



INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CAMPUS PORTO ALEGRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA

NILO CÉSAR OLIVEIRA GUIMARÃES

PRESSUPOSTOS PARA O ENSINO DA INDÚSTRIA 4.0 NO ENSINO MÉDIO
INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: FORMAÇÃO PARA A
AUTONOMIA E EMANCIPAÇÃO

Porto Alegre

2020

NILO CÉSAR OLIVEIRA GUIMARÃES

**PRESSUPOSTOS PARA O ENSINO DA INDÚSTRIA 4.0 NO ENSINO MÉDIO
INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: FORMAÇÃO PARA A
AUTONOMIA E EMANCIPAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo *Campus* Porto Alegre do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Sara Castaman

Porto Alegre

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G963p Guimarães, Nilo César Oliveira

Pressupostos para o ensino da Indústria 4.0 no ensino médio integrado à educação profissional: formação para a autonomia e emancipação / Nilo César Oliveira Guimarães. – Porto Alegre, 2020.
254 f.: il ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre, Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica, Porto Alegre, 2020.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Sara Castaman.

1. Educação profissional. 2. Indústria 4.0. 3. Pedagogia. I. Castaman, Ana Sara. II. Título.

CDU 37:004

NILO CÉSAR OLIVEIRA GUIMARÃES

**PRESSUPOSTOS PARA O ENSINO DA INDÚSTRIA 4.0 NO ENSINO MÉDIO
INTEGRADO À EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: FORMAÇÃO PARA A
AUTONOMIA E EMANCIPAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Aprovado em 26 de agosto de 2020.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Sara Castaman

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof. Dr. Josimar de Aparecido Vieira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Vitor Nardelli

Instituto SENAI de Inovação em Soluções Integradas em Metalmeccânica



INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Autarquia criada pela Lei nº 11.892 de 29 de Dezembro de 2008

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**



NILO CÉSAR OLIVEIRA GUIMARÃES

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE INDÚSTRIA 4.0

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Validado em 26 de agosto de 2020.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Sara Castaman

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
Orientadora

Prof. Dr. Josimar de Aparecido Vieira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Vitor Nardelli

Instituto SENAI de Inovação em Soluções Integradas em Metalmeccânica

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço à minha família, pelo apoio e pela paciência, para que eu me dedicasse aos estudos do mestrado durante dois anos. Sei que sentiram minha ausência tanto quanto eu senti a falta deles, mas é, ao final, uma conquista de todos nós, certamente.

Também agradeço à minha orientadora, professora Ana Sara, por me incentivar em todos os momentos e por responder com qualidade e rapidez os meus questionamentos. Muito obrigado Ana!

Agradeço aos professores Josimar e Vitor por aceitarem o convite para participar da banca da qualificação e defesa de meu trabalho e pelas sugestões importantes que procurei incorporar na pesquisa.

Agradeço também aos professores da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, e diversos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, por gentilmente aceitarem participar de minha pesquisa.

Quero agradecer, especialmente, aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo e Rio Grande do Sul, por oportunizarem o programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica em rede nacional (ProfEPT), justamente em um período da minha vida que eu já começava a duvidar se algum dia conseguiria concluir um programa de mestrado.

Por fim, mas não menos importante, eu quero agradecer aos meus colegas da turma de mestrado. Os momentos das aulas presenciais foram ricos e o apoio no grupo de *whatsapp* foi fundamental.

“We are at the beginning of a revolution that is fundamentally changing the way we live, work, and relate to one another” (SCHWAB, 2016).

RESUMO

O presente trabalho intitulado “Pressupostos para o ensino da indústria 4.0 no ensino médio integrado à educação profissional: formação para a autonomia e emancipação” trata-se de uma pesquisa aplicada vinculada ao Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional. Teve como ponto de partida a observação do pesquisador quanto a multiplicidade de informações relativas ao tema Indústria 4.0 (I4.0) (também conhecida como Manufatura Avançada ou Quarta Revolução Industrial) e como este tema é pouco abordado nas unidades curriculares dos ementários em cursos de ensino médio integrado à educação profissional na área de controle e automação, embora seja fundamental para a vida profissional dos egressos destes cursos. Assim, esta investigação teve por objetivo conhecer atividades pedagógicas capazes de implementar uma proposta de ensino para o tema Indústria 4.0 nos cursos integrados ao ensino médio, na área de controle e processos industriais. Para tanto, o estudo foi de natureza aplicada, de objetivo exploratório, a partir de uma abordagem qualitativa. Seu delineamento para a coleta e a análise dos dados caracterizou-se como bibliográfica e eletrônica. Considerou-se a Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como o campo de atuação e o seu universo os professores da área de controle e processos industriais que atuam no Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. Os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas. A análise das informações foi de conteúdo por categoria e descritiva dos dados. A partir da análise e discussão dos dados elaborou-se um produto educacional, ou seja, uma sequência didática com sugestões de atividades pedagógicas para conhecer e refletir acerca das tecnologias combinadas na Indústria 4.0. O produto educacional (PE) constitui-se de um aprofundamento teórico sobre a I4.0 e de cinco planos de aula cujo propósito é instrumentalizar os docentes para a construção de momentos teórico-práticos em sala de aula ricos em interações entre os participantes, com maior protagonismo por parte dos estudantes. A avaliação da Sequência Didática efetuou-se a partir de um questionário estruturado junto a 32 docentes vinculados aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), São Paulo (IFSP) e Rio de Janeiro (IFRJ), além de dois educadores pertencentes à Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt. A partir das análises realizadas entende-se que o Produto Educacional gerado pode se constituir como uma ferramenta para o ensino da temática I4.0 nos cursos de ensino médio integrado à educação profissional e, além disso, promover a formação humana integral, fomentando à autonomia e à emancipação dos estudantes.

Palavras-Chave: Indústria 4.0. Produto Educacional. Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. Atividades Pedagógicas. Sequência Didática.

ABSTRACT

The present work entitled " Presuppositions for teaching industry 4.0 in high school integrated with professional education: training for autonomy and emancipation" is an applied research linked to the Professional Master in Professional and Technological Education in the National Network. It had as its starting point the observation of the researcher regarding the multiplicity of information related to the theme Industry 4.0 (I4.0) (also known as Advanced Manufacturing or the Fourth Industrial Revolution) and how this theme is rarely addressed in the curricular units of the ementaries in courses of high school integrated with professional education, in the area of control and automation, although it is fundamental for the professional life of the graduates of these courses. Thus, this investigation aimed to discover pedagogical activities capable of implementing a teaching proposal for the theme Industry 4.0 in courses integrated to high school in the area of control and industrial processes. For this, the study was of an applied nature, with an exploratory objective, from a qualitative approach. Its design for data collection and analysis was characterized as bibliographic and electronic. The Frederico Guilherme Schmidt State Technical School was considered the field of activity and its universe as teachers in the area of control and industrial processes that work in High School Integrated with Professional Education. Data were collected through semi-structured interviews. The analysis of the information was content by category and descriptive of the data. From the analysis and discussion of the data, an educational product was created, that is, a didactic sequence with suggestions for pedagogical activities to learn about and reflect on the technologies combined in Industry 4.0. The educational product (PE) consists of a theoretical deepening about I4.0 and five lesson plans whose purpose is to instruct teachers to build theoretical and practical moments in the classroom rich in interactions between participants, with greater protagonism on the part of students. The evaluation of the Didactic Sequence was carried out based on a structured questionnaire with 32 professors linked to the Federal Institutes of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul (IFRS), São Paulo (IFSP) and Rio de Janeiro (IFRJ), besides two educators belonging to the State Technical School Frederico Guilherme Schmidt. Based on the analyzes carried out, it is understood that the Educational Product generated can become a tool for teaching the theme I4.0 in high school courses integrated with professional education and, in addition, promoting integral human formation, promoting autonomy and the emancipation of students.

Keywords: Industry 4.0. Educational Product. Integrated High School. Pedagogical Activities. Didactic Sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa Interativo da Quarta Revolução Industrial	30
Figura 2 – Intervenções importantes para o processo de ensino-aprendizagem da I4.0	37
Figura 3 – Letramento midiático e informacional.....	39
Figura 4 – Capa do Produto Educacional.....	42
Figura 5 – Sumário do Produto Educacional.....	42
Figura 6 – Paleta de Cores <i>Wild Orchid</i>	44
Figura 7 - Nível de conhecimento sobre a Indústria 4.0	47
Figura 8 – Forma de aprendizado da I4.0	48
Figura 9 – Adequação da SD para ensino da I4.0 na sala de aula	49
Figura 10 – Motivos de porque a SD é um material apto para ser utilizado em sala de aula	50
Figura 11 - Outros aspectos positivos da SD	51
Figura 12 – Qualidade do conteúdo do PE	52
Figura 13 – Grau de importância da SD no ensino	52
Figura 14 – Clareza das informações.....	53
Figura 15 – Probabilidade de utilização do material para ensinar sobre a I4.0	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Competências requeridas pela Indústria 4.0	29
Quadro 2 – Informação verbal dos respondentes	36
Quadro 3 - Estratégias utilizadas em sala de aula	46
Quadro 4 - Desafios na escolha de estratégias de ensino	46
Quadro 5 - Importância de se abordar o tema Indústria 4.0 no EMIEP	48
Quadro 6 - Outros aspectos positivos da SD	50
Quadro 7 - Sugestões para aprimorar a SD.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APS – *Advanced Planning and Scheduling*

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CAD - *Computer Aided Design*

CAE – *Computer Aided Engineering*

CAM - *Computer Aided Manufacturing*

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa

CNC - Comando Numérico Computadorizado

CNCT - Catálogo Nacional de Cursos Técnicos

EMIEP - Ensino Médio Integrado à Educação Profissional

EPT - Educação Profissional e Tecnológica

I4.0 - Indústria 4.0

IFES - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo

IFRJ - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

IFRS - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

IFSP - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

IFSul - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-riograndense

MES – *Manufacturing Execution Systems*

PDM – *Product Data Management*

PE – Produto Educacional

ProfEPT - Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica

QRI – Quarta Revolução Industrial

SD - Sequência Didática

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	16
1 INTRODUÇÃO	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 Ensino Médio Integrado à Educação Profissional: formação à autonomia e à emancipação dos sujeitos	23
2.2 Atividades Pedagógicas: mediação à autonomia e à emancipação	26
2.3 Sequência Didática: o ensino sobre Indústria 4.0	28
3 METODOLOGIA	32
3.1 Classificação da Pesquisa	32
3.2 Campo, Universo e Amostra da Pesquisa	32
3.3 Instrumentos de Coleta de Dados	33
3.4 Análise de Dados	33
4 ANÁLISE DOS DADOS (RESULTADOS E DISCUSSÕES)	35
4.1 Do Diagnóstico	35
4.1.1 Conhecimentos Sobre a I4.0	35
4.1.2 Uso de Estratégias no Ensino	36
4.1.3 Expectativas em relação ao Produto Educacional	40
4.2 Desenvolvimento do Produto Educacional	41
4.3 Da Avaliação do Produto Educacional	44
4.3.1 Uso de Estratégias de Ensino	45
4.3.2 Conhecimento Sobre a Indústria 4.0	47
4.3.3 Aplicabilidade do Produto Educacional (Sequência Didática)	49
4.3.4 Apresentação do Produto Educacional (Sequência Didática)	52
4.4 Validação e Registro	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	61
APÊNDICE B – Entrevista Inicial	209
APÊNDICE C – Questionário Final	211
APÊNDICE D – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS INICIAIS	220

APÊNDICE E – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO FINAL	234
ANEXO A – TCLE.....	249
ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	251

APRESENTAÇÃO

O ensino médio ao integrar-se à educação profissional pressupõe uma possibilidade de superação da dualidade da formação para o trabalho intelectual e para o trabalho manual (RAMOS, 2008). Implica em “[...] formar o ser humano na sua integralidade física, mental, cultural, política, científico-tecnológica” (CIAVATTA, 2005, p. 86). O Ensino Médio Integrado à Educação Profissional (EMIEP) possui como princípios norteadores constantes em suas Diretrizes Curriculares Nacionais, de forma resumida: a formação integral do estudante; o desenvolvimento para a vida social e profissional; o trabalho assumido como princípio educativo, tendo sua integração com a ciência, a tecnologia e a cultura; a pesquisa como princípio pedagógico; a indissociabilidade entre educação e prática social; a indissociabilidade entre teoria e prática; a contextualização, flexibilidade e interdisciplinaridade (BRASIL, 2012). Logo, os itinerários formativos dos estudantes devem considerar o:

[...] desenvolvimento de programas educacionais inovadores e atualizados que promovam efetivamente a qualificação profissional dos estudantes para o mundo do trabalho, objetivando sua habilitação profissional tanto para o desenvolvimento de vida e carreira, quanto para adaptar-se às novas condições ocupacionais e às exigências do mundo do trabalho contemporâneo e suas contínuas transformações, em condições de competitividade, produtividade e inovação, considerando o contexto local e as possibilidades de oferta pelos sistemas de ensino (BRASIL, 2018b, p. 7).

Neste contexto, no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT), o eixo tecnológico de controle e processos industriais¹ compreende,

[...] tecnologias associadas a infraestrutura e processos mecânicos, elétricos e eletroeletrônicos, em atividades produtivas. Abrange proposição, instalação, operação, controle, intervenção, manutenção, avaliação e otimização de múltiplas variáveis em processos, contínuos ou discretos.

A organização curricular dos cursos contempla conhecimentos relacionados a: leitura e produção de textos técnicos; estatística e raciocínio lógico; ciência, tecnologia e inovação; investigação tecnológica; empreendedorismo; tecnologias de comunicação e informação; desenvolvimento interpessoal; legislação; normas técnicas; saúde e segurança no trabalho; gestão da qualidade e produtividade; responsabilidade e sustentabilidade social e ambiental; qualidade de vida; e ética profissional (BRASIL, 2016b).

Assim, nestes cursos de EMIEP, na área de controle e processos industriais, pretende-se formar integralmente o estudante em todas suas dimensões, ou seja, requer envolver os aspectos do trabalho, da tecnologia, da ciência e da cultura (BRASIL, 2012). Ainda, proporcionar “[...] conhecimentos, saberes e competências profissionais necessários

¹ O eixo Controle e Processos Industriais abrange os Cursos Técnicos em: Automação Industrial; Eletroeletrônica; Eletromecânica; Eletrônica; Eletrotécnica; Manutenção Automotiva; Manutenção de Aeronaves em Aviônicos; Manutenção de Aeronaves em Célula; Manutenção de Aeronaves em Grupo Motopropulsor; Manutenção de Máquinas Industriais; Manutenção de Máquinas Navais; Manutenção de Máquinas Pesadas; Manutenção de Sistemas Metroferroviários; Mecânica; Mecânica de Precisão; Mecatrônica; Metalurgia; Metrologia; Processamento da Madeira; Refrigeração e Climatização; Sistemas a Gás; Sistemas de Energia Renovável e Soldagem.

ao exercício profissional e da cidadania, com base nos fundamentos científico-tecnológicos, socio-históricos e culturais” (BRASIL, 2012, p. 2). Outrossim, geralmente, estes cursos abordam muito a parte tecnológica visto que “[...] grande parte das futuras profissões envolverá, direta ou indiretamente, computação e tecnologias digitais” (BRASIL, 2018a, p. 473).

Em se tratando de tecnologias, a Indústria 4.0 (I4.0) é reconhecida como a quarta revolução industrial (QRI). Nas palavras de Schwab (2016, p. 7) “*We are at the beginning of a revolution that is fundamentally changing the way we live, work, and relate to one another*”². Contudo, grande parte dos ementários das unidades curriculares dos cursos de EMIEP, na área de controle e processos industriais, ainda aborda apenas a segunda e terceira revoluções industriais, como se verifica naqueles disponíveis nos *sites*³ de cursos técnicos em mecânica do Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), Instituto Federal de São Paulo (IFSP), entre outros.

Não obstante, entende-se que a temática da I4.0 é atual, relevante e necessária para quem atua na referida área, sendo um conhecimento que necessita ser mediado a partir de atividades pedagógicas⁴ que fomentem à reflexão, à autonomia e à emancipação dos estudantes nos cursos de EMIEP. Dito de outro modo, deve-se superar os modelos tradicionais do processo de ensino-aprendizagem e, paralelamente, adotar concepções que valorizem o protagonismo, a dialogicidade e a construção de conhecimentos por parte dos estudantes.

Assim, para examinar as produções científicas já existentes sobre I4.0, empreenderam-se pesquisas em bases de dados. Sabe-se que existem inúmeros estudos quanto às atividades pedagógicas, mas buscou-se aferir a existência de investigações vinculadas à temática I4.0.

No banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)⁵, utilizou-se como palavra-chave o termo "Indústria 4.0". Observou-se a existência de 25 trabalhos nos anos de 2018 e 2019, exclusivamente, do Mestrado Profissional. Destes 25 trabalhos, o acesso estava disponível para 17 dissertações.

A maioria das produções consultadas estão voltadas a direcionamentos técnicos da

² Estamos no início de uma revolução que está mudando fundamentalmente, a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos (traduzido pelo autor).

³ Verificou-se nos seguintes sites: IFRJ, disponível em: https://portal.ifrj.edu.br/sites/default/files/IFRJ/Cursos%20M%C3%A9dio%20T%C3%A9cnico/ementario_mecanica_par_com_corrosao.pdf e no IFSP, disponível em: https://spo.ifsp.edu.br/images/phocadownload/DOCUMENTOS_MENU_LATERAL_FIXO/TECNICOS/INTEGRADO/MECANICA/4_anos/Estrutura_Curricular_M.I._Mec%C3%A2nica_28.03.pdf].

⁴ Destaca-se que, para este trabalho, assume-se o termo “Atividades Pedagógicas”. No entanto, pode-se encontrar estudos com outras nomenclaturas como: sequências didáticas, processos de ensinagem e estratégias de ensinagem. Apesar de se assumir um termo específico para esta pesquisa, manter-se-á nas citações diretas e indiretas, àqueles empregados por cada autor.

⁵ Disponível em: <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/#!/>

aplicação da I4.0 com uma visão utilitarista, dedicados especificamente à obtenção de melhores resultados nos processos industriais com esta nova abordagem tecnológica. Contudo, identificou-se três (03) produções científicas que envolvem aspectos relacionados ao processo de ensino-aprendizagem em relação ao tema I4.0. São elas: 1) As competências individuais em projetos da Indústria 4.0 (SANTOS, 2018); 2) Aplicação da educação 4.0 numa escola técnica profissionalizante (SILVA EC, 2019); e 3) Influências e desafios da Indústria 4.0 para a implementação e capacitação profissional: estudo de casos múltiplos (SILVA AM, 2019).

Na primeira dissertação, a autora separou às categorias ligadas a I4.0 em quatro segmentos: técnicas (compreensão sistêmica do processo; habilidades analíticas; habilidades técnicas; habilidade com segurança de TI; tendência de gestão de projetos; conhecimento do negócio); metodológicas (mentalidade digital - *mindset digital*; criatividade; pensamento empreendedor); sociais (capacidade de trabalhar em equipe; ser comprometido e cooperativo; habilidades de liderança; habilidades de comunicação; resolução de conflitos); e pessoais (motivação para aprender; tomada de decisão; capacidade de trabalhar sob pressão; tolerância à ambiguidade; flexibilidade).

Na segunda dissertação, o pesquisador identificou que metodologias ativas são importantes para o processo de ensino-aprendizagem da I4.0 em aulas de robótica. Na terceira dissertação, por sua vez, o autor constatou que duas grandes empresas brasileiras, com destaque em seus segmentos, afirmaram que seus colaboradores têm pouco conhecimento em tecnologias avançadas (I4.0), programação computacional e interação com ferramentas tecnológicas de última geração.

Ainda, analisou-se as produções dos Programas de Mestrado Profissional na área de Ensino, que poderiam ser relacionadas a presente pesquisa, por meio da Plataforma Sucupira⁶, mas nada foi encontrado com o descritor "Indústria 4.0". Identificou-se até o momento que nenhum produto educacional de mestrado trata sobre a criação de sequências didáticas para abordar o tema indústria 4.0.

Em face do exposto, diante de minha formação em Engenharia Mecânica com Pós-Graduação *Lato Sensu* em Automação Industrial, de minha atuação profissional na área de Sistemas CAE/CAD/CAM/PDM/APS/MES⁷ e da vinculação à linha de pesquisa "Práticas Educativas em Educação Profissional e Tecnológica", ao Macroprojeto 1 - Propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na educação profissional e tecnológica (EPT), justifica-se esta pesquisa. A linha de Práticas educativas em EPT trata de questões de ensino e aprendizagem na EPT, nucleado em

⁶ Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>. Acesso em: 29 jun. 2020.

⁷ CAE – *Computer Aided Engineering*; CAD - *Computer Aided Design*; CAM - *Computer Aided Manufacturing*; PDM – *Product Data Management*; APS – *Advanced Planning and Scheduling*; MES – *Manufacturing Execution Systems*.

debates conceituais específicos, metodologias e recursos apropriados para essas discussões e elaboração e experimentação de propostas de ensino inovadoras em espaços diversos (sala de aula, laboratórios, campo, museus, setores produtivos, internet, entre outros) (IFES, 2015).

Destarte, acredita-se que conhecer atividades pedagógicas capazes de implementar uma proposta de ensino para o tema Indústria 4.0 nos cursos de EMIEP, seja um objetivo que contemple tal linha de pesquisa. Por fim, ressalta-se que este estudo não pretendeu problematizar se é necessária uma didática especial para a EPT, mas sugerir atividades pedagógicas que permitam a mediação do processo de ensino-aprendizagem na EPT, a partir de suas bases conceituais e de um tema relevante e atual que é a Indústria 4.0.

Assim, na primeira parte apresenta-se a introdução para contextualizar o tema I4.0 e o objetivo da presente pesquisa. No segundo capítulo aborda-se a revisão bibliográfica, a qual está dividida em três (03) seções: a) trata do Ensino Médio Integrado à Educação Profissional enquanto promotor da emancipação e da autonomia dos estudantes; b) compreende o conceito de atividades pedagógicas enquanto um mediador à autonomia e emancipação dos estudantes; c) discute a possibilidade da elaboração de sequência didática para o ensino da I4.0.

No terceiro capítulo, apresenta-se o percurso metodológico, indicando: a classificação, o campo, o universo e a amostra da Pesquisa; os instrumentos de coleta de dados; e a metodologia para análise dos dados coletados. No quarto capítulo, discute-se e analisa-se os dados da pesquisa, os quais foram divididos em três (03) categorias que permitiram a elaboração do produto educacional, a saber: conhecimentos sobre a I4.0; uso de estratégias no ensino; e expectativas em relação ao PE a ser desenvolvido. Ainda, apresenta-se o produto educacional, ou seja, uma sequência didática (SD) composta por cinco Planos de Aula, com a finalidade de: conhecer acerca dos conceitos e fundamentos da Indústria 4.0, de modo que o estudante seja capaz de identificar os impactos desta na sociedade mundial; conhecer a respeito das 9 Tecnologias, consideradas alguns dos Pilares da Indústria 4.0, de modo que o estudante seja capaz de listar quais destas estão presentes nos *smartphones*, computadores e demais equipamentos modernos; conhecer a respeito dos últimos 5 Pilares que completam o conjunto de 9 Tecnologias da Indústria 4.0, de modo que os estudantes examinem simulação, integração de sistemas, internet das coisas (IoT), cibersegurança e *big data & analytics*; conhecer acerca das operações fundamentais com o software de autoria *scratch*, de modo que o estudante identifique os seus comandos e os execute; e conhecer acerca das interações com o *scratch* via sensores do *smartphone*.

Em seguida, trata-se da avaliação do produto educacional, o qual foi realizado por 32 docentes da EPT vinculados aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia

do Rio Grande do Sul (IFRS), São Paulo (IFSP) e Rio de Janeiro (IFRJ), além de dois (02) educadores pertencentes à Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt.

Por fim, a última parte aborda as considerações finais do trabalho. Nos anexos A, B e nos apêndices A, B, C, D, E são apresentados o produto educacional criado; *templates* da entrevista e questionário aplicados, bem como os dados coletados; e documentação relativa ao atendimento as regras do programa de mestrado ProfEPT.

Ressalta-se que uma limitação deste trabalho foi o fato da SD não ter sido investigada e aplicada junto aos educandos, em função da pandemia COVID-19. Certamente estes dados empíricos, de levantamento de dados e de aplicação do PE em sala de aula, gerariam relatos e depoimentos importantes para os ajustes da SD com o objetivo de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem da temática I4.0 nos cursos do EMIEP.

1 INTRODUÇÃO

O tópico Indústria 4.0 (I4.0) foi abordado pela primeira vez em 2001, em uma Feira de Hannover, na Alemanha, e ganhou destaque mundial em 2016 quando foi anunciado como tema principal (*Mastering the fourth industrial revolution*) no Fórum Econômico Mundial, em Davos, na Suíça. Desde então, as tecnologias disruptivas que o compõem vêm acelerando mais e mais, forçando uma adaptação rápida das Instituições (privadas e públicas) ao que está sendo chamada de Quarta Revolução Industrial.

Governos e indústrias foram afetados de igual maneira, e neste contexto desafiador os sistemas de educação também estão sendo instados a uma adequação aos novos tempos. Devido ao fato que a I4.0 é recente a nível mundial, é coerente compreender que os cursos de EMIEP brasileiros ainda não abordam este tema em seus ementários.

Diante desse contexto e atrelado a minha vivência por mais de 20 anos com algumas tecnologias que estão relacionadas à I4.0, além do fato de ter exercido a docência durante 8 anos (cursos técnicos e superiores), almejou-se criar uma sequência didática para os estudantes construírem e refletirem saberes relacionados a temática. As sequências didáticas contemplam, segundo Masetto (2003), tanto ações individuais, quanto coletivas, sempre considerando o estudante como ativo do processo de aprendizagem.

Apesar de não se defender, nesta pesquisa, o consumo flexível de competências diferenciadas (KUENZER, 2020), nota-se que os saberes para o domínio profissional da I4.0 são os mesmos sustentados por Libâneo (2001), ou seja, capacidade de abstração, flexibilidade comportamental, boa comunicação, criatividade, análise de situações novas, etc. Assim, ressalta-se que o trabalho pedagógico, a partir deste tema pode constituir sujeitos autônomos e emancipados, especialmente, se colocar o estudante em movimento, em protagonismo e em confronto de discursos à produção de seus significados.

Outrossim, salienta-se que ao mesmo tempo em que se permite tratar de um assunto altamente tecnológico e contemporâneo, oportuniza-se a inserção de atividades pedagógicas que consideram o estudante como ativo no processo de ensino e aprendizagem. Pimenta e Anastasiou (2002) descrevem estratégias de ensinagem para mobilizar o estudante na apropriação do conhecimento e na realização de sínteses de mais qualidade, do que se experienciasse apenas aulas expositivas que exigem somente memorização. Destarte, problematiza-se: que atividades pedagógicas podem ser empregadas para ensinar acerca da Indústria 4.0 em cursos de EMIEP?

Para tentar responder tal questionamento, este estudo, portanto, teve o objetivo de conhecer atividades pedagógicas capazes de implementar uma proposta de ensino para o

tema Indústria 4.0 nos cursos de EMIEP. Já os objetivos específicos foram: identificar atividades pedagógicas que facilitam o processo de ensino-aprendizagem na EPT; investigar as percepções dos docentes que atuam em curso integrado ao ensino médio na área de controle e processos industriais, a respeito das atividades pedagógicas empreendidas no processo de ensino-aprendizagem; elaborar e avaliar proposta de ensino com foco em conhecimentos relevantes da Indústria 4.0, a fim de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem em curso do EMIEP.

Espera-se que o presente estudo possa aperfeiçoar o processo de ensino-aprendizagem e a incentivar os estudantes a compreender mais sobre a indústria 4.0.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ensino Médio Integrado à Educação Profissional: formação à autonomia e à emancipação dos sujeitos

A Resolução CNE/CEB nº 6 (BRASIL, 2012) define as Diretrizes Curriculares Nacionais parquialiaa a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. A Educação Profissional Técnica de Nível Médio é ofertada nas formas articulada e subsequente ao Ensino Médio, podendo a primeira ser integrada ou concomitante.

Como princípios norteadores definidos pela Resolução destaca-se: a formação integral do estudante em todos os seus aspectos; a articulação da Educação Básica com a Educação Profissional para a produção do conhecimento e a intervenção social; a indissociabilidade entre educação e prática social, considerando-se a historicidade dos conhecimentos e dos sujeitos da aprendizagem e, a identidade dos perfis profissionais de conclusão de curso, que contemplem conhecimentos, competências e saberes profissionais requeridos pela natureza do trabalho, pelo desenvolvimento tecnológico e pelas demandas sociais, econômicas e ambientais (BRASIL, 2012).

O EMIEP conduz o estudante à habilitação profissional técnica de nível médio ao mesmo tempo em que conclui a última etapa da Educação Básica. Esta modalidade integrada de ensino foi defendida nas últimas décadas por expoentes da Educação Brasileira como: Frigotto (1995, 2012), Saviani (1999, 2007, 2011), Libâneo (1996, 2001, 2004, 2016), Freire (1987, 2002), Ciavatta (2005), Moll (2005, 2012), Antunes (2006, 2009), Ramos (2001, 2008, 2010), entre outros.

Os referidos autores lutam para que a Educação no Brasil seja pública, gratuita, laica, democrática, inclusiva e de qualidade para todos, como direito social, assegurando a universalização do acesso e a formação integral e omnilateral⁸. A formação integral e omnilateral visa a preparar os educandos para a vida, sendo mais facilmente alcançada com o entendimento e a aplicação do trabalho como princípio educativo e da pesquisa como pressuposto pedagógico. É importante que o trabalho como princípio pedagógico esteja presente no EMIEP, e da forma recomendada por Saviani (2007, p. 161):

O horizonte que deve nortear a organização do ensino médio é o de propiciar aos alunos o domínio dos fundamentos das técnicas diversificadas utilizadas na produção, e não o mero adestramento em técnicas produtivas. Não a formação de técnicos especializados, mas de politécnicos.

