontrava no 3º semestre, enquanto a segunda turma estava no 2º semestre e havia uma terceira turma iniciando o 1º semestre – o que significa que essa terceira turma estava praticamente com apenas dois meses de vivência no curso.

Cada aluno recebeu uma folha com as perguntas nos horários normais de aula. Os questionários foram distribuídos após uma explicação dos motivos pelos quais suas respostas eram importantes, por meio de explicitação do contexto da pesquisa que esta dissertação apresenta. Também foi informado aos alunos que eles não precisavam se identificar. De uma forma geral, houve interesse dos discentes em responder às questões.

A primeira pergunta aplicada aos alunos foi: *Qual era a sua expectativa inicial, quando escolheu o curso de Manufatura Avançada?*. Todos os alunos da primeira turma (terceiro semestre) que estavam em sala de aula responderam à primeira questão sobre suas expectativas. De forma geral, as respostas indicam positivamente que as expectativas estavam sendo atendidas conforme o andamento do curso.

Essas expectativas estão, em sua maioria, associadas ao conhecimento de novas tecnologias e à repercussão do desenvolvimento da Indústria 4.0. Apenas um aluno relatou a falta de aulas práticas e a falta de melhor integração entre disciplinas.

As expectativas da segunda turma (segundo semestre) não são muito diferentes da primeira turma (terceiro semestre), ou seja, indicam vontade para aprender e desenvolver novas habilidades. Entretanto, já se nota que a percepção de alguns alunos se diferencia com relação às respostas observadas na primeira turma, pois indicam uma superação das expectativas, especificamente quanto à abertura de um leque de possibilidades proporcionado pelo Curso

Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada, que lhes ampliaria a empregabilidade no mercado de trabalho.

Os quadros 9, 10 e 11 permitem visualizar as respostas comentadas acima.

Quadro 15. Respostas dos alunos da Turma 1 à pergunta 1

1	<i>Minha principal expectativa ao iniciar o curso foi devido à grande repercussão do desenvolvimento da Indústria 4.0. Ao iniciar estávamos animados com os projetos a se realizarem e o princípio da metodologia ativa.</i>
2	<i>Obter conhecimento sobre novas tecnologias e processos.</i>
3	<i>Me inteirar e manipular novas tecnologias.</i>
4	<i>Grande.</i>
5	<i>Não respondeu.</i>
6	<i>Conhecimentos práticos em desenvolvimento de tecnologia Indústria 4.0.</i>
7	<i>Não respondeu.</i>
8	<i>Minha expectativa inicial era de um curso que abrangesse de forma integradora e prática todos os pilares da indústria 4.0, tendo em vista a atuação no mercado de trabalho futuro. Com um método de ensino diferenciado, exigindo mais do aluno, porém com suporte total dos professores, lembrando que os primeiros semestres deveriam abranger conhecimentos gerais para nivelar a turma e a partir do 3º semestre entrar nas disciplinas mais específicas.</i>
9	<i>Alta.</i>
10	<i>Acredito que o curso poderia ser mais dinâmico, além de que muitas partes do curso tendem a ser mais teóricas do que práticas (sendo que a oferta do curso seria o oposto), o que torna um pouco mais difícil de entender a aula, sendo necessário buscar a informação e a prática em outros meios fora da instituição, mas infelizmente nem tudo que perdemos de informação e experiência, por conta da aplicação errada da trilha de conhecimento pode ser conquistada por outros meios.</i>
11	<i>Maior integração entre as disciplinas.</i>
12	<i>Conhecer e aplicar novas tecnologias.</i>
13	<i>Ampliar o conhecimento nas tecnologias de manufatura.</i>
14	<i>Conhecer a aplicação das tecnologias que compõem a Indústria 4.0</i>
15	<i>Excelente.</i>

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 16. Respostas dos alunos da Turma 2 à pergunta 1

1	<i>Minha expectativa inicial, ao escolher o curso de Manufatura Avançada, foi explorar as tecnologias avançadas usadas na indústria atual, sabendo que uma nova revolução está acontecendo.</i>
2	<i>Obter experiência em uma área que está em ascensão no Brasil, que é a indústria 4.0.</i>
3	<i>Um curso inovador que mostraria coisas que nunca tinha visto antes.</i>
4	<i>Uma expectativa diferente da que estou tentando hoje, depois de quase 6 meses, antes pensava que eu poderia só trabalhar em indústria, mas tenho várias opções de onde trabalhar e com o que trabalhar.</i>
5	<i>Aprender sobre manufatura aditiva e novas tecnologias.</i>
6	<i>Muito grande.</i>
7	<i>Trabalhar com as novas tecnologias.</i>
8	<i>Minha expectativa era me aprofundar em conhecimentos na área de manufatura, pois trabalhava no Pcp. Mas o curso por competências me abriu novos horizontes e surpreendeu positivamente.</i>
9	<i>Esperava integração na indústria 4.0 e aulas práticas.</i>
10	<i>Estar em contato com a mais alta tecnologia. Além de estar participando desta 4ª revolução industrial.</i>
11	<i>Aprender novas tecnologias, e me preparar para o mercado de trabalho.</i>
12	<i>Entender melhor as novas tecnologias e conseguir fazer a integração para obter um processo mais rápido e eficiente.</i>
13	<i>Um curso focado em automação visando a nova indústria.</i>
14	<i>Grande expectativa.</i>
15	<i>Desenvolvimento de software.</i>

Fonte: Elaboração própria.

Quadro 17. Respostas dos alunos da Turma 3 à pergunta 1

1	<i>Tornar-me uma pessoa com habilidade tecnológica.</i>
2	<i>Poder já no primeiro semestre ter contato direto com a prática, não só a teoria.</i>
3	<i>Integração entre as matérias do curso e foco na prática.</i>
4	<i>Pesquisei sobre o curso antes de fazer a prova, pois assisti a uma matéria na TV TEM sobre o curso e a Indústria. Estou satisfeito com a minha escolha.</i>
5	<i>Adquirir conhecimento.</i>
6	<i>Um curso dinâmico, voltado 100% para a Indústria 4.0.</i>
7	<i>Achava que seria voltado para automação e robótica.</i>
8	<i>Atender diversas áreas da Tecnologia.</i>
9	<i>Aprendizado em robótica e sua integração na Indústria. Linguagem de programação. Gestão e desenvolvimento de tecnologia de Produção.</i>
10	<i>Era o que eu esperava.</i>
11	<i>Grande.</i>
12	<i>Não respondeu.</i>
13	<i>Não respondeu.</i>
14	<i>Não respondeu.</i>
15	<i>Expectativa única, pois a estrutura apresentada demonstra segurança e confiabilidade, além de demonstrar a capacidade da era tecnológica nas empresas.</i>

Fonte: Elaboração própria.

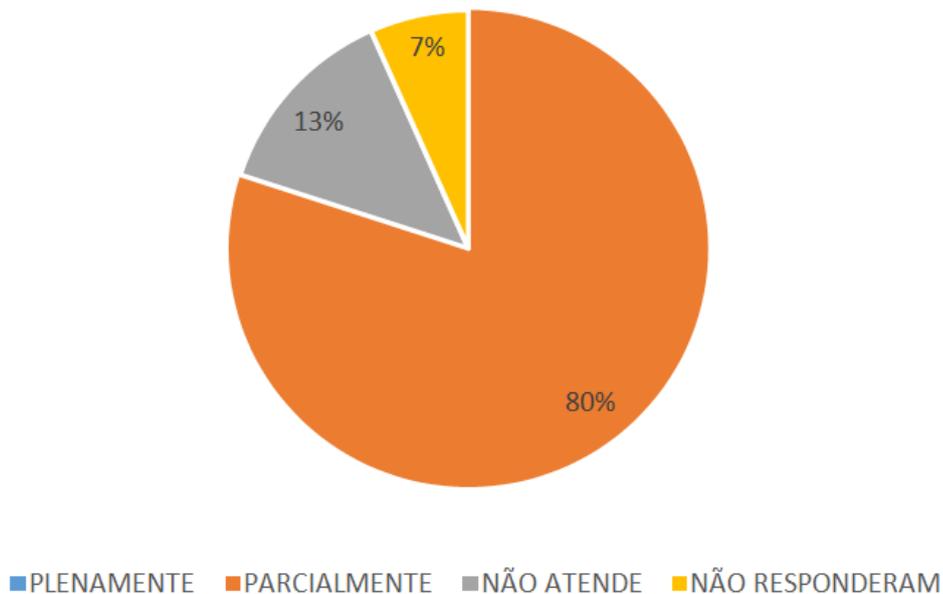
As respostas da terceira turma (primeiro semestre) não são muito diferentes das turmas um (terceiro semestre) e dois (segundo semestre). Existem os interessados em tecnologia de

robótica, automação e outras áreas. Mas se percebe também a confiabilidade inspirada pela instituição de ensino quanto à estrutura que esta proporciona em seu ambiente educacional.

Cotejando as três turmas, pode-se inferir que a expectativa é alta em relação à natureza do curso ligada à Indústria 4.0 (integração de disciplinas e aplicabilidade dos conhecimentos), o que faz com que os alunos vejam a possibilidade de serem mais interessantes para as empresas de alta tecnologia no mercado de trabalho.

Na sequência, são apresentados os gráficos 4, 5 e 6, que permitem visualizar as respostas de cada turma em relação ao segundo questionamento: *Nesse sentido, pode-se dizer que o curso atende: plenamente, parcialmente, não atende (por qual razão?)*.

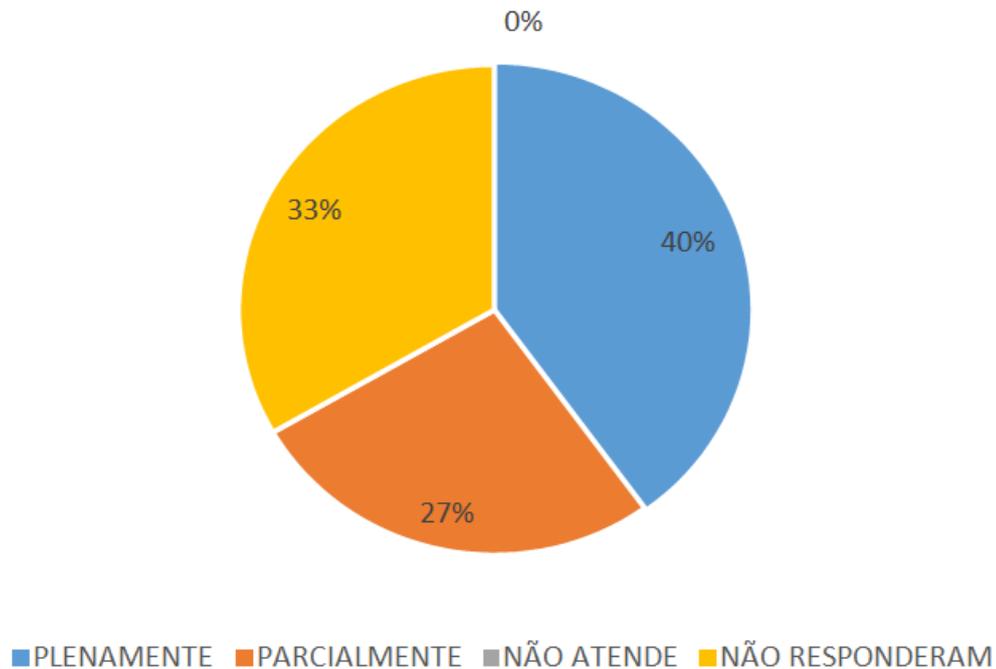
Gráfico 18. Atendimento do curso às expectativas dos alunos – Turma 1



Fonte:Elaboração própria.

Percebe-se na primeira turma (terceiro semestre), quanto às expectativas dos alunos, que 80% consideram-nas atendidas parcialmente, de modo que se observa 13% em relação à opção “não atende”. Verifica-se que 7 % não responderam. Com dois semestres e meio cursados, há uma maioria (80%) que considera estarem parcialmente satisfeitas as expectativas.

Esses dados permitem cogitar que o direcionamento do curso está no caminho certo, mas que necessita de ajustes que a experiência vivenciada por alunos e professores pode proporcionar.

Gráfico 19. Atendimento do curso às expectativas dos alunos – Turma 2

Fonte: Elaboração própria.

Na segunda turma (segundo semestre), os resultados quanto às expectativas dos alunos mostram que 40% deles consideram-nas atendidas plenamente, 27 % entendem que essas expectativas estão atendidas parcialmente, 33% não responderam à questão, além de observarmos 0% em relação à opção “não atende”. Com um semestre e meio de curso, 40% estão plenamente satisfeitos: neste caso, um número maior que os 27% que indicaram estar parcialmente satisfeitos. Quanto aos 33% que não responderam, pode-se interpretar que esta não era uma preocupação deste grupo ao escolher o curso de Manufatura Avançada, ou até mesmo uma indiferença em relação à questão.