Politecnia significa, aqui, especialização como domínio dos fundamentos científicos das diferentes técnicas utilizadas na produção moderna.

Já a pesquisa como princípio pedagógico é outro recurso que os educadores podem

⁸ Omnilateral expressa uma concepção de formação humana, com base na integração de todas as dimensões da vida.

se valer no processo de ensino-aprendizagem. Vieira *et al.* (2019, p. 1) alude que neste processo “Constituirão uma dinâmica que permite (re)descobrir a realidade como totalidade e aprender o conhecimento em movimento marcado por conflitos e contradições”.

Diante do exposto e nesta condição, a mediação de conhecimentos científicos e culturais em uma visão unilateral poderá promover e ampliar o desenvolvimento dos processos psíquicos superiores dos estudantes, compreender e analisar a realidade, além de desenvolver processos de pensamento típicos da classe dirigente. A educação unilateral permitirá atingir um dos objetivos de Gramsci (1977) da elevação intelectual, moral e política dos dominados. Esta escola diferenciada colaborará com o estudante no desenvolvimento do pensamento crítico tão necessário à autonomia e à emancipação na condição de sujeito social e resultará à superação da dualidade histórica do ensino.

Aqui, autonomia e emancipação estão vinculadas a ideia de que as pessoas sejam capazes de tomar suas próprias decisões, de se responsabilizarem pelos resultados advindos destas ações e de transformarem os espaços em que estão inseridas. Como o próprio Freire (2002, p. 25) destaca “Saber que devo respeito à autonomia e à identidade do educando exige de mim uma prática em tudo coerente com este saber”. O autor acrescenta em relação à autonomia:

Ninguém é sujeito da autonomia de ninguém. Por outro lado, ninguém amadurece de repente, aos 25 anos. A gente vai amadurecendo todo dia, ou não. A autonomia, enquanto amadurecimento do ser para si, é processo, é vir a ser. Não ocorre em data marcada. É neste sentido que uma pedagogia da autonomia tem de estar centrada em experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade, vale dizer, em experiências respeitadas da liberdade (FREIRE, 2002, p. 41).

A autonomia é tão importante no contexto do EMIEP que os currículos dos cursos devem possibilitar aos estudantes “[...] progressivo desenvolvimento profissional e capacidade de construir novos conhecimentos e desenvolver novas competências profissionais com autonomia intelectual” (BRASIL, 2012). Em outras palavras, que o processo de ensino-aprendizagem permita que os estudantes consigam construir aprendizagens e fomentar a autonomia e a emancipação do indivíduo, bem como a capacidade crítica-reflexiva em relação ao mundo.

Num mundo globalizado, transnacional, nossos alunos precisam estar preparados para uma leitura crítica das transformações que ocorrem em escala mundial. Num mundo de intensas transformações científicas e tecnológicas, precisam de uma formação geral sólida, capaz de ajudá-los na sua capacidade de pensar cientificamente, de colocar cientificamente os problemas humanos (LIBÂNEO, 1996, p. 03).

Libâneo (1996), ao tratar das transformações que ocorrem cada vez mais rapidamente na atualidade, destaca reflexões que embasam a necessidade do estudante compreender saberes necessários à sua formação. Conforme defendido por Libâneo (2004), para incluir-se socialmente o trabalhador precisa também de habilidades cognitivas

e competências sociais. No entanto, Saviani (2011, p. 65) aponta problemas quanto a mediação desses saberes:

Daí surge o problema da transformação do saber elaborado em saber escolar. Essa transformação é o processo por meio do qual se selecionam, do conjunto do saber sistematizado, os elementos relevantes para o crescimento intelectual dos alunos e organizam-se esses elementos numa forma, numa sequência tal que possibilite a sua assimilação. Assim, a questão central da pedagogia é o problema das formas, dos processos, dos métodos; certamente, não considerados em si mesmos, pois as formas só fazem sentido quando viabilizam o domínio de determinados conteúdos.

As pedagogias sociocríticas, entre elas a histórico-crítica, não tem o intuito de atender imediatamente às necessidades do mercado capitalista e defendem a formação humana integral em todos os seus aspectos, ou seja, nas dimensões socioculturais, artísticas, técnicas, etc. Esta abordagem nega trabalhar com um currículo que vise aos resultados imediatos no mundo do trabalho. Currículos mínimos que tratam apenas de procedimentos técnicos ensinados de uma forma enciclopédica, em que o estudante necessita principalmente memorizar as informações. Os autores Freire (1987) e Libâneo (1996) deixam claro que a mecanização da aprendizagem por meio de conteúdos apostilados, em um verdadeiro treinamento para aprovação em testes, não permite que o estudante evolua em práticas socioculturais e desenvolva processos psíquicos superiores que são exclusivos dos humanos.

A escola ideal deve, antes de tudo, propiciar a partir dos conteúdos as condições do desenvolvimento cognitivo, afetivo e moral dos estudantes, considerando suas características individuais, sociais e culturais. Nesta visão, Libâneo (2004, p. 8) afirma “O ensino implica lidar com os sentimentos, respeitar as individualidades, compreender o mundo cultural dos alunos e ajudá-los a se construírem como sujeitos, a aumentar sua auto-estima [sic], sua autoconfiança e o respeito consigo mesmos”. Uma prática educativa neste referencial será, como aponta Vygotsky (2001), a interação de indivíduos em atividades pedagógicas socioculturais e institucionais, uma vez que isso desempenha papel fundamental na formação de instrumentos psicológicos ou sistemas conceituais, já que o ser humano interioriza formas culturalmente estabelecidas de funcionamento psicológico.

Assim, sugere-se que a instituição escolar desenvolva as capacidades cognitivas, operativas e sociais dos estudantes por meio das atividades pedagógicas que mediam os conteúdos dos ementários das unidades curriculares. Isso envolve ampliar processos mentais (ligados ao saber, sentir e fazer) para o pensamento crítico. Neste caso, o professor necessita assumir o ensino como mediação⁹, auxiliando o aluno a “aprender a pensar”, uma vez que este em momento algum substitui a atividade mental construtiva do

⁹ Toma-se por conceito de mediação em ensino o uso de elos intermediários entre o ser humano e o ambiente.

estudante.

De fato, com a “intelectualização” do processo produtivo, o trabalhador não pode mais ser improvisado. São requeridas novas habilidades, mais capacidade de abstração, de atenção, um comportamento profissional mais flexível. Para tanto, a necessidade de formação geral se repõe, implicando reavaliação dos processos de aprendizagem, familiarização com os meios de comunicação e com a informática, desenvolvimento de competências comunicativas, de capacidades criativas para análise de situações novas e cambiantes, capacidade de pensar e agir com horizontes mais amplos. Estamos frente a exigências de formação de um novo educador (LIBÂNEO, 2001, p. 5).

Ainda, ressalta-se que a interdisciplinaridade cumpre uma função importante na escola, a partir dessa perspectiva de abordagem. Libâneo (1996, p. 14) aponta:

[...] não há prática interdisciplinar sem a especialização disciplinar. O vício principal do currículo por disciplinas é reduzir o ensino à exposição oral dos conteúdos factuais e ao material informativo do livro didático, sem considerar o processo de investigação, os modos de pensar a que as disciplinas recorrem, a funcionalidade desses conteúdos para a análise de problemas e situações concretas e para a vida prática cotidiana. É daí que se postula uma atitude interdisciplinar que mobiliza o professor a transitar do geral ao particular e deste ao geral, do conhecimento integrado ao especializado e deste ao integrado, do território da disciplina às suas fronteiras e vice-versa.

A atitude interdisciplinar exige mais do professor na atuação docente. É necessário uma mudança conceitual e epistemológica e estar ciente que o estudante não conseguirá pensar interdisciplinarmente se o professor lhe oferecer um saber fragmentado e descontextualizado. Destarte, o professor necessita incluir atividades pedagógicas que permitam impulsionar as operações mentais por parte dos estudantes. Para tanto, a próxima seção aborda acerca de atividades pedagógicas que visam à autonomia e à emancipação dos estudantes.

2.2 Atividades Pedagógicas: mediação à autonomia e à emancipação

Masetto (2003) deixa evidente que tanto as atividades pedagógicas individuais, quanto as coletivas são importantes para o processo de ensino-aprendizagem. Ambos os tipos permitem um papel ativo do estudante no processo de aprendizagem. Masetto (2003) defende que as atividades pedagógicas individuais cumprem um papel de preparação às coletivas mais elaboradas. Neste sentido, o estudante aprende sozinho e com os outros. São exemplos de atividades pedagógicas coletivas: seminários, excursões, atividades em grupos como GV/GO (Grupo de Verbalização/Grupo de Observação), painel integrado, grupos de oposição, pequenos grupos de formular questões ou solucionar casos e projetos.

Pimenta e Anastasiou (2002) citam a necessidade do professor organizar e

operacionalizar o trabalho docente, a partir das estratégias de ensinagem¹⁰, que são ferramentas facilitadoras para que os estudantes apropriem-se do conhecimento. Almeja-se a mediação dos conteúdos de modo a estimular e/ou a construir os processos mentais, tomando como base que os estudantes passem da síncrese (visão caótica e não elaborada) para a síntese (entendimento de qualidade superior). Ou seja, requer que, os estudantes dominem os conteúdos, por meio da mobilização, da construção e da elaboração da síntese do conhecimento, respeitando a sua subjetividade.

Saviani (1999) descreve os 5 passos para o ensino que segue a pedagogia histórico-crítica, são eles: prática social, problematização, instrumentalização, catarse e prática social. Nota-se que o passo 1 é o momento em que o estudante tem a síncrese e o professor uma síntese parcial sobre o conteúdo. No passo 5, a prática social, tanto para os estudantes, quanto para o próprio professor, é de uma síntese de qualidade superior, ainda que provisória. Destaca-se assim que ambos, estudante e professor, saem do processo de ensino-aprendizagem melhor do que entraram.

Para os 3 passos intermediários, que correspondem a fase de análise, o professor deve lançar mão de estratégias que permitam que o estudante apreenda o conteúdo. Este cenário dialético é complexo, tanto para o professor, quanto para os estudantes, pois terão que sair de suas zonas de conforto (SAVIANI, 1999).

Ao escolher uma atividade pedagógica o professor oportuniza um ambiente dialético aos estudantes que exigirá diversas operações mentais, em um processo de crescente complexidade do pensamento. Como primeira atividade o professor poderá escolher a expositivo-dialogada, que já constitui uma superação da exposição de conteúdos tradicional. Posteriormente, o professor poderá evoluir para outras atividades pedagógicas que permitam aos estudantes trabalharem em grupo. Estas escolhas tomam proveito do fato que a aprendizagem é um ato social e dialético por natureza. Nestes trabalhos em grupo, a inteligência relacional desenvolve-se, tanto a interpessoal quanto a intrapessoal, que são competências importantes para os profissionais deste milênio.

Ainda, cita-se o ensino com pesquisa, a qual nas bases conceituais da EPT é entendida enquanto um princípio pedagógico e, como já ressaltava Freire (2002, p.14), "Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino". Segundo Demo (1997), o ensino com pesquisa permite que o educando seja sujeito no processo de ensino-aprendizagem, e não objeto. Ainda, o papel do educador deve ser o de orientador e o do educando de pesquisador, efetivamente. O estudante necessita ser capaz de, por meio de uma visão crítica da realidade, (des)(re)construir conhecimento sob orientação do professor. Desta

¹⁰ Anastasiou e Alves (2015) descrevem 20 estratégias de ensinagem. São elas: Aula expositiva dialogada, Estudo de texto, Portfólio, Tempestade cerebral, Mapa conceitual, Estudo dirigido, Lista de discussão por meios Informatizados, Solução de problemas, Phillips 66, Grupo de verbalização e de observação (GV/GO), Dramatização, Seminário, Estudo de caso, Júri simulado, Simpósio, Paineis, Fórum, Oficina (laboratório ou workshop), Estudo do meio e Ensino com pesquisa.

forma, o professor deixa de ser a fonte única de conhecimento e o aluno abandona a posição de simples receptor de informações. O documento DCNGEB (BRASIL, 2013, p. 163-164) admite que:

É necessário que a pesquisa como princípio pedagógico esteja presente em toda a educação escolar dos que vivem/viverão do próprio trabalho. Ela instiga o estudante no sentido da curiosidade em direção ao mundo que o cerca, gera inquietude, possibilitando que o estudante possa ser protagonista na busca de informações e de saberes, quer sejam do senso comum, escolares ou científicos.

Com estas atividades pedagógicas ocorrerá o desenvolvimento de outras habilidades como exposição oral, desenvoltura e liderança. Além do mais, sínteses que os alunos obteriam somente depois de formados poderão ser antecipadas durante os estudos acadêmicos dentro do curso. Nesta perspectiva, o estudante atua “[...] de forma significativa, responsável e com crescente autonomia, na busca da construção do conhecimento: supera-se o assistir pelo fazer aulas” (ANASTASIOU; ALVES, 2015, p. 80).

Nesta linha, o professor mobilizará os estudantes para além da ação mental de memorização e permitirá “[...] serviços de qualidade e um produto de qualidade, de modo que os alunos que passem por ela ganhem melhores e mais efetivas condições de exercício da liberdade política e intelectual” (LIBÂNIO, 1996, p. 04), de autonomia e de emancipação. É neste contexto de fomento da autonomia e da emancipação, por parte dos estudantes, que temáticas polêmicas como a I4.0 poderão ser abordadas e problematizadas com maior sucesso. Para tanto, a seção que segue trata da I4.0 enquanto um dos temas a ser tratado no EMIEP, visando à autonomia e à emancipação dos sujeitos.

2.3 Sequência Didática: o ensino sobre Indústria 4.0

Segundo o Website Indústria 4.0 (2018), a quarta revolução industrial, caracteriza-se por um conjunto de tecnologias que permite a fusão dos mundos físico, digital e biológico. Neste contexto, as principais tecnologias que possibilitam a fusão dos mundos físico, digital e biológico são a Manufatura Aditiva, a Inteligência Artificial (IA), a *Internet of Things* (IoT), a Biologia Sintética e os Sistemas Ciber Físicos (CPS - *cyber-physical system*).

As nove tecnologias habilitadoras (ou pilares) da I4.0, tratados por Küpper (2019) são os recursos tecnológicos aplicados para tornar a mesma uma realidade. Encontra-se neste conjunto algumas tecnologias de longa data, como a IoT que, segundo Costa (2017), iniciou em 1999 com as *tags* de *Radio-Frequency IDentification* (RFID), no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e a manufatura aditiva, que teve seu começo com as máquinas de estereolitografia –*Stereolithography Apparatus* (SLA), já na década de 80. Verifica-se também a robótica neste grupo de tecnologias da I4.0 com décadas de existência, embora somente recentemente essas nove tecnologias alcançaram um nível

tão elevado a ponto de, em grupo, permitir a aplicação prática da QRI.

Cabe destacar que além dessas 9 tecnologias outras tantas poderiam ser citadas, como por exemplo: a) Novos Materiais: além do grafeno outros materiais estão sendo desenvolvidos e possibilitarão que os computadores não sejam à base de silício como atualmente; b) Biotecnologia: além da integração entre os mundos físico e digital a Indústria 4.0 prevê a fusão com o mundo biológico (SCHWAB, 2016).

Schwab (2016, p. 7) afirma que “Estamos no início de uma revolução que está mudando fundamentalmente a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros”. Trata-se da Indústria 4.0: uma revolução tecnológica, mas também econômica, política e social, segundo Buhr (2017).

Escrever sobre o tema I4.0 no Brasil é importante porque “A literatura sobre o tema é escassa, evidenciando a existência de um campo de estudo ainda em construção, [...]” (TESSARINI JUNIOR; SALTORATO, 2018, p. 753). Estes autores identificaram quatro principais impactos na organização do trabalho: aumento do desemprego tecnológico, em contrapartida a criação e/ou acréscimo de postos de trabalho mais complexos e qualificados; necessidade de desenvolvimento de novas competências e habilidades; maior interação entre o homem e a máquina e transformações nas relações socioprofissionais.

Evidencia-se que os estudantes constituídos do ponto de vista de uma formação integral, que privilegie amplos e sólidos conhecimentos (factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais) estarão preparados para enfrentar os desafios da I4.0 e para compreender criticamente à formação profissional. O Quadro 1 apresenta uma síntese das competências requeridas pela I4.0.

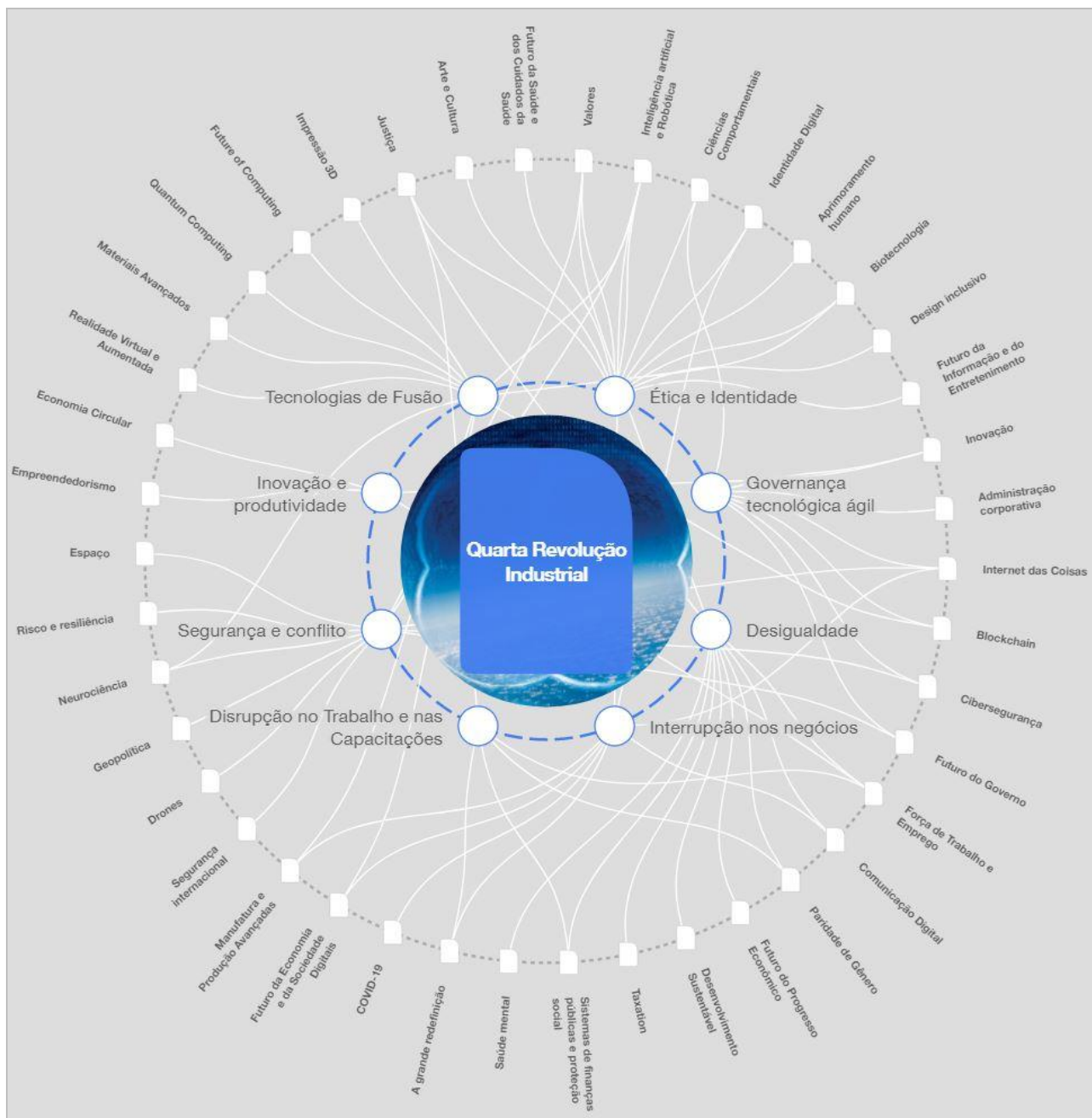
Quadro 1 – Competências requeridas pela Indústria 4.0

Competências funcionais	Resolução de problemas complexos
	Conhecimento avançados em TI, incluindo codificação e programação
	Capacidade de processar, analisar e proteger dados e informações
	Operação e controle de equipamentos e sistemas
	Conhecimento estatístico e matemático
	Alta compreensão dos processos e atividades de manufatura
Competências comportamentais	Flexibilidade
	Criatividade
	Capacidade de julgar e tomar decisões
	Autogerenciamento do tempo
	Inteligência emocional
	Mentalidade orientada para aprendizagem
Competências sociais	Habilidade de trabalhar em equipe
	Habilidades de comunicação
	Liderança
	Capacidade de transferir conhecimento
	Capacidade de persuasão
	Capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas

Fonte: Tessarini Junior e Saltorato (2018, p. 761).

Uma instituição que tem se destacado a nível mundial para entender os impactos causados pela I4.0 é o Fórum Econômico Mundial. Com a participação de especialistas renomados criaram um Mapa Interativo da QRI mostrado na Figura 1, a seguir:

Figura 1 – Mapa Interativo da Quarta Revolução Industrial



Fonte: *World Economic Forum*, 2019

O Mapa Interativo da QRI traz um grupo de temas centrais vinculados à QRI que são: desigualdade; ética e identidade; disrupção no trabalho e nas capacitações; inovação e produtividade; segurança e conflito; governança tecnológica ágil; tecnologias de fusão; e interrupção nos negócios. Cada um destes oito temas se conecta a outros itens (subtemas) para detalhar melhor as ligações relacionais das temáticas. Exemplo disto é o subtema “Interrupção dos Negócios” que está ligado ao tópico “COVID-19”.

A formação dos futuros profissionais de I4.0 necessita tanto das competências sociais e comportamentais, quanto das competências funcionais/tecnológicas. Uma formação tão abrangente é chamada de integral/omnilateral e tem por finalidade a autonomia e a emancipação dos sujeitos. Ou seja,

[...] em vez de se partir de um corpo de conteúdos disciplinares existentes, com base no qual se efetuam escolhas para cobrir os conhecimentos considerados mais importantes, parte-se de situações concretas, recorrendo-se às disciplinas na medida das necessidades requeridas por essas situações (RAMOS, 2001, p. 221).

Defende-se um currículo que ressalte a experiência concreta dos sujeitos como situações significativas de aprendizagem (RAMOS, 2001). Assim, entende-se que um tópico tão avançado quanto a I4.0 merece uma abordagem de ensino diferenciada. Neste sentido, uma SD com sugestões de atividades pedagógicas poderá facilitar o processo de ensino-aprendizagem para além das práticas sustentadas no *Ratio Studiorum*, na qual o estudante necessita ser um memorizador, típico da antiga educação bancária, como aponta Freire (1987).

A SD, segundo Araújo (2013), é uma maneira do professor preparar as atividades de ensino com base em núcleos procedimentais e temáticos. Giordan, Guimarães e Massi (2011) enfatizam que tal recurso metodológico é comparável a um curso em pequena escala, sendo o planeamento feito a partir de módulos que facilitam uma aprendizagem mais efetiva. De acordo com estes autores, a SD cumpre o papel de instrumento metodológico para que os objetivos educacionais sejam alcançados.

Zabala (1998) afirma que o processo educativo deve ser tratado de uma perspectiva processual, considerando 3 fases: planeamento, aplicação e avaliação. O autor ainda declara que o elemento diferenciador das metodologias seria a ordenação das atividades na SD. A SD, com seus processos dialéticos de ensino-aprendizagem, implicará uma educação de espectro integral muito superior a educação tradicional limitada, seletiva e propedêutica.

Durante a aplicação da SD, enriquecida com diversos processos mobilizantes de ensinagem, as relações entre professores, estudantes e conteúdos serão mais relevantes e intensas. Estas vivências favorecerão sínteses mais completas e robustas.

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos foram selecionados a partir da intenção de conhecer atividades pedagógicas capazes de implementar uma proposta de ensino (sequência didática) para o tema Indústria 4.0 nos cursos de EMIEP. Portanto, na sequência, discorre-se acerca dos seguintes tópicos: classificação da pesquisa; campo, universo e amostra da pesquisa; instrumentos de coleta de dados; análise de dados; e avaliação e validação do produto educacional.

3.1 Classificação da Pesquisa

Com relação à sua natureza, a presente pesquisa é definida como aplicada, pois objetiva “[...] gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos” (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20). Com relação a abordagem caracterizou-se enquanto qualitativa, por permitir uma compreensão mais aprofundada do problema. Conforme Silveira e Córdova (2009, p. 32), “a pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”.

Levando-se em conta os objetivos que orientaram o estudo, ele é classificado como exploratório. A identificação com esse modelo ocorreu pela tentativa de se obter uma “[...] maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (GIL, 2002, p. 41). Almejou-se “[...] levantar informações sobre um determinado objeto, delimitando assim um campo de trabalho [...]” (SEVERINO, 2007, p. 123).

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos (GIL, 2002), para a coleta e análise dos dados, a presente pesquisa caracterizou-se como bibliográfica e eletrônica. A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida com base em material já elaborado, composto, principalmente, de livros e artigos científicos, esclarece Gil (2008). A eletrônica, ponderam Guerhardt e Silveira (2009, p. 69), permitiu as informações “[...] extraídas de endereços eletrônicos, disponibilizados em home page e site, a partir de livros, folhetos, manuais, guias, artigos de revistas, artigos de jornais, etc”.

Ainda, caracteriza-se como um estudo de caso, uma vez que tenciona preservar o caráter unitário do objeto estudado, descrever a situação do contexto em que está sendo feita a investigação, além de formular hipóteses e desenvolver teorias (GIL, 2002).

3.2 Campo, Universo e Amostra da Pesquisa

A pesquisa teve como campo a Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme

Schmidt, localizada na cidade de São Leopoldo, no Rio Grande do Sul, que possui os cursos técnicos de eletromecânica e eletrotécnica integrados ao ensino médio. Escolheu-se esta escola especificamente, por facilidades logísticas e bom relacionamento com a gestão e professores.

O universo desta pesquisa abrangeu os professores do curso técnico de eletromecânica integrado ao ensino médio¹¹. Considerou-se a participação de 02 (dois) professores responsáveis pela Unidade Curricular de Usinagem. Enfatiza-se que esta unidade curricular foi escolhida por possuir grande carga-horária e por ser abordada no último ano do curso, fase em que os estudantes já têm amplos conhecimentos de eletromecânica, conteúdos que facilitarão a aprendizagem da temática I4.0¹².

3.3 Instrumentos de Coleta de Dados

Para a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), a proposta da pesquisa, as informações sobre os objetivos, a metodologia utilizada, os riscos e benefícios foram apresentados pelo pesquisador ao diretor da escola em que foi realizada a pesquisa. As mesmas informações foram prestadas a cada professor que concordou em participar da pesquisa, e, posteriormente, foi solicitada a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo A), em duas vias, uma para o participante e outra para o pesquisador.

Como instrumento de coleta de dados, foram realizadas entrevistas individuais semiestruturadas (Apêndice B) com os professores. Cada professor foi entrevistado para identificar as atividades pedagógicas praticadas pelos docentes, bem como os conteúdos abordados na Unidade Curricular. Ainda, serviu também para verificar as demandas e os interesses em aplicar novas abordagens pedagógicas na sala de aula, especialmente em relação a I4.0. Com o consentimento dos participantes, as entrevistas foram gravadas e, posteriormente, transcritas para a realização da análise de dados.

3.4 Análise de Dados

Utilizou-se como método de tratamento e análise de dados a análise de conteúdo, a qual é “[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações” (BARDIN, 1977, p. 31), e neste trabalho focou-se na análise dos significados. As entrevistas com os professores serviram especificamente para descobrir estes significados.

¹¹ A pandemia da COVID-19 interrompeu as atividades das Escolas de EMIEP, impedindo que a SD elaborada fosse aplicada em sala de aula.

¹² Destaca-se que o produto educacional elaborado nesta pesquisa poderá ser aplicável em qualquer curso que tenha a temática da I4.0 em seu ementário.

No presente trabalho, as informações coletadas foram agrupadas em categorias organizadas com base na semelhança e relação entre temas, a frequência com que eles surgiram nas falas dos professores e na intensidade com que foram expressos. Utilizaram-se três categorias: conhecimentos sobre a I4.0; uso de estratégias no ensino; e expectativas em relação ao PE a ser desenvolvido. O anonimato dos professores foi mantido e sua identificação se dá pela sigla A, seguida de um número (A1 e A2).

4 ANÁLISE DOS DADOS (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

4.1 Do Diagnóstico

Com o objetivo de obter os subsídios para criação do PE elegeu-se as seguintes categorias de análise: conhecimentos sobre a I4.0; uso de estratégias no ensino; e expectativas em relação ao PE a ser desenvolvido. A partir da análise da entrevista descobriram-se subsídios para elaboração do PE, a qual se descreve a seguir.

4.1.1 Conhecimentos Sobre a I4.0

Identifica-se na fala dos dois professores, que há o interesse e a necessidade de aprofundar os conhecimentos que possuem sobre a I4.0, pois percebem a importância deste tema na atualidade. Ainda mais marcante, na opinião de ambos, é a escassa informação que os estudantes do EMIEP tem sobre a I4.0, o que se evidencia na fala a seguir:

“[...] têm muitos alunos estagiando por exemplo na Stihl, a Stihl é uma empresa de ponta. Eles já devem ter talvez até tenham iniciado já em algum setor alguma coisa assim e os nossos alunos vão chegar lá e talvez nunca tenham ouvido falar ou pesquisado ou se informado em relação a indústria 4.0” (Informação verbal, A1).