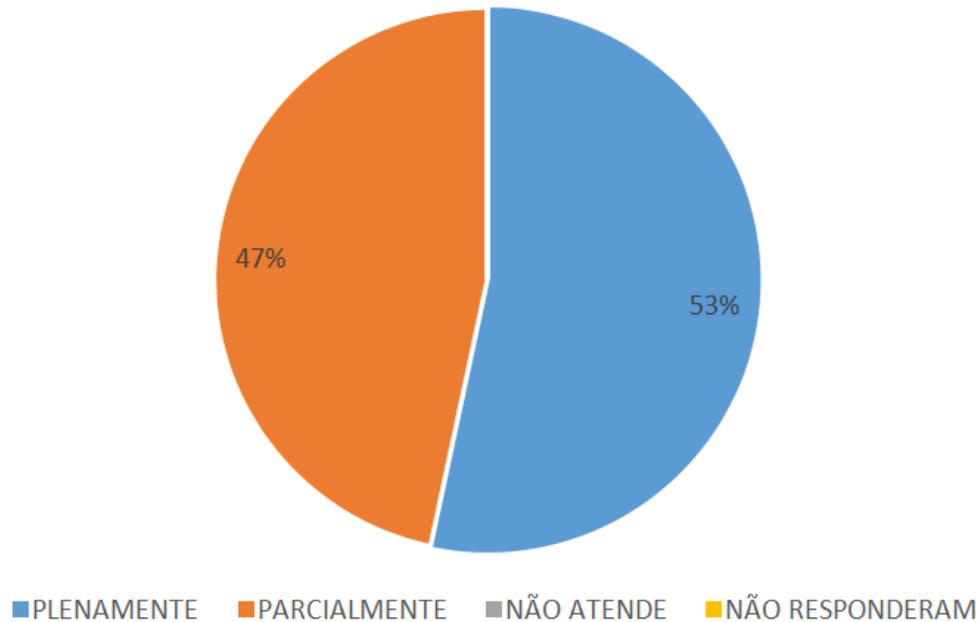
No entanto, em relação à primeira turma, percebe-se o expressivo quantitativo de “plenamente satisfeito” (40%), que não existiu na turma 1: ou pelas expectativas altas demais, ou pelas falhas do curso em seu início, com nova metodologia de ensino/aprendizagem.

Na terceira turma (primeiro semestre), os resultados quanto às expectativas dos alunos mostram que 53% dos discentes indicam tê-las atendidas plenamente, 47% apontam que estão atendidas parcialmente e observamos 0% em relação à opção “não atende”. Observamos também que todos os alunos dessa turma responderam a esta questão da pesquisa.

Neste grupo, com apenas três meses de vivência do curso, compreendemos que as respostas ficaram divididas proporcionalmente ao meio, entre o atendimento pleno e parcial quanto às expectativas iniciais na escolha do curso, o que pode refletir certa ambiguidade a ser

esclarecida com o tempo, pois tais divisões de respostas podem ser resultado: ou da pouca vivência relativa ao conteúdo, sendo tudo novo e impactante; ou da demanda de maior adaptação dos professores e alunos em relação às metodologias de ensino.

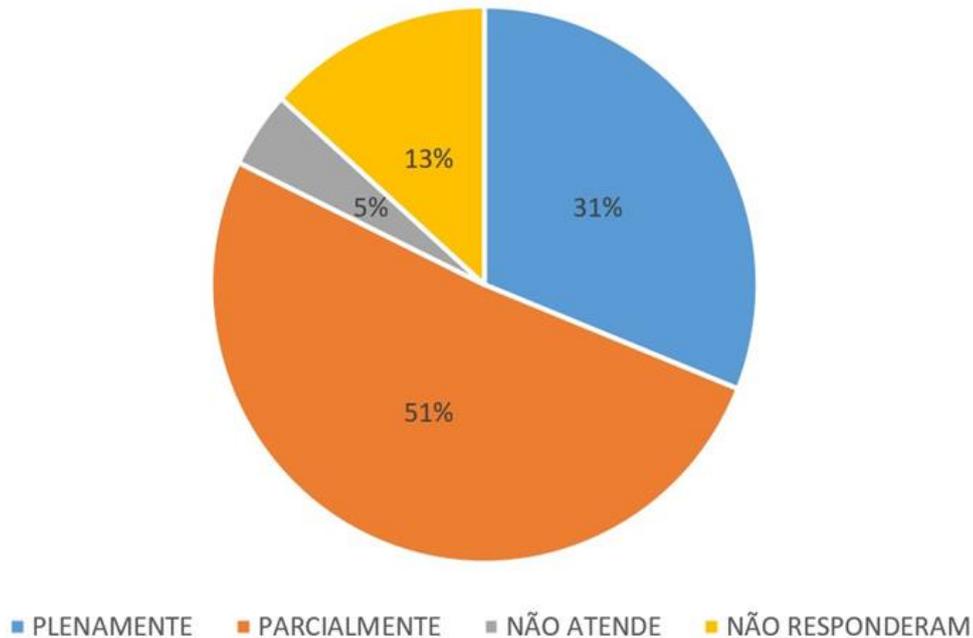
Gráfico 20. Atendimento do curso às expectativas dos alunos – Turma 3



Fonte: Elaboração própria.

Na sequência, o gráfico 7 permite visualizar o resultado geral, com as respostas das três turmas à segunda pergunta.

As respostas dos alunos da primeira, segunda e terceira turmas do curso mostram que, apesar de 31% dos alunos concordarem que o curso estava atendendo plenamente suas expectativas, há uma parte expressiva (51%) para os quais o curso apresenta pontos que não contemplam suas expectativas. De qualquer forma, juntando os dois índices do gráfico (31% + 51%), percebe-se uma porcentagem expressiva de aceitação do curso, em fase de implantação, o que pode ser indício de reflexo de algumas correções das falhas apontadas na Quadro 2 (integração de disciplinas, poucas aulas práticas, conhecimento sobre novas tecnologias e processos, adaptação às metodologias ativas).

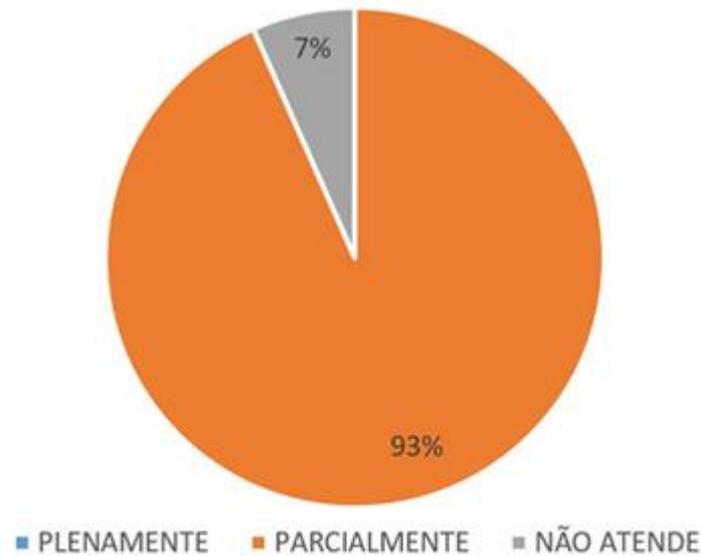
Gráfico 21. Atendimento do curso às expectativas – Todas as turmas

Fonte: Elaboração própria.

A alternativa c) da questão 2 - *Caso tenha respondido "Não atende (por qual razão?)* - obteve duas respostas, dadas por alunos da primeira turma (terceiro semestre) do curso, que seguem: a) Infelizmente a previsão é de não atender em nenhum ponto apresentado no início do curso. A dificuldade de adaptação de alguns professores e da diretoria em aplicar a metodologia contribuíram na desistência de 50% do curso; b) No momento não. Vários fatores, desde a didática aplicada pelos professores, até fatores internos de coordenação.

Tal percepção pode ser fruto das dificuldades iniciais de um curso em implantação, à procura de sua identidade e destinação, buscando suprir as falhas processuais que podem surgir quando existe uma mudança de paradigma, no caso: em relação ao ensino/aprendizagem e ao mercado de trabalho nos seus processos produtivos, que integram cada vez mais as tecnologias disruptivas.

As respostas obtidas de cada turma com relação à pergunta 3: *Sobre as disciplinas, na sua opinião, pode-se dizer que atendem: plenamente, parcialmente, não atende (por qual razão?)* - podem ser visualizadas nos gráficos 8, 9 e 10.

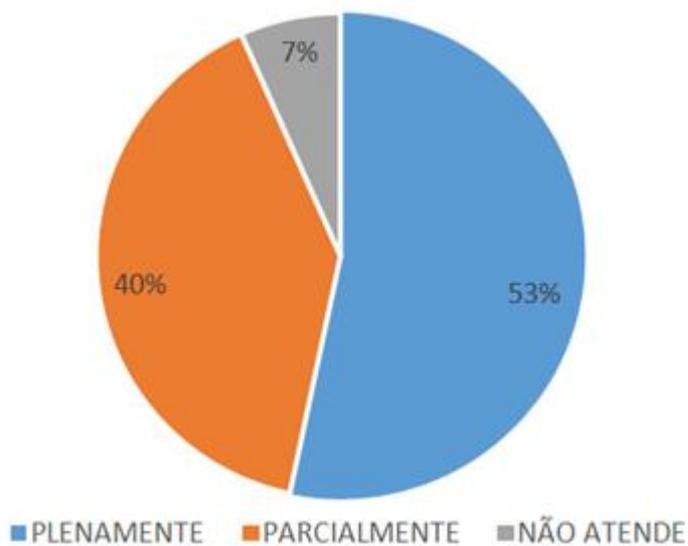
Gráfico 22. Atendimento das disciplinas às expectativas dos alunos – Turma 1

Fonte: Elaboração própria.

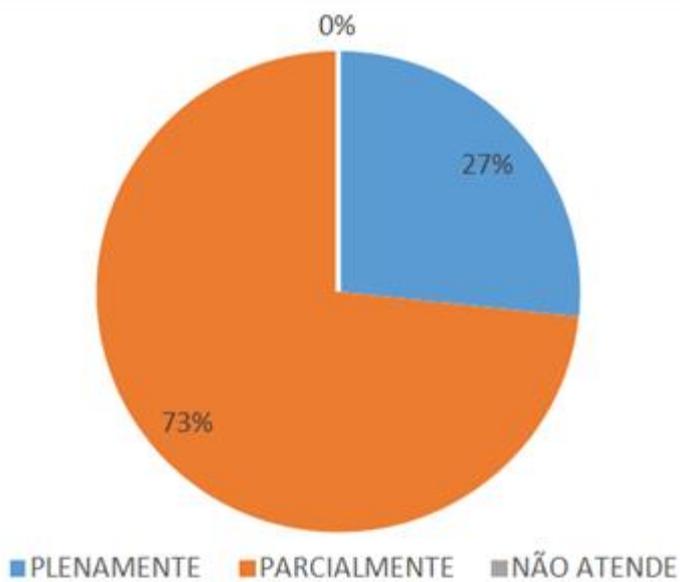
Essa porcentagem expressiva (93%, Gráfico 8) de atendimento parcial às expectativas quanto às disciplinas do curso foi fundamentada pelos alunos da turma 1 (terceiro semestre) com alguns argumentos como: “falta de aprofundamento nos assuntos e matérias”; “algumas disciplinas não acrescentam muito ao objetivo do curso”; e ainda: “por se tratar de curso novo, não há disciplinas antigas que possam ser comparadas com as atuais”.

No entanto (Gráfico 9), a segunda turma (segundo semestre) apresenta um resultado bem diferente, pois 53% dos discentes estão plenamente satisfeitos quanto ao atendimento das expectativas relativas às disciplinas do curso e 40% indicam estar parcialmente satisfeitos. Isso pode ser resultado de um semestre a mais de experiência do novo curso e da nova metodologia de ensino, com possível amadurecimento dos processos educacionais aplicados em sala de aula e nos projetos práticos.

Por outro lado, a terceira turma, que estava iniciando o curso, apresenta o índice de 27% de discentes plenamente satisfeitos quanto ao atendimento das expectativas relativas às disciplinas do curso, enquanto 73% dos alunos indicaram estar parcialmente satisfeitos (Gráfico 10). Somando os dois resultados, pode-se perceber a aceitação do curso e de seu conteúdo.

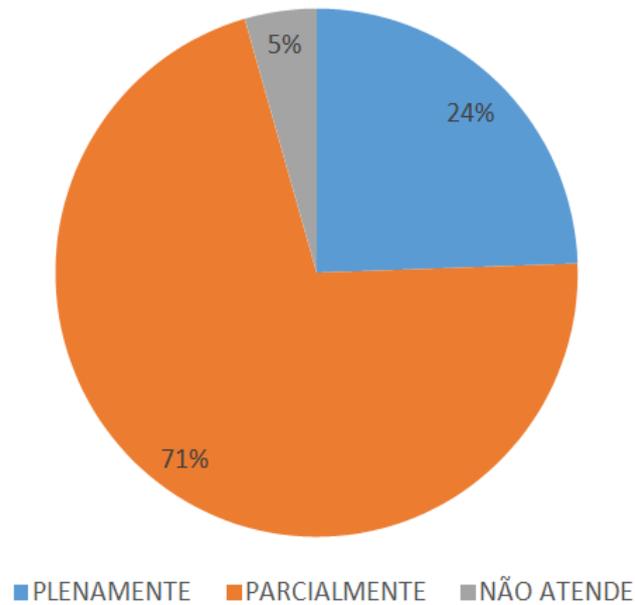
Gráfico 23. Atendimento das disciplinas às expectativas dos alunos – Turma 2

Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 24. Atendimento das disciplinas às expectativas dos alunos – Turma 3

Fonte: Elaboração própria.

Já com relação à soma das respostas de todas as turmas para a pergunta 3, os resultados podem ser visualizados no Gráfico 11.

Gráfico 25. Atendimento das disciplinas às expectativas dos alunos – Todas as turmas

Fonte: Elaboração própria.

Sobre as respostas à pergunta 3: *Sobre as disciplinas, na sua opinião, pode-se dizer que atendem: plenamente, parcialmente, não atende?* - em primeiro lugar, é necessário lembrar que se trata de um curso novo, portanto não há disciplinas antigas que possam ser comparadas com as atuais.