Apontam também que há confusão relacionada ao tema I4.0 no próprio mercado industrial, conforme depoimento:

“[...] hoje quando tu conversa na indústria 4.0, isso eu estou dizendo dentro de empresas né, tu vai em muitas empresas aí na redondeza, empresas grandes, e quando tu fala em indústria 4.0 a primeira coisa que vem. Bá o robô tirando o nosso serviço! E na realidade não é né” (Informação verbal, A2).

Destaca-se, nos relatos, a preocupação dos professores com a defasagem entre o que é atualmente ensinado aos estudantes e o que efetivamente deveria ser ensinado em relação a I4.0. *“[...] então a gente até comentou aqui em várias reuniões que que nós estamos formando, digamos assim, um técnico para trabalhar na indústria do passado e não do futuro”* (Informação verbal, A1). E, quanto à adequação de apresentar o tema I4.0 no EMIEP, os professores foram favoráveis. O professor A2 respondeu assim, quando questionado “Você acredita que Cursos na área de controle e processos industriais deveriam contemplar o tema Indústria 4.0?”:

“Sim, com certeza, eu acho que isso é válido tanto é que hoje nós temos uma cadeira aqui no Frederico Schmidt (Colégio Técnico) que é fundamentos da qualidade aonde se fala de qualidade e fala as três eras ali das primeiras da qualidade, por último entra normas ali né questão de NRs, mas no meio já, quando eu termino ali a parte da introdução da qualidade, quando chega na terceira era, eu já passo pra turma que a gente tá vivendo já uma nova era, a quarta era né, que é a

indústria 4.0. Eu já chego eu já peguei algum algum material já e inclui na apostila até pra já começar a ter esse conhecimento.” (Informação verbal, A2).

Procurou-se, nesta pesquisa, identificar o quão importante é a I4.0 para a formação dos novos profissionais, na opinião dos educadores. Constatou-se isto com o questionamento “Você considera importante que um profissional domine conceitualmente o tema Indústria 4.0?”. A resposta do professor A1 foi a seguinte:

“Eu hoje eu considero pelo seguinte, [...], o professor ele é, [...] o divulgador né porque os alunos aqui muitos não têm condições de por conta deles mesmos buscar informações porque tem dificuldades de acesso muitos não têm computador em casa né então eles têm uma certa dificuldade e o professor eu acredito que o professor tem obrigação de divulgar as novas tecnologias e inovações e no próprio no próprio ensino né eu dou uma cadeira de eletropneumática. Eletropneumática tá muito focada em automação e robótica, e eu acredito que eu tenho obrigação de divulgar isso aí agora como eu tenho obrigação eu também tenho que buscar informação para eu poder divulgar e falar [...] quando se falava em reengenharia no passado reengenharia era demitir uma quantidade enorme de gente de fábrica né esse era o conceito de reengenharia. É a indústria 4.0, até aquele dia que nós estávamos conversando com o professor “A2”, o que fica no ar é vamos implementar então entra automação e vai sobrar muita gente né esse é o conceito que se tem hoje. Quer dizer, aquela parte operacional no nível operacional essa parte aí no futuro ela vai diminuir cada vez mais né e vai indo para cada vez mais máquinas maquinação usinagem eletroeletrônica né, essa área.” (Informação verbal, A1).

Depreende-se destas afirmações dos respondentes que o professor é um mediador dos conceitos científicos e, além disso, eles e seus alunos estão preocupados com o desemprego tecnológico, que causa a mudança de trabalho vivo (pessoas) por trabalho morto (máquinas e computadores), como bem descreve Antunes (2006).

4.1.2 Uso de Estratégias no Ensino

Quando confrontados a refletir sobre quais atividades pedagógicas seriam adequadas, como intervenções importantes para o processo de ensino-aprendizagem da I4.0, os entrevistados comentaram sobre o uso de simuladores/simulação, jogos (ludicidade) e interatividade em grupos. Estas declarações estão explicitadas no Quadro 2 e sintetizadas na Figura 2.

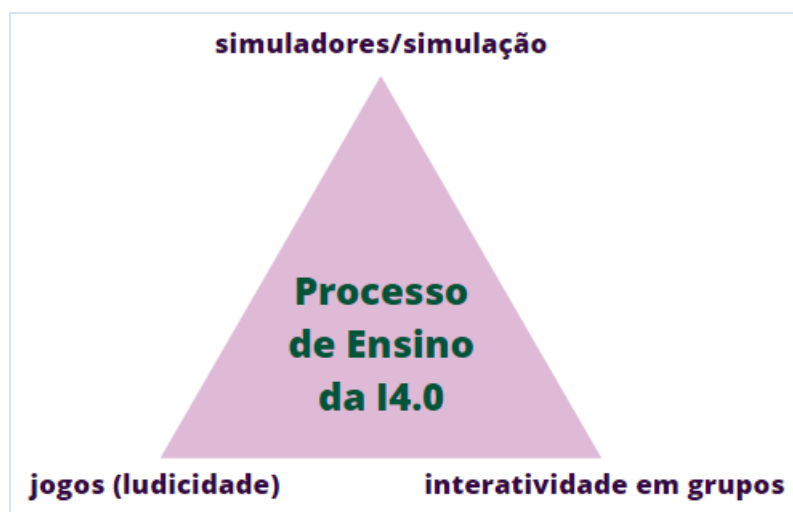
Quadro 2 – Informação verbal dos respondentes

A1	<i>“[...] trazer muita simulação, [...] por exemplo Fluidsim, SolidWorks [...]”</i>
A2	<i>“[...] eu tenho simuladores de paquímetro e micrômetro onde a gente pode simular no quadro. Então ele fica mais amplo, a turma toda acompanha um raciocínio só, aonde a gente tem esse recurso. Não deixa de ser, vamos dizer assim, longe da indústria 4.0, porque tu tem uma realidade ali virtual muitas vezes né, onde tu pode expor ali teu pensamento e todos acompanhar o mesmo em tempo real”</i>
A1	<i>“Não pode ser formal, não pode ser polígrafo, [...] tem que ser alguma coisa que desperte nele a curiosidade, talvez através de jogos, talvez através de alguma coisa desse tipo porque se tu sentar na aula botar um aluno desses pra ele começar a ouvir e ele ter um texto para ler e perguntinha para responder, não vai dar certo”</i>
A2	<i>“[...], eu acho que a interatividade com os alunos é interessante. Eu acho que hoje tu tem recurso, muitas vezes ali uma simples internet tu faz eles pesquisar na aula. Gente, agora vocês pesquisem sobre esse tema aqui e me entreguem no final da aula”</i>

	<i>ali valendo meio ponto</i>
A2	<i>“[...] interagindo eles aprendem mais [...]”</i>
A2	<i>“[...] Eu digo “vamos sair, vamos lá na oficina ver o que que na questão de segurança...”. Então essas interações muitas vezes não fica dentro de uma sala de aula. Tu leva eles lá pra oficina... agora vocês vão pegar uma ferramenta de qualidade aqui e fazer um mapa de risco do setor. Ali ficam 3 simulando que tão operando uma máquina e... então essa questão tu tem como trabalhar [...]”</i>
A1	<i>“Aqui na na parte de organização e normas eu dividi em grupos e dei um grupo FMEA, um grupo árvore de falhas e um outro grupo as ferramentas da qualidade então eles pesquisaram e aí eles apresentaram. O grupo de FMEA apresentou para os outros dois grupos, o grupo de árvore de falhas apresentou e o das sete ferramentas apresentou também, e eles gostaram muito. Foi uma aula bem interessante né”</i>
A2	<i>“[...] eu digo “óh gente agora vocês vão se organizar aí em quatro ou cinco grupos e vocês vão fazer um trabalho”, coletivo né, mas não é aquele trabalho que tu entrega pra 7 fazer e dois trabalham e cinco ficam parados. Tu tem que ter esse cuidado, porque na hora da apresentação, porque eu faço ainda uma questão de apresentação. Então eles me entregam o trabalho em PDF, me entregam eles impressos e tem que ainda apresentar o trabalho com a participação de todos. E daí tu ve realmente quem fez, quem não fez porque cada um vai ter que ler uma parte, eles vão ter que se interagir com a ajuda do projetor”</i>

Fonte: Dados da Pesquisa, 2020, grifo do autor.

Figura 2 – Intervenções importantes para o processo de ensino-aprendizagem da I4.0



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

A simulação aparece mais de uma vez nos diálogos com os respondentes, uma vez que se identificou que ambos os professores procuram formas de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem e, assim, mobilizar os alunos. A2 chegou a pontuar verbalmente a simulação como uma “realidade virtual” que é uma das 9 tecnologias habilitadoras da I4.0.

A1, por sua vez, foi categórico na defesa do uso de jogos (ludicidade). Em relação ao material utilizado para o ensino da I4.0 A1 afirmou “[...] não pode ser alguma coisa assim formal tem que ser alguma coisa que desperte nele a curiosidade, talvez através de jogos [...]” (Informação verbal, A1).

A terceira atividade pedagógica, muitas vezes citada pelo respondente A2, foi a interatividade “[...] não fica maçante né a tua aula. Eu acho que eles aprendem mais né, eles interagindo eles aprendem mais, eles fixam melhor a tua aula” (Informação verbal, A2). Ainda, citou-se a necessidade de sair do espaço da sala de aula.

Identificou-se que os entrevistados já utilizam algumas estratégias de ensino não tradicionais, isto ficou evidente nas respostas de ambos à pergunta “Utiliza alguma estratégia pedagógica diferente da tradicional?”:

“Bom, nas aulas de eletropneumática sim, nas aulas de eletropneumática nós temos um software chamado Fluidsim, nas aulas de dimensionamento no caso elementos de máquinas eu dou uma cadeira também chamada de máquinas elétricas aí eu utilizo o software aquele o BDMotor eu não disponibilizo pra eles, mas mostro pra eles né. E nós temos umas ferramentas do SENAI que o SENAI desenvolveu que é por exemplo aquela partida estrela triângulo, compensadoras, inversores de frequência [...]. O que eu utilizo também é aquele o Telecurso 2.000 na Usinagem, porque aí mostra as operações de torneamento as operações no caso as operações de ali no caso fresadora, retífica né, mas é filme não tem nada de vídeo né.” (Informação verbal, A1).

“[...] Aula de metrologia, aula de metodologia claro tu vai ter o paquímetro, tu vai ter o micrômetro né físico, mas também temos hoje... eu tenho simuladores de paquímetro e micrômetro onde a gente pode simular no quadro. Então ele fica mais amplo, a turma toda acompanha um raciocínio só, aonde a gente tem esse recurso. Não deixa de ser, vamos dizer assim, longe da indústria 4.0, porque tu tem uma realidade ali virtual muitas vezes né, onde tu pode expor ali teu pensamento e todos acompanhar o mesmo em tempo real. Não é a questão de cada um tá com um paquímetro, então o professor assim muitas vezes tá com 30 alunos, são 30 paquímetros, são 30 medidas diferentes, tu tem que andar classe por classe o pessoal não... E aqueles que não acompanham muitas vezes tu usa esse recurso didático né.” (Informação verbal, A2).

Ambos professores aplicam estas estratégias pedagógicas diferenciadas para obter um resultado melhor no processo de ensino-aprendizagem. Ainda investigando sobre intervenções didáticas não ortodoxas, o educador A1 respondeu assim quando questionado “Você acha que trabalhos em Grupo mobilizariam os alunos? Seria uma intervenção didática bem sucedida?”:

“Aqui na na parte de organização e normas eu dividi em grupos e dei um grupo FMEA, um grupo árvore de falhas e um outro grupo as ferramentas da qualidade então eles pesquisaram e aí eles apresentaram. O grupo de FMEA apresentou para os outros dois grupos, o grupo de árvore de falhas apresentou e o das sete ferramentas apresentou também, e eles gostaram muito. Foi uma aula bem interessante né. Eu acredito que daqui há 5 anos se eles voltarem aqui na escola vai ser bem diferente (pela velocidade das mudanças). A gente se pergunta muito que aluno a gente tá formando né.” (Informação verbal, A1).

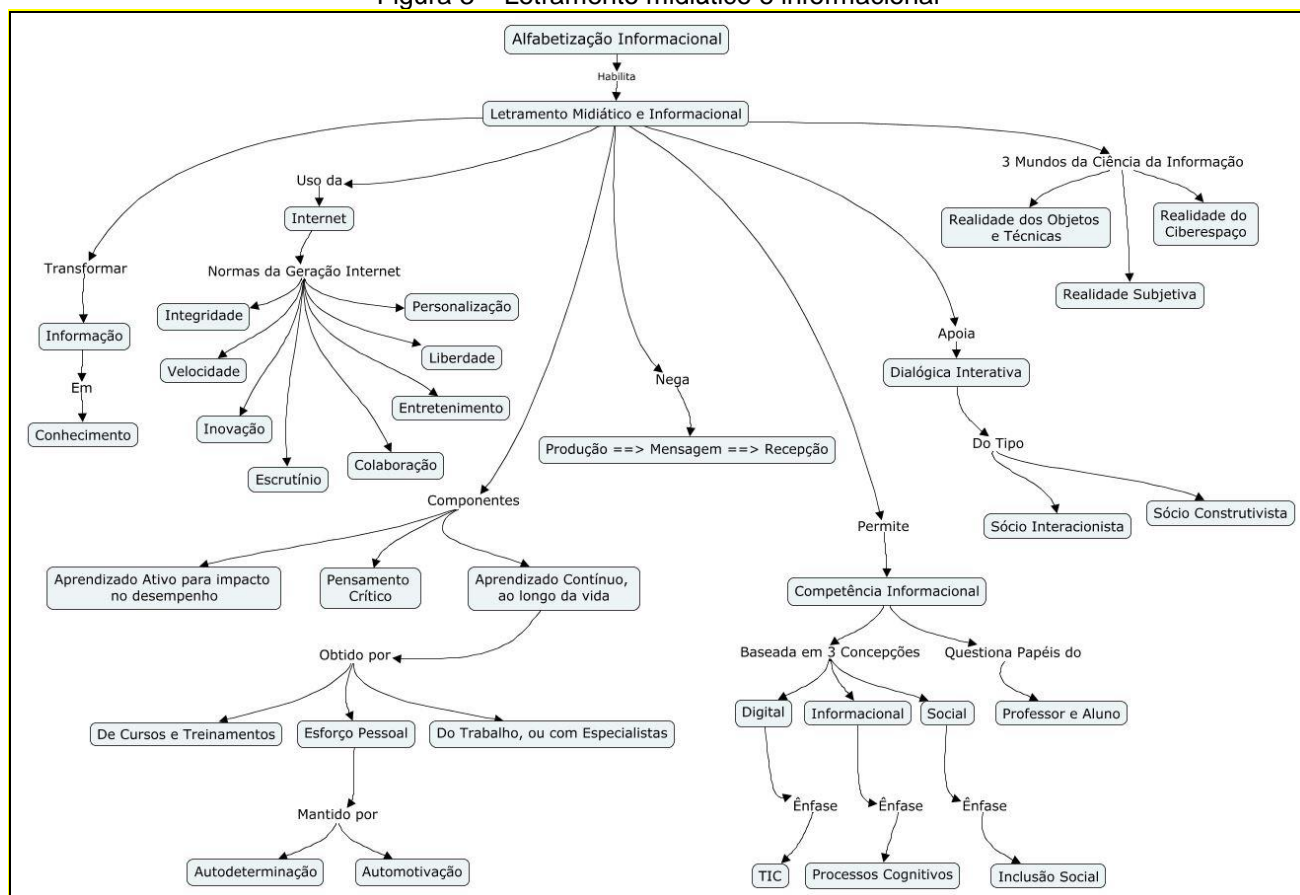
Sobre as atuais atividades pedagógicas empregadas em sala de aula, o respondente A2 apontou que:

“[...] WhatsApp [...]. Ele é bem utilizado como ferramenta de grupo muitas vezes, trabalhos. Eu utilizo com as minhas turmas né. A questão assim de informar nota, toda aquela questão pedagógica mesmo, de informar nota, de passar um trabalho, perguntas pra prova, revisão. Muitas vezes ali eles interagem entre eles ali né. [...] É difícil tu pegar uma Turma hoje na noite aqui que não tem WhatsApp. Claro não tem internet na aula, mas vão ver em casa né. O e-mail, outro que eu peguei como recurso já faz um ano e meio, é um e-mail coletivo da turma. Então se se faz um e-mail né, e todos têm acesso aquele e-mail, com uma senha só.[...]! A informação cai tudo pra um e-mail só.” (Informação verbal, A2).

O que revela que o professor A2 tenta mobilizar os alunos de maneiras diversificadas, como *Whatsapp* e *e-mail*. O interessante é que ele está trabalhando o

letramento digital dos estudantes, que é um aliado importante para o aprendizado ao longo da vida, segundo Boeres (2018). As ações deste educador se encaixam com as indicações da Figura 3.

Figura 3 – Letramento midiático e informacional



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Para a mesma pergunta o professor A1 respondeu:

O que eu recomendo muito também são literaturas aí para a biblioteca que tem uma boa literatura então e eles têm acesso aqui a literatura, mas eu vou te falar bem a verdade, é raríssimo algum aluno pegar um livro. É difícil, eles vão mais para o Google e as informações rápidas e imediatas. Eu vi 1 / 2 alunos que eu indiquei livros que foram consultar livros, a maioria é pesquisa direta na internet com a fonte às vezes nem fonte não tem, é um copiar-colar né, entende. Respostas rápidas.” (Informação verbal, A1).

Neste momento, o respondente A1 revelou-se mais convencional que o professor A2, ao indicar livros físicos. Tal qual indicado na Figura 3 a geração internet aprecia velocidade, por isto fazem suas pesquisas por palavras-chave nos mecanismos de buscas da internet. Embora a pesquisa de internet possa ser feita sem a devida reflexão a respeito dos conteúdos ao menos demonstra ações autônomas dos alunos no mundo digital e conectado que é compatível com a I4.0 e a EPT. E, como pontuam Sancho e Hernández (2006), conhecimento não é somente o que contém os livros-texto, bem como ensinar não é somente explicar e aprender não se resume a escutar.

Salienta-se que a pesquisa é um importante princípio educativo, já que pode

mobilizar o questionamento, a construção de argumentos e a comunicação, segundo Moraes, Ramos e Galiazzi (2004).

O educador A2 mobiliza os alunos para que aprendam via pesquisa “Eu acho que hoje tu tem recurso, muitas vezes ali uma simples internet tu faz eles pesquisar na aula. Gente, agora vocês pesquisem sobre esse tema aqui e me entreguem no final da aula ali valendo meio ponto” (Informação verbal, A1):

“Vamos estudar o xyz então, vamos ver o conceito disso aí. O que que vocês acham que é o conceito do xyz? Agora vocês vão me dizer. E deixo meia hora. Sempre estimulando pra eles buscar, porque daí eles vão gravar, porque eles têm que me apresentar aquilo ali no final da aula. Meia hora no final a gente vai corrigir. Tá, o que que vocês acham? Se eles pesquisar o que que é o xyz, o conceito do xyz né, daí eles “ah não o senhor saiu de ... aaahhh”. Eles vão gravar aquilo ali e com certeza no semestre que vem lá na mecânica II eles “bhá, agora eu já peguei aqui e eu já sei que o xyz ele...” ele não sabe só fazer o feijão com arroz, ele sabe de onde é que se originou aquele xyz.” (Informação verbal, A2).

O professor A2 reconhece os benefícios do ensino com pesquisa e o aplica para atingir melhores resultados com o processo de ensino-aprendizagem.

4.1.3 Expectativas em relação ao Produto Educacional

Os educadores sinalizaram com expectativa positiva em relação a um PE que trabalhe o tema I4.0. Ambos, A1 e A2, afirmaram que gostariam de aplicar o PE em sala de aula com os estudantes. A seguir apresenta-se as respostas de ambos para as questões “Considera a possibilidade de testar uma sequência didática com atividades pedagógicas que auxiliem o processo de ensino-aprendizagem em suas aulas? Teria alguma restrição em utilizar?”.

“Não nenhuma, eu acho que seria ótimo né, seria muito bom né, eu teria que ver só por exemplo naquela naquela parte de dimensionamento que é uma coisa mais tradicional eu eu eu teria eu teria um certo receio aí, porque tem um currículo mínimo que a escola tem que dar né então eu tenho que cumprir este currículo. Eu registro as aulas, registro o assunto e a supervisão ela olha ela verifica isso aí. Claro que eu tenho certa liberdade né de jogar isso, mas o currículo eu sou obrigado a dar. Em algum momento eu acho que é tranquilo tranquilo (de inserir o tema indústria 4.0) na usinagem né, que é, vamos dizer, a usinagem é muito dinâmica né então a gente hoje ainda tava comentando que nós temos máquinas antigas aí que é a usinagem bem convencional aquela né então a gente comentou esses alunos vão entrar em uma empresa talvez comecem a olhar Centro de Usinagem, comecem a olhar uma série de coisas, talvez nem conheçam né, nem conheçam.” (Informação verbal, A1).

“[...] tudo que vem é bem-vindo né, então eu gosto, eu já prefiro fazer testes né, o ensino é uma questão de... educação ela é baseada em testes muitas vezes. De turma pra turma vai mudar a tua dinâmica, pelo menos eu sou assim, então tu muda de semestre para semestre, mesmo que o conteúdo seja o mesmo mas tu vai dar uma revisada nas tuas apostilas. Tu vai sempre aprender algo a mais, principalmente com o pessoal que passa aqui, né.” (Informação verbal, A2).

Evidencia-se pelas respostas que os educadores tem interesse em incluir o conteúdo I4.0 nas suas aulas. O PE auxiliaria também na capacitação dos educadores,

fator importante relatado pelo respondente A1 quando interpelado “Na sua opinião, quais os principais desafios enfrentados pelo professor no planejamento de suas aulas?” “Eu acredito, na minha opinião né, é a nossa capacitação quer dizer assim ó porque é o seguinte né pra tu chegar nesse nível tu tem que estar atualizado tem que ti atualizar. A eletrônica muda de mês a mês, a mecânica também”.

4.2 Desenvolvimento do Produto Educacional

Uma diferença significativa entre Programa de Mestrado Acadêmico para Mestrado Profissional é que este último tem que obrigatoriamente construir um produto educacional que será encartado junto à dissertação/relatório final do projeto de pesquisa. Considera ainda, a “[...] análise de qualidade justamente nos resultados mais importantes da pós-graduação: a formação discente refletida em sua produção aplicada” (BRASIL, 2016a, p. 2). Segundo Pasqualli, Vieira e Castaman (2018, p. 108) “[...] o mestrando amplia as possibilidades de refletir acerca das práticas e dos desafios enfrentados no cotidiano educacional, na perspectiva de construir e consolidar uma postura inovadora à atividade educativa.” Lembra-se que tal produto não é um material didático pronto para ser manipulado por professores e estudantes. Pelo contrário, é vivo, como afirma Sousa (2010).

Diante dessas considerações e da análise dos dados, foi elaborada uma proposta de ensino com foco em conhecimentos relevantes da I4.0, a fim de contribuir com o processo de ensino-aprendizagem no EMIEP. Nesse sentido, e tomando como base a tipologia para os produtos educacionais definida pelos documentos da área de ensino da CAPES (BRASIL, 2019), o PE, por se tratar de uma sequência didática, classifica-se como proposta de ensino.

O PE foi elaborado privilegiando os 3 aspectos sugeridos pelos docentes, ou seja, a ludicidade, as simulações e a interatividade em grupos de alunos, pautado em reflexões que promovam à autonomia e à emancipação. Nas Figuras 4 e 5 apresenta-se, respectivamente, a capa e o sumário do PE.

Figura 4 – Capa do Produto Educacional



Fonte: Autor, 2020.

Figura 5 – Sumário do Produto Educacional

SUMÁRIO	
1 APRESENTAÇÃO.....	07
1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO.....	09
1.1 Primeira Revolução Industrial.....	10
1.2 Segunda Revolução Industrial.....	12
1.3 Terceira Revolução Industrial.....	14
1.4 (I4.0) Quarta Revolução Industrial.....	16
1.5 Introdução à Indústria 4.0 (I4.0).....	18
1.6 Princípios da Indústria 4.0.....	20
1.7 9 Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0.....	24
1.7.1 Robótica Avançada.....	25
1.7.2 Simulação.....	25
1.7.3 Integração Vertical e Horizontal.....	26
1.7.4 IoT/IIoT.....	27
1.7.5 Big Data and Analytics.....	30
1.7.6 Computação em Nuvem.....	31
1.7.7 Cibersegurança.....	32
1.7.8 Manufatura Aditiva.....	33
1.7.9 Realidade Aumentada.....	35
1.8 Impactos da Indústria 4.0.....	36
2 PLANOS DE AULA.....	42
2.1 Plano de Aula 1.....	42
2.2 Plano de Aula 2.....	46
2.3 Plano de Aula 3.....	50
2.4 Plano de Aula 4.....	54
2.5 Plano de Aula 5.....	57
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICES.....	68
ANEXOS.....	89

Fonte: Autor, 2020.

Na apresentação da SD trata-se de forma generalista da construção da mesmo e

estão disponíveis dois vídeos via *QR-codes*. O primeiro, destaca a riqueza de métodos dialéticos de ensino, materializada em estratégias de ensino-aprendizagem não ortodoxas. O segundo, explica de maneira ampla a temática da I4.0. A ideia é facilitar a construção deste conhecimento por educadores que pouco experienciaram da I4.0.

Após, realiza-se um aprofundamento teórico sobre o tema I4.0, a partir de autores que se ocupam da temática I4.0. Contextualiza-se a história, os fundamentos, os conceitos e as 9 (nove) tecnologias habilitadoras. Por fim, sugere-se 5 (cinco) planos de aula.

O plano de aula 1 trata dos aspectos históricos até o atual estágio da I4.0. Relaciona as 3 primeiras revoluções industriais com a QRI. Objetiva conhecer acerca dos conceitos e fundamentos da I4.0, de modo que o estudante seja capaz de identificar os impactos desta na sociedade mundial. As estratégias sugeridas para intervenções pedagógicas são: aula expositivo-dialogada; trabalhos em pequenos grupos; pesquisa de temas via *smartphone*; e seminário.

O plano de aula 2 aborda 4 dos 9 pilares tecnológicos da I4.0. As estratégias tratam de: trabalhos em grupo; pesquisas; e apresentações de sínteses para os demais colegas da classe. O Plano de aula 3, por sua vez, aborda as 5 tecnologias habilitadoras restantes. Tem por finalidade examinar a simulação, a integração de sistemas, a internet das coisas (IoT), a cibersegurança e o *big data & analytics*. Neste plano de aula, recomenda-se a abordagem expositivo-dialogada e o painel integrado.

Já os planos de aula 4 e 5 utilizam o ambiente *Scratch* de programação como ferramenta de ensino. O *Scratch* atende aos requisitos de ludicidade e simulação, além de fomentar o pensamento computacional, que “envolve as capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (BRASIL, 2018, p. 474).

A ferramenta *Scratch* mobiliza os estudantes de forma lúdica, uma vez que faz com que usem o computador e *smartphone* para acessar os exercícios práticos em *Scratch*. Estas atividades trabalham com sons (músicas), imagens, vídeos e proporcionam que o aluno interaja com o computador pelos sensores do *smartphone*, seja de posicionamento, ruído, movimento (câmera), etc.

Por fim, mas não menos importante, a abordagem do *Scratch* é simulação em essência. O ambiente da ferramenta simula em meio digital vários elementos que os alunos lidam no mundo real (físico). Estas simulações permitem o desenvolvimento de habilidade iniciais de programação de computadores, tomando vantagem do ambiente orientado a eventos e objetos do *Scratch*.

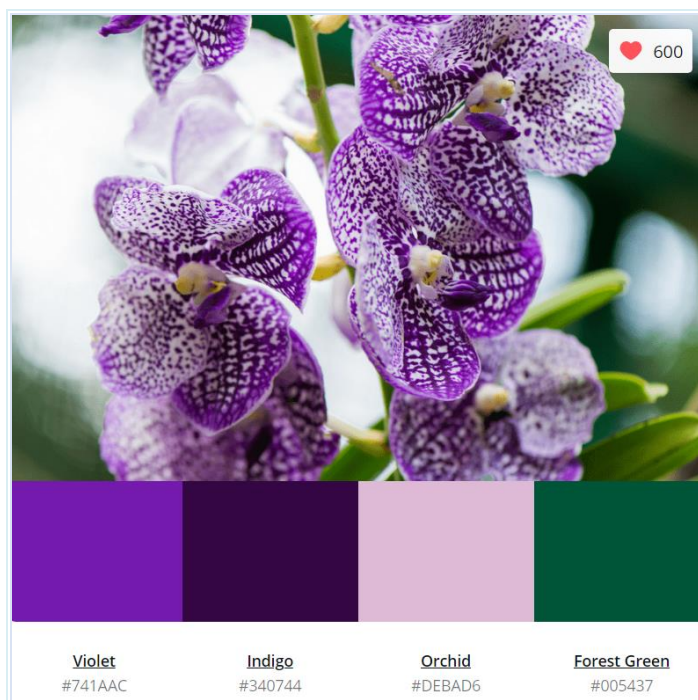
As atividades em grupo previstas nesta SD foram planejadas para que os estudantes aprendam com o professor e também com seus colegas, de maneira interativa

e construtiva. São ações que privilegiam o protagonismo dos educandos por meio de sua mobilização constante, sempre buscando uma (re)construção de conhecimentos.

Ainda, como modo de aumentar a atratividade da SD foram escolhidas formas, imagens e cores com bom apelo estético e tecnológico. A ideia por trás destas escolhas é que estratégias de ensinagem não tradicionais mereceriam um material também não ortodoxo. Por conta disto poucas formas retangulares são utilizadas, pois elas lembrariam o ensino apostilado, tecnicista e reprodutivista.

A escolha das cores deste trabalho teve uma jornada peculiar. Primeiro, a cor base roxo que "[...] atua diretamente na área cerebral destinada a criatividade, ou seja, promove um estímulo para a solução de 'bloqueios criativos'", segundo o *site* Significados (2018). Após, foram pré-selecionadas 3 (três) paletas de cores que tomam proveito da complementaridade das mesmas, são elas: *blooming beauties*, *natures finest* e *wild orchid*, extraídas do Canva (2019). A figura 6 demonstra a paleta de cores escolhida para construção da SD.