Outro aspecto a ser considerado é que o maior índice quanto à opção “parcialmente atendido pelas disciplinas” (93%, conforme Gráfico 8), corresponde à turma inicial do curso (no terceiro semestre, quando da aplicação do questionário), o que pode ser explicado, por um lado, pela alta expectativa e, portanto, pelo alto grau de exigência dos alunos; por outro lado, há a questão dos novos métodos de ensino/aprendizagem que envolvem a organização curricular (como ocorre com o projeto integrador), que podem trazer insegurança para os discentes não acostumados a esse processo educacional, o qual demanda constantemente a busca de novas metodologias e ferramentas de TI, necessitando de um período de incubação e adaptação de todos os agentes do processo.

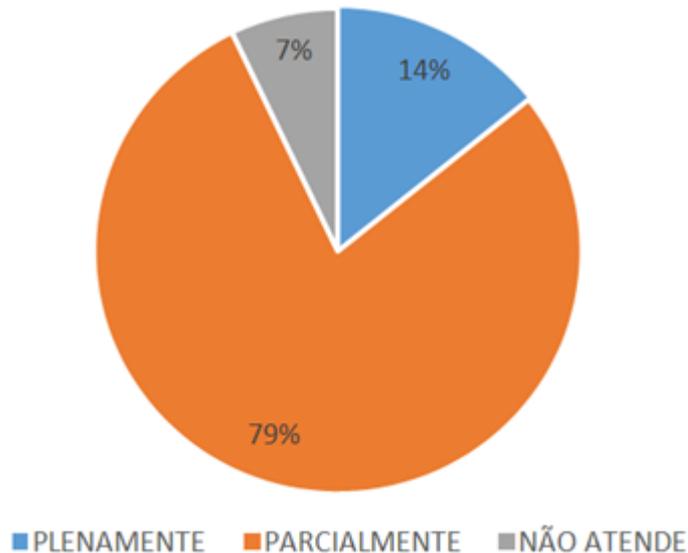
Isso se verifica na alternativa c) da pergunta 3 - *“Não atende (por qual razão?)”* - um aluno da primeira turma (terceiro semestre) escreveu: “Infelizmente por sermos a 1ª turma, estamos sendo prejudicados, as principais matérias base, não tivemos conteúdo algum”. Outro discente, da segunda turma (segundo semestre), por sua vez, comentou: “Se faz necessário uma imersão maior no universo da elétrica e da eletrônica”.

Sobre essa segunda resposta, apesar de existirem tópicos que apresentem pontos comuns, como “elétrica e eletrônica”, não há possibilidade de comparação com outros cursos,

uma vez que o Curso de Tecnologia em Manufatura Avançada tem foco completamente diferente: a Indústria 4.0.

As respostas de cada turma à pergunta 4 - *Sobre as metodologias de ensino/aula, na sua opinião, pode-se dizer que atendem: plenamente, parcialmente, não atende (por qual razão?)* - podem ser visualizadas nos gráficos 12, 13 e 14.

Gráfico 26. Atendimento das metodologias às expectativas dos alunos – Turma 1



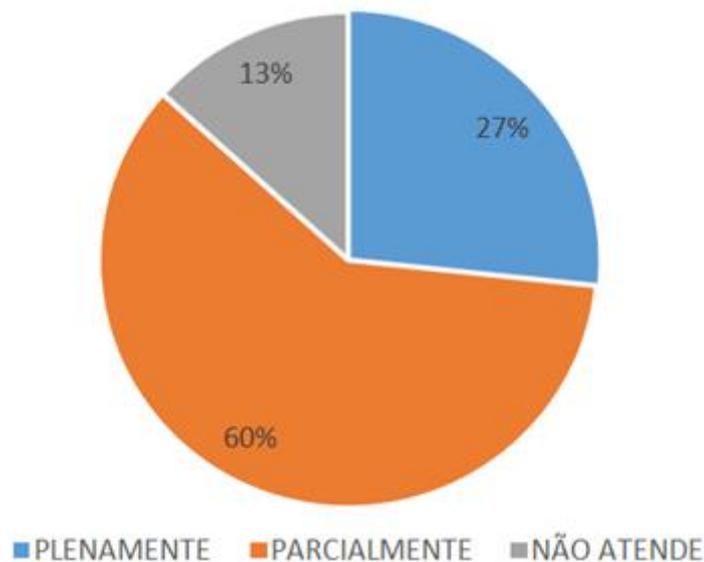
Fonte: Elaboração própria.

As respostas dos alunos da primeira turma (terceiro semestre) apontam que 14% dos alunos responderam que estão plenamente satisfeitos quanto ao atendimento das expectativas em relação às metodologias de ensino/aula, enquanto 79% indicam que estão parcialmente satisfeitos e 7% dos discentes apontam que suas expectativas quanto a este tópico não estão atendidas.

Identifica-se, nesta primeira turma, com uma vivência de dois semestres e meio no curso, um percentual baixo (14%) quanto à percepção plena do atendimento de suas expectativas quanto às metodologias utilizadas em aula, o que pode ser indício de que estas metodologias de ensino/ aula não impactaram completamente os alunos até então. Pode-se inferir que os alunos não perceberam seu desejável papel de protagonismo em relação ao seu aprendizado e/ou os professores estavam adotando metodologias convencionais, não tão adequadas às características do curso e ao perfil dos estudantes. Essas podem ser razões do índice alto (79%) de atendimento parcial às expectativas discentes relacionadas às metodologias de aprendizagem do curso.

No Gráfico 13 observa-se o posicionamento da segunda turma (segundo semestre) em relação ao atendimento de suas expectativas quanto às metodologias de ensino/aula. É possível perceber que, nesta turma, a opção pela resposta “atende plenamente” aumentou para 27%. O “atendimento parcial” das expectativas foi apontado por 60% dos discentes, enquanto 13% deles responderam que as metodologias “não atendem” a suas expectativas. Esse aumento de porcentagem relativa à opção “plenamente satisfeito” pode ser reflexo de um início de assimilação do novo processo de projeto integrador na formulação do curso.

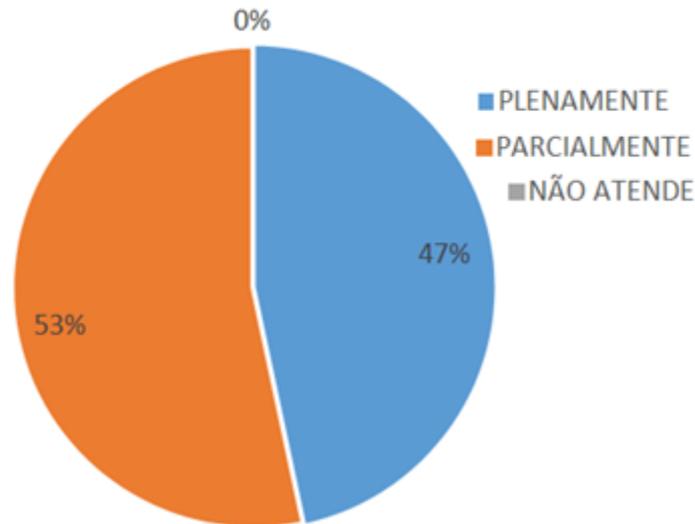
Gráfico 27. Atendimento das metodologias às expectativas dos alunos – Turma 2



Fonte: Elaboração própria.

No Gráfico 14, abaixo, observa-se o posicionamento da terceira turma (primeiro semestre) em relação ao atendimento de suas expectativas relacionadas às metodologias de ensino/aula. Observa-se que a opção pela resposta que indica atendimento pleno dessas expectativas aumentou para 47%. O atendimento parcial das expectativas, por sua vez, foi apontado por 53% dos discentes.

É preciso lembrar que o curso trabalha com projeto integrador, conforme o PPC - Projeto Pedagógico do Curso, sendo que sua metodologia considera o desenvolvimento de um projeto para cada semestre do curso. Além disso, a dinâmica de aula segue o modelo de aprendizado por competência. Assim, os professores fazem as adequações das suas disciplinas às necessidades do projeto.

Gráfico 28. Atendimento das metodologias às expectativas dos alunos – Turma 3

Fonte: Elaboração própria.

Talvez por ser a turma mais recente, com apenas dois meses e meio em aula, as percepções ficaram praticamente divididas ao meio. Outra possibilidade referente a esse resultado é de que a troca de impressões com os estudantes veteranos pode ter auxiliado os recém-matriculados a – de modo mais rápido – se familiarizarem com a nova organização do curso (projeto integrador).

Assim, observa-se também que a aceitação das novas metodologias aumenta progressivamente, no sentido da turma mais antiga para a mais nova, até mesmo pelas informações dos próprios professores que vão assimilando a nova organização do curso.

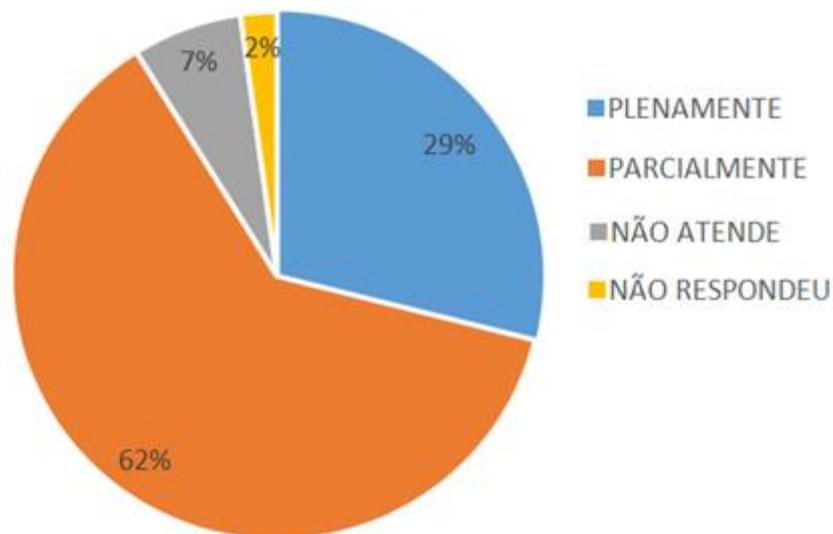
Apesar de a pergunta 4 não solicitar, três respostas à alternativa “Parcialmente” foram acompanhadas pelos seguintes comentários, todos realizados por alunos da primeira turma do curso: a) “O método é muito bom, mas ser mais específico ajuda”; b) “Ainda existem vários professores que ficam bitolados a slides, pior do que outros cursos de outras universidades”; c) “Os professores estão se encontrando na matéria ao decorrer do semestre”. As respostas dos alunos a essa pergunta indicam que, progressivamente, os estudantes foram se adaptando à nova metodologia de ensino / aprendizagem, embora ainda com reservas.

Com relação à pergunta 4, alternativa c) - *Caso tenha respondido "Não atende (por qual razão?)"* - a primeira resposta é de aluno da primeira turma, e as outras duas respostas são de alunos da segunda turma, respectivamente: a) “A falta de objetivo e clareza nos projetos apresentados, contribuíram para que hoje, no curso as aulas serem aplicadas na forma tradicional”; b) “Em questão da metodologia de ensino, pode-se afirmar que atende parcialmente às expectativas. O curso tem boas disciplinas, entretanto, algumas matérias, como

eletrônica e LPA [Lógica de Programação para Arduínos], deixam a desejar no quesito prática, já que, em nenhum momento, os professores nos deram atividades práticas relacionadas ao assunto tratado (excluindo os produtos finais, realizados nas últimas semanas, porém sem muito auxílio); c) “Muitas aulas teóricas sem necessidade”.

Já a soma das respostas de todas as turmas para a pergunta 4 pode ser visualizada no Gráfico 15.

Gráfico 29. Atendimento das metodologias às expectativas dos alunos – Todas as turmas



Fonte: Elaboração própria.

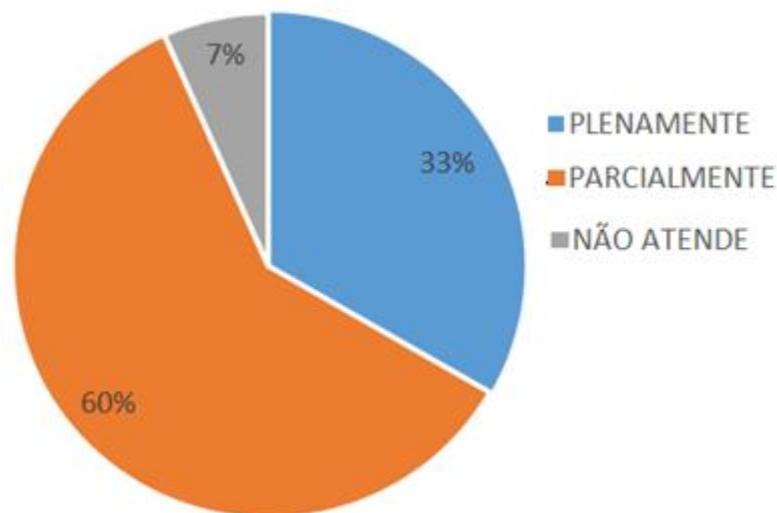
Com relação às três respostas obtidas por meio da pergunta 4, alternativa c) - "Não atende (por qual razão?)" - observa-se que realmente houve alguma dificuldade em assimilar a nova metodologia, gerando insatisfação de alunos e professores (houve relato de que só deveria haver projeto a partir do segundo ou terceiro semestre, conforme é possível observar na Quadro 3, que integra os resultados do questionário aplicado aos professores). Além disso, percebe-se a pressão das novas gerações em relação ao “para que serve”, solicitando aulas práticas por meio das quais se pode observar a aplicabilidade dos conceitos.

As respostas de cada turma à pergunta 5 - Sobre os critérios de avaliação, na sua opinião, pode-se dizer que atendem: plenamente, parcialmente, não atende (por qual razão?) - podem ser visualizadas nos gráficos 16, 17 e 18.

As respostas dos alunos da primeira turma (terceiro semestre) apontam que 33% são da opinião de que o atendimento aos critérios de avaliação foi plenamente satisfeito, enquanto 60% dos discentes indicam que suas expectativas quanto a esse tópico foram parcialmente satisfeitas, além de 7% que optaram pela resposta “não atende” (Gráfico 16). Constata-se, nesta primeira

turma, com uma vivência de dois semestres e meio no curso, um percentual razoável (33%) quanto ao atendimento pleno relativo aos critérios de avaliação. Como é grande o percentual da opção “atende parcialmente”, pode-se inferir que os critérios não tenham ficado cristalinos para os alunos, indicando a pouca familiaridade de professores e alunos com a metodologia de avaliação continuada do projeto integrador.

Gráfico 30. Atendimento dos critérios de avaliação às expectativas dos alunos – Turma 1



Fonte: Elaboração própria.

Através da avaliação continuada, a cada etapa do desenvolvimento do projeto, o professor sinaliza o estágio de aprendizagem do aluno, indicando o que está adequado quanto aos objetivos propostos e o que precisa ser reavaliado em suas habilidades para alcançar a competência planejada.

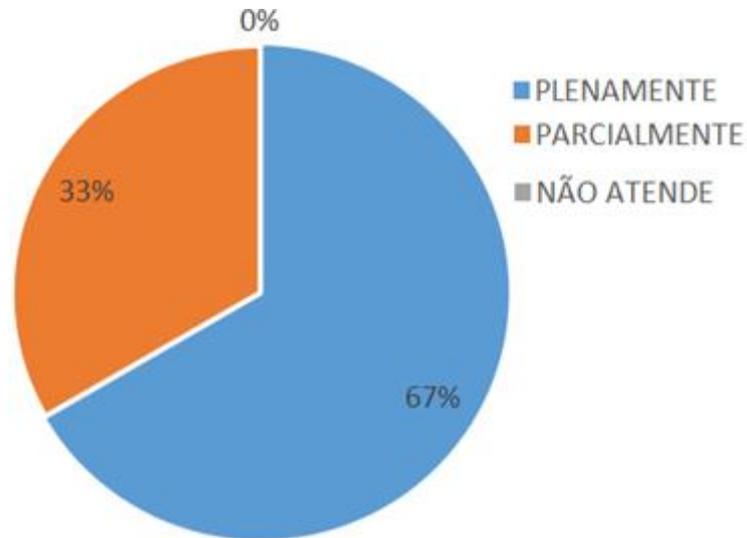
Depois de aplicar a metodologia ativa PBL (*Problem Based Learning*) na disciplina “CAE – Fluidos e Energia” do 4º período do curso de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba, o professor Waldemar Bonventi Jr. diz:

As avaliações foram realizadas em duas dimensões: 1) individual, sobre os conceitos de fluidos e sistemas elétricos; 2) em grupo, com o desenvolvimento do projeto pelas equipes. A primeira dimensão foi avaliada por meio de um questionário de múltipla escolha utilizando a ferramenta Forms e entrega do esquema elétrico no TinkerCad ou Fritzing. A segunda foi por meio de fotos ou vídeos, porém nem todos conseguiram finalizar (BONVENTI, 2021, p. 6).

No Gráfico 17, abaixo, observa-se a opinião da segunda turma (segundo semestre) em relação ao atendimento aos critérios de avaliação. Em comparação com as respostas dadas pela primeira turma, observa-se que aumentou o percentual quanto ao atendimento pleno das

expectativas relativas a esse tópico (de 33% para 67%), enquanto a opção pela resposta de “atendimento parcial” dessas expectativas ficou em 33% nessa segunda turma. Não houve nenhuma resposta indicando que os critérios de avaliação não atendem ao esperado.

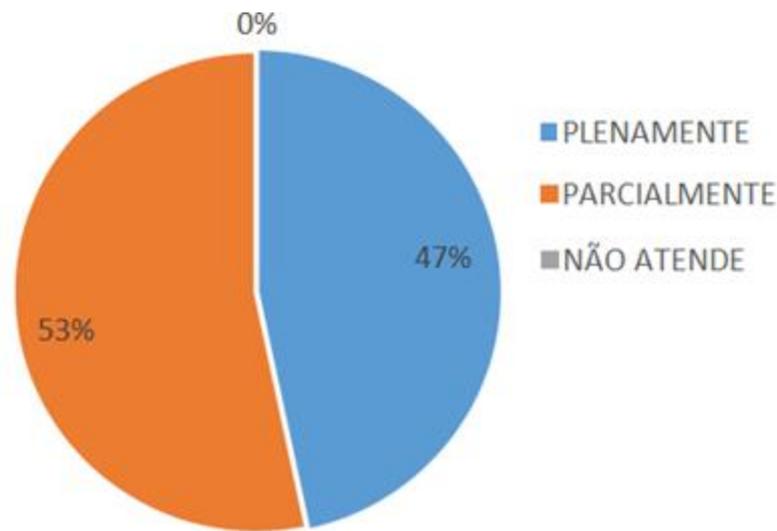
Gráfico 31. Atendimento dos critérios de avaliação às expectativas dos alunos – Turma 2



Fonte: Elaboração própria.

Com esse resultado, infere-se que, aos poucos, professores e alunos foram se adaptando ao modelo de ensino do projeto integrador, gerando maior familiaridade com o processo educacional.

Em sequência, no Gráfico 18, observa-se a opinião da terceira turma (primeiro semestre) em relação ao atendimento aos critérios de avaliação. Com relação à primeira turma (terceiro semestre), observa-se que aumentou o percentual quanto ao atendimento pleno das expectativas relativas a esse tópico (de 33% para 47%) e a opção que indica “atendimento parcial” ficou em 53%.

Gráfico 32. Atendimento dos critérios de avaliação às expectativas dos alunos – Turma 3

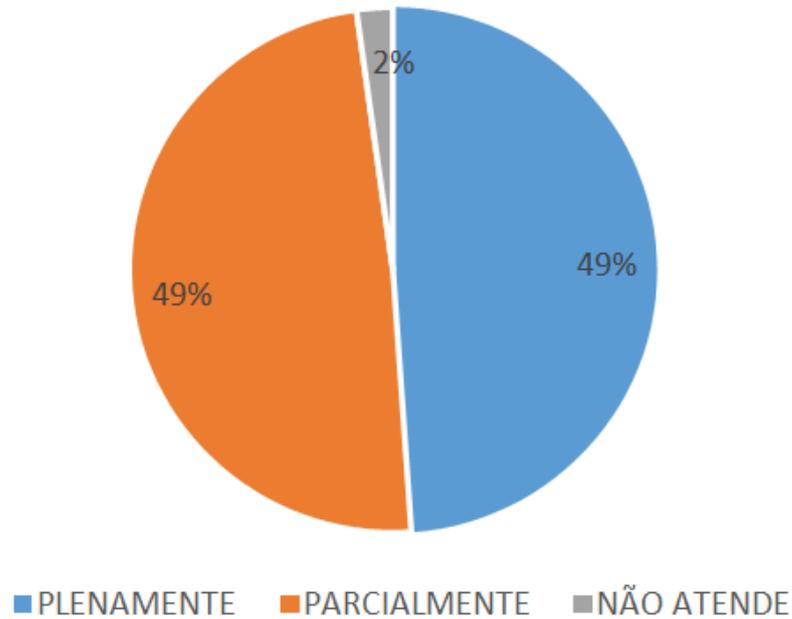
Fonte: Elaboração própria.

Talvez, por ser a turma mais recente, com apenas dois meses e meio em aula, as percepções ficaram praticamente divididas ao meio (Gráfico 18). Verifica-se, nesta questão, os mesmos valores percentuais da questão anterior, quanto às metodologias de ensino/aula (Gráfico 14).

Com esse resultado, infere-se que pode ter havido troca de impressões com os estudantes veteranos e isso os familiarizou com a nova organização do curso (projeto integrador). Além disso, professores e alunos foram-se adaptando ao modelo de ensino do projeto integrador, gerando maior compreensão do processo e de suas demandas.

Já a soma das respostas de todas as turmas para a pergunta 5 pode ser visualizada no Gráfico 19.

Nessa quinta questão, apesar de não ter sido solicitado, uma resposta à alternativa “Parcialmente” foi acompanhada pelo comentário a seguir, feito por aluno da primeira turma: a) “Deviam propor mais exercícios de prática”.

Gráfico 33. Atendimento dos critérios de avaliação às expectativas dos alunos – Todas as turmas

Fonte: Elaboração própria.

A pergunta 5 - *Sobre os critérios de avaliação, na sua opinião, pode-se dizer que atendem: plenamente, parcialmente, não atende (por qual razão?)* - apresentou respostas que indicam que professores e alunos foram se adaptando ao modelo de ensino do projeto integrador, gerando maior ligação com o processo. Por um lado, o índice de 49% de respostas relativas à opção “atende parcialmente” pode indicar que há ainda professores imersos na avaliação tradicional, resistindo às mudanças de paradigma em relação à educação; por outro lado, pode-se perceber que a pressão das novas gerações em relação ao “para que serve” também pode ser um fator que explique tal resultado, pois há discentes que solicitam mais avaliações práticas, para observar a aplicabilidade dos conceitos.

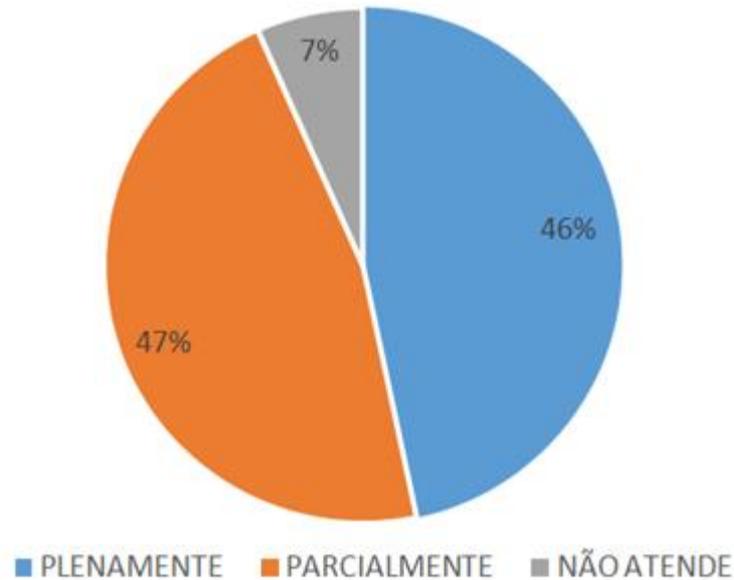
A pergunta 5, alternativa c) – “Não atende (por qual razão?)” - apresenta resposta de 1 aluno da primeira turma, da seguinte maneira: a) “Não há uma avaliação concreta como foi apresentado após competência”. Sobre essa resposta, considera-se que, nesse curso, a avaliação é por projeto integrador, portanto, diferente dos demais.

As respostas de cada turma à pergunta 6 - *Sobre os eventos/palestras/visitas, na sua opinião, pode-se dizer que atendem: plenamente, parcialmente, não atende (por qual razão?)* - podem ser visualizadas nos gráficos 20, 21 e 22.

As respostas dos alunos da primeira turma (terceiro semestre) apontam que 46% deles entendem que são atendidos plenamente em suas expectativas quanto à realização de eventos / palestras / visitas pelo curso e pelo NEPTind 4.0 (Núcleo de Estudos e Pesquisa em Indústria

4.0), enquanto 47% dos discentes indicam que são atendidos parcialmente em suas expectativas relativas a esse tópico, além de 7% dos discentes indicarem que suas expectativas não são atendidas.

Gráfico 34. Atendimento dos eventos/palestras/visitas às expectativas dos alunos – Turma 1

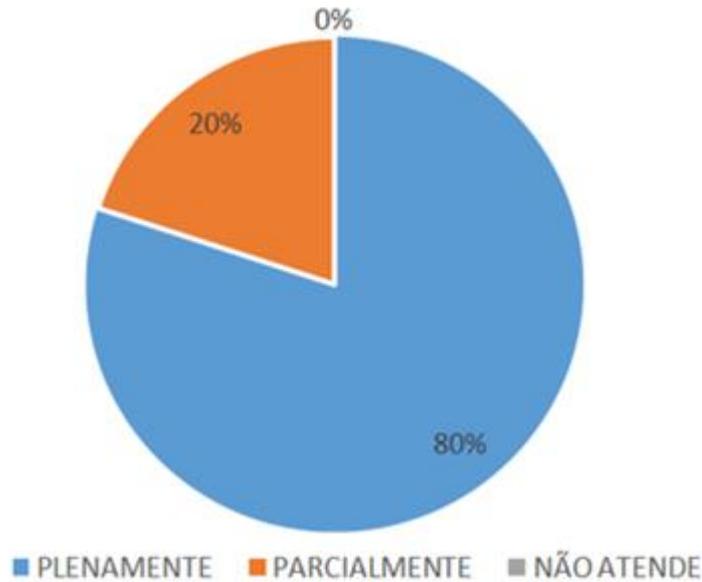


Fonte: Elaboração própria.

Nota-se, nesta primeira turma, que, pelo fato de ter uma vivência de dois semestres e meio de curso, os alunos tiveram mais oportunidades de participação em eventos/palestras e visitas.