Figura 6 – Paleta de Cores *Wild Orchid*



Fonte: CANVA, 2019.

Ao fim, a opção *wild orchid* foi escolhida por possuir 600 “likes” frente as outras duas alternativas. Além das sugestões dos professores na fase de pesquisa intitulada de “diagnóstico”, também procurou-se incluir as recomendações encontradas nas referências bibliográficas que fundamentam este trabalho.

4.3 Da Avaliação do Produto Educacional

Ao final das etapas anteriores e da construção de um esboço do produto educacional, este foi apresentado aos professores que atuam no EMIEP para que eles o analisassem e contribuíssem com observações para a sua melhoria. O questionário de avaliação (Apêndice C), contendo 29 perguntas abertas e fechadas foi enviado para professores que atuam no IFRS, IFSP, IFRJ e 2 educadores pertencentes à Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, com a intenção de identificar a performance do PE.

Recebeu-se o retorno de 34 respondentes. Para tanto, procurou-se detalhar os seguintes critérios: adaptabilidade; atratividade; design; e clareza, sendo que a adaptabilidade tratou de reconhecer se o PE é um material apto para ser utilizado em sala de aula; a atratividade visou identificar a capacidade de reter a atenção do público-alvo; o design buscou saber se os aspectos gráficos estão adequados e; o item clareza serviu para identificar se as informações apresentadas no PE são de fácil entendimento (LEITE, 2018).

As questões de 1 a 7, do questionário de avaliação do PE, buscaram caracterizar os professores respondentes da pesquisa. Estas informações são importantes como possibilidade de investigar alguma correlação entre os dados como gênero, faixa etária, tempo de docência, local e área dos professores e as informações coletadas. Gatti (2010, p. 1.361) reforça que “[...] [características, entre as quais idade, sexo, trajetória escolar, faixa salarial familiar etc.] têm peso sobre as aprendizagens e seus desdobramentos na atuação profissional”. Dos respondentes 88,2% são do sexo masculino e 11,8% são mulheres. Em relação à idade, 47,1% estão na faixa entre 31 a 40 anos; 23,5% entre 41 e 50 anos; 20,6% de 51 a 60 anos e apenas 8,8% com mais de 60 anos.

Com relação à experiência em docência no IF, identificou-se entre os sujeitos que 43,7% estão entre 1 a 4 anos no IF; 31,3% estão há mais de 9 anos e 25,0% entre 5 a 9 anos, a maioria, portanto, com uma significativa experiência em docência no IF. Em relação à titulação máxima acadêmica 41,2% possuem mestrado; 32,4% doutorado; 11,8% especialização; 8,8% pós-doutorado e 5,8% graduação. Trata-se, assim, de um grupo de professores com boa titulação acadêmica para o exercício da docência.

Após a caracterização dos respondentes passou-se para a análise das categorias segundo o referencial teórico trabalhado nesta pesquisa. Utilizar-se-á quatro categorias: uso de estratégias de ensino; conhecimento sobre a indústria 4.0; aplicabilidade do produto educacional (SD) e apresentação do produto educacional (SD). Estas 4 categorias serão detalhadas, a seguir.

4.3.1 Uso de Estratégias de Ensino

Apenas um único professor não utiliza estratégias de ensino diferenciadas em sala de aula; 97,0% empregam, o que corresponde a 32 professores e um se absteve de responder. Quando questionados sobre quais estratégias diferenciadas utilizam em sala de aula, responderam assim:

Quadro 3 - Estratégias utilizadas em sala de aula

P4	<i>"[...] Utilizo vídeos que gravo dos temas que ministro. Os alunos tem a oportunidade de rever o conteúdo a partir da minha própria explicação. Procuo utilizar também bastante prática e aulas em que os alunos interagem entre si com atividades de Banco de Dados e redes de computadores"</i>
P6	<i>"Gamificação (kahoot e moodle)"</i>
P7	<i>"Metodologias ativas"</i>
P8	<i>"Aulas expositivas, aulas práticas, pesquisa, seminários, métodos utilizados em EaD (para aulas presenciais) e alguns conceitos de Metodologias Ativas e Cultura Maker"</i>
P9	<i>"Aplicativos de celular, computadores, impressoras 3D, instrumentos de medição, máquinas-ferramentas e CNC."</i>
P10	<i>"Estratégias para aprendizagem ativa (peer instruction, PBL, etc); Teaching with Analogies (TWA), dentre outros"</i>

Fonte: Dados da Pesquisa, 2020.

Ainda foram elencadas outras possibilidades: simulação computacional; simulações em laboratório; gamificação e jogos digitais; ensino por abordagem de problemas, entre outras. Por conta das respostas dos professores percebe-se o empenho genuíno de enriquecer o processo de ensino-aprendizagem. O que reforça a afirmação dos professores A1 e A2 que, na entrevista de diagnóstico, comentaram que o aluno não se mobiliza com o tipo de aula mecanizada, reprodutivista, conteudista, seletiva e apoiada somente em aulas-expositivas.

Na questão 9, os respondentes foram questionados sobre os principais desafios enfrentados pelo professor na escolha de estratégias de ensino. Segue excertos dos respondentes no Quadro 4:

Quadro 4 - Desafios na escolha de estratégias de ensino

P3	Acredito não existir uma estratégia de ensino que seja ideal e que consiga atingir todos os alunos, o desafio maior é variar as estratégias de ensino, utilizando cada uma que acredite ser melhor aproveitado para a situação de ensino requerida
P7	Entender qual a melhor forma de abordar o assunto
P10	Dentre os principais desafios enfrentados pelo professor na escolha de uma estratégia de ensino, destacam-se o domínio da estratégia e a adaptação do conteúdo/prática/número de alunos à estratégia.
P11	Carência de participação, compromisso e proatividade dos alunos
P13	A necessidade de acesso à internet aos alunos tanto no Câmpus quanta em suas casas.
P14	Treinamento e Capacitação / Tempo de preparação do material e da aula utilizando um novo recurso
P15	Adaptar as estratégias à realidade das diversas turmas de alunos.
P16	Conhecer em profundidade as dificuldades e necessidades dos alunos para poder escolher a estratégia de ensino mais adequada; estar em constante capacitação para se apropriar das diversas estratégias e ferramentas de ensino disponíveis.
P17	1) Conhecer quais estratégias de ensinios podem ser utilizadas; 2) Falta capacitação nestas estratégias.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2020.

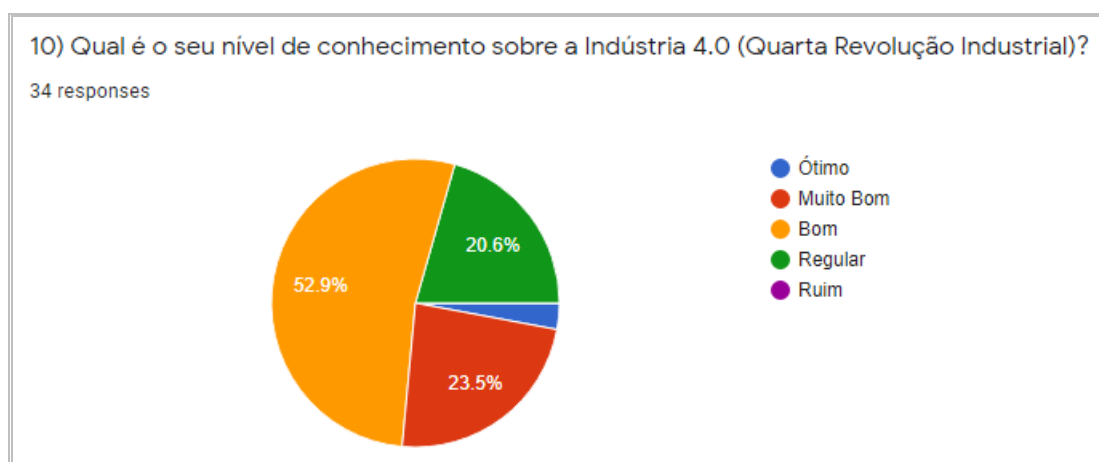
Gariglio e Burnier (2014, p. 938) afirmam que “[...] o ato pedagógico, ao ser reconhecido na sua complexidade, incerteza, instabilidade, contextualidade e singularidade, exige do professor práticas reflexivas que buscam responder às múltiplas necessidades das situações de ensino”, e os educadores respondentes a este questionamento sobre os principais desafios enfrentados pelo professor na escolha de estratégias de ensino mostraram estar refletindo sobre este obstáculo, uma vez que suas respostas foram ricas em diversidade.

Destaca-se nas respostas a atenção de alguns professores em adequar os métodos de ensino aos interesses e à realidade dos alunos. Capturar a atenção dos alunos aparece como desafio a ser superado como mostrado neste excerto do respondente P23 “*Captar a atenção dos alunos. Fazer que eles entendam*”.

4.3.2 Conhecimento Sobre a Indústria 4.0

Na questão 10 buscou-se identificar o nível de conhecimento dos respondentes quanto ao tema I4.0. Os resultados obtidos foram: 3% Ótimo (um único Professor); 23,5% Muito Bom; 52,9% Bom e 20,6% Regular, o que justifica um material sobre a I4.0 para contribuir na elevação dos 75% (3/4) de Professores para o nível Muito Bom.

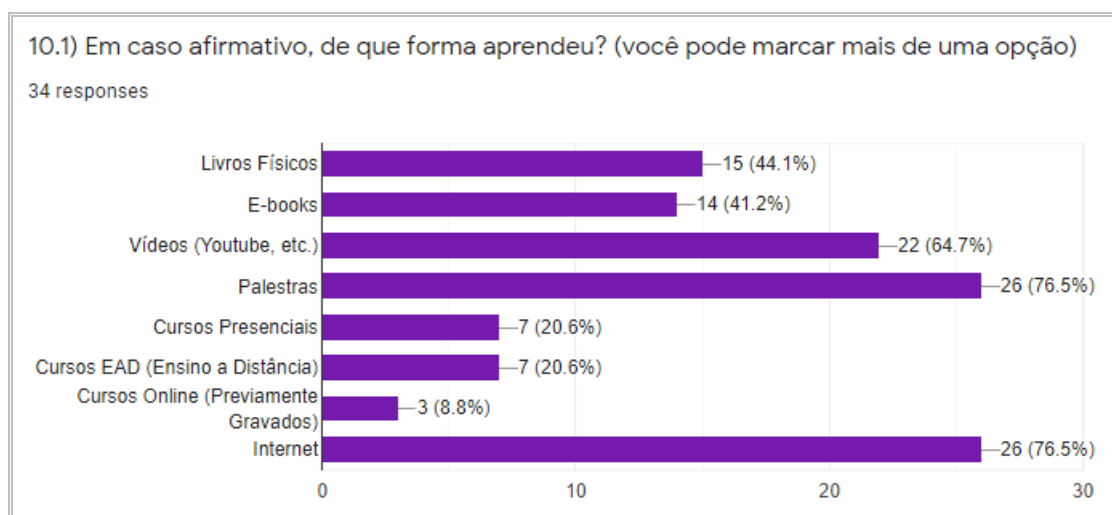
Figura 7 - Nível de conhecimento sobre a Indústria 4.0



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Do grupo de 34 professores que responderam ao questionário de avaliação do PE, 76,5% afirmaram que aprenderam sobre o tema I4.0 via palestras e, igualmente, outros 76,5% dos professores responderam que aprenderam pesquisando na Internet. Apenas 20,6% aprenderam via Cursos Presenciais e somente 20,6% via EaD.

Figura 8 – Forma de aprendizado da I4.0



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Destacam-se outras formas de aprendizados listados nos excertos dos respondentes P17 e P18, respectivamente: *“Aplicação na prática: desenvolvendo uma célula de manufatura didática em escala de baixo custo”* e *“Reportagens, internet e agora conhecendo um pouco mais lendo seu trabalho”*.

Quando perguntados sobre a importância de se abordar o tema Indústria 4.0 no EMIEP responderam:

Quadro 5 - Importância de se abordar o tema Indústria 4.0 no EMIEP

P1	É o futuro da indústria, mostrar aos alunos essa direção é fundamental para o progresso pessoal e da nação.
P4	É fundamental. Diria até mesmo obrigatória. Hoje, a computação, automação, inteligência computacional, etc. é parte da vida de todos. Diante da importância da formação integral, indico que esta formação não deva acontecer apenas na área de controle e processos industriais. Lógico que nestas áreas temos que aprofundar e ensinar a desenvolver e manter este "novo" modelo de indústria. Porém, a utilização e a necessidade de implantação destas novas tecnologias devem estar no conhecimento de todos. Uma questão para refletir: se quisermos formar, por exemplo, um bom pesquisador ou empresário ou até um ótimo administrador na área de química, este deve saber deste modelo de indústria, pois sem isso, provavelmente, o mesmo não "competirá" de igual para igual no mundo do trabalho.
P8	Preparar os alunos (futuros profissionais) para as profissões do futuro; não somente as que surgirão, mas também as já existentes que passarão por mudanças.
P9	Importantíssimo, uma vez que, por já nascerem usando tecnologias, os jovens tem uma facilidade muito maior de aprender e desenvolver habilidades voltadas a estas técnicas. O futuro de seus empregos está/estará ligado a estas tecnologias.
P10	O ensino de tópicos relacionados à Indústria 4.0 é importante para ambientar os estudantes a nova realidade de muitas empresas. Entretanto, cabe destacar que muitos dos estudantes do ensino médio não tem interesse em seguir na área do curso técnico e outros vão atuar em empresas que não contam com as tecnologias da Indústria 4.0. Somado a isso a carga horária em cursos técnicos integrados ao Ensino Médio contempla 1200 horas divididas em 3 a 4 anos, o que faz com que a seleção de temas tem que ser bem planejada no projeto pedagógico. Dessa forma, entendo que a inserção desse tema pode ser feito através de projetos integradores e/ou interdisciplinares, haja vista que é um tema fluído e que pode ser alterado a médio prazo. Mudanças nos PPC para inserir um conteúdo através de uma disciplina específica pode ser um problema futuro para o curso.
P13	julgo de extrema importância, acredito que os docentes devem manter um alinhamento com a disciplina em questão e levar exemplos de aplicação da I4.0 para suas aulas

P15	Altíssima, as indústrias dependerão de diversos conceitos da I4.0 no futuro próximo.
P16	É um tema bastante importante para ser discutido em qualquer curso, visto que se trata de um fenômeno que tem impacto direto em nosso dia-a-dia. Por se tratar de um curso na área de controle e processos industriais, creio que a abordagem se faz imprescindível, pois a indústria 4.0 traz inúmeros impactos nos processos industriais.

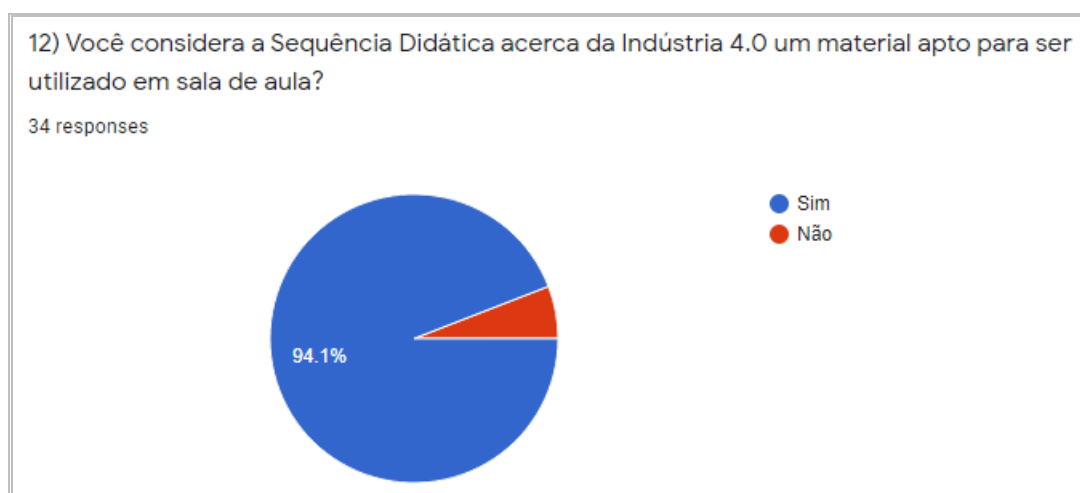
Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

A respostas dos professores foram unânimes no sentido de que o tema Indústria 4.0 deve ser abordado no EMIEP. Por razões diferentes, mas sempre apontando para que a I4.0 faça parte da vida dos educando do EMIEP.

4.3.3 Aplicabilidade do Produto Educacional (Sequência Didática)

Conforme Figura 9, 94,1% dos professores consideram que a SD (Sequência Didática) acerca da Indústria 4.0 é um material apto para ser utilizado em sala de aula, apenas 2 professores afirmaram que não.

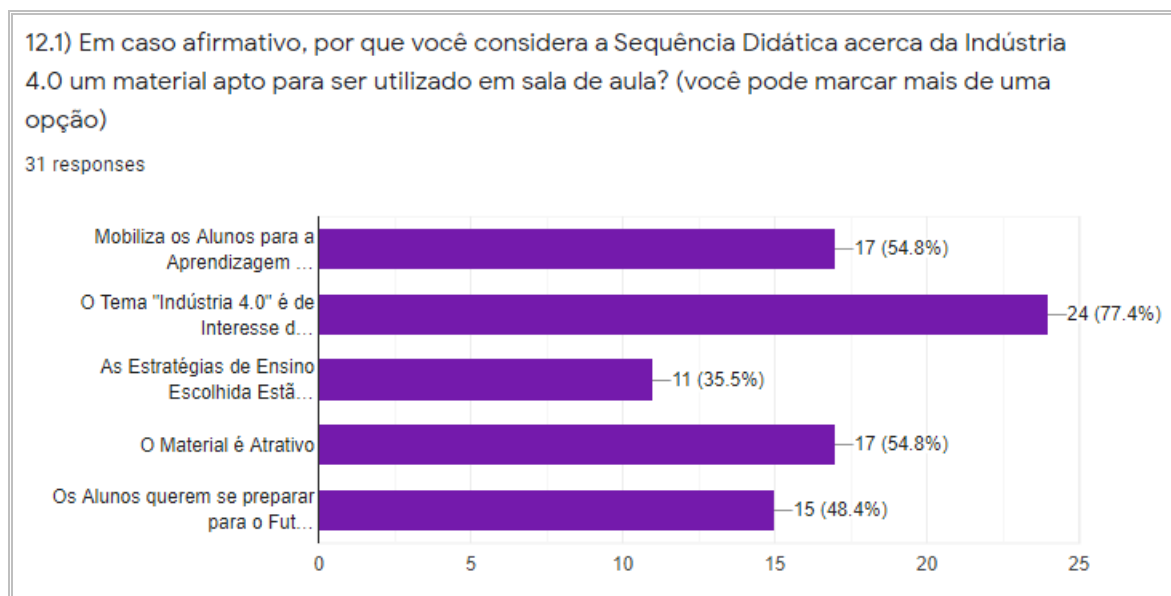
Figura 9 – Adequação da SD para ensino da I4.0 na sala de aula



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

E, ainda, 77,4% dos professores consideram o material apto porque “O Tema ‘Indústria 4.0’ é de Interesse dos Alunos”, 54,8% porque “o material é atrativo” e 54,8% porque “Mobiliza os Alunos para a Aprendizagem”.

Figura 10 – Motivos de porque a SD é um material apto para ser utilizado em sala de aula



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Outros aspectos positivos destacados pelos respondentes acerca da SD aparecem no Quadro 6, a seguir:

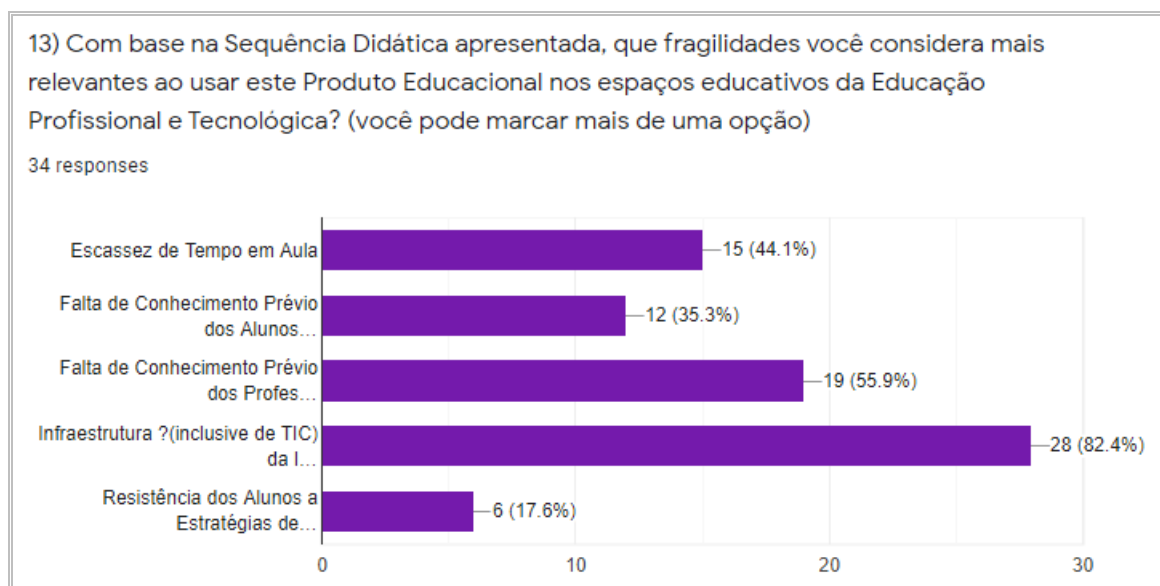
Quadro 6 - Outros aspectos positivos da SD

P2	Material bem elaborado e factível de ser utilizado, sem custos adicionais com equipamentos.
P8	Além dos conteúdos e objetivos em cada plano, a metodologia está bastante detalhada. Mais do que isto, os anexos e apêndices complementam os planos de forma didática e profissional.
P10	O material está adequado para o Ensino Médio e pode ser um material complementar para o uso em atividades interdisciplinares, bem como para um componente curricular de "tópicos em fabricação/processos"/"projeto integrador" ou para um curso de extensão.
P14	Possui um bom layout / Uma boa estruturação
P16	A SD está bastante didática e de fácil entendimento
P18	Inovação
P22	Bem elaborada, com uma boa sequencia
P23	Boa Aparência

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Como dificuldade na aplicação da SD 82,4% dos professores apontaram "Infraestrutura? (Inclusive de TIC) da Instituição de Ensino" e 55,9% afirmaram "Falta de Conhecimento Prévio dos Professores sobre a Indústria 4.0", o que justifica a ampla revisão bibliográfica sobre o tema I4.0 na SD, nos cinco Planos de Aula que compõem o produto educacional.

Figura 11 - Fragilidades da SD



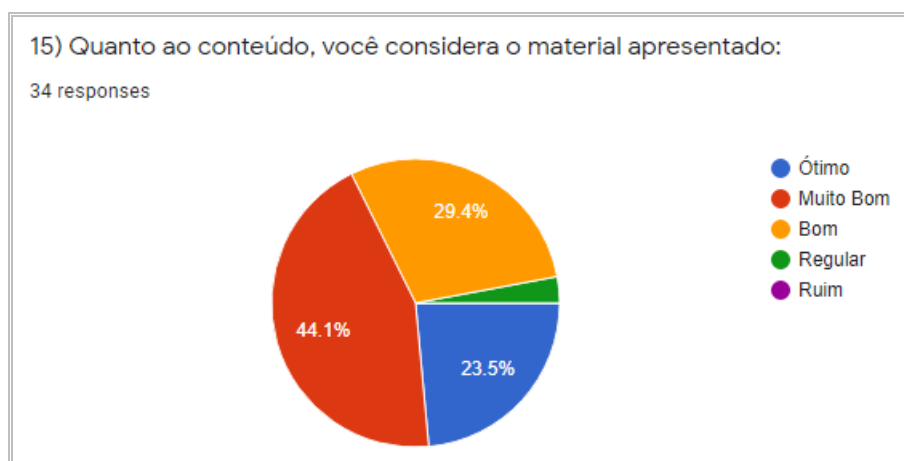
Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Vale destacar que P7 escreveu “*Processo limitado a programação, deixou de lado o uso de outras tecnologias, como a programação em plataformas de prototipagem, como o Arduino. Também deixa de resumir o uso e sequência das tecnologias, para se ter uma visão geral do plano de ensino*” como aspecto negativo da SD, mas entende-se que esta afirmação serve como sugestão para que a Plataforma Arduino seja abordada como continuação a esta SD.

Ainda, 32 Professores (94,1%) consideram que o PE auxilia o ensino do tema I4.0 para os estudantes do EMIEP. Apenas 2 professores responderam que não auxilia. O P32 comentou “*Conteúdo adequado, com boa sequência didática e que tem alta probabilidade de despertar o interesse do aluno ao auxiliar o docente a tratar do tema Indústria 4.0, usando uma estratégia de ensino nova*”. Ainda, P30 respondeu que “*O material esta bem elaborado, com linguagem e aprofundamento adequados para a faixa etária e possibilita a participação ativa dos estudantes*”. Constata-se que P30, portanto, enxerga valor na mobilização dos alunos e entende que o PE auxilia o professor neste objetivo pedagógico/educacional.

Quanto ao conteúdo o material foi considerado “Ótimo” ou “Muito Bom” para 67,6% dos Professores, conforme se verifica na Figura 12.

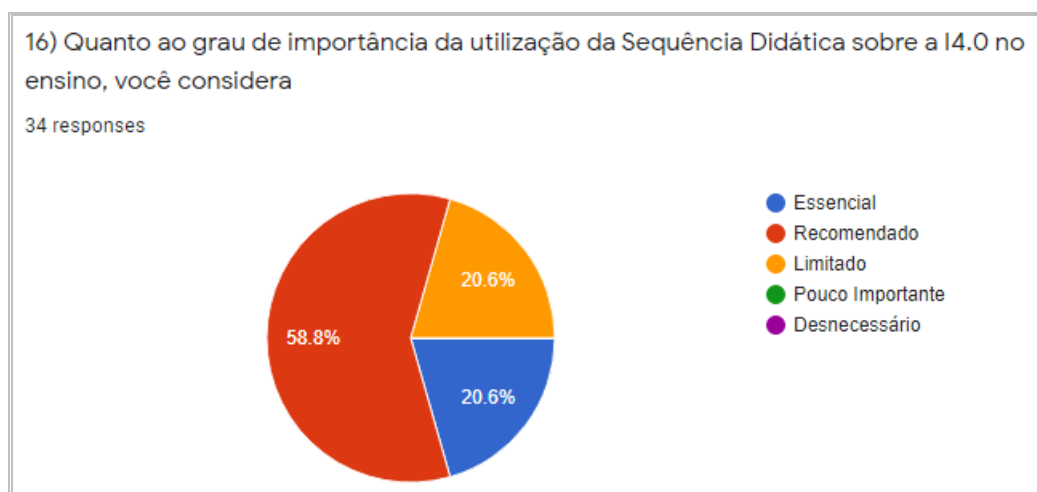
Figura 12 – Qualidade do conteúdo do PE



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na Figura 13, verifica-se que 58,8% dos respondentes consideraram o material como “Recomendado”, sendo que 20,6% o avaliaram como essencial no ensino.

Figura 13 – Grau de importância da SD no ensino



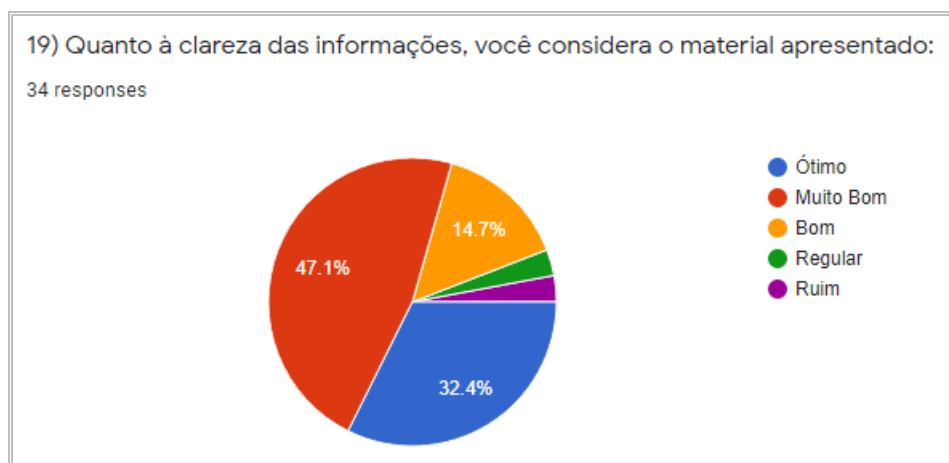
Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Considera-se atingido o objetivo de tornar o PE um material de ensino, já que em sua grande maioria consideraram boa a aplicabilidade da SD.

4.3.4 Apresentação do Produto Educacional (Sequência Didática)

Quanta a Atratividade do material, 76,4% dos professores o classificaram como “Ótimo” ou “Muito Bom”, 20,6% como bom e 3% regular. O *Design Gráfico*, por sua vez, foi considerado “Ótimo” por 38,2% dos Professores e “Muito Bom” por outros 44,1%. 14,7% consideraram bom e 3%, regular. Já, quanto a clareza de informações, 32,4% o acharam “Ótimo” e outros 47,1% o classificaram como “Muito Bom”, conforme se constata na Figura 14.

Figura 14 – Clareza das informações



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

E 41,2% afirmaram que “Certamente” utilizariam este material para ensinar sobre a Indústria 4.0.

Figura 15 – Probabilidade de utilização do material para ensinar sobre a I4.0



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Por fim, os respondentes fizeram sugestões relevantes para o aprimoramento do PE ao responderem ao questionamento “Que sugestões você daria para aprimorar o material apresentado?”