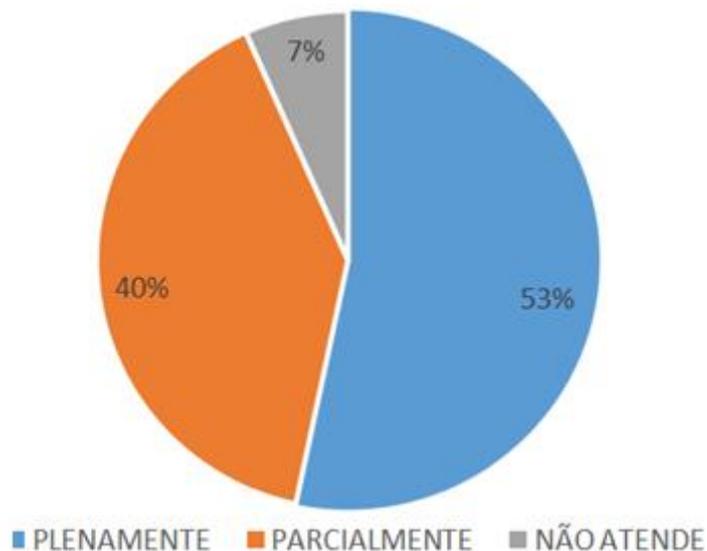
É bom enfatizar que essas atividades são importantes para estimular a curiosidade dos educandos e familiarizá-los com o ambiente de empresas, além de propiciar a percepção do espectro da área de atuação que o curso possibilita para os discentes.

No gráfico 21, observa-se a opinião da segunda turma (segundo semestre) em relação ao atendimento de suas expectativas quanto à realização de eventos/palestras/visitas. Em comparação com a primeira turma (terceiro semestre), aumentou a percepção quanto ao atendimento pleno (80%), enquanto o parcial ficou em 20%. Não houve nenhuma manifestação quanto ao não atendimento das expectativas relacionadas a esse tópico. Por um lado, pode-se inferir deste resultado que a instituição e seu núcleo de estudo relacionado ao curso de Manufatura Avançada (NEPTind 4.0) proporcionaram oportunidades de contato com novas tecnologias e empresas. Por outro lado, por estarem ainda no segundo semestre, é possível cogitar que as expectativas discentes podem aumentar nos próximos períodos de estudo.

Gráfico 35. Atendimento dos eventos/palestras/visitas às expectativas dos alunos – Turma 2

Fonte: Elaboração própria.

No Gráfico 22, observa-se a opinião da terceira turma (primeiro semestre) em relação ao atendimento de suas expectativas quanto à realização de eventos/palestras/visitas. Cotejando com a segunda turma (segundo semestre), percebe-se que o índice de satisfação plena apresentou uma baixa: de 80% para 53%. A opção que indica atendimento parcial das expectativas relacionadas a esse tópico ficou em 43%, enquanto 7% dos discentes apontaram não ter suas expectativas atendidas. Quanto a esses resultados, é preciso ponderar que, por ser a turma mais recente, com apenas dois meses e meio de aula, não houve tempo suficiente para acontecerem tais eventos/palestras/visitas.

Gráfico 36. Atendimento dos eventos/palestras/visitas às expectativas dos alunos – Turma 3

Fonte: Elaboração própria.

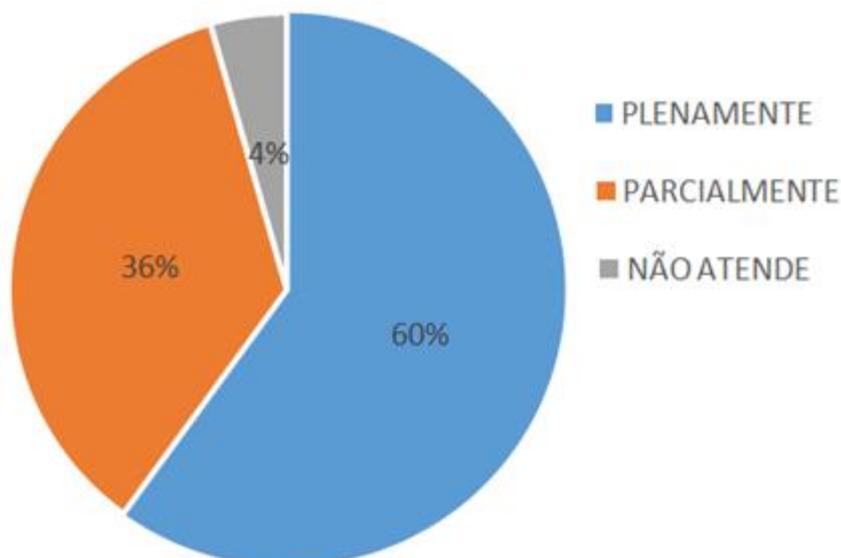
Já a soma das respostas de todas as turmas para a pergunta 6 pode ser visualizada no Gráfico 23. Neste gráfico, observa-se a soma da opinião das três turmas em relação ao atendimento das expectativas quanto à realização de eventos/palestras/visitas. Percebe-se, na média entre discentes de todas as turmas, 60% de satisfação plena, 36% de satisfação parcial e 4% de não atendimento às expectativas relativas a esse tópico.

Da somatória dos resultados de todas as turmas (Gráfico 23), é possível cogitar que a instituição de ensino está no rumo certo quanto ao que se espera dela em relação aos eventos, palestras e visitas, entretanto, é necessário dinamizar/otimizar seu contato com empresas e novas tecnologias, pois percebe-se que o pleito dos alunos é por mais atividades fora de sala de aula, o que lhes permite uma ampliação de horizontes e a percepção do “para que serve a teoria”, ou seja, a aplicabilidade dos conceitos aprendidos em sala de aula.

A pergunta 6, alternativa c) - “*Não atende (por qual razão?)*” - obteve duas respostas, dadas por alunos da terceira turma, as quais são: a) “Não houve nenhuma visita”; b) “Gostaríamos de mais visitas em indústrias para assimilar a implementação da Indústria 4.0”. Sobre as respostas desses alunos, é necessário lembrar que o pouco tempo de curso (afinal, estavam no início do primeiro semestre) não proporcionou visitas externas à turma à qual pertencem, o que pode explicar a demanda observada em seus comentários.

As respostas dos alunos de cada turma à pergunta 7 – *Você consegue enxergar diferença entre esse curso e um curso tradicional de outra área: concordo plenamente, concordo parcialmente, não concordo (por qual razão?)* – podem ser visualizadas nos gráficos 24, 25 e 26.

Gráfico 37. Atendimento dos eventos/palestras/visitas às expectativas dos alunos – Todas as turmas



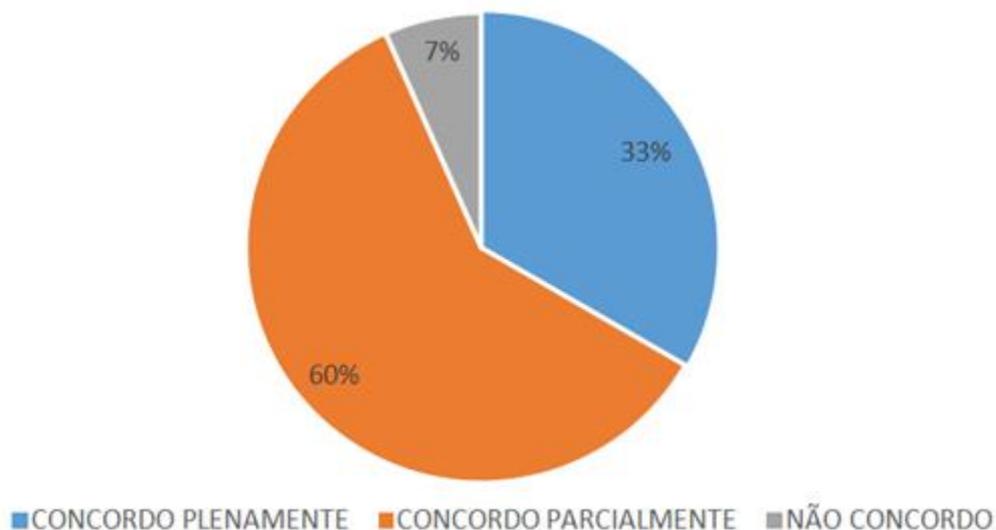
Fonte: Elaboração própria.

As respostas dos alunos da primeira turma (terceiro semestre) apontam que 33% enxergam plenamente as diferenças entre o curso superior de Tecnologia em Manufatura Avançada e outro curso tradicional de outra área, enquanto 60% dos discentes concordam parcialmente com essa afirmação, além de existirem 7% que não concordam com essa visão.

É possível afirmar que houve mais envolvimento com o curso nesta primeira turma, pelo fato de ter uma vivência de dois semestres e meio de curso, o que resultou na percepção acima. No entanto, ao se retomar as respostas dadas pelos professores, vê-se que estes percebem que ainda é cedo para ter uma conclusão sobre a diferença desse curso em relação aos tradicionais, pois não há ainda nenhuma turma formada (a primeira concluirá seu processo no fim do primeiro semestre de 2021).

Ainda de acordo com as observações dos docentes, é possível perceber dois tipos de alunos: aqueles que se adequam ao tipo de ensino das metodologias ativas e aqueles que não conseguem se adaptar e ainda pedem matéria transmitida pelo professor no quadro, além de apostila para estudo e avaliação da matéria, ou seja, prova tradicional.

Gráfico 38. Diferenciação quanto a cursos tradicionais de outra área – Turma 1



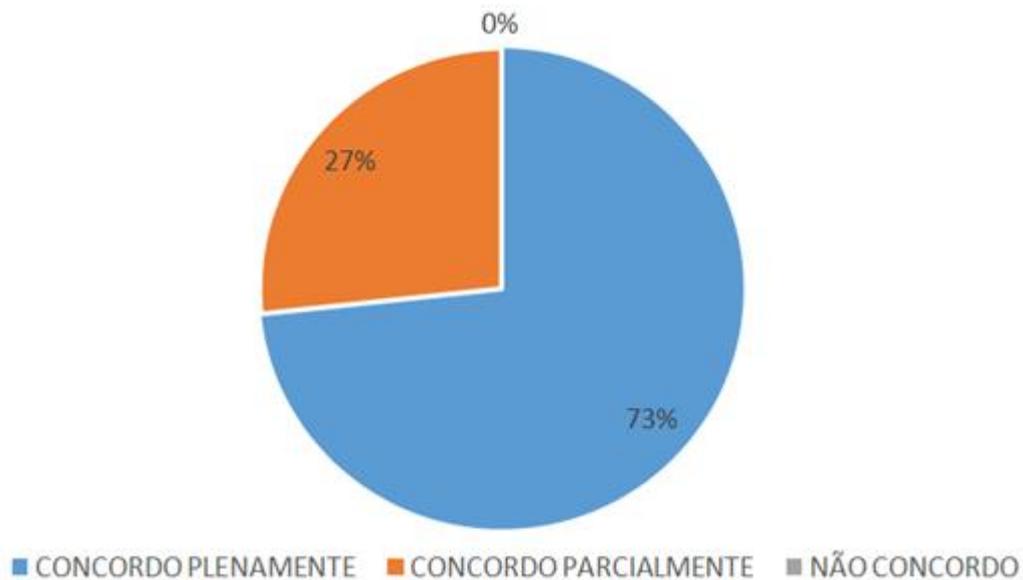
Fonte: Elaboração própria.

No Gráfico 25, abaixo, observa-se que, na segunda turma (segundo semestre), em relação à primeira turma, há um aumento (de 33% para 73%) de discentes que enxergam e concordam plenamente que o curso de Manufatura Avançada é diferenciado, quando comparado a um curso tradicional. Em relação a essa afirmação, outros 27% concordam parcialmente. Não houve nenhuma manifestação de não concordância.

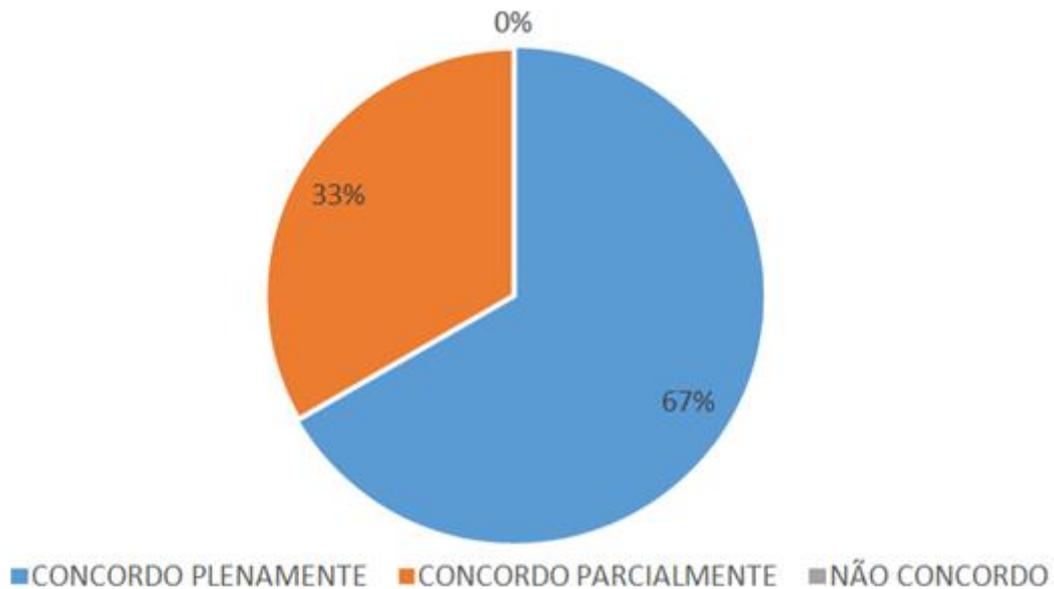
É possível afirmar que algumas respostas obtidas por meio do questionário aos professores iluminam os resultados aqui observados no questionário aos alunos, a exemplo da seguinte afirmação: “muitas vezes, nem alunos nem professores estão preparados para mudanças. A aprendizagem com foco no aluno tem que ter preparo. Os professores não conseguem assumir um papel de coadjuvante e os alunos vêm com o costume de esperar ‘tudo pronto’ vindo do professor” (Quadro 8). Assim, é necessário um tempo de “decantação”, que proporcione aos alunos o amadurecimento das percepções.