Quadro 7 - Sugestões para aprimorar a SD

P	Criar um vídeo sobre o mesmo para divulgar na rede
P	Além dos conteúdos e objetivos em cada plano, a metodologia está bastante detalhada. Mais do que isto, os anexos e apêndices complementam os planos de forma didática e profissional.
P	Seria importante validar em diferentes cursos para confirmar se os planos de aula estão adequados ao tempo planejado.
P	Considerando a existência de diversas áreas de automação e controle, minha sugestão é a de selecionar uma delas e desenvolver um conteúdo teórico-prático, utilizando ferramentas digitais e as metodologias de aprendizagem ativa, para atender a metas de formação no tema.
P	Creio que o material elaborado atende e muito bem o público alvo. Melhorias sempre serão bem vindas e, certamente virão. Parabéns aos Elaboradores,
P	Acho que o treinamento para utilização do material deve ser algo a se considerar

P	Eu vejo a impressão 3D como o maior avanço tecnológico em processos de fabricação de todos os tempos, ela pode significar em pouco tempo o fim, por exemplo, dos processos de usinagem. Sendo assim talvez dar a ela uma ênfase maior nesse trabalho.
P	Se tratando de uma dissertação de mestrado a única sugestão seria na uniformização da língua, os materiais que serão utilizados em aula julgo ser importante que utilizem também língua inglesa para familiarizar os estudantes e tornar o estudo mais interdisciplinar. Porém, nas partes que fazem parte do documento oficial da dissertação, acredito ser importante que legendas de imagens e as próprias imagens sejam adaptadas para a língua portuguesa como o restante do documento.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

A apresentação do PE foi elogiada e as sugestões supracitadas, foram construtivas em sua maioria.

4.4 Validação e Registro

A validação do PE dar-se-á pela Banca na defesa do mestrado. Assim será possível a melhoria e a conclusão do PE. Procurar-se-á compreender se ele condiz com os objetivos e os benefícios pretendidos pelo pesquisador.

Para o registro do produto educacional à publicização vincular-se-á o mesmo ao sistema internacional de informação pelo *International Standard Book Number* (ISBN), que permite identificar numericamente os livros de acordo com o título, o autor, o país, a editora, individualizando-os, inclusive, por edição. Na sequência, será submetido ao eduCAPES, um portal de objetos educacionais abertos para o uso de alunos e professores de todos os níveis da educação, que procuram aprimorar seus conhecimentos. Acredita-se que o PE elaborado e a sua publicação (acesso gratuito) irão contribuir para que o ProfEPT torne-se um programa de excelência e um caminho de fortalecimento de diversos profissionais, em especial, os da EPT.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As reflexões desenvolvidas neste estudo apoiaram-se no ensino da Indústria 4.0 no EMIEP. Foram verificados conceitos e fundamentos do EMIEP, de modo a entender as bases conceituais para o processo de ensino-aprendizagem nesta modalidade de educação.

Na revisão bibliográfica, compreendeu-se o papel do EMIEP, na formação humana integral. Destarte, evidenciou-se que o papel do professor deve ser o de mediador pedagógico, uma vez que permite as interações entre os conteúdos científicos e a realidade concreta dos estudantes, ou seja, a interação social possibilita o intercâmbio de significados. Logo, deve-se trabalhar a partir do que o aluno já sabe, promovendo experiências de aprendizagem com sentido.

Além disso, o estudo também oportunizou verificar que os educandos devem assumir uma postura ativa durante as aulas que os permitam questionar, investigar e, por fim, construir os conhecimentos da forma mais ampla e relacional possível. O estudante deve passar da descrição da informação para a explicação relacional, já que aprender implica em trabalho e não em passividade.

Assim, constatou-se que as mediações podem promover às funções mentais superiores, à autonomia e à emancipação dos estudantes do EMIEP, aptidões relevantes para o agir e o criar. Contudo, salientou-se que é preciso romper com o ensino tradicional e eleger atividades pedagógicas que contribuam à mobilização e ao protagonismo dos estudantes em sua jornada de construção do aprendizado.

Compreendeu-se que a temática I4.0 é polêmica, mas também que é necessária a interlocução para a formação dos futuros profissionais do EMIEP. Ou seja, para além da I4.0 ser um tema a ser ensinado é uma discussão que deve ser trazida à sociedade. Desse modo, elaborou-se um produto educacional, a partir das necessidades e demandas reveladas na pesquisa, que permitisse além da formação humana integral, a pesquisa e o letramento digital para atuar com a I4.0. Sabe-se que o tema da I4.0 é amplo, por isso abordou-se um viés a partir da identificação das percepções dos docentes a respeito das atividades pedagógicas a serem empreendidas no processo de ensino e aprendizagem.

Partiu-se da premissa de que a formação humana integral viabiliza o saber conhecer, fazer, ser e conviver e que os estudantes devem ser formados para a mudança, a inovação, o aprender a aprender e a trabalhar em equipe. Ainda, de que se deve fazer a transição da formação em conhecimentos propedêuticos para a formação em competências para a vida; de que os conteúdos procedimentais e atitudinais exigem reflexão.

Salientou-se que as sequências didáticas apresentadas no PE articulam atividades

pedagógicas com base na reflexão sobre o objeto, porque se entendeu que o estudante não deve ser colocado perante conclusões prontas e elaboradas. O professor deve ser percebido pelos alunos como instância mediadora; a participação ativa do estudante deve ser o eixo do ensino na medida em que se transforma conteúdos formais, fixos e abstratos em conteúdos reais, dinâmicos e concretos. Buscou-se em cada Plano de Aula, a partir das atividades pedagógicas, que o estudante aprenda significativamente os conhecimentos e a utilizá-los nas mais variadas situações. Primam pelo detalhamento do tópico e a síntese, ou seja, os argumentos pró (tese), os argumentos contrários (antítese) e a síntese.

O PE (SD), construído por este autor, foi avaliado por 34 educadores, uma vez que a pandemia da COVID-19 interrompeu as atividades das Escolas de EMIEP, impedindo que a SD elaborada fosse aplicada em sala de aula. Diante dos resultados da avaliação do PE, observou-se que os professores foram majoritários em considerar a “Indústria 4.0” aplicável e apresentável para diversificar o ensino.

Com base no conteúdo e na sugestão de atividades pedagógicas dos Planos de Aula que compõem o produto educacional, a maioria concordou que o material está apto a instrumentalizá-los no ensino da I4.0, o que comprova a aceitação da proposta. Constatou-se que esta pesquisa contribuiu, ainda, para que os professores conhecessem mais sobre a I4.0. Dessa forma, considerou-se que, como tal, ele colabora para atender às demandas formativas atuais exigidas pelo mundo do trabalho e no fomento à emancipação e à autonomia dos estudantes do EMIEP.

Como sugestões de novos trabalhos recomenda-se na mesma linha que alguns respondentes do questionário se manifestaram, ou seja, que tecnologias flexíveis e baratas como o Arduino sejam utilizadas para a prototipagem de sistemas utilizando programação e alguns pilares tecnológicos da I4.0.

REFERÊNCIAS

- ANASTASIOU, L. G. C.; PIMENTA, S. G. **Docência no Ensino Superior**. São Paulo: Cortez, 2002. (Coleção Docência em Formação)
- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processos de Ensino na Universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula**. Joinville: Univille, 2015.
- ANTUNES, R. L. C. **Adeus ao trabalho?** Ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho. São Paulo: Cortez, 2006.
- ANTUNES, R. L. C. **Os Sentidos do Trabalho: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho**. São Paulo: Boitempo, 2009.
- ARAÚJO, D. L. de. O que é (e como faz) sequência didática? **Entrepalavras**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 322-334, jan./jul. 2013.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BOERES, S. O letramento e a organização da informação digital aliados ao aprendizado ao longo da vida. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 483–500, 21 mar. 2018.
- BRASIL. **Lei nº 11.741/2008**, 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11741.htm. Acesso em: 25 fev. 2020
- BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CEB nº 6**, 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=11663-rceb006-12-pdf&category_slug=setembro-2012-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 15 maio. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**, 2013. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/julho-2013-pdf/13677-diretrizes-educacao-basica-2013-pdf/file>. Acesso em: 15 jan. 2020
- BRASIL. Ministério Da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Diretoria de Avaliação. **Considerações sobre Classificação de Produção Técnica**, 2016a. Disponível em: https://capes.gov.br/images/documentos/Classificação_da_Produção_Técnica_2017/46_E_NSI_class_prod_tecn_jan2017.pdf. Acesso em: 16 abr. 2019
- BRASIL. Ministério da Educação . **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**, 2016b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2017-pdf/77451-cnct-3a-edicao-pdf-1/file>. Acesso em: 8 maio 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, 2018a. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020
- BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CEB nº 3**, 2018b. Disponível em: <http://novoensinomedio.mec.gov.br/resources/downloads/pdf/dcnem.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2020.
- BRASIL. **Documento Orientador de APCN**. Área 46: ensino. 2019. Disponível em: https://capes.gov.br/images/Criterios_apcn_2019/ensino.pdf. Acesso em: 18 jul 2020.

- BUHR, D. **Social Innovation Policy for Industry 4.0**. Friedrich Ebert Stiftung, 2015. Disponível em: <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/11479.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019
- CANVA. **Paletas de cores**. 2019. Disponível: <https://www.canva.com/colors/color-palettes>. Acesso em: 21 jul. 2020.
- CIAVATTA, M. A formação integrada: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. *In*: FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. (Orgs.). **Ensino Médio Integrado: concepções e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005.
- COSTA, C. Indústria 4.0: o futuro da indústria nacional. **POSGERE**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 5–14, 2017.
- DEMO, P. **Educar pela pesquisa**. Campinas: Autores Associados, 1997.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2002.
- FRIGOTTO, G. **Educação e a crise do capitalismo real**. São Paulo: Cortez, 1995.
- FRIGOTTO, G. *et al.* **Ensino Médio Integrado: concepção e contradições**. São Paulo: Cortez, 2012.
- GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, out./dez. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v31n113/16.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2020.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A.F.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de Ciências. *In*: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa**. Campinas, 2011.
- GRAMSCI, A. **Quaderni del carcere**. Torino: Einaudi, 1977.
- HERNÁNDEZ, F.; VENTURA, M. **A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Porto Alegre: Penso, 2017.
- IFES. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Ministério da Educação. **Anexo ao Regulamento do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional**, 2015. Disponível em: <http://www.poa.ifrs.edu.br/images/Documentos/regulamento-profep-t-anexo.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019
- KAPLÚN, G. **Aprender y enseñar en tiempos de Internet: formación profesional a distancia y nuevas tecnologías**. Montevideo: CINTERFOR/OIT, 2005.
- KÜPPER, D. **Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth**. Boston Consulting Group. 2019. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>. Acesso em: 18 set. 2019.

KUENZER, A. **Palestra Práticas Educativas e Formação Integral em EPT**. I Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica do IFS; I Mostra de Produtos Educacionais do ProfEPT/IFS, de 28 a 30 jul. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dQz0sbY0duM>. Acesso em: 28 jul. 2020.

LEITE, P. S. C. Produtos Educacionais em Mestrados Profissionais na Área de Ensino: uma proposta de avaliação coletiva de materiais educativos. **Atas do 7º Congresso Ibero-Americano em Investigação Qualitativa**. Fortaleza, v.1, p. 330-339, jul. 2018. Disponível em: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2018/article/view/1656>. Acesso em: 07 mar. 2020

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?** novas exigências educacionais e profissão docente. São Paulo: Cortez, 1996.

LIBÂNEO, J. C. Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 17, n. 17, p. 153–176, 2001.

LIBÂNEO, J. C. Uma escola para novos tempos. *In*: LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão da escola: teoria e prática**. 5. ed. Goiânia: Alternativa, 2004.

LIBÂNEO, J. C. Políticas educacionais no Brasil: desfiguramento da escola e do conhecimento escolar. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 46, n. 159, p. 38–62, mar. 2016.

MASETTO, M. T. Docência universitária: repensando a aula. *In*: TEODORO, Antônio. **Ensinar e aprender no ensino superior: por uma epistemologia pela curiosidade da formação universitária**. São Paulo: Cortez: Mackenzie, 2003.

MOLL, J. **Educação de Jovens e Adultos**. Porto Alegre: Mediação, 2005.

MOLL, J. **Caminhos da Educação Integral no Brasil: Direito a Outros Tempos e Espaços Educativos**. Porto Alegre: Penso, 2012.

MORAES, R.; RAMOS, M.; GALIAZZI, M. C. Pesquisa em sala de aula: fundamentos e pressupostos. *In*: MORAES, R.; LIMA, V. M. R. (orgs.). **Pesquisa em sala de aula**. Porto Alegre(RS): EDIPUCRS, 2004. p. 09–23.

PASQUALLI, R.; VIEIRA, J. D. A.; CASTAMAN, A. S. Produtos educacionais na formação do mestre em educação profissional e tecnológica. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 04, n. 07, p. 106–120, 1 jun. 2018.

RAMOS, M. **A Pedagogia das Competências**. São Paulo: Cortez, 2001.

RAMOS, M. **Concepção do ensino médio integrado**, 2008. Disponível em: http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br/go/files/concepcao_do_ensino_medio_integrado5.pdf. Acesso em: 14 maio 2019

RAMOS, M. **Trabalho, educação e correntes pedagógicas no brasil: um estudo a partir da formação dos trabalhadores técnicos da saúde**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010.

SANCHO, J. M.; HERNÁNDEZ, F. *et al.* **Tecnologias para transformar a educação**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SANTOS, T. A. **As competências individuais em projetos da indústria 4.0**. São Paulo: Universidade Nove de Julho, 2018.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. Campinas: Autores Associados, 1999.

SAVIANI, D. Trabalho e educação: Fundamentos ontológicos e históricos. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 34, p. 152–165, 2007.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações. Campinas: Autores Associados, 2011.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution**. Genebra: World Economic Forum, 2016.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

SIGNIFICADOS. **Significado de Psicologia da Cores**. 2018. Disponível em: <https://www.significados.com.br/psicologia-das-cores>. Acesso em: 21 jul. 2020.

SILVA, A. M. **Influências e desafios da indústria 4.0 para a implementação e capacitação profissional: estudo de casos múltiplos**. Lorena: Centro Universitário Teresa D'Ávila, 2019.

SILVA, E. C. **Aplicação da educação 4.0 numa escola técnica profissionalizante**. Engenheiro Coelho: Centro Universitário Adventista de São Paulo, 2019.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A Pesquisa Científica. In: GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (Orgs). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2009, p. 31-42

SOUSA, M. C. Produtos educacionais de Matemática elaborados por professores da Educação Básica no âmbito do NIPEM. *In: Encontro da rede de professores, pesquisadores e licenciados de Física e de Matemática*. São Carlos: UFSCar, 2010.

TESSARINI, G.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**. Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 743–769, 2018.

VIEIRA, J. A. *et al.* Ensino com pesquisa na educação profissional e tecnológica: noções, perspectivas e desafio. **Rev. Tempos Espaços Educ.**, São Cristóvão, Sergipe, v. 12, n. 29, p. 279-298, abr./jun. 2019.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Edição eletrônica: Ed Ridendo Castigat Mores, Versão para eBook, eBooksBrasil.com, 2001.

WEBSITE INDÚSTRIA 4.0. **Agenda brasileira para a Indústria 4.0**, 2018. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br>. Acesso em: 7 abr. 2019

WEF – World Economic Forum. **Mapa Interativo da Quarta Revolução Industrial**, 2019. Disponível em: <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb0000001RIhBEAW?tab=publications>. Acesso em: 25 set. 2019

ZABALA, A. **A Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

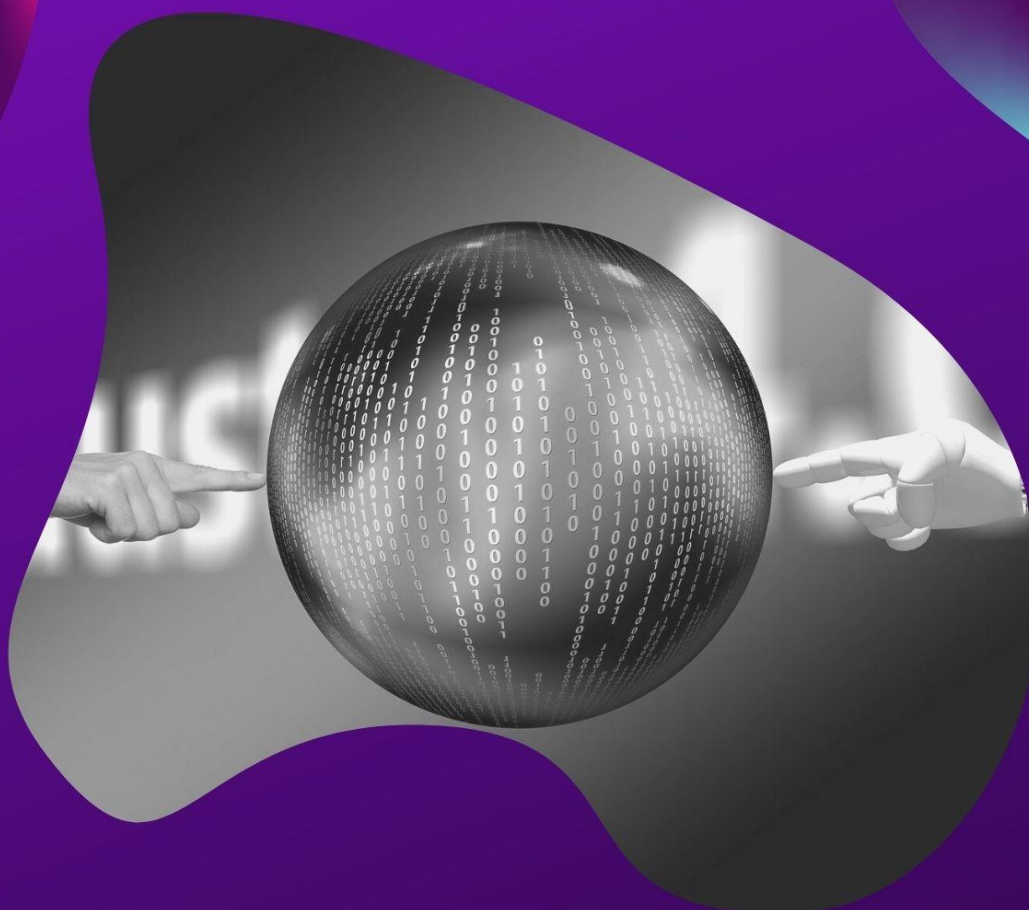
O PE apresentado a seguir é parte integrante da pesquisa “Pressupostos para o Ensino da Indústria 4.0 no Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio: Formação à Autonomia e à Emancipação”, desenvolvida no programa de pós-graduação stricto sensu - mestrado profissional em educação profissional e tecnológica (ProfEPT), do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), com o objetivo de conhecer atividades pedagógicas capazes de implementar uma proposta de ensino para o tema Indústria 4.0 nos cursos integrados ao ensino médio na área de controle e processos industriais.

O PE trata-se de uma SD composta por cinco Planos de Aula, com a finalidade de: conhecer acerca dos conceitos e fundamentos da Indústria 4.0, de modo que o estudante seja capaz de identificar os impactos desta na sociedade mundial; conhecer a respeito das 9 Tecnologias, consideradas os Pilares da Indústria 4.0, de modo que o estudante seja capaz de listar quais destas estão presentes nos smartphones, computadores e demais equipamentos modernos; conhecer a respeito dos últimos 5 Pilares que completam o conjunto de 9 Tecnologias da Indústria 4.0, de modo que os estudantes examinem simulação, integração de sistemas, internet das coisas (IoT), cibersegurança e *big data & analytics*; conhecer acerca das operações fundamentais com o software de autoria *scratch*, de modo que o estudante identifique os seus comandos e os execute; e conhecer acerca das interações com o *scratch* via sensores do smartphone.

O PE foi avaliado por 32 docentes da EPT vinculados aos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS), São Paulo (IFSP) e Rio de Janeiro (IFRJ), além de dois educadores pertencentes à Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt.

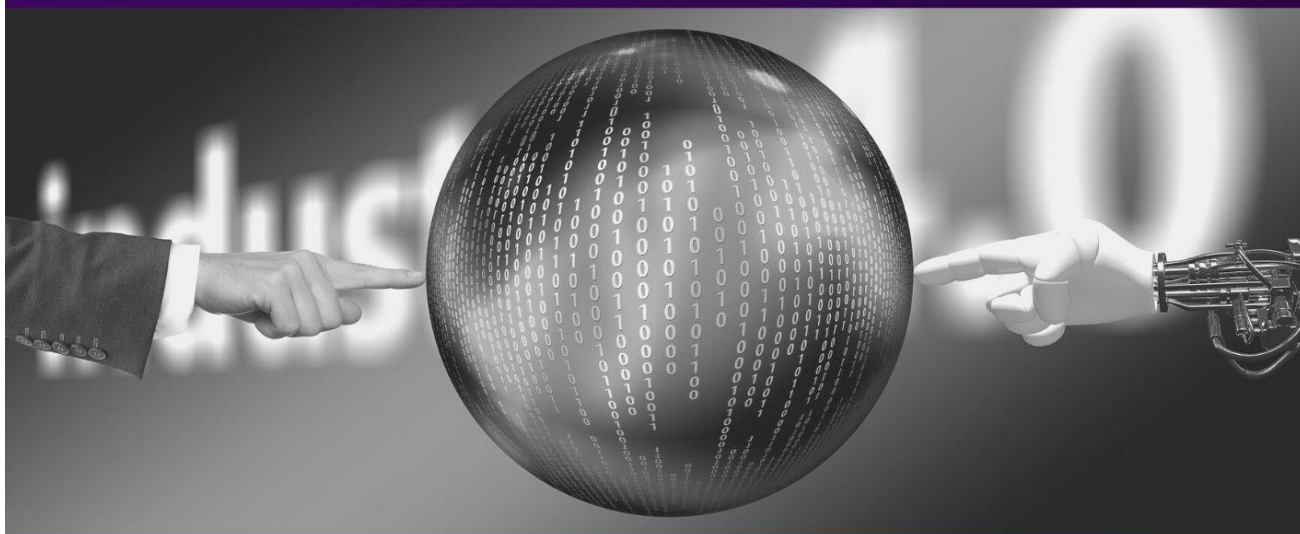
Em função de o produto educacional estar vinculado ao ProfEPT, ao longo do processo de construção, a fundamentação teórica está diretamente relacionada às bases conceituais da EPT, sempre em uma perspectiva dialética.

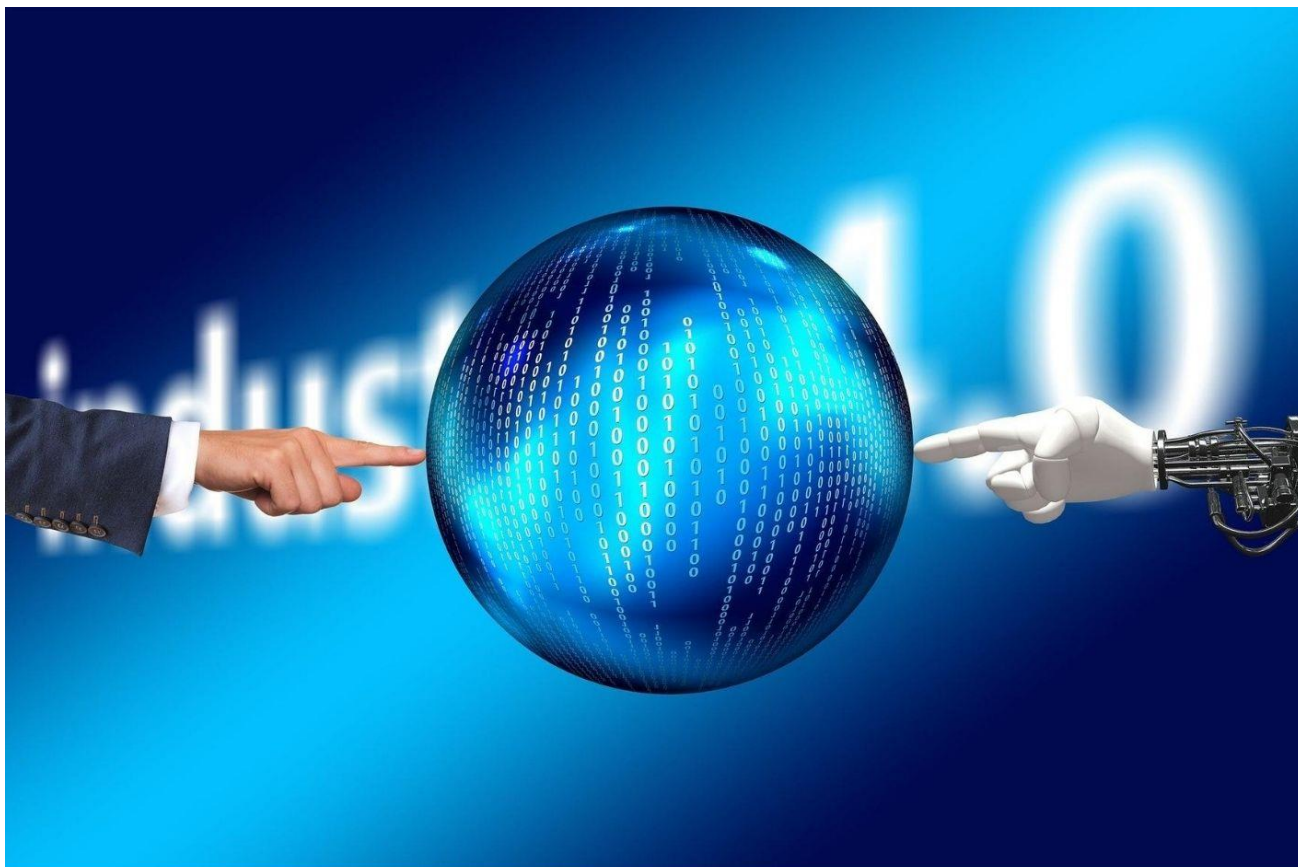




INDÚSTRIA 4.0

Nilo César Oliveira Guimarães
Ana Sara Castaman





INDÚSTRIA 4.0

**Sequência Didática Sobre
Indústria 4.0**



PRODUTO EDUCACIONAL

Sequência Didática Sobre Indústria 4.0 Para Curso Integrado ao Ensino Médio na Área de Controle e Processos Industriais

ORIENTADORA

Prof^a. Dr^a. Ana Sara Castaman

AUTOR

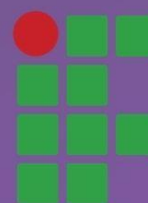
Nilo César Oliveira Guimarães

PROJETO GRÁFICO

Nilo César Oliveira Guimarães

REVISÃO

Cristiane Lôndero Barreto Guimarães



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio Grande
do Sul

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO SUL (IFRS)

Programa de Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT)

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO.....	07
1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO.....	09
1.1 Primeira Revolução Industrial.....	10
1.2 Segunda Revolução Industrial.....	12
1.3 Terceira Revolução Industrial.....	14
1.4 (I4.0) Quarta Revolução Industrial.....	16
1.5 Introdução à Indústria 4.0 (I4.0).....	18
1.6 Princípios da Indústria 4.0.....	20
1.7 9 Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0.....	24
1.7.1 Robótica Avançada.....	25
1.7.2 Simulação.....	25
1.7.3 Integração Vertical e Horizontal.....	26
1.7.4 IoT/loS.....	27
1.7.5 <i>Big Data and Analytics</i>	30
1.7.6 Computação em Nuvem.....	31
1.7.7 Cibersegurança.....	32
1.7.8 Manufatura Aditiva.....	33
1.7.9 Realidade Aumentada.....	35
1.8 Impactos da Indústria 4.0.....	36
2 PLANOS DE AULA.....	42
2.1 Plano de Aula 1.....	42
2.2 Plano de Aula 2.....	46
2.3 Plano de Aula 3.....	50
2.4 Plano de Aula 4.....	54
2.5 Plano de Aula 5.....	57
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICES.....	68
ANEXOS.....	89

APRESENTAÇÃO

Prezado(a) professor(a),

Esta Sequência Didática (SD) é o produto educacional desenvolvido durante a pesquisa do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), a qual teve como tema central a “Indústria 4.0”. A Indústria 4.0 (I4.0), também conhecida como a quarta revolução industrial, tem causado os maiores impactos na forma como trabalhamos, nos comunicamos, enfim, nos mais diversos aspectos de nossas vidas.

Uma das grandes repercussões é no sistema educacional. Curiosamente a I4.0 (TESSARINI; SALTORATO, 2018) recomenda que as pessoas/estudantes desenvolvam muitas das competências sugeridas pela educação integral/omnilateral (RAMOS, 2008). Apenas para citar alguns exemplos: resolução de problemas complexos, trabalho em grupo, boas capacidades de comunicação, habilidades para lidar com imprevistos/incertezas, etc (LIBÂNEO, 2001, 2004).

Esse cenário impõe desafios ao processo de ensino-aprendizagem, tanto no sentido de incentivar os estudantes para as aulas e para a construção dos conhecimentos, quanto de mediar os saberes acerca da vasta área que é a I4.0.

Nesse sentido esta SD pode ajudá-lo em ambos os aspectos, ou seja, pode auxiliá-lo a aprimorar o processo de ensino-aprendizagem pelo fato de "ativar" os estudantes de forma que se tornem protagonistas em sala de aula e não apenas coadjuvantes apáticos. Também oferecerá um caminho didático para apresentar o conteúdo ligado a I4.0 de um modo dinâmico e que seja significativo aos estudantes, principalmente, àqueles do Ensino Médio Integrado (EMI).

No material a seguir você encontrará um aprofundamento teórico que destaca as três revoluções industriais que antecederam a I4.0. Também perceberá os principais princípios, tecnologias e impactos da I4.0. Este material introdutório é para uso exclusivo do professor para que haja um nivelamento sobre o tema I4.0.

APRESENTAÇÃO

Na parte em sala de aula com os alunos, esta SD contém a sugestão de 5 Planos de Aula para auxiliar o professor a utilizar as estratégias de ensinagem e algumas tecnologias que fazem parte do universo de recursos da I4.0.

O Plano de Aula 1 objetiva "conhecer acerca dos conceitos e fundamentos da Indústria 4.0, de modo que o estudante seja capaz de identificar os impactos desta na sociedade mundial". Os Planos de Aula 2 e 3 têm como objetivo principal "conhecer a respeito das 9 tecnologias, consideradas os pilares da Indústria 4.0".

Por fim, os planos de aula 4 e 5 tratam da linguagem *Scratch* de programação (orientada a eventos e objetos) e permitirão ao final que os alunos interajam com o *Scratch* via *smartphone*.

É importante que nesta trajetória, você professor, acredite no potencial de ensino das intervenções pedagógicas sugeridas nesta SD, mediações que são diferentes da pedagogia tradicional, a qual se baseia, sobretudo, no professor como transmissor do conteúdo e no estudante no papel de receptor passivo.

As abordagens pedagógicas e as estratégias de ensino utilizadas nesta SD são: *brainstorm*, trabalhos em grupo (pequenos e grandes), uso de celulares (dispositivos móveis), computadores, etc.

A intenção é que o estudante assuma a responsabilidade sobre seu aprendizado da I4.0, a partir da mediação do professor. E, bons resultados somente surgirão se houver o compromisso e o empenho do professor e dos estudantes com essa nova maneira de construir as aprendizagens.

Para que a minha intenção fique ainda mais clara sugiro fortemente que você (professor) assista aos dois vídeos a seguir (acesso via *QR-Code*). No primeiro, é apresentada uma palestra do professor Zabala, referência para todos nós que queremos melhores resultados com nossas aulas. Já o segundo, trata de uma palestra que ministrei com uma visão bastante ampla sobre a I4.0.

APRESENTAÇÃO

Por fim, espero que você aprecie este material e faça ótimo uso dele com seus estudantes!

1



Ensino por Competências

Palestra do Professor Dr. Antoni Zabala

2

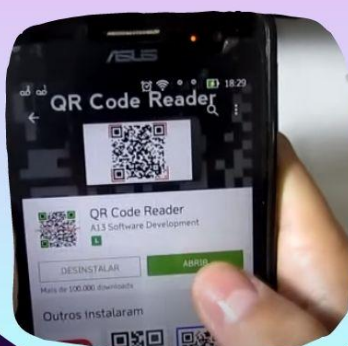


Indústria 4.0

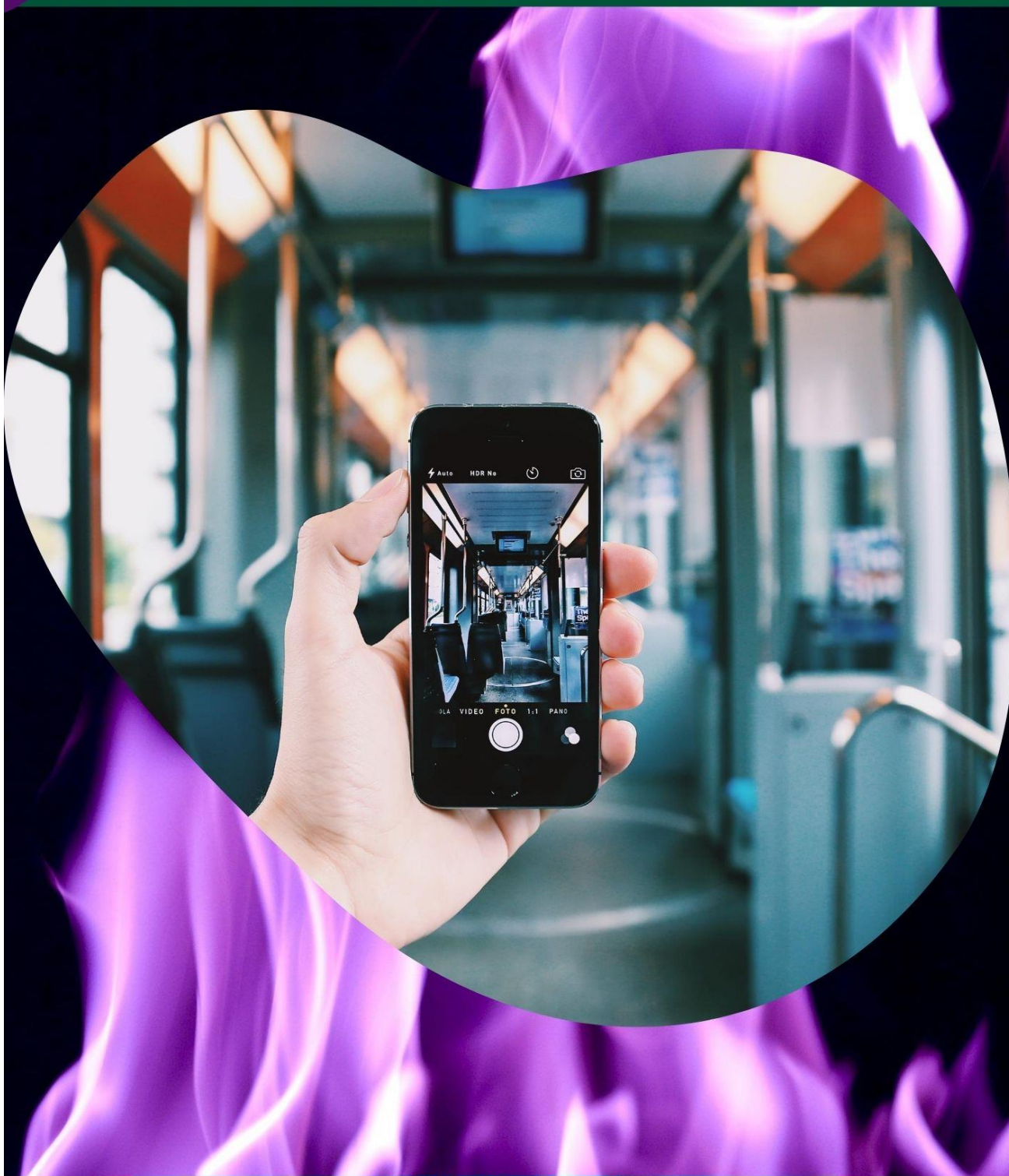
Palestra do Eng. Esp. Nilo Guimarães

QR-code

Saiba como utilizar o QR-code em:
<https://youtu.be/DJA7U32kjN8>



1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO



1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

“As mudanças são tão profundas que, na perspectiva da história da humanidade, nunca houve um momento tão potencialmente promissor ou perigoso” (SCHWAB, 2016a). Essa afirmação de Schwab (2016a) salienta o quanto a **Indústria 4.0 (I4.0)** destaca-se tanto por oportunidades, como por desafios impostos às nações do mundo. Situações que precisam ser tratadas pela sociedade mundial sem postergação possível.

E, para entender-se o momento que vivemos nada melhor que avaliar os processos históricos e significativos que construíram a realidade atual e deram origem a **I4.0 (Quarta Revolução Industrial)**. Entre esses movimentos históricos destacam-se as três Revoluções Industriais que antecederam a I4.0. Essas revoluções apresentaram as modificações tecnológicas e sociais que criaram as condições necessárias para que a I4.0 se tornasse uma realidade.

Saiba mais:



1.1 Primeira Revolução Industrial

A criação do motor a vapor foi a grande invenção da primeira revolução industrial, juntamente com os teares mecânicos.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

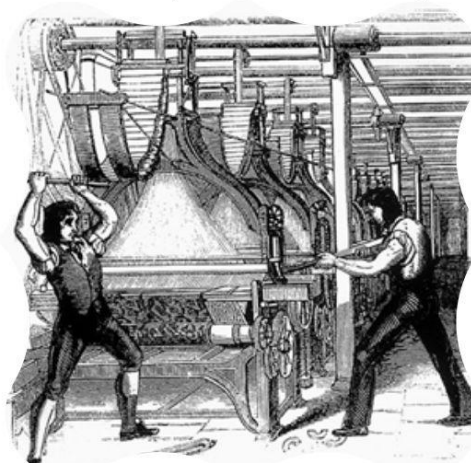
Figura 1 – Motor a Vapor



Fonte: *Museum of power*, 2018.

Nessa época, o medo do desemprego também foi intenso, a ponto dos trabalhadores destruírem as máquinas em um pico de revolta, conforme a figura 2.

Figura 2 – Dois Trabalhadores Destruindo uma Máquina de Fiar



Fonte: *Mining in the fourth industrial revolution*, 2018.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

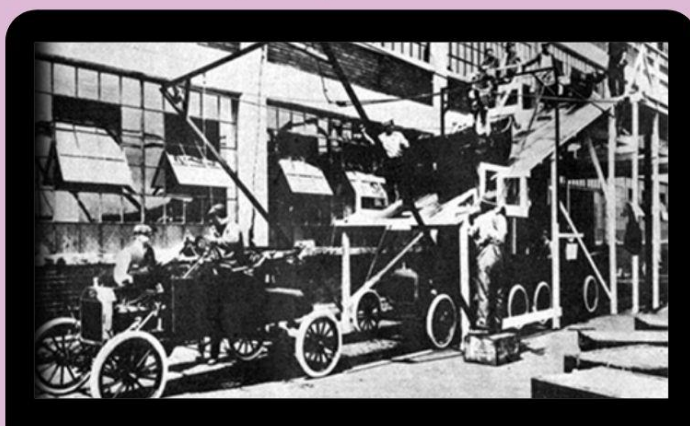
Até o século XVIII, a força humana, tração animal e moinhos de água e de vento eram as principais fontes de trabalho mecânico. Foi com a habilidade e empenho de James Watt que o motor a vapor foi inventado em 1767. Foi James Watt que permitiu às pessoas realizarem inúmeros trabalhos com a força mecânica de seu motor (Watt é a unidade de potência do SI - Sistema Internacional de Unidades). A invenção do motor a vapor foi o principal marco da primeira revolução industrial (GUIMARÃES, 2018).

Um segundo, mas não menos importante marco, foi a criação do tear programável por Joseph Jacquard, em 1804. Esses dois marcos caracterizam a engenharia e automação. E, estes dois aspectos estiveram presentes nas revoluções industriais subsequentes.

1.2 Segunda Revolução Industrial

A criação do motor a vapor foi a grande invenção da primeira revolução industrial, juntamente com os teares mecânicos.

Figura 3 – Linha de produção do Ford modelo “T” (1913)



Saiba mais:



Fonte: Miniford, 2013.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Ressalta-se que naquele período a invenção do motor a explosão (com gasolina e diesel), do automóvel e o uso da eletricidade para iluminar as casas e mover motores foram os grandes destaques. Certamente os cavalos sentiram o impacto da chegada do automóvel (CONTI, 2017).

Figura 4 – População de Cavalos nos Estados Unidos da América



Fonte: Conti, 2017.

Considera-se que a segunda revolução industrial[1] começou em 1850 e durou até 1950. Foi um período riquíssimo de descobertas que se difundiam cada vez mais rápido, não apenas dentro de uma nação, mas por todo o mundo desenvolvido da época (GUIMARÃES, 2019).

Dentre todas as invenções deste período, enfatiza-se o uso da eletricidade (iluminação e motorização) e o motor a explosão (combustão interna) como as principais. Os impactos sociais foram tremendos, a comunicação se desenvolveu intensamente, inicialmente por telégrafos e a partir de 1876 por telefone (inventado por Alexander Bell neste ano) (GUIMARÃES, 2019).

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Identifica-se que a especialização baseada na divisão do trabalho foi a base para a produção em massa usada por Henry Ford para as linhas de montagem do Ford modelo "T". As mudanças sociais foram grandes em vários países e permitiram que os Estados Unidos assumissem a liderança industrial mundial superando a Grã-Bretanha na década de 1880 (GUIMARÃES, 2019).

1.3 Terceira Revolução Industrial

A criação do motor a vapor foi a grande invenção da primeira revolução industrial, juntamente com os teares mecânicos.

Figura 5 – As quatro revoluções industriais ao longo dos séculos



Fonte: Dias, 2018.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Assume-se o ano de 1950 como início de terceira e penúltima revolução industrial da história. Nota-se que estas datas são aproximadas, pois estes processos sociohistóricos somente são identificados após algumas décadas de sua ocorrência. Portanto, a data “exata” do início da terceira revolução industrial não existe. Considera-se apenas uma data aproximada, ou seja, 1950, logo após o término da segunda guerra mundial.

Figura 6 – Industrie 4.0



Fonte: PIXABAY, 2017b.

A terceira revolução industrial também é conhecida como Revolução Digital ou Revolução Informacional, pois teve como destaque a aplicação da eletrônica e da informática. Em 1969 o primeiro controlador lógico programável (CLP) foi inventado e o computador e a informática começaram a ser utilizados em outros ambientes, por exemplo, junto as máquinas que passaram a ser movimentadas por comandos numéricos computadorizados (CNC).

Nessa época, utilizou-se em larga escala da energia nuclear, telefonia celular, computador pessoal, novas ligas metálicas, uso de peças plásticas, robôs, controladores lógico programáveis (CLP), máquinas comando numérico computadorizado (CNC), televisores, sistema toyota de produção (*Lean Manufacturing*) e uma infinidade de técnicas, tecnologias e equipamentos.

Do ponto de vista social continua acontecendo a substituição de trabalho vivo (pessoas) por trabalho morto (máquinas), mas inúmeros novos tipos de profissões surgiram para lidar com as novas tecnologias criadas e para produzir bens de capital.

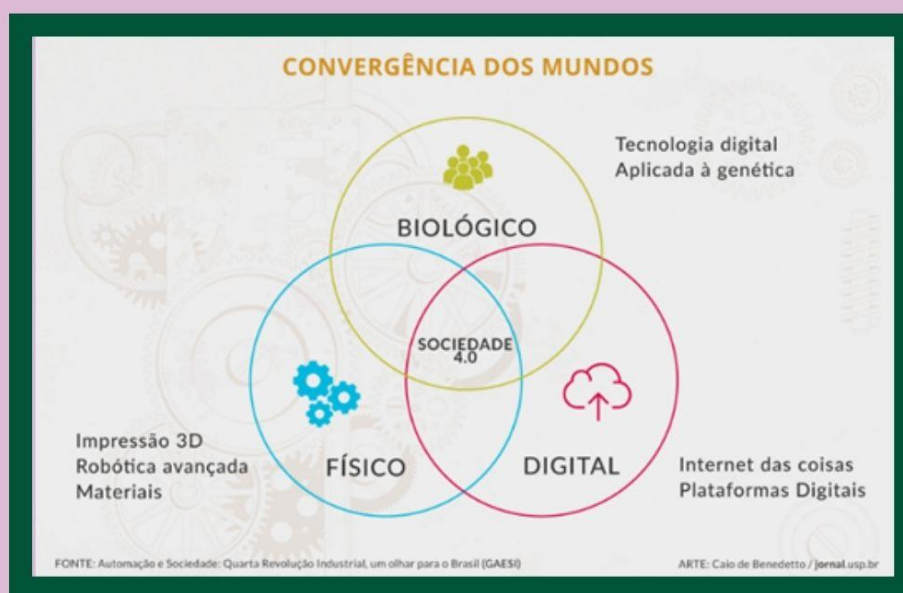


1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

1.4 (I4.0) Quarta Revolução Industrial

Segundo o Website Indústria 4.0 (2018), a quarta revolução industrial (I4.0), caracteriza-se por um conjunto de tecnologias que permite a fusão dos mundos físico, digital e biológico. Nesse contexto, as principais tecnologias que permitem a fusão dos mundos físico, digital e biológico são a manufatura aditiva, a inteligência artificial (IA), a *Internet of Things* (IoT), a biologia sintética e os sistemas ciberfísicos (CPS - *cyber-physical system*).

Figura 7 – Convergência dos Mundos Físico, Biológico e Digital



Fonte: Dias, 2018.

Schwab (2016b, p. 7), por sua vez, afirma que “Estamos no início de uma revolução que está mudando fundamentalmente a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos uns com os outros”. Trata-se da I4.0: uma revolução tecnológica, mas também econômica, política e social, segundo Buhr (2015).

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

A origem da I4.0 é bem descrita por Rojko (2017), quando afirma que o conceito básico da I4.0 foi primeiramente apresentado na Feira de Hannover no ano de 2011. Desde então, a I4.0 é um tópico comum de discussão na Alemanha nas comunidades da indústria, academia e pesquisa em muitas diferentes ocasiões. A ideia principal é explorar as potencialidades das novas tecnologias e conceitos como: disponibilidade e uso da internet e IoT; integração dos processos técnicos e de negócio nas empresas; mapeamento digital e virtualização do mundo real; *smart factory* incluindo “*smart*” na produção industrial e nos produtos.

A aplicação do conceito I4.0 nas fábricas deveria causar os decréscimos de: custos de produção (10 a 30%); custos logísticos (10 a 30%); custos de gerenciamento da qualidade (10 a 20%) (ROJKO, 2017).

A I4.0, na visão de Vermulm (2018), é um novo estágio de desenvolvimento da produção industrial no mundo. Utiliza como tecnologias mais relevantes: sensores e atuadores; IoT; *Big Data*; computação em nuvem; inteligência artificial; tecnologias de comunicação sem fio; sistemas integrados de gestão; robótica; manufatura aditiva e novos materiais.

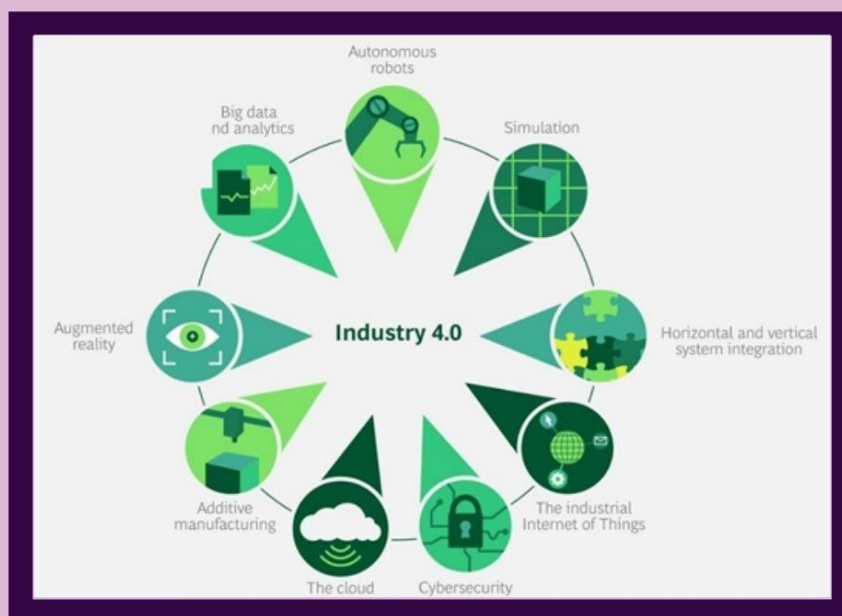
Figura 8 – Revolução Industrial



Fonte: PIXABAY, 2017a.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Figura 9 – Pilares Tecnológicos da I4.0 (Quarta Revolução Industrial)



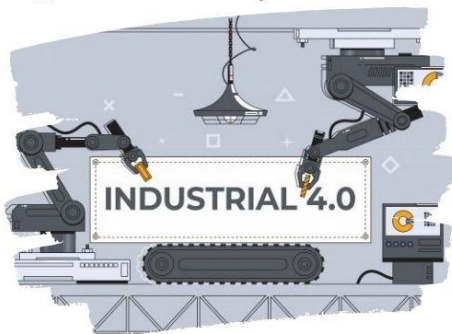
Fonte: Küpper, 2019.

1.5 Introdução à Indústria 4.0 (I4.0)

O termo Indústria 4.0 foi empregado pela primeira vez na Alemanha em 2011. Era parte da iniciativa do governo alemão para manter a liderança da Alemanha nos processos de mudanças das empresas conhecidas como indústrias de transformação. A indústria da transformação agrega valor convertendo matérias-primas obtidas pela Indústria extrativa (exemplo minério de ferro, petróleo, etc) em produtos acabados para *business-to-business* (B2B) ou mesmo *business-to-consumer* (B2C) (SCHWAB, 2016b).

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Figura 10 – Revolução Industrial



Fonte: FREEPIK, 2019.

O *High-Tech Strategy*, na Alemanha, começou em 2011, no entanto, tem meta final para 2020. Para essa estratégia foi criado o termo em alemão *Industrie 4.0* (BRASIL, 2016). Logo outras nações desenvolvidas criaram programas governamentais semelhantes à iniciativa alemã com a *Industrie 4.0*.

O MIC2025, na China, é a primeira parte de um programa cuja segunda fase encerrará em 2035 e a terceira e última fase finalizará em 2049. Pretende "[...] tornar a China uma potência mundial em C&T no aniversário de cem anos de fundação da República Popular, em 2049" (ARBIX *et al.*, 2018, p. 147). O *Advanced Manufacturing (Manufacturing USA)*, nos Estados Unidos, tem seu próprio programa e tenta consolidar o seu padrão *Industrial Internet of Things (IIOT)* (BRASIL, 2016).

O Japão como nação tecnologicamente avançada também instituiu seu próprio programa para avançar em direção a plenitude da Indústria 4.0 (RODRIGUES *et al.*, 2018). A França é outro país europeu que está acelerando em direção à Indústria 4.0 (IEDI, 2018).

O Brasil embora ainda possa (e deva) melhorar, tem iniciativas fortes para disseminar a Indústria 4.0 em um ambiente Fabril para empresas ainda atreladas as três primeiras revoluções industriais (PEREIRA; SIMONETTO, 2018). As diversas iniciativas em território nacional foram mapeadas pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Telecomunicações (MCTIC).

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Para disseminar a Indústria 4.0 no Brasil, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) identificou cinco eixos de atuação (PEREIRA; SIMONETTO, 2018): criação de um programa brasileiro de manufatura avançada; buscar acordo bilateral com a Alemanha, entre o programa de manufatura avançada criado e o alemão *Industrie 4.0*, criação de uma rede de *testbeds* (ambiente de teste e de demonstração) de manufatura avançada no Brasil, alinhamento e criação de linhas de fomento e engajamento de pequenas e médias empresas (PME).

1.6 Princípios da Indústria 4.0

Os princípios da Indústria 4.0 variam muito de autor para autor, mas na maioria das referências bibliográficas da Indústria 4.0, cita-se: comunicação, integração de sistemas, tempo real, autonomia, descentralização, tecnologia da informação e comunicação (TIC) e tecnologias operacionais (TO), virtualização e segurança.

No que concerne a comunicação indica-se que a interatividade é fundamental, tanto homem-máquina (C2M) quanto máquina-máquina (M2M) (ROBLEK; MEŠKO; KRAPEŽ, 2016). Operar em rede é fundamental e, além disso, os vários sistemas devem conversar entre si o que nos leva ao próximo princípio (SCHUH *et al.*, 2017).

Figura 11 – Princípios da I4.0

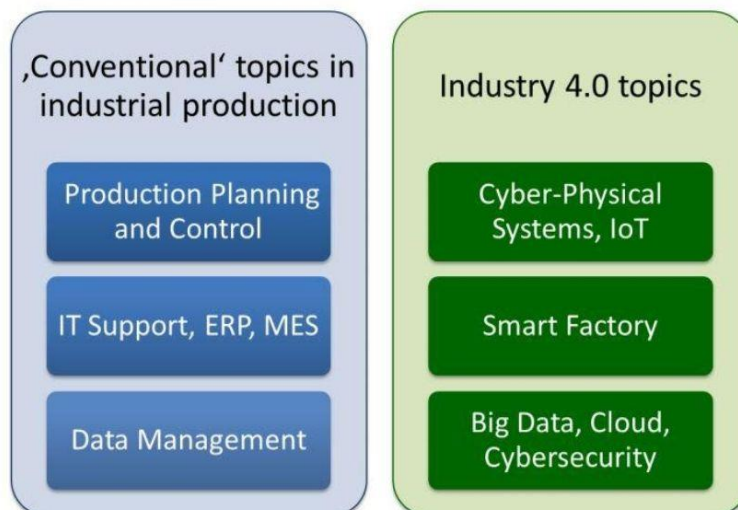


Fonte: FREEPIK, 2020.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

A integração de sistemas pode ser vertical ou horizontal. Na integração vertical pode-se elencar como exemplo a integração entre sistemas internos da mesma empresa. Exemplo: *Manufacturing Execution System (MES)* <==> *Enterprise Resource Planning (ERP)* (SCHUH *et al.*, 2017). Nesse caso, o MES recebe as ordens de produção (OP) com os seguintes dados do sistema ERP: matéria-prima; quantidade de itens a ser fabricada; tempo estimado para fabricação de uma unidade; tempo aproximado para fabricação da ordem completa; etc. Após a execução da OP, o MES poderá retornar o tempo correto de fabricação para o ERP, dessa forma os próximos orçamentos gerados pela ERP serão mais precisos, pois estarão baseados em tempos reais de fabricação. Na integração horizontal fala-se da integração interempresas, ou seja, integração nas cadeias de valor empresa-clientes e empresa-fornecedores. As integrações horizontal e vertical permitem obter uma única fonte de informação que em inglês chama-se *a single source of Truth* (SCHUH *et al.*, 2017).

Figura 12 – Comparison of topics in conventional industrial production and the Industry 4.0 topics



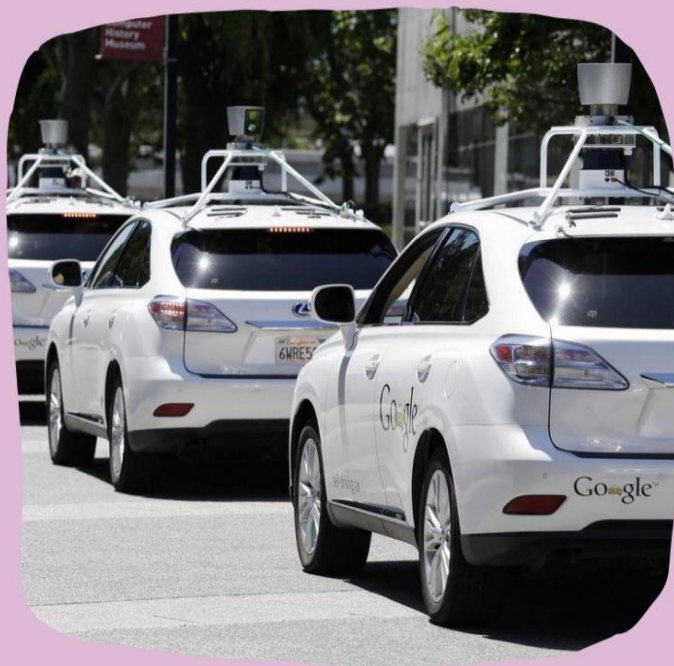
Fonte: Rojko, 2017.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Ainda, a Indústria 4.0 é aplicada não apenas para conhecermos o histórico passado de eventos e sabermos os erros e acertos cometidos, mas para conhecermos imediatamente (em tempo real) o que está acontecendo para que decisões sejam tomadas rapidamente (TARTAROTTI; SIRTORI; LARENTIS, 2018). O sensoriamento (coleta de dados) em tempo real é fundamental para a obtenção do próximo princípio.

A autonomia é o estágio mais avançado de maturidade. A Indústria 4.0 permite a autonomia dos *cyber-physical systems* (CPS) (PORTER; HEPPELMANN, 2014), isto somente é possível com o uso de sensores e atuadores, além de algoritmos que permitam a tomada de decisão autônoma do CPS. A autonomia do CPS só existe devido ao princípio da descentralização. Há capacidade de processamento distribuída, assim, graças à descentralização, mais decisões podem ser tomadas por unidade de tempo e de forma contextualizada (TARTAROTTI; SIRTORI; LARENTIS, 2018).

Figura 13 – Carro Autônomo da Google



Fonte: Rojko, 2017.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Com inúmeras conexões entre máquinas e pessoas a ameaça de hackers é mais crítica do que nunca (PORTER; HEPPELMANN, 2015). A cibersegurança (segurança cibernética) é ponto de atenção da comunidade industrial para que as implementações de Indústria 4.0 sejam bem-sucedidas.

Deve existir alto grau de segurança, quer estejamos operando em uma rede local da empresa, quer estejamos acessando um servidor instanciado na *Amazon* (computação em nuvem), por exemplo.

1.7.9 Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0

Os 9 Pilares (tecnologias habilitadoras) da Indústria 4.0, defendidos por (KÜPPER, 2019) são os recursos tecnológicos necessários para tornar a Indústria 4.0 uma realidade. Algumas dessas tecnologias têm décadas de existência, como por exemplo, a manufatura aditiva, que começou na década de 80 com as máquinas de estereolitografia - *Stereolithography Apparatus* (SLA) e a IoT que, segundo Costa (2017), teve seus primórdios com as tags de *Radio-Frequency IDentification* (RFID), em 1999, no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT).

Figura 15 – *DAWN OF THE DIGITAL MANUFACTURING WORLD*



Fonte: KÄRCHER, 2016.

Mesmo a robótica já existe há muito tempo, mas somente nos últimos anos essas nove tecnologias chegaram a um nível tão avançado capaz de, em conjunto, viabilizar a quarta Revolução Industrial (Indústria 4.0).

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

1.7.1 Robótica Avançada

Atualmente, os Robôs são verdadeiros CPS, pois interagem com o ambiente, outros robôs e mesmo com os humanos. Quando interagem com humanos são chamados de robôs colaborativos (COBOTS) (KUKA, 2019). Aplicam algoritmos de IA para tomarem decisões autonomamente. Entre esses algoritmos estão os de *machine learning* para melhorar o desempenho de suas tarefas.

Figura 16 – *Cobots in the industry*



Fonte: KUKA, 2020.