As respostas dos alunos da primeira turma (terceiro semestre) apontam que 67% enxergam plenamente as diferenças entre o curso superior de Tecnologia em Manufatura Avançada e outro tradicional de outra área, enquanto 33% dos discentes concordam parcialmente com essa afirmação. Apesar do pouco tempo desta turma no curso, dois meses e meio, foi o suficiente para desenvolver uma percepção do quão diferente ele é de um curso convencional.

Gráfico 39. Diferenciação quanto a cursos tradicionais de outra área – Turma 2



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 40. Diferenciação quanto a cursos tradicionais de outra área – Turma 3

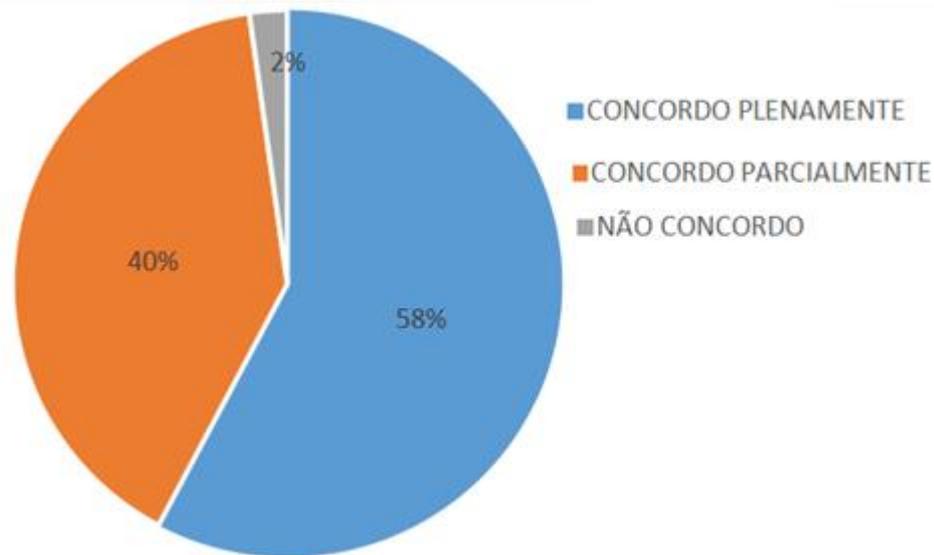
Fonte: Elaboração própria.

De forma semelhante ao que ocorre com outras turmas, as respostas dos professores ao questionário aplicado a eles podem iluminar os resultados do questionário aplicado aos discentes, como ocorre nas seguintes afirmações: “Como no ensino tradicional, existem aqueles que têm maior facilidade e aqueles que têm maiores dificuldades. Os alunos enfrentam os mesmos problemas que nós, docentes, pois também precisam aprender como absorver os conteúdos nessa nova abordagem” (Quadro 8); e: “Tanto os docentes como os discentes, com o passar do tempo, terão maiores facilidades com essa metodologia” (Quadro 8).

Já a soma das respostas de todas as turmas para a pergunta 7 pode ser visualizada no Gráfico 27, abaixo. Neste gráfico, observa-se a soma da opinião das três turmas em relação à diferenciação do curso em relação a cursos tradicionais: percebe-se, na média, que 58% dos discentes enxergam plenamente as diferenças entre o curso superior de Manufatura Avançada e outro tradicional de outra área, enquanto 40% concordam parcialmente com essa afirmação e 2% não concordam.

Esses resultados também podem ser explicados por respostas dos professores no questionário aplicado a eles, por meio de comentários (encontrados na Quadro 8) como: “o aprendizado por atividades práticas é mais atrativo para os alunos e os resultados são mais efetivos”; “não são ensinados para os alunos os novos conceitos de metodologias ativas e sem método de avaliação”; e “deve existir um período no qual o aluno aprende como se colocar no novo modelo de aprendizado”.

Gráfico 41. Diferenciação quanto a cursos tradicionais de outra área – Todas as turmas



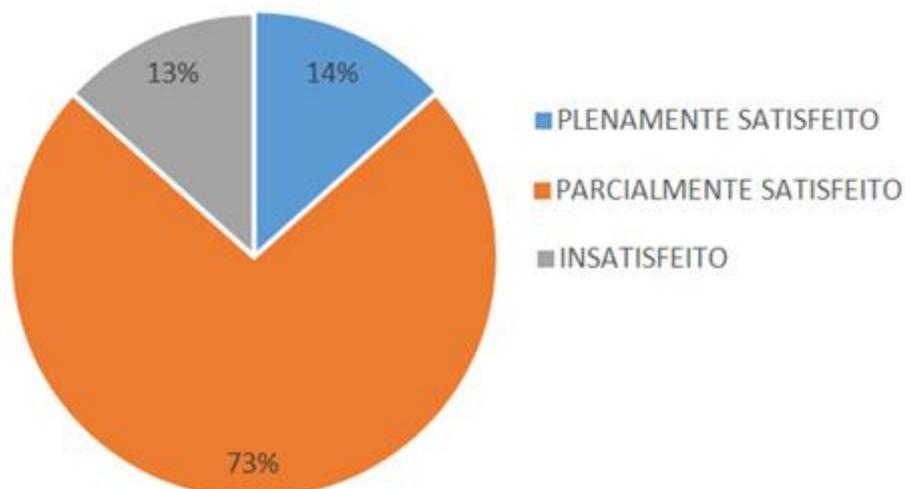
Fonte: Elaboração própria.

A pergunta 7, alternativa c) - “Não concordo (por qual razão?)” - não obteve nenhuma resposta, apesar da solicitação de explicação em caso de se ter assinalado essa alternativa.

Quanto à pergunta 8 - *Sobre a sua escolha por esse curso, pode-se dizer que você está: plenamente satisfeito, parcialmente satisfeito, insatisfeito (por qual razão?)* - as respostas de cada turma podem ser visualizadas nos gráficos 28, 29 e 30.

As respostas dos alunos da 1ª turma (terceiro semestre) indicam que 14% estão plenamente satisfeitos em relação à escolha desse curso, enquanto 73% apontam que estão parcialmente satisfeitos e 13% indicam estar insatisfeitos com a escolha realizada (conforme demonstra o Gráfico 28).

Gráfico 42. Grau de satisfação quanto ao curso – Turma 1



Fonte: Elaboração própria.

Houve evasão nessa primeira turma, provavelmente pelas dificuldades enfrentadas por professores e alunos diante de um curso novo, com uma nova proposta de ensino (projeto integrador), exigindo mudanças de postura dos dois lados.

Isso pode ser percebido também no Gráfico 12: essa primeira turma teve dificuldades relativas à metodologia de ensino/aprendizagem (apenas 14% dos discentes indicaram estar plenamente satisfeitos com esse tópico, sendo que 79% dos alunos indicaram satisfação parcial).

Gráfico 43. Grau de satisfação quanto ao curso – Turma 2



Fonte: Elaboração própria.

No Gráfico 29, as respostas dos alunos da segunda turma (segundo semestre) indicam que 60% estão plenamente satisfeitos em relação à escolha desse curso, enquanto 40% dos discentes optaram por responder a opção “parcialmente satisfeito”. A pesquisa não obteve nenhuma resposta que indicasse insatisfação em relação à escolha do curso.

Pode-se inferir desses resultados que alunos e professores alcançaram certo grau de familiaridade com a nova metodologia de ensino, como mostra o Gráfico 13, relativo a essa turma: 27% plenamente satisfeitos, 60% parcialmente satisfeitos e 13% insatisfeitos.

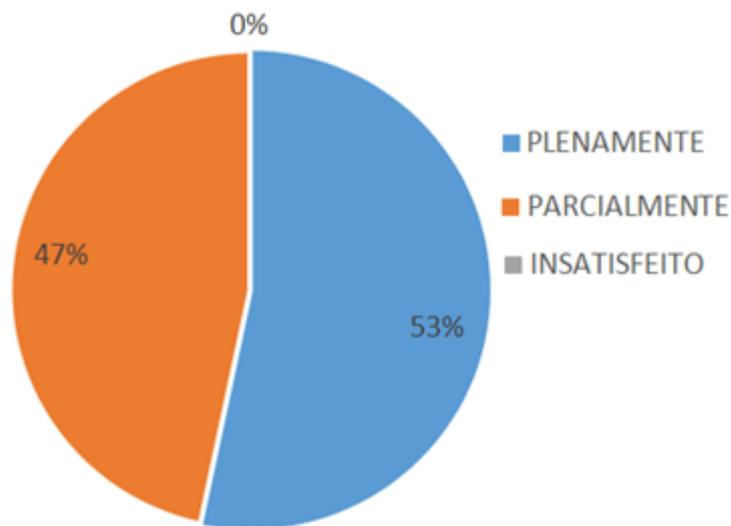
No Gráfico 30, as respostas dos alunos da terceira turma (primeiro semestre) indicam que 53% estão plenamente satisfeitos em relação à escolha desse curso, enquanto 47% dos discentes optaram por responder a opção “parcialmente satisfeito”. A pesquisa não obteve nenhuma resposta que indicasse insatisfação em relação à escolha do curso.

Embora o grau de satisfação entre discentes seja um pouco menor que o indicado pela segunda turma (segundo semestre), o resultado é bem coerente em relação ao Gráfico 14, que

traz exatamente as mesmas porcentagens em relação ao grau de familiaridade com a nova metodologia de ensino, o que sugere que a aprendizagem com foco no aluno precisa de preparo e treinamento.

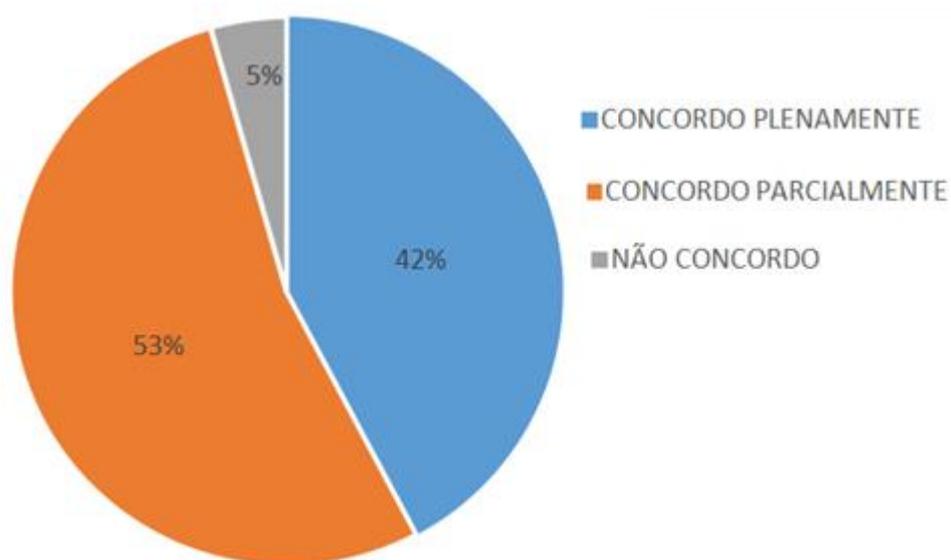
Já a soma das respostas de todas as turmas para a pergunta 8 pode ser visualizada no Gráfico 31. Neste gráfico, a média das respostas dos alunos indica que 42% deles estão plenamente satisfeitos em relação à escolha desse curso; 53% estão parcialmente satisfeitos; enquanto há insatisfação por parte de 5% dos discentes.

Gráfico 44. Grau de satisfação quanto ao curso – Turma 3



Fonte: Elaboração própria.

Gráfico 45. Grau de satisfação quanto ao curso – Todas as turmas



Fonte: Elaboração própria.

Esses resultados são semelhantes aos do Gráfico 23 (Atendimento dos eventos/palestras/visitas às expectativas dos alunos): com 60% dos discentes plenamente satisfeitos; 36% parcialmente satisfeitos; e 4% de alunos que indicaram que suas expectativas quanto àquele tópico não estavam sendo atendidas. Talvez, com maior exposição a novas tecnologias e aproximação/visitas a empresas, os alunos poderiam ter outra percepção de satisfação, inferência que encontra embasamento, por exemplo, no seguinte comentário, encontrado na Quadro 11 (referente ao questionário a alunos): “Um curso dinâmico, voltado 100% para a indústria 4.0”.

A pergunta 8, alternativa c) - *“Insatisfeito (por qual razão?)”* - obteve duas respostas, realizadas por alunos da primeira turma do curso, as quais são: a) “Estou plenamente insatisfeito, mas com a esperança que melhore no futuro”; b) “Por tudo que está acontecendo”.

Sobre as respostas obtidas da oitava pergunta, observa-se que o grau de satisfação em relação ao curso está intimamente ligado às expectativas que os alunos tinham em relação ao curso: na média, 31% dos discentes indicaram estar com expectativas plenamente atendidas; enquanto 51% optaram pela resposta “parcialmente satisfeito”; além de 5% terem indicado o não atendimento de suas expectativas, como é possível observar no Gráfico 7.

As respostas dos alunos à oitava pergunta indicam, ainda, que a alta expectativa dos alunos em relação ao curso (ver Gráfico 5) é mantida, pois compreende-se que este propiciará aos discentes o acesso às médias e/ou grandes empresas em Sorocaba e região, nos segmentos de alimentação, automação, automotiva, aviamentos, embalagem, energia, ferramentas, fiação, informática, máquinas, química e saúde (ver Gráfico 1).