1.7.2 Simulação

Os termos *Digital Twin* e *Digital Shadow* tratam de uma cópia digital da realidade física. A intenção é que previsões e estudos de caso possam ser feitos com esse protótipo digital. Isso acelera e barateia o processo de desenvolvimento e análise (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019).

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Sensores colocados no produto podem alimentar com dados de campo o modelo digital de análise, o que enriquece o processo de simulação.

Figura 17 – Digital Twin



Fonte: GE DIGITAL, 2020.

1.7.3 Integração Vertical e Horizontal

Foi tratada como princípio da Indústria 4.0, no entanto guarda também o aspecto tecnológico que deve ser observado pelos fornecedores para tornar mais robustas, simples e rápidas as integrações entre sistemas da mesma empresa (integração vertical) ou com sistemas de clientes e fornecedores (integração horizontal) (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019).

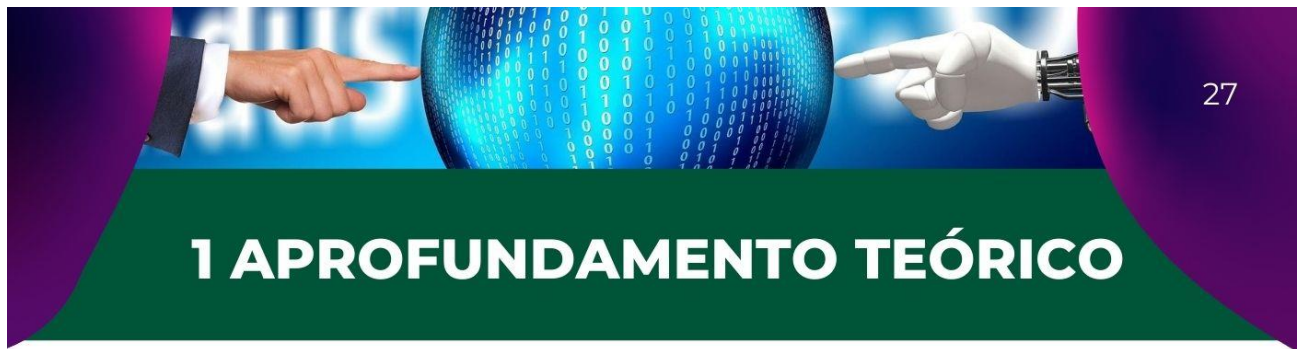
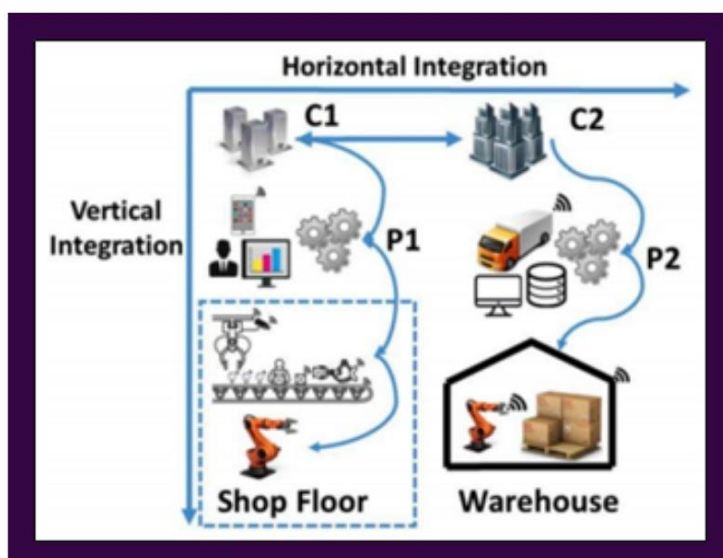


Figura 18 – Vertical and Horizontal Integration



Fonte: Suri et al., 2017.

1.7.4 IoT/IoS

Para a Indústria 4.0 ocorrer não é suficiente que as pessoas estejam conectadas a internet, mas as máquinas e produtos também devem estar conectados à rede. A conexão de inúmeros elementos inanimados à rede somente se tornou viável técnica e economicamente neste século. Com o barateamento e a miniaturização dos sensores, os mesmos podem captar informações de diversos elementos, sejam eles matérias-primas, materiais em processo ou produtos acabados.

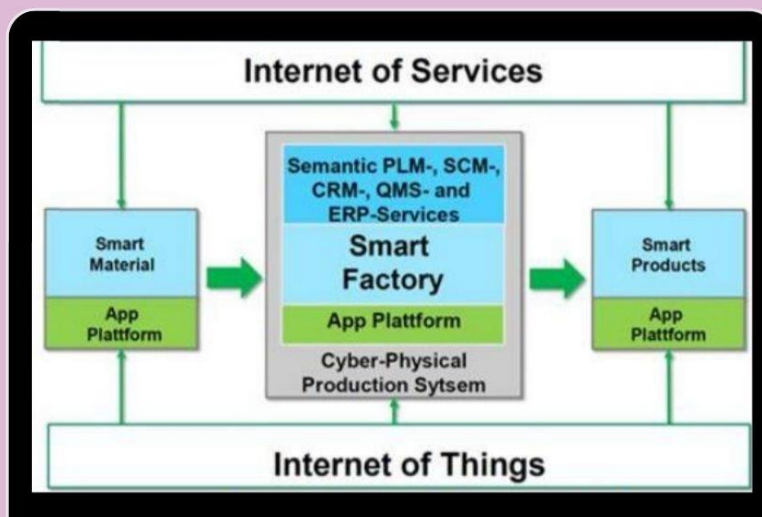


1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Via IoT os sensores podem enviar dados remotamente do ambiente (temperatura; umidade, etc.), de uma máquina (em operação ou parada, contagem de peças produzidas, vibração, etc) ou mesmo dos produtos (geolocalização, velocidade, aceleração, etc). Um exemplo prático de IoT é quando um MES obtém a informação se uma máquina está parada ou produzindo por meio de um Arduino montado em uma *shield* com conexão para cabo *ethernet* (cabo de rede).

Com o uso do padrão *Internet protocol version 6* (IPv6) as faixas de endereços IPs passaram de quase 4,3 bilhões com o padrão IPv4 (32 bits) para 2^{128} endereços na internet suportados pelo padrão IPv6 (128 bits). Dessa forma, há endereços suficientes para comunicação com um número gigantesco e crescente de agentes, sejam pessoas ou coisas (produtos, processos, máquinas, etc.)

Figura 19 – *Smart factory for industry 4.0: A review*



Fonte: Hozdić, 2015.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Uma evolução da IoT é a *Internet of Services* (IoS) que foca a servitização como uma convergência da Indústria 4.0 (PEREIRA; SIMONETTO, 2018). Hoje em dia a comercialização de um produto abre um leque de opções para a comercialização de serviços agregados a este produto. O visionário Castells (1999, p. 119) já afirmava no final do século passado que “A emergência de um novo paradigma tecnológico organizado em torno de novas tecnologias da informação, mais flexíveis e poderosas, possibilita que a própria informação se torne o produto do processo produtivo”.

Figura 20 – IoT



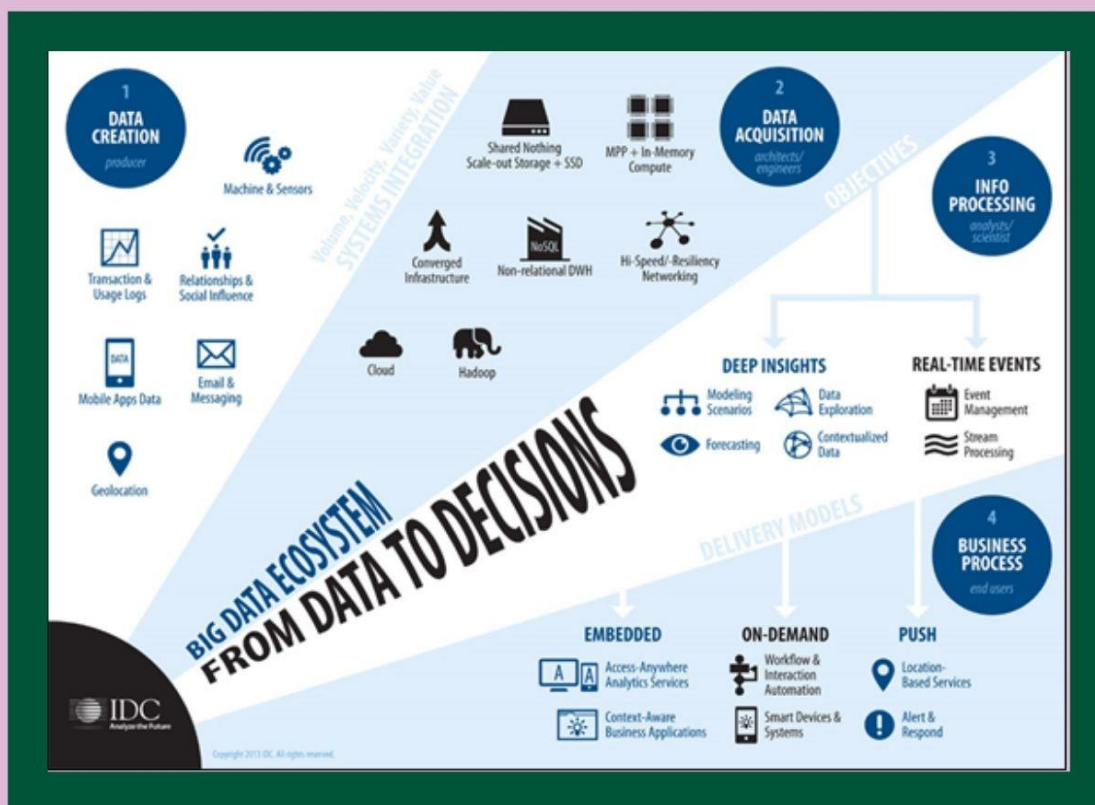
Fonte: Alcácer e Cruz-Machado, 2019.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

1.7.5 Big Data and Analytics

Geramos cada vez mais e mais dados que são coletados e armazenados em *Data Lakes* (repositórios de dados brutos). Essas coletas podem ser de tradicionais dados estruturados para os bancos de dados relacionais, dados semi estruturados (arquivos XML e JSON, por exemplo) ou mesmo dados não estruturados tão comuns nas redes sociais.

Figura 21 – *Big Data Ecosystem: From Data to Decisions*



Fonte: IDC, 2013.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

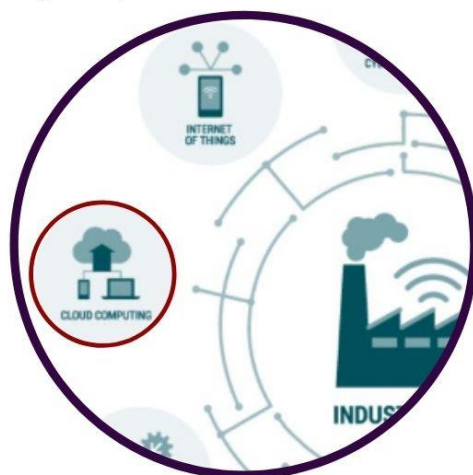
Os dados são a base da pirâmide de *Data, Information, Knowledge and Wisdom* (DIKW) (COSTA, 2017) e são os algoritmos de *analytics* que permitem o uso de “maior valor” que simples dados brutos (ROBLEK; MEŠKO; KRAPEŽ, 2016). Esses algoritmos descobrem informações úteis a partir dos dados, como por exemplo, padrões e tendências, e esse conhecimento é útil para prever comportamentos ou eventos futuros relacionados aos dados. Um exemplo clássico de aplicação é em manutenção preditiva (TESSARINI; SALTORATO, 2018).

1.7.6 Computação em Nuvem

O acesso facilitado a recursos computacionais na nuvem gerou serviços como, *Software as a Service* (SaaS), *Platform as a Service* (PaaS) e *Infrastructure as a Service* (IaaS) (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019). A ideia é que tudo possa ser tratado como serviço. Isso economiza tempo e dinheiro das organizações, uma vez que podem manter equipes menores de TIC e evitar, muitas vezes, a compra de licenças perpétuas de software.

Fora isso, a facilidade de acesso, alta disponibilidade (próxima a 100%) e elevados níveis de segurança da informação tornam a computação em nuvem um importante pilar para a Indústria 4.0.

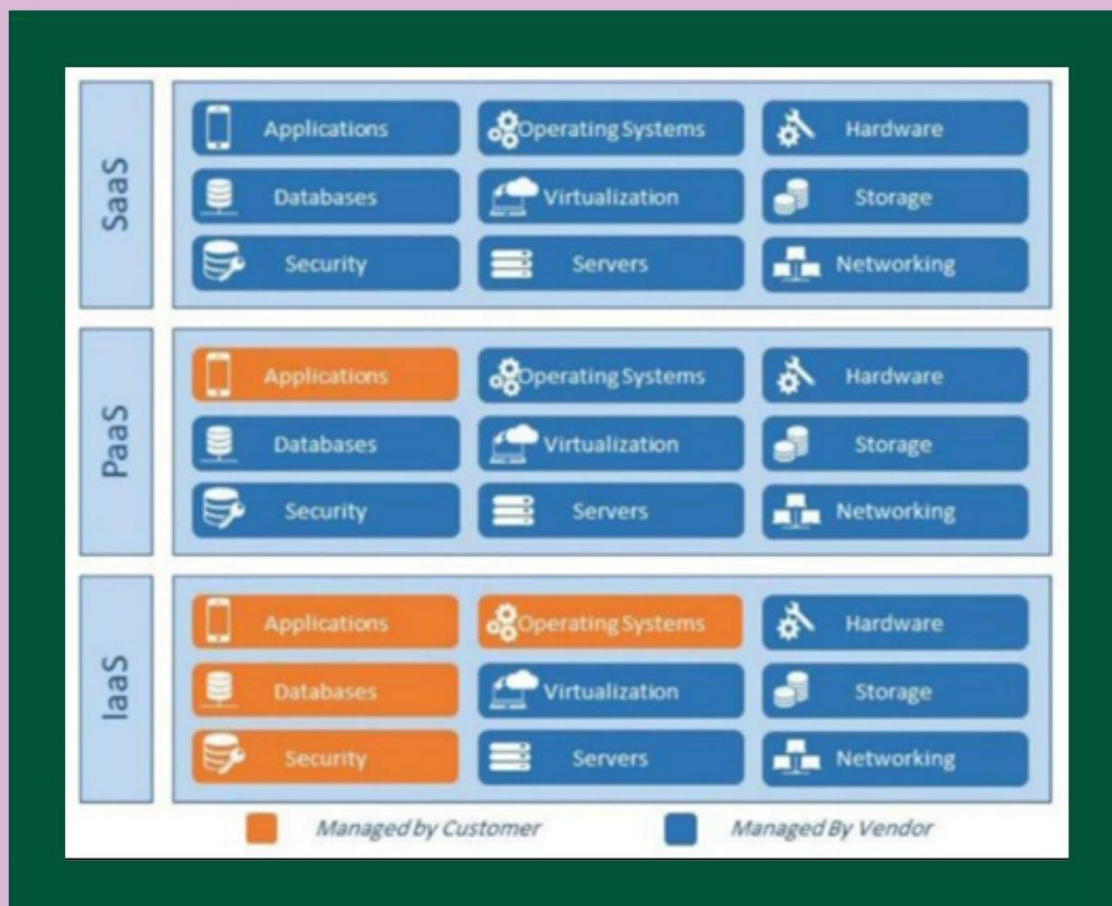
Figura 22 – Indústria 4.0 principles: horizontal and vertical integration



Fonte: I-SCOOP, 2015.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

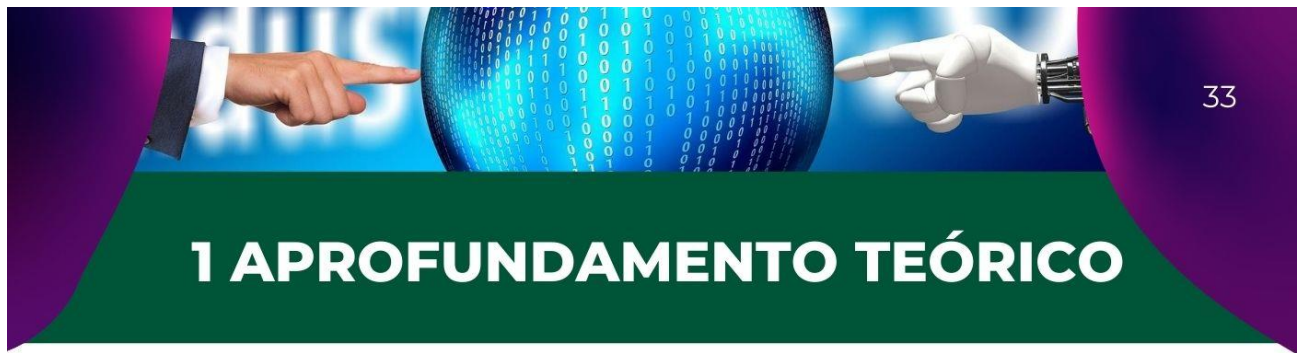
Figura 23 – Serviços na Nuvem



Fonte: Alcácer; Cruz-Machado, 2019.

1.7.7 Cibersegurança

É um pilar tecnológico e também um princípio da Indústria 4.0. Uma vez que máquinas e dispositivos têm conexões à rede esses elementos podem ser atacadas por *hackers* ou *malwares* (BUHR, 2015).



As indústrias ligadas à cibersegurança (segurança digital da informação) movimentam bilhões de dólares anualmente, e isto está aumentando mais e mais a cada ano. A cibersegurança ampliará sua relevância quanto mais a Indústria 4.0 crescer em escala e complexidade.

Figura 24 – 4 Promising Use Cases Of Blockchain In Cybersecurity



Fonte: Arnold, 2019.

1.7.8 Manufatura Aditiva






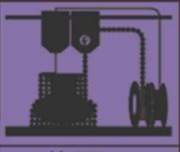


A Manufatura Aditiva (MA) dá grande flexibilidade ao processo de fabricação, porque permite que um objeto/peça seja fabricado diretamente da leitura de um arquivo de *Computer-Aided-Design* (CAD) (ALCÁCER; CRUZ-MACHADO, 2019). Além de mais rápido, o processo é mais econômico, uma vez que evita a confecção de moldes e ferramentas em aço especial para máquinas de injeção de plásticos, por exemplo, ou a execução de usinagens em máquinas de *computer numerical control* (CNC) com elevado custo hora de fabricação.



1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Inicialmente a MA era utilizada apenas para a confecção de protótipos, mas com o desenvolvimento das impressoras 3D hoje é possível construir peças finais por MA, tanto de polímeros quanto de metais.

Figura 25 – 7 Families of Additive Manufacturing

Quick Reference: 7 Families of Additive Manufacturing			
According to ISO/ASTM 52900-15 (formerly ASTM F2792)			
			
VAT PHOTOPOLYMERIZATION	POWDER BED FUSION (PBF)	BINDER JETTING	MATERIAL JETTING
<p>Alternative Names: SLA™ - Stereolithography Apparatus DLP™ - Digital Light Processing SLP™ - Slur, Spr, and Selectively Photocure CLP™ - Continuous Liquid Interface Production</p> <p>Description: A vat of liquid photopolymer resin is cured through selective exposure to light (via a laser or projector) which then initiates polymerization and converts the exposed areas to a solid part.</p> <p>Strengths:</p> <ul style="list-style-type: none"> • High level of accuracy and complexity • Smooth surface finish • Accommodates large build sizes <p>Typical Materials UV-curable Photopolymer Resins (with various fillers)</p>	<p>Alternative Names: SLS™ - Selective Laser Sintering, DMLS™ - Direct Metal Laser Sintering, QLM™ - Selective Laser Melting, EDM™ - Electron Beam Melting, SHC™ - Selective Heat Sintering, MJF™ - Multi-Jet Fusion</p> <p>Description: Powdered materials are selectively consolidated by melting it together using a heat source such as a laser or electron beam. The unfused powder surrounding the consolidated part acts as a support material for overhanging features.</p> <p>Strengths:</p> <ul style="list-style-type: none"> • High level of complexity • Powder acts as support material • Wide range of materials <p>Typical Materials Plastic, Metal and Ceramic Powder, and Sand</p>	<p>Alternative Names: 3DP™ - 3D Printing EJOne Voxeljet</p> <p>Description: Liquid bonding agents are selectively applied onto thin layers of powdered material to build up parts layer by layer. The binders include organic and inorganic materials. Metal or ceramic powdered parts are typically fired in a furnace after they are printed.</p> <p>Strengths:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allows for full color printing • High productivity • Uses a wide range of materials <p>Typical Materials Powdered Plastic, Metal, Ceramic, Glass, and Sand</p>	<p>Alternative Names: Polyjet™ SCP™ - Smooth Curvatures Printing MJM - Multi-Jet Modeling Project™</p> <p>Description: Droplets of material are deposited layer by layer to make parts. Common varieties include jetting a photocurable resin and curing it with UV light, as well as jetting thermally molten materials that then solidify in ambient temperatures.</p> <p>Strengths:</p> <ul style="list-style-type: none"> • High level of accuracy • Allows for full color parts • Enables multiple materials in a single part <p>Typical Materials Photopolymer, Polymer, Wax</p>
Created and designed by Hybrid Manufacturing Technologies. Copyright 2015-2018. For more information go to www.hybridmanuftech.com			
Quick Reference: 7 Families of Additive Manufacturing			
According to ISO/ASTM 52900-15 (formerly ASTM F2792)			
			
SHEET LAMINATION	MATERIAL EXTRUSION	DIRECTED ENERGY DEPOSITION (DED)	HYBRID
<p>Alternative Names: LOM - Laminated Object Manufacture SDL - Selective Deposition Lamination UAM - Ultrasonic Additive Manufacturing</p> <p>Description: Sheets of material are stacked and laminated together to form an object. The lamination method can use adhesives or chemical bonding (paper/plastic), ultrasonic welding, or braze (metal). Unwelded regions are usually cut layer by layer and removed after the object is built.</p> <p>Strengths:</p> <ul style="list-style-type: none"> • High volumetric build rates • Relatively low cost (non-metal) • Allows for combinations of metal fill, including embedding components <p>Typical Materials Paper, Plastic Sheets, and Metal Foils/Tapes</p>	<p>Alternative Names: FFF - Fused Filament Fabrication FDM™ - Fused Deposition Modeling</p> <p>Description: Material is extruded through a nozzle or orifice in tracks or beads, which are then combined into multi-layer models. Common varieties include heated thermoplastic extrusion (similar to a hot glue gun) and syringe dispensing.</p> <p>Strengths:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inexpensive and economical • Allows for multiple colors • Can be used in an office environment • Parts have good structural properties <p>Typical Materials Thermoplastic Filaments and Pellets (FFF), Liquids, and Slurries (Syringe Types)</p>	<p>Alternative Names: LMD - Laser Metal Deposition LEND™ - Laser Engineered Net Shaping DM™ - Direct Metal Deposition</p> <p>Description: Powder or wire is fed into a melt pool which has been generated on the surface of the part where it adheres to the underlying part or layers by using an energy source such as a laser or electron beam. This is essentially a form of automated build-up welding.</p> <p>Strengths:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Not limited by direction or axis • Effective for repairs and adding features • Multiple materials in a single part • Highest single-point deposition rates <p>Typical Materials Metal Wire and Powder, with Ceramics</p>	<p>Alternative Names: AMBT™ - Created by Hybrid Manufacturing Technologies</p> <p>Description: Laser metal deposition (a form of DED) is combined with CNC machining, which allows additive manufacturing and "subtractive" machining to be performed in a single machine so that parts can utilize the strengths of both processes.</p> <p>Strengths:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Smooth surface finish AND High Productivity • Geometrical and material freedoms of DED • Automated in-process support removal, finishing, and inspection <p>Typical Materials Metal Powder and Wire, with Ceramics</p>
Created and designed by Hybrid Manufacturing Technologies. Copyright 2015-2018. For more information go to www.hybridmanuftech.com			

Fonte: Hybrid Manufacturing Technologies, 2019.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

1.7.9 Realidade Aumentada

A realidade aumentada (RA) é uma subdivisão da realidade virtual (RV). É constituída da realidade natural em três dimensões (largura, altura e comprimento) mais informações virtuais que são sobrepostas, por isso realidade aumentada, pois são mais que três dimensões de informações.

Figura 26 – 4 Promising Use Cases Of Blockchain In Cybersecurity



Fonte: Kaminsky, 2020.

Além dessas 9 tecnologias outras tantas poderiam ser citadas, como por exemplo: a) Novos Materiais: além do grafeno outros materiais estão sendo desenvolvidos e possibilitarão que os computadores não sejam à base de silício como atualmente. Esses desenvolvimentos favorecerão a miniaturização dos microprocessadores e dispositivos; aumentarão a capacidade e velocidade de processamento e também a durabilidade dos mesmos (BRASIL, 2016). b) Biotecnologia: além da integração entre os mundos físico e digital a Indústria 4.0 prevê a fusão com o mundo biológico (SCHWAB, 2016b). Nesse sentido, tanto Kurzweil (2005) quanto Harari (2015), preveem que os humanos se tornarão “amortais” em poucas décadas.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Kurzweil (2005) trata da singularidade, que é o momento em que máquinas/robôs construirão e aperfeiçoarão a si mesmos, sem a intervenção humana, por meio de inteligência artificial superior a inteligência natural (humana) (KURZWEIL, 2005).

Harari (2015), por sua vez, acredita em 3 formas de imortalidade possíveis no futuro: a primeira passando a consciência humana para um corpo cibernético; a segunda mesclando um corpo humano com itens cibernéticos e a terceira desenvolvendo a biotecnologia a ponto do corpo humano não falecer mais por causas naturais (HARARI, 2015).

1.8 Impactos da Indústria 4.0

Observa-se o esforço de inúmeras nações para aproveitar as oportunidades da quarta Revolução Industrial, ao mesmo tempo em que evitam riscos e minimizam problemas, entende-se, assim, que os impactos da Indústria 4.0 são abrangentes e intensos. A título de exemplo, a influência da Indústria 4.0 já pode ser percebida nos segmentos a seguir: sociedade, educação, tecnologia, política, trabalho, economia, etc (SCHWAB, 2016b).

No campo da educação/ensino uma revolução acontece pedindo a formação de profissionais com novas habilidades/competências compatíveis com os desafios impostos pela Indústria 4.0 (BRASIL, 2016). Assim, o formato e método de ensino estão mudando para favorecer o protagonismo dos estudantes, o trabalho em equipe, o domínio de estratégias de aprendizagem ao invés da simples memorização de conteúdos. Almeja-se aplicar os conhecimentos em contextos diferentes dos quais foram aprendidos e que o ensino seja por projetos, de modo que a aprendizagem seja significativa para os alunos.



1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Veja a seguir as Competências (funcionais, comportamentais e sociais) destacadas por (TESSARINI; SALTORATO, 2018):

Quadro 1 – Competências requeridas pela Indústria 4.0

Competências funcionais	Resolução de problemas complexos
	Conhecimento avançados em TI, incluindo codificação e programação
	Capacidade de processar, analisar e proteger dados e informações
	Operação e controle de equipamentos e sistemas
	Conhecimento estatístico e matemático
Competências comportamentais	Alta compreensão dos processos e atividades de manufatura
	Flexibilidade
	Criatividade
	Capacidade de julgar e tomar decisões
	Autogerenciamento do tempo
Competências sociais	Inteligência emocional
	Mentalidade orientada para aprendizagem
	Habilidade de trabalhar em equipe
	Habilidades de comunicação
	Liderança
	Capacidade de transferir conhecimento
	Capacidade de persuasão
	Capacidade de comunicar-se em diferentes idiomas

Fonte: Tessarini Junior e Saltorato (2018, p. 761).

Veja a seguir as Competências (funcionais, comportamentais e sociais) destacadas por (TESSARINI; SALTORATO, 2018):

Quadro 2 – Comparing skills demand, 2018 vs. 2022, top ten

Today, 2018	Trending, 2022	Declining, 2022
Analytical thinking and innovation	Analytical thinking and innovation	Manual dexterity, endurance and precision
Complex problem-solving	Active learning and learning strategies	Memory, verbal, auditory and spatial abilities
Critical thinking and analysis	Creativity, originality and initiative	Management of financial, material resources
Active learning and learning strategies	Technology design and programming	Technology installation and maintenance
Creativity, originality and initiative	Critical thinking and analysis	Reading, writing, math and active listening
Attention to detail, trustworthiness	Complex problem-solving	Management of personnel
Emotional intelligence	Leadership and social influence	Quality control and safety awareness
Reasoning, problem-solving and ideation	Emotional intelligence	Coordination and time management
Leadership and social influence	Reasoning, problem-solving and ideation	Visual, auditory and speech abilities
Coordination and time management	Systems analysis and evaluation	Technology use, monitoring and control

Fonte: Tessarini Junior e Saltorato (2018, p. 761).



1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Algumas das habilidades referidas nos quadros 1 e 2, também aparecem no quadro 3:

Quadro 3 – Competências demandadas pela manufatura avançada no Brasil



Fonte: BRASIL (2017, p. 27).

Figura 27 – Skills




Fonte: PIXABAY, 2018a.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

E, felizmente, alguns desses pontos são competências gerais da educação básica no Brasil, de acordo com o quadro 4:

Quadro 4 – Competências gerais da educação básica

 **COMPETÊNCIAS GERAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA**

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

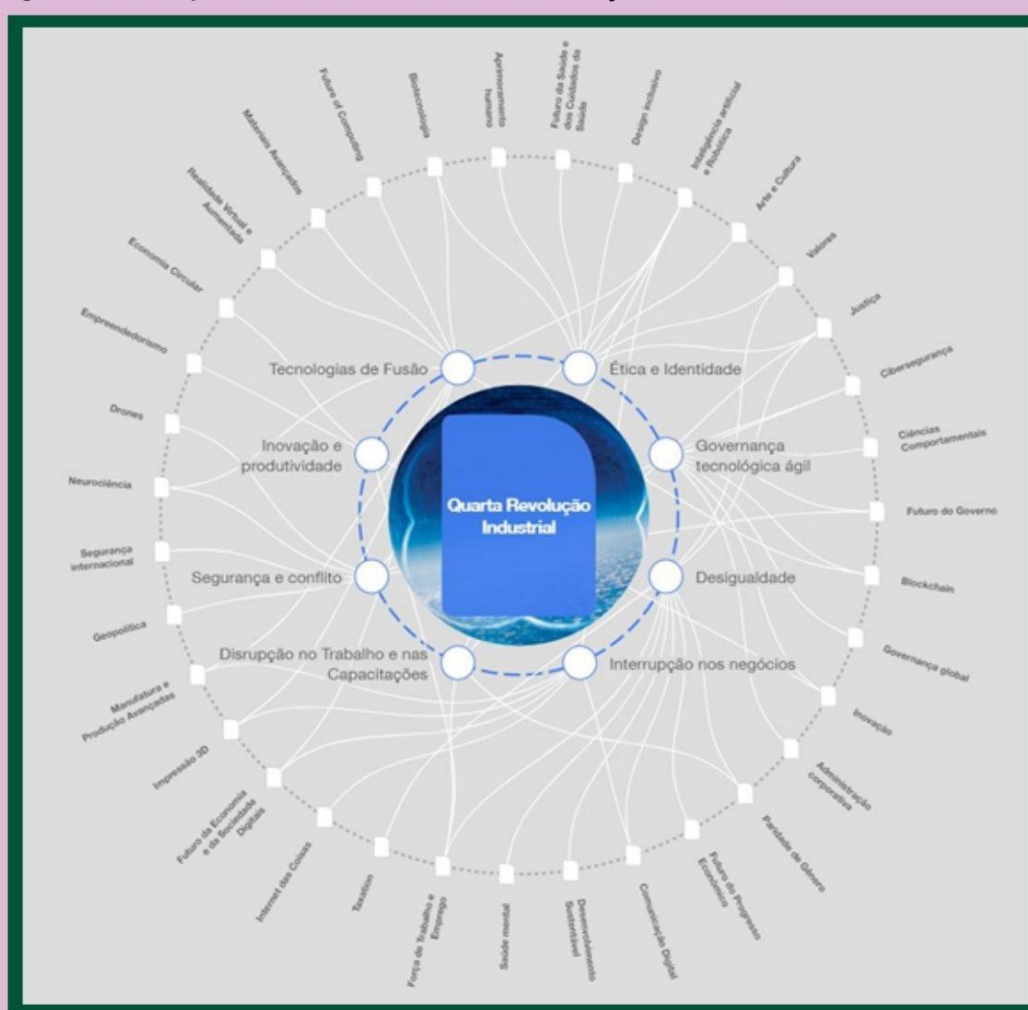
Fonte: BRASIL (2015, p. 9 -10).



1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Há muito mais para explorar na temática I4.0, mas isto foge ao escopo deste trabalho, portanto, encerro aqui o aprofundamento teórico da I4.0 indicando estas duas fontes extras de informação apresentadas nas Figuras 28 e 29, a seguir.

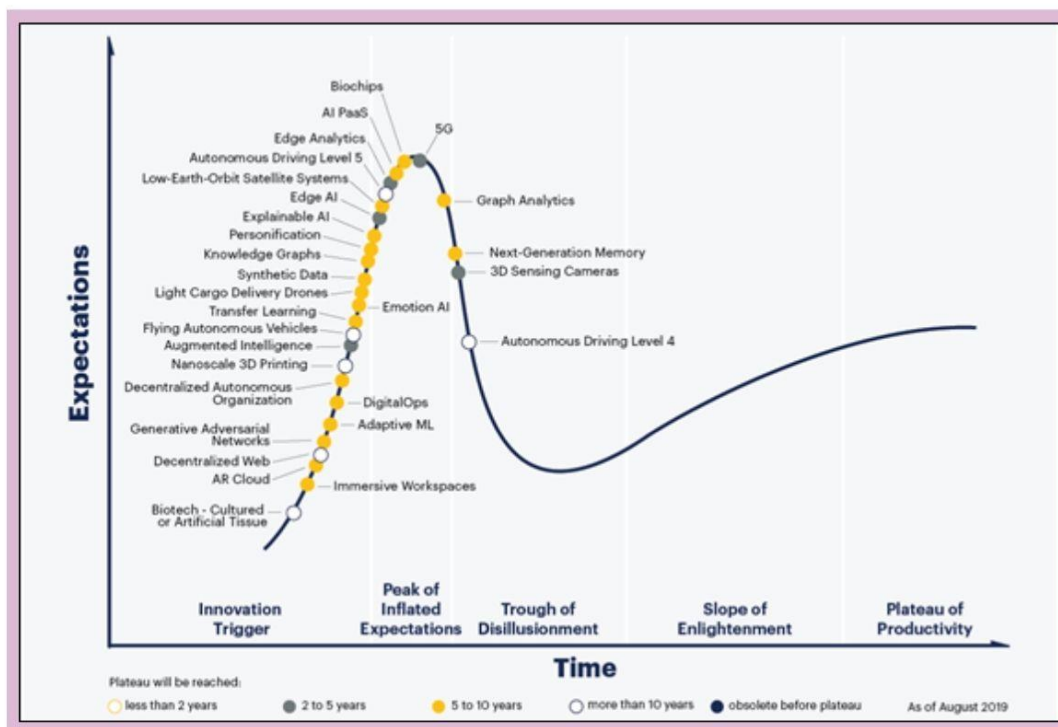
Figura 28 – Mapa Interativo da Quarta Revolução Industrial



Fonte: World Economic Forum, 2019.

1 APROFUNDAMENTO TEÓRICO

Figura 29 – Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies



Fonte: Panetta, 2019.

2 PLANOS DE AULA

2.1 Plano de aula 1

PLANO DE AULA 1

Unidade Curricular:

Data:

Tempo necessário: 2 períodos de aula de 50 min cada

Professor:

Escola:

CONTEÚDO

- Aspectos históricos até a I4.0 (Revoluções: Cognitiva (70000 anos A.C.), Agrícola (10000 A.C.), Primeira Revolução Industrial (1750 a 1850), Segunda (1850 a 1950), Terceira (1950 a 2010) e Quarta Revolução Industrial (2011 em diante).

OBJETIVOS

GERAL

- Conhecer acerca dos conceitos e fundamentos da Indústria 4.0, de modo que o estudante seja capaz de identificar os impactos desta na sociedade mundial.

ESPECÍFICOS

- Conhecer os aspectos históricos das Revoluções Industriais (1ª, 2ª, 3ª e 4ª);
- Examinar os impactos da I4.0 nas dimensões: social, científica, histórica, política e educacional;
- Definir o conceito de Indústria 4.0.

2 PLANOS DE AULA

METODOLOGIA

1ª etapa: Inserir a data no quadro; fazer a chamada; o professor deve apresentar-se, caso a turma não o conheça, expor o objetivo da aula. P.S.: se for a primeira aula com a turma, solicitar que cada estudante diga seu nome, cidade de origem e algo seu (próprio de cada um) que a turma ainda não saiba (ou algum *hobby* que pratique);

2ª etapa: Questionar acerca dos conhecimentos prévios (Apêndice 1). Na sequência, um estudante poderá apontar a relação negativa (inversamente proporcional) entre a I4.0 e os empregos (tradicionais);

3ª etapa: Aproveitar as sugestões dos estudantes acerca da dimensão histórica e realizar interlocuções com o texto “Abordagem Histórica Pré I4.0” (Apêndice 5). Após, de modo expositivo-dialogado, explicitar como se chega a tal nível tecnológico presente na I4.0 com o apoio de slides (Apêndice 2);

4ª etapa: Fazer dinâmica dividindo a turma em 6 grupos. Para cada 2 grupos entregar um dos seguintes textos para serem lidos e debatidos no pequeno grupo: 1) “Primeira Revolução Industrial” (Anexo 1); 2) “Segunda Revolução Industrial” (Anexo 2); 3) “Terceira Revolução Industrial” (Anexo 3). Duração da Atividade: 10 minutos;

2 PLANOS DE AULA

5ª etapa: Cada um dos 6 grupos deve procurar na Internet (via SmartPhone) ao menos dois fatos adicionais importantes da Revolução Industrial que lhes coube que não estão no texto estudado. Socializar com os colegas do pequeno grupo. Duração da atividade: 5 minutos;

6ª etapa: Cada um dos 2 grupos de mesmo texto (Revolução Industrial 1ª, 2ª ou 3ª) devem formar um único grupo e preparar uma apresentação expositivo-dialogada para o grande grupo. Ao menos 2 alunos de cada um dos 3 grupos recém-formados farão a exposição oral. Duração da atividade: 10 minutos;

7ª etapa: Cada um dos 3 Grupos apresentará para o grande grupo as informações sobre a Revolução industrial que lhes coube. Na apresentação deverão constar conhecimentos dos textos fornecidos pelo professor e também informações descobertas em pesquisas na internet. Duração da atividade: 7 minutos;

8ª etapa: Apresentar de maneira expositivo-dialogada o texto “Quarta Revolução Industrial (I4.0)” (Apêndice 6), com apoio de slides (Apêndice 3);

9ª etapa: Ao final da aula, será realizado um apanhado geral, de forma oral, dos conceitos trabalhados (síntese do conteúdo) e será aplicado um questionário (Apêndice 4) impresso com algumas questões.

2 PLANOS DE AULA

AVALIAÇÃO

- A avaliação dar-se-á pelas respostas no questionário, de modo a verificar a participação (questionamentos, respostas, observações faladas) dos estudantes na aula e o domínio do conteúdo mediado.

RECURSOS (MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E HUMANOS)

- Quadro branco e pincéis de 4 cores ou quadro negro com 4 cores de giz ou ainda flipchart com pincéis de 4 cores).
- Computador, projetor e *smartphones* dos alunos com conexão a Internet.

REFERÊNCIAS

- GUIMARÃES, N. C. O. *As 4 Revoluções Industriais e Seus Processos de Fabricação*, 2018. Disponível em: <https://conaenge.com.br/4-revolucoes-industriais-processos-fabricacao>. Acesso em: 5 jun. 2019.
- GUIMARÃES, N. C. O. *Segunda Revolução Industrial: a Revolução Tecnológica*, 2019. Disponível em: <https://conaenge.com.br/segunda-revolucao-industrial-revolucao-tecnologica>. Acesso em: 5 jun. 2019.
- MÁRQUES, F. T.; TALARICO, B. S. L. U. Da comunicação popular à educomunicação: reflexões no campo da “educação como cultura”. *Atos de Pesquisa em Educação*, v. 11, n. 2, p. 422–443, 3 set. 2016.

2 PLANOS DE AULA

2.2 Plano de aula 2

PLANO DE AULA 2

Unidade Curricular:

Data:

Tempo necessário: 2 períodos de aula de 50 min cada

Professor:

Escola:

CONTEÚDO

- 9 pilares tecnológicos da Indústria 4.0. Foco em 4 pilares.

OBJETIVOS

GERAL

- Conhecer a respeito das 9 tecnologias, consideradas os pilares da Indústria 4.0, de modo que o estudante seja capaz de listar quais destas estão presentes nos *smartphones*, computadores e demais equipamentos modernos.

ESPECÍFICOS

- Examinar as três Primeiras Revoluções, de modo a identificar as diferenças existentes com a I4.0 (Quarta Revolução);
- Examinar os impactos dos 9 pilares da I4.0 na educação e no mundo do trabalho;
- Listar os 9 pilares, ou tecnologias habilitadoras, da I4.0, enfatizando acerca dos: robôs autônomos, manufatura aditiva, realidade aumentada e *cloud computing* (computação em nuvem).

2 PLANOS DE AULA

METODOLOGIA

1ª etapa: Inserir a data no quadro; fazer a chamada e expor o objetivo da aula;

2ª etapa: Questionar acerca dos conhecimentos prévios (Apêndice 7). Na sequência, um estudante poderá apontar quais dessas tecnologias são aplicadas nos *smartphones*;

3ª etapa: Aproveitar as sugestões dos estudantes e, de modo expositivo-dialogado, relembrar as 9 tecnologias habilitadoras da I4.0 (Apêndice 8);

4ª etapa: Fazer dinâmica dividindo a turma em 4 grupos. Para cada grupo entregar textos para serem lidos e debatidos no pequeno grupo: 1) “O segredo para parar o apocalipse robótico? Manteiga.” (Anexo 4); 2) “Manufatura Aditiva: Entenda o que é!” (Anexo 5); 3) “As aplicações de Realidade Aumentada na Indústria 4.0” (Anexo 6); 4) “*Cloud*, ou computação em nuvem, na indústria 4.0” (Anexo 7). Duração da atividade: 10 minutos;

5ª etapa: Cada um dos 4 grupos deve procurar na Internet (via *smartphone*) ao menos mais um artigo que trate do pilar que está no texto estudado em seu grupo específico. Socializar com os colegas do pequeno grupo. Duração da atividade: 5 minutos;

2 PLANOS DE AULA

6ª etapa: Cada um dos 4 grupos deve preparar uma síntese para apresentação expositiva para o grande grupo. Todos os alunos dos grupos devem participar da exposição oral para os colegas. Duração da atividade: 10 minutos;

7ª etapa: Cada um dos 4 grupos apresentará para o grande grupo a síntese sobre o pilar da Indústria 4.0 que lhes coube. Na apresentação deverão constar conhecimentos dos textos fornecidos pelo professor e também informações descobertas em pesquisas na internet. Duração da atividade: 15 minutos;

8ª etapa: Ao final da aula, será realizado um apanhado geral, de forma oral, dos conceitos trabalhados (síntese do conteúdo) e será aplicado um questionário (Apêndice 9) impresso com algumas questões.

AVALIAÇÃO

- A avaliação dar-se-á pelas respostas no questionário, de modo a verificar a participação (questionamentos, respostas, observações faladas) dos estudantes na aula e o domínio do conteúdo mediado.

RECURSOS (MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E HUMANOS)

- Quadro branco e pincéis de 4 cores ou quadro negro com 4 cores de giz ou ainda flipchart com pincéis de 4 cores.
- Computador, projetor e *smartphones* dos alunos com conexão a Internet.

2 PLANOS DE AULA

REFERÊNCIAS

- DIAS, V. Automação rompe limites entre digital, físico e biológico. *Jornal da USP*. *Jornal da USP*, 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/tecnologia/4a-revolucao-industrial-rompe-limites-entre-digital-fisico-e-biologico>. Acesso em: 18 set. 2019.
- KÜPPER, D. *Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth*. Boston Consulting Group, 2019. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>. Acesso em: 18 set. 2019.
- SILVA, E. B. #4IREV - *Evolução e Oportunidades*, 2018. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/4irev-evolucao-e-oportunidades-elcio-brito-ph-d--1f>. Acesso em: 18 set. 2019.

Figura 30 – *Group of People Raises Hands*



Fonte: PEXELS, 2018.

2 PLANOS DE AULA

2.3 Plano de aula 3

PLANO DE AULA 3

Unidade Curricular:

Data:

Tempo necessário: 2 períodos de aula de 50 min cada

Professor:

Escola:

CONTEÚDO

- 9 pilares tecnológicos da Indústria 4.0. Foco em 5 pilares.

OBJETIVOS

GERAL

- Conhecer a respeito dos últimos 5 pilares que completam o conjunto de 9 tecnologias da Indústria 4.0, de modo que os estudantes examinem simulação, integração de sistemas, internet das coisas (IoT), cibersegurança e *big data & analytics*.

ESPECÍFICOS

- Examinar as contribuições e os desafios dos 9 pilares da I4.0 na educação e no mundo do trabalho;
 - Listar quais são os 9 pilares, ou tecnologias habilitadoras, da I4.0, enfatizando acerca da: simulação, integração de sistemas, internet das coisas (IoT), cibersegurança e *big data & analytics*.

2 PLANOS DE AULA

METODOLOGIA

1ª etapa: Inserir a data no quadro; fazer a chamada e expor o objetivo da aula;

2ª etapa: Questionar acerca dos conhecimentos prévios (Apêndice 10);

3ª etapa: Aproveitar as sugestões dos estudantes e, de modo expositivo-dialogado, relembrar as 5 tecnologias habilitadoras da I4.0 a serem estudadas nesta aula (Apêndice 8);

4ª etapa: Fazer dinâmica (Painel Integrado) dividindo a turma em 5 grupos. Para cada grupo entregar um dos seguintes textos para serem lidos e debatidos no pequeno grupo. Nesse momento recomendamos que todos façam suas anotações. Nenhum aluno deve se furtar deste compromisso: 1) “Indústria 4.0 precisa de uma nova geração de ferramentas 3D” (Anexo 8); 2) “Princípios da Indústria 4.0: integração horizontal e vertical” (Anexo 9); 3) “Internet das Coisas (IoT) - guia essencial de negócios da IoT” (Anexo 10). 4) “Internet das Coisas Industrial (IIoT) - riscos, soluções e evoluções de segurança cibernética” (Anexo 11). 5) “Big data em ação: definição, valor, evoluções, benefícios e contexto” (Anexo 12). Duração da atividade: 10 minutos. O educador pode nomear cada grupo por uma letra do alfabeto (grupo A, grupo B ...) e enquanto os grupos estão reunidos, dá a cada integrante um número (a um, o número 1, a outro, o 2 e assim por diante). Por tanto, no grupo A haverá o 1, 2, 3... No grupo B, o 1, 2, 3... Duração da atividade: 15 minutos;

2 PLANOS DE AULA

5ª etapa: Uma vez terminados os debates na primeira formação grupal (por letras), agora os que receberam o número 1, formarão o grupo 1, os que receberam o número 2, formarão o grupo 2, e assim por diante. Assim, o grupo 1, por exemplo, terá representantes de cada um dos grupos da primeira formação (por letras). No grupo de nova formação cada um vai apresentar o que estudou na primeira formação (usará suas anotações), permitindo que naquele grupo sejam tratadas as ideias de todos os 5 pilares da I4.0; Duração da atividade: 10 minutos;

6ª etapa: Durante a exposição de ideias nesta segunda formação, cada grupo procura pensar em ideias conclusivas, registrando-as, preferencialmente. Duração da atividade: 5 minutos;

7ª etapa: Para finalizar, os grupos podem expor suas descobertas no grupão, em plenário. Duração da atividade: 20 minutos;

8ª etapa: Ao final da aula, será realizado um apanhado geral, de forma oral, dos conceitos trabalhados (síntese do conteúdo) e será aplicado um questionário (Apêndice 11) impresso com algumas questões.

AVALIAÇÃO

- A avaliação dar-se-á pelo painel integrado e pelo questionário, de modo a verificar a participação (questionamentos, respostas, observações faladas) dos estudantes na aula e o domínio do conteúdo mediado.

2 PLANOS DE AULA

RECURSOS (MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E HUMANOS)

- Quadro branco e pincéis de 4 cores ou quadro negro com 4 cores de giz ou ainda flipchart com pincéis de 4 cores).
- Computador, projetor e *smartphones* dos alunos com conexão a Internet.

REFERÊNCIAS

- I-SCOOP. Big data in action: definition, value, evolutions, benefits and context, 2017. Disponível em: <https://www.i-scoop.eu/big-data-action-value-context>. Acesso em: 18 set. 2019.
- ZIEWERS, H. Industry 4.0 Needs a New Generation of 3D Tools. Centit North America, 2016. Disponível em: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2016/07/industry-40-needs-a-new-generation-of-3d-tools/8345>. Acesso em: 18 set. 2019.

Figura 31 – High Technology



Fonte: PIXABAY, 2014b.

2 PLANOS DE AULA

2.4 Plano de aula 4

PLANO DE AULA 4

Unidade Curricular:

Data:

Tempo necessário: 2 períodos de aula de 50 min cada

Professor:

Escola:

CONTEÚDO

- Fundamentos da programação visual de computadores baseada em blocos, objetos e eventos utilizando o *Scratch*.

OBJETIVOS

GERAL

- Conhecer acerca das operações fundamentais com o *software* de autoria *Scratch*, de modo que o estudante identifique os seus comandos e os execute.

ESPECÍFICOS

- Identificar os principais comandos na linguagem *scratch* que são: movimento; aparência; som; eventos; controle; sensores; operadores e variáveis.
- Executar o *Scratch*.
- Realizar alterações distintas em exemplos do *Scratch*.

2 PLANOS DE AULA

METODOLOGIA

1ª etapa: Inserir a data no quadro; fazer a chamada e expor o objetivo da aula;

2ª etapa: Apresentar no projetor o ambiente de programação *scratch* (MIT, 2020) mostrando os 3 primeiros vídeos/exemplos dos tutoriais (Anexo 13) pautados no site (scratch.mit.edu ==> Criar ==> Tutoriais). Após a demonstração solicitar que os alunos façam o mesmo em seus computadores reproduzindo os exemplos;

3ª etapa: Em duplas os estudantes devem executar ao menos 2 comandos de cada uma das classes de comando principais, que são: movimento; aparência; som; eventos; controle; sensores; operadores e variáveis, no exemplo 3 dos tutoriais.

4ª etapa: Ainda em duplas os estudantes devem executar os restantes 20 exemplos dos tutoriais (Anexo 14), pautados no site (scratch.mit.edu ==> Criar ==> Tutoriais).

5ª etapa: Ao final da aula, será realizado um apanhado geral, de forma oral, dos conceitos abordados (síntese do conteúdo) e será solicitado que cada dupla de estudantes elabore um novo programa *scratch* com atores e cenários diferentes dos exemplos.

2 PLANOS DE AULA

AVALIAÇÃO

- A avaliação dar-se-á pela criação de um programa de livre escolha por cada dupla de aluno, de modo a verificar a participação e o domínio de conteúdo.

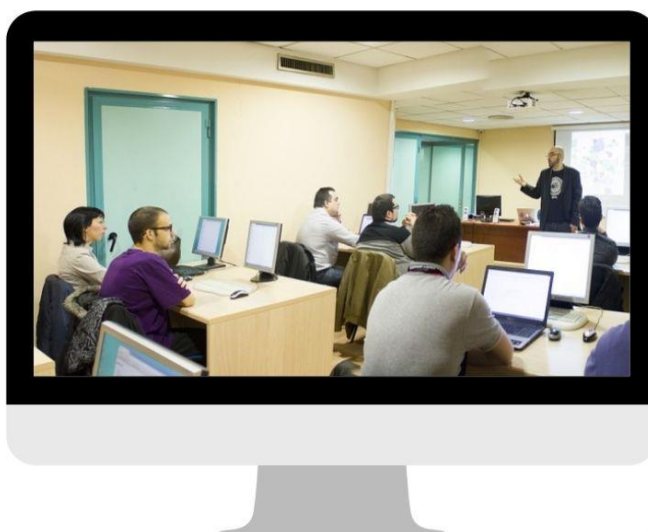
RECURSOS (MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E HUMANOS)

- Quadro branco e pincéis de 4 cores ou quadro negro com 4 cores de giz ou ainda flipchart com pincéis de 4 cores).
- Computador, projetor e *smartphones* com conexão a Internet.

REFERÊNCIAS

- MIT. Website do SCRATCH, 2020. Disponível em: <https://scratch.mit.edu>. Acesso em: 25 fev. 2020.

Figura 32 – Classroom



Fonte: PIXABAY, 2014a.

2 PLANOS DE AULA

2.5 Plano de aula 5

PLANO DE AULA 5

Unidade Curricular:

Data:

Tempo necessário: 2 períodos de aula de 50 min cada

Professor:

Escola:

CONTEÚDO

- Interações com o *Scratch* via áudio, vídeo e *smartphone*.

OBJETIVOS

GERAL

Conhecer acerca das interações com o *scratch* via sensores do *smartphone*.

ESPECÍFICOS

- Executar exemplos do *Scratch*.
- Conhecer a integração da aplicação *Scratch* 1.4 com o *smartphone* com sistema operacional *Android*.

2 PLANOS DE AULA

METODOLOGIA

1ª etapa: Inserir a data no quadro; fazer a chamada e expor o objetivo da aula;

2ª etapa: Em duplas os estudantes devem executar os primeiros 20 exemplos dos tutoriais (Anexo 14) pautados no site (scratch.mit.edu ==> Criar ==> Tutoriais). Esse momento servirá como recordação da aula passada;

3ª etapa: Em duplas os alunos devem executar ao menos uma alteração, de categoria diferente, em 5 dos 20 exemplos apresentados;

4ª etapa: Executar o projeto (<https://scratch.mit.edu/projects/10123832>) e interagir com o *scratch* via vídeo. É um ótimo exemplo de realidade aumentada (RA) da Indústria 4.0, ao tentarmos aparar os bonecos que caem, com as nossas próprias mãos. Os alunos também poderão rodar este exemplo em seus *smartphones*.

5ª etapa: Executar o 3 projetos restantes de “Sensor de Vídeo” (Anexo 15) (<https://scratch.mit.edu/starter-projects>). Corrigir o exemplo da “pizza” para que funcione corretamente.

6ª etapa: Executar o projeto (<https://scratch.mit.edu/projects/127243828>) e interagir com o *scratch* via setas do teclado do computador. O objetivo é apanhar as bolas de baseball que caem com o posicionamento da “tijela” via setas.

2 PLANOS DE AULA

7ª etapa: Executar o projeto (<https://scratch.mit.edu/projects/364002353>) e jogar até ao menos o quinto nível deste jogo de estratégia com o *Scratch*.

8ª etapa: Executar o projeto (<https://scratch.mit.edu/projects/340388814>) e controlar a esfera com o mouse do computador.

9ª etapa: Executar o projeto (<https://scratch.mit.edu/projects/10128515>) e controlar a barra horizontal com o mouse do computador.

10ª etapa: Executar o projeto (<https://scratch.mit.edu/projects/366263742>) com finalidade artística e musical.

11ª etapa: Executar o projeto (<https://scratch.mit.edu/projects/10012676>) com finalidade musical baseado em vários tipos de instrumentos.

12ª etapa: Executar o projeto (<https://scratch.mit.edu/projects/11640429>) com finalidade musical baseado em um DJ simulado.

13ª etapa: Apresentar no projetor o *Scratch* 1.4 (Anexo 16) previamente instalado nos computadores (scratch.mit.edu/scratch_1.4). Comentar sobre o ambiente usando também as informações destas fontes (download.scratch.mit.edu/ScratchGettingStartedv14.pdf / download.scratch.mit.edu/ScratchReferenceGuide14.pdf / download.scratch.mit.edu/ScratchCardsAll-v1.4-PDF.zip);

2 PLANOS DE AULA

14ª etapa: Preparar os *smartphones Android* para conexão com o *Scratch 1.4*. Para isto o App "*Physical Sensors for SCRATCH*" deve ser baixado do *Google Play* em cada celular com S.O. *Android*. Após isto abrir o App "*Physical Sensors for SCRATCH*" no celular e a aplicação *Scratch 1.4*. Na aplicação marcar (*Scratch 1.4* é Sensores é "Botão Direito do Mouse" é habilitar conexões do sensor remoto) e no App colocar o IP do computador com *Scratch 1.4* ao qual queremos conectar o celular com o S.O. *Android*; (P.S.: este App é exclusivo para *Android*)

15ª etapa: Após conectar (Computador ==> Celular) ir à aba Sensores do *Scratch 1.4* e clicar em "valor do sensor" com a opção "seletor deslizante". Agora ao pressionar os teclas de volume do celular será possível verificar o valor resultante na tela do *scratch*.

16ª etapa: Ative agora os sensores de luz, bússola (*compass*) e som. Perceba que ao mover o celular, alterar a quantidade/intensidade de luz incidente na câmera ou som que chega ao microfone do celular, as variáveis correspondentes se modificam na tela do *Scratch 1.4*.

17ª etapa: Ao final da aula, será realizado um apanhado geral, de forma oral, dos conceitos trabalhados (síntese do conteúdo) e será solicitado que cada dupla de alunos crie um novo programa *scratch* que utilize alguma variável do celular para controlar o personagem do *scratch*, seja para movimentá-lo, mudar de tamanho, cor do traje, etc.

2 PLANOS DE AULA

AVALIAÇÃO

- A avaliação dar-se-á pela criação de um programa de livre escolha por cada dupla de aluno, de modo a verificar a participação e o domínio de conteúdo.

RECURSOS (MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E HUMANOS)

- Quadro branco e pincéis de 4 cores ou quadro negro com 4 cores de giz ou ainda flipchart com pincéis de 4 cores).
- Computador, projetor e *smartphones* com conexão a Internet.

REFERÊNCIAS

- MIT. Website do SCRATCH, 2020. Disponível em: <https://scratch.mit.edu>. Acesso em: 25 fev. 2020.

Figura 33 – Earth



Fonte: PIXABAY, 2018b.

REFERÊNCIAS

ALCÁCER, V.; CRUZ-MACHADO, V. Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. **Engineering Science and Technology, an International Journal**, v. 22, n. 3, p. 899–919, jun. 2019.

ARBIX, G. *et al.* Made in China 2025 e Indústria 4.0: a difícil transição chinesa do catching up à economia puxada pela inovação. **Tempo Social**, v. 30, n. 3, p. 143–170, 2018.

ARNOLD, A. **4 Promising Use Cases Of Blockchain In Cybersecurity**. *Forbes*, 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/andrewarnold/2019/01/30/4-promising-use-cases-of-blockchain-in-cybersecurity/#5ddad6793ac3>. Acesso em: 25 fev. 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Plano de CT&I para Manufatura Avançada no Brasil**. Profuturo: produção do Futuro, 2017. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/tecnologia/tecnologias_convergentes/arquivos/Cartilha-Plano-de-CTI_WEB.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**, 2015. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 10 jan. 2020.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviço; Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. **Perspectivas de Especialistas Brasileiros Sobre a Manufatura Avançada no Brasil**: um relato de workshops realizado em sete capitais brasileiras em contraste com as experiências internacionais, 2016. Disponível em: <http://homologa.oic.nap