Além disso, pode-se inferir desses dados que a instituição de ensino está no rumo certo quanto ao que se espera dela, apesar de ser necessário dinamizar/otimizar a metodologia de ensino/aprendizagem, além de fortalecer os contatos com novas tecnologias e empresas.

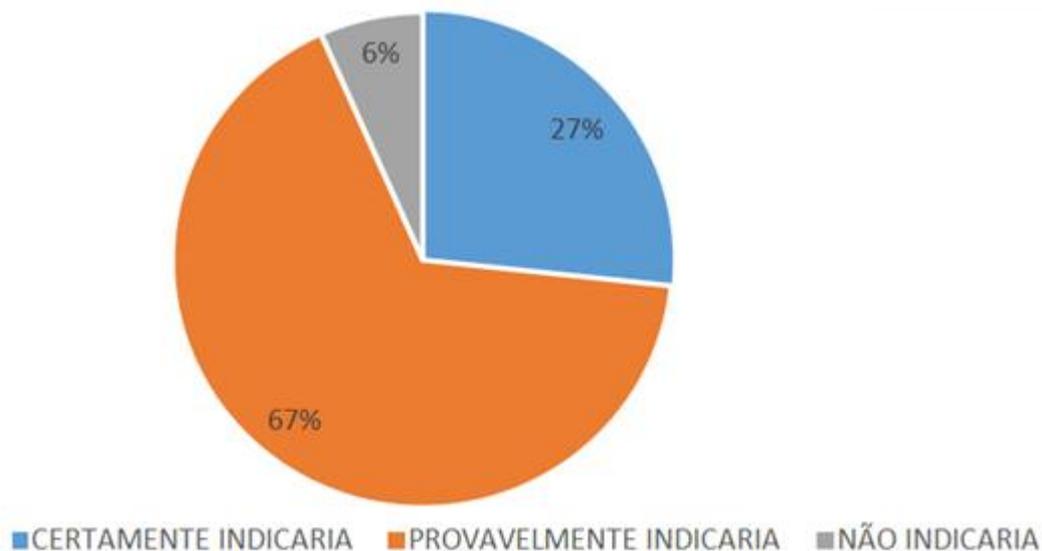
As respostas de cada turma à pergunta 9 - *Você indicaria esse curso para alguém: certamente indicaria, razoavelmente indicaria, não indicaria (por qual razão?)* - podem ser visualizadas nos gráficos 32, 33 e 34.

As respostas dos alunos da primeira turma (terceiro semestre) apontam que 27% certamente indicariam o curso de Tecnologia em Manufatura Avançada para outras pessoas; enquanto 67% dos discentes provavelmente indicariam o curso, mas 6% não o indicariam (Gráfico 32). Foi a única turma em que alguns alunos não fariam a indicação do curso para alguém.

As respostas dos alunos da segunda turma (segundo semestre) apontam que 87% certamente indicariam o curso de Tecnologia em Manufatura Avançada para alguém, enquanto

13% dos discentes provavelmente indicariam o curso (Gráfico 33). Não houve manifestação de alunos que não indicariam o curso para alguém.

Gráfico 46. Probabilidade de indicação do curso a outras pessoas – Turma 1



Fonte: Elaboração própria.

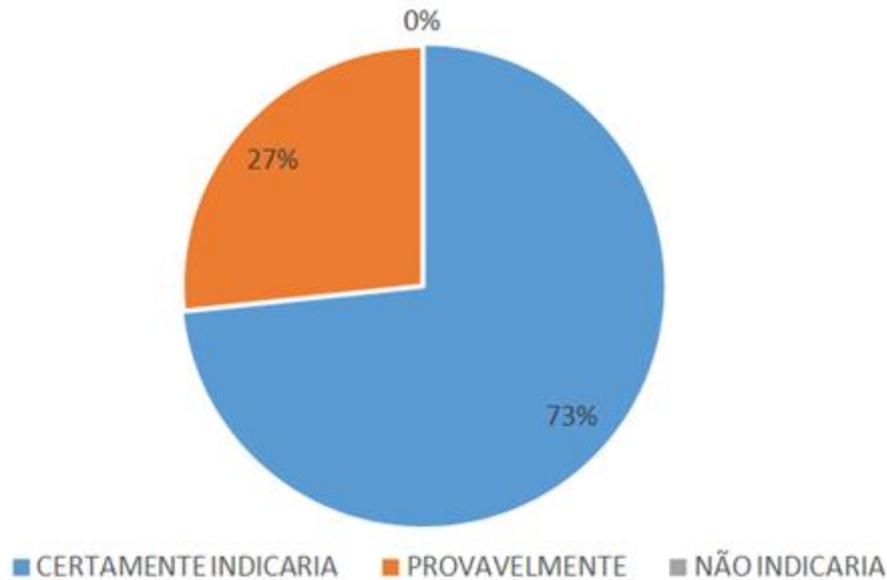
Gráfico 47. Probabilidade de indicação do curso a outras pessoas – Turma 2



Fonte: Elaboração própria.

No Gráfico 34, observa-se que na terceira turma (terceiro semestre), em relação à indicação do curso de Tecnologia em Manufatura Avançada para alguém, 73% dos alunos certamente o indicariam e 27% provavelmente indicariam. À semelhança da segunda turma, não houve nenhuma manifestação de não indicação do curso para alguém.

Gráfico 48. Probabilidade de indicação do curso a outras pessoas – Turma 3



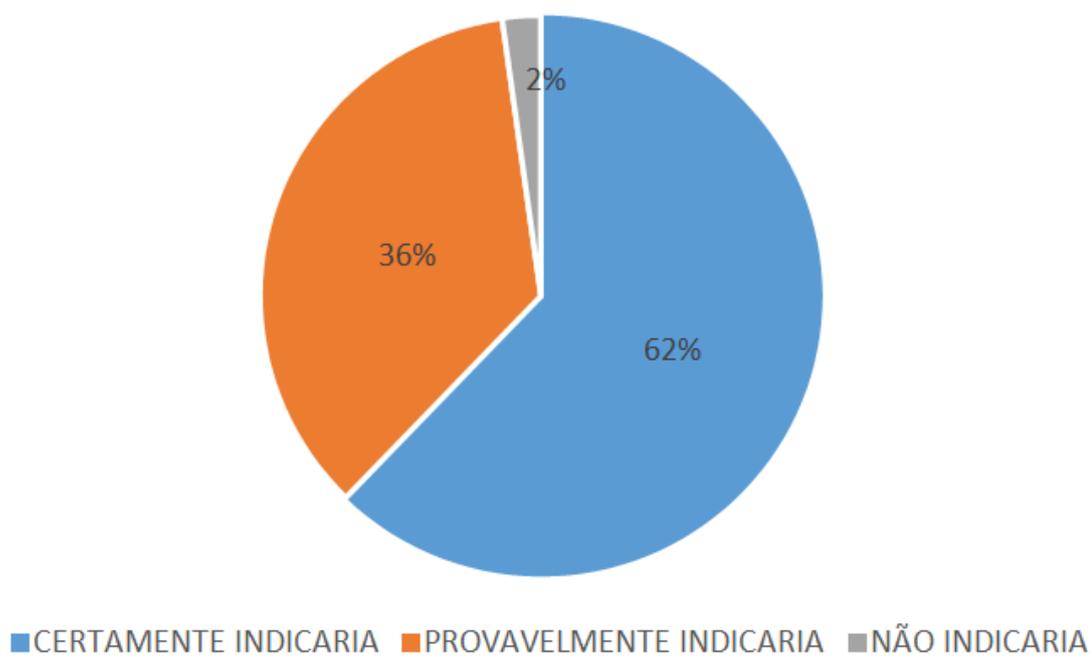
Fonte: Elaboração própria.

Já a soma das respostas de todas as turmas para a pergunta 9 pode ser visualizada no Gráfico 35. Considerando todas as turmas, percebe-se que 62% dos alunos certamente indicariam o curso de Tecnologia em Manufatura Avançada para alguém; enquanto 36% dos discentes provavelmente indicariam e 2% não indicariam o curso para alguém.

A pergunta 9, alternativa c) - "Não indicaria (por qual razão?)" - obteve uma resposta, realizada por aluno da primeira turma do curso, a qual segue: a) "Na carruagem que está, não".

Sobre os resultados que vieram da pergunta 9, é possível dizer que o maior grau de insatisfação ficou concentrado entre os discentes da primeira turma (terceiro semestre). Esse dado pode ser provavelmente explicado pelos problemas já expostos nos comentários anteriores: dificuldades de professores e alunos em relação à organização do curso, quanto à sua implantação e à familiaridade com o projeto integrador, uma vez que houve a demanda de atualização do processo ensino/aprendizagem, com a aplicação das metodologias ativas e a necessidade de mudança de postura de todos os atores envolvidos nesse cenário.

Gráfico 49. Probabilidade de indicação do curso a outras pessoas – Todas as turmas



Fonte: Elaboração própria.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação se propôs a contribuir para o aumento do conhecimento inserido na linha de pesquisa Desenvolvimento e Controle de Processos Produtivos, do Mestrado Profissional em Processos Tecnológicos e Ambientais da Uniso (Universidade de Sorocaba), porque diz respeito aos estudos da dinâmica tecnológica, da inovação; de tecnologias emergentes nas cadeias produtivas; de sistemas de informação e de inteligência artificial; e, ainda, de aplicações didáticas – que envolvem os processos produtivos – para a área do ensino em todos os níveis.

Com os resultados deste estudo pretendeu-se, assim, contribuir para identificar possibilidades de aproximação entre as instituições de ensino (em seus planejamentos para atender às novas demandas do mercado de trabalho) e os processos produtivos relativos a inovações tecnológicas, indicando, portanto, potenciais aplicações didáticas para a área do ensino.

De maneira geral, os resultados indicam que a percepção de professores e alunos do Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada da FATEC Sorocaba é de que, em seus primeiros três semestres de existência, há a necessidade de capacitações, treinamentos para a implementação de um novo conceito de ensino/aprendizagem, que atinge professores e alunos, acostumados ao método de educação tradicional. No entanto, a partir dos referenciais teóricos trabalhados, percebe-se que as metodologias ativas, unindo pedagogia e tecnologia, com o uso das TDICs, parecem ser mais promissoras para desenvolver as competências que permitem ao aluno adaptar-se às mudanças exigidas pelo mercado de trabalho no contexto da Indústria 4.0, como, por exemplo, a capacidade de agir com protagonismo, autonomia e inteligência emocional (e social), numa cadeia produtiva que se caracteriza pelo processo de colaboração e criatividade, que exige, ainda, a habilidade de “aprender a aprender”.

Nesse contexto de velocidade da informação e produção do conhecimento, faz-se necessária uma nova postura do professor, que pode desempenhar o papel de ponte entre o conhecimento científico e a prática de mercado, como mediador da aprendizagem. Por outro lado, ao aluno cabe se posicionar de maneira ativa na construção do conhecimento, desenvolvendo sua capacidade de analisar, interpretar, criticar e organizar, utilizando a tecnologia para tanto.

Nesse cenário, as metodologias ativas despontam como ferramentas apropriadas para o desenvolvimento do perfil exigido para atuar no ambiente da Indústria 4.0, pois há o desafio constante para ampliar e aplicar os conhecimentos, permitindo avaliação inovadora, que foge

aos padrões tradicionais, pois exige iniciativa pessoal, promovendo mudança coletiva de postura e valores. Isto foi observado nos exemplos dados de projetos desenvolvidos no período desta dissertação, como o AGV e a “Aplicação da metodologia PBL em projeto de monitoramento industrial da água”.

Assim, a conjuntura atual da educação se encontra num momento crucial de mudanças, exigindo a multidisciplinaridade que requer investimentos, intercâmbio, além de troca de experiências entre professores, alunos, instituição de ensino e empresas.

Em termos temporais, esta pesquisa se debruçou sobre o período compreendido entre 2018 e 2019, quando o curso ainda não tinha turmas formadas. Assim, novas pesquisas devem avançar no tempo e abranger também a análise dos alunos egressos.

Diante desses apontamentos, pode-se considerar que os resultados da pesquisa podem contribuir para outros cursos nessa área, melhorias contínuas no curso de Manufatura Avançada, bem como propiciar condições para o estudo de alterações em matrizes curriculares, para o planejamento de eventos extracurriculares e para o fomento de projetos multidisciplinares.

Nesse sentido, a partir desse ponto, seguem algumas sugestões para o Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada da FATEC Sorocaba-SP, dentre outras ideias que podem ser geradas a partir dos resultados desta pesquisa.

Em primeiro lugar, sugere-se treinamento contínuo para professores em relação às metodologias ativas e que essas sejam explicadas aos alunos para aumentar a aceitação e a conscientização desse processo de ensino/aprendizagem, cujo eixo se desloca do professor (centralizador no método de educação tradicional) para o aluno, de forma a exigir do discente maior comprometimento em relação à construção do saber.

Ainda nesse contexto de mudança de paradigma quanto ao processo de ensino/aprendizagem, e considerando o fato de que o Curso Superior de Tecnologia em Manufatura Avançada é novo, aponta-se que reuniões mais frequentes para exposição de dificuldades e troca de experiências podem trazer agilidade ao processo, com ganhos para todos os integrantes desse cenário.

Outra sugestão, advinda da observação dos resultados desta pesquisa, é que seria desejável uma aproximação entre a instituição de ensino, a administração municipal, estadual e federal e as empresas do município e região, por meio de realizações periódicas de reuniões, encontros e parcerias, bem como investimentos em desenvolvimento de pesquisas para solução de problemas de sua produção e inovação, o que seria um estímulo para a aprendizagem e um ganho para as empresas.

Em suma, por meio dos questionários aplicados para professores e alunos, percebe-se que um ponto comum é que sentiram a necessidade de mais aulas práticas, surgindo então uma demanda por mais aulas de laboratório.

Com o projeto integrador a cada semestre e com nova proposta de ensino/aprendizagem (as metodologias ativas), houve dificuldade de adaptação por parte dos alunos para atender ao perfil desejado pela instituição de ensino.

Houve uma evasão de 29%, considerando as três turmas (85 alunos em 120), objeto deste estudo (setembro/2019). Mas, considerando os aspectos acima citados, bem como outros não identificados, pode-se entender tal evasão.

Por outro lado, buscou-se desenvolver, naqueles que ficaram (1ª turma – 2º sem./2018) no curso até o último semestre (julho/2021), o sentimento empreendedor, como no caso do projeto AGV (*Automated Guided Vehicle* – Veículo Autoguiado), um dos resultados positivos obtidos com essa turma.

Observa-se uma dificuldade em encontrar esse perfil no mercado de trabalho. Neste sentido, as novas abordagens e metodologias ativas de ensino, adotadas pelo curso superior de Tecnologia em Manufatura Avançada da FATEC Sorocaba-SP, são fundamentais na formação de profissionais mais preparados para o atual ambiente tecnológico da Indústria 4.0.

Como trabalhar com o futuro decorrente desta dissertação? Uma das formas já está em fase de produção, a exemplo de um questionário que busca abranger não só as três primeiras turmas, mas as seis primeiras turmas, a fim de contemplar a finalização do curso, indo até o 6º semestre, analisando um ciclo completo, para observar não só a implantação, mas as alterações realizadas durante o curso.

REFERÊNCIAS

- ADES, C.; BARBOSA, C. A. P. O Desafio da Educação na Quarta Revolução Industrial. *In: SILVA, Elcio B. et al. (org.). Automação & Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil.* Rio de Janeiro: Brasport, p. 227-247, 2018.
- AFONSO, B. T.; INÁCIO, D.; SENFF, C. S.; SELEME, R. Análise Bibliométrica das Principais Tecnologias que permitem a Indústria 4.0. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXIX, outubro, 2019, Santos-SP. Anais ENEGEP 2019.* Santos-SP: ABEPRO, 2019. p. 1-21.
- AHMAD, M.A. Comunicação de pesquisa Indústria 4.0: Contribuições para setor produtivo moderno. **Revista Intellectus**, v. 6, p. 53-58, 2017.
- ALARCON, D. *et al.* Os desafios da educação em rede no contexto da Indústria 4.0. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO – Ciki*, v. 1, n. 1, setembro de 2018. Disponível em: <http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/471>. Acesso em: 21 ago. 2019.
- ALUNOS de Manufatura Avançada da Fatec Sorocaba fazem parte de projeto para desenvolvimento de AGV – (automated guided vehicles). **Fatec Sorocaba**, 23 de abril de 2021. Disponível em: <http://fatecsorocaba.edu.br/noticia768.asp>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- ANDRADE, E. S. Desenvolvimento Sustentável e Sociedade 5.0: rumo a felicidade e ao bem-estar. (UFSC). **Revista Eletrônica Humanitaris**, v. 2, n. 2, p. 6-25, 2020.
- BARBOSA, A. M. *et al.* Mundo Físico. *In: SILVA, Elcio B. et al. (org.). Automação & Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil.* Rio de Janeiro: Brasport, v. 2, 2018.
- BARBOSA, M. T. J.; BAISSO, M.; ALMEIDA, M. T. Surge uma nova sociedade. *In: SILVA, Elcio B. et al. (org.). Automação & Sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil.* Rio de Janeiro: Brasport, 2018, v. 2, p. 4-11.
- BARDINI, V. S. S; SPALDING, M. Aplicação de metodologias ativas de ensino-aprendizagem: experiência na área da engenharia. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 36, n. 1, p. 49-58, 2017.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida: uma metodologia ativa de aprendizagem.** Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- BOLELLO, V. R. *et al.* Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. **Revista da Faculdade de Medicina**, Ribeirão Preto, v. 47, n. 3, p. 293-300, 2014.
- BONVENTI, W. Aplicação da metodologia PBL em projeto de monitoramento industrial da água. *In: FÓRUM DE METODOLOGIAS ATIVAS*, v. 3, n. 1. São Paulo: **Cesu**, 2021. p. 37-45.

BRASIL. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 23/12/1996, p. 27.833. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf. Acesso em: 1 fev. 2019.

CERQUEIRA, R. J.; GUIMARÃES, L. M.; NORONHA, J. L. Proposta de aplicação da metodologia PBL (aprendizagem baseada em problemas) em disciplina do curso de graduação em engenharia de produção da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). **International Journal on Active Learning**, v. 1, n. 1, p. 35-55, 2016.

COSTA, C. Indústria 4.0: O Futuro da Indústria Nacional. **Posgere**, v. 1, n. 4, p. 5-14, 2017.

GABRIELLI, L.; SILVA, R. B.; MARQUESONE, R. F. P. Mundo Digital 3: Inteligência Artificial (IA). In: SILVA, E. B. *et al.* (org.). **Automação & sociedade: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil.** Rio de Janeiro: Brasport, v. 2, p. 106-118, 2018.

GARCIA NETTO, A. **Tecnologias envolvidas e competências necessárias na robótica da Quarta Revolução Industrial:** a atuação de instituições de ensino superior na geração do conhecimento necessário ao roboticista. 2020. Dissertação (Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais) – Universidade de Sorocaba, Sorocaba-SP, 2020.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0:** final report of the Industrie 4.0 WorkingGroup. Acatech, 2013.

LEAL, E. A.; MEDEIROS, C. R. O.; FERREIRA, L. V. O uso de método do caso de ensino na educação na área de negócios. In: LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J. O.; CASA NOVA, S. P. C. (org.). **Revolucionando a sala de aula:** como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias ativas de aprendizagem. 2. reimp. São Paulo: Atlas, 2018.

LEE, E. A. **Cyber Physical Systems: Design Challenges.** [S.l.]: Computing, p. 369, 2008.

LORENZ, M. *et al.* **Industry 4.0:** The future of productivity and growth in manufacturing industries. Boston Consulting Group, 2015. Disponível em: <https://www.zvw.de/media/media.72e472fb-1698-4a15-8858-344351c8902f.original.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2018.

LUZ, R. K. **Princípios orientadores aplicados na avaliação de empresas de médio e grande porte de Sorocaba e a implementação do modelo de indústria 4.0.** 2020. Dissertação (Mestrado em Processos Tecnológicos e Ambientais) - Universidade de Sorocaba, Sorocaba-SP, 2020.

MINAYO, M.C.S. **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 1994.

MONTEIRO, M. T. F. **A Impressão 3D no meio produtivo e o design:** um estudo na fabricação de jóias. 2021. Dissertação (Mestrado em Design) - Escola de Design, Universidade Do Estado De Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2015. Disponível em: <http://www.ppgd.uemg.br/publicacoes/dissertacoes/>. Acesso em: 05 abr. 2021.

- MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda. *In*: MORAN, J.; BACICH, L. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.
- OLIVEIRA, L. C. **Faculdade de Tecnologia de Sorocaba**: da Gênese à Consolidação. 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de Sorocaba, Sorocaba-SP, 2014.
- OLIVEIRA, S. L. **Tratado de Metodologia Científica**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2001.
- OLIVEIRA, F. T.; SIMÕES, W. L. A indústria 4.0 e a produção no contexto dos estudantes da engenharia. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2017. Disponível em: https://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/Fernanda_Tha%C3%ADs_de_Oliveira.pdf. Acesso em: 25 mai. 2020.
- PARQUE Tecnológico recebe evento sobre a indústria automobilística 4.0. **Site InvestSP**, 06 de junho de 2019. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/parque-tecnologico-recebe-evento-sobre-a-industria-automobilistica-4-0/>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- PPC. **Projeto Pedagógico do Curso de Tecnologia em Manufatura Avançada da FATEC José Crespo Gonzales**. Sorocaba: Centro Paula Souza, 2018. 74 p.
- PROFESSOR da Fatec Sorocaba coordena workshop sobre a Indústria 4.0 no Parque Tecnológico de Sorocaba. **Fatec Sorocaba**, 19 de novembro de 2019. Disponível em: <http://fatecsorocaba.edu.br/noticia594.asp>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- RODRIGUES, P. H.; ARANHA, N. Sociedade 5.0: O Professor e a construção de uma nova sociedade centrada no ser humano. *In*: SIMPÓSIO DOS PROGRAMAS DE MESTRADO PROFISSIONAL, XV, 11 e 12 de novembro de 2020, São Paulo-SP. **Anais XV Simpósio PMP**. São Paulo, CPS, 2020. p. 796-802.
- SANDHOLTZ, Judith Haymore; RINGSTAFF, Cathy; DWYER, David C. **Ensinando com tecnologia**: criando salas de aula centrada nos alunos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.
- SECOM. **Parque Tecnológico é sede de workshop sobre a Indústria 4.0**. Prefeitura de Sorocaba, 5 de novembro de 2019. Disponível em: <https://agencia.sorocaba.sp.gov.br/parque-tecnologico-e-sede-de-workshop-sobre-a-industria-4-0/>. Acesso em: 10 ago. 2021.
- SECOM. **Fórum Nacional de Indústria 4.0 será realizado neste sábado no PTS**. Prefeitura de Sorocaba, 3 de março de 2020. Disponível em: encurtador.com.br/xY069. Acesso em: 21 mai. 2021.
- SEIXAS, J. A.; CASOTTI, M. F.; MAIA, R. F. Mundo Digital 1: Internet das Coisas (IoT). *In*: SILVA, Elcio B. *et al.* (org.). **Automação & Sociedade**: Quarta Revolução Industrial, um olhar para o Brasil. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.
- SERRA, F.; VIEIRA, P. S. **Manual do estudo de caso**: como redigir, como aplicar. Rio de Janeiro: Lab, 2006.

SILTORI, P. F. S. **Análise dos Impactos da Indústria 4.0 na sustentabilidade empresarial**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Materiais e Processos de Fabricação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2020.

SILVA, E. B. *et al.* (org.). **Automação & Sociedade: quarta revolução industrial, um olhar para o Brasil**. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.

SOUZA, S.; DOURADO, L. Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo. **Holos**, Natal, v. 5, p. 182-200, 2015.

TARTAROTTI, L.; SIRTORI, G.; LARENTIS, F. Indústria 4.0: Mudanças e Perspectiva. *In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, XVIII, 9 e 10 de novembro de 2018, Caxias do Sul. Anais Mostra USC 2018, Caxias do Sul: USC, p. 1-7, 2018.*

WANG, S.; WAN, J.; TANG, S., SHU, Z.; LI, D.; IMRAN, M.; VASILAKOS, A. V. Software-Defined Industrial Internet of Things in the Context of Industry 4.0. **IeeeSensors Journal**, v. 16, n. 20, p. 7373–7380, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/JSEN.2016.2565621>. Acesso em: 05 abr. 2021.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PROFESSORES



Prezado professor, o conteúdo desta pesquisa será subsídio para a elaboração de um projeto de mestrado cuja linha de desenvolvimento tratará da educação na indústria 4.0.

Gostaríamos de saber a sua opinião sobre o curso “Manufatura Avançada”. Sua resposta será de grande contribuição.

- 1) No seu entendimento a grade curricular do curso atende as necessidades requeridas pelas empresas em relação à indústria 4.0?
 - a) Plenamente;
 - b) Parcialmente,
 - c) Não atende. Por qual razão?
- 2) Cite duas mudanças ou sugestões que faria acerca da grade curricular do curso.
- 3) Quais ferramentas e metodologias utiliza em suas aulas?
- 4) Alguma experiência anterior com o ensino focado nos conceitos da Indústria 4.0?
- 5) Qual a sua opinião sobre metodologias ativas?
- 6) Os ambientes de aprendizagem são adequados para que haja o exercício de aplicação das competências em situações práticas.
 - a) Plenamente;
 - b) Parcialmente,
 - c) Não atende. Por qual razão?

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO ALUNOS

Prezado aluno, o conteúdo desta pesquisa será subsídio para a elaboração de um projeto de mestrado cujo linha de desenvolvimento tratará da educação na Indústria 4.0.

Gostaríamos de saber a sua opinião sobre o curso “Manufatura Avançada”. Sua resposta será de grande contribuição.

- 1) Sobre o curso, qual era a sua expectativa inicial?
- 2) Nesse sentido, pode-se dizer que o curso atende:
 - a) Plenamente
 - b) Parcialmente
 - c) Não atende. Por qual razão?
- 3) Sobre as disciplinas, na sua opinião, pode-se dizer que atendem:
 - a) Plenamente
 - b) Parcialmente
 - c) Não atende. Por qual razão?
- 4) Sobre as metodologias de ensino/aula, na sua opinião, pode-se dizer que atendem:
 - a) Plenamente
 - b) Parcialmente
 - c) Não atende. Por qual razão?
- 5) Sobre os critérios de avaliação, na sua opinião, pode-se dizer que atendem:
 - a) Plenamente
 - b) Parcialmente
 - c) Não atende. Por qual razão?
- 6) Sobre os eventos/palestras/visitas, na sua opinião, pode-se dizer que atendem:
 - a) Plenamente
 - b) Parcialmente
 - c) Não atende. Por qual razão?
- 7) Você consegue enxergar diferença entre esse curso e um curso tradicional de outra área:
 - a) Concordo Plenamente
 - b) Concordo Parcialmente
 - c) Não concordo. Por qual razão?
- 8) Sobre a sua escolha por esse curso, pode-se dizer que você está:
 - a) Plenamente satisfeito
 - b) Parcialmente satisfeito
 - c) Insatisfeito. Por qual razão?
- 9) Você indicaria esse curso para alguém?
 - a) Certamente Indicaria
 - b) Provavelmente indicaria
 - c) Não Indicaria. Por qual razão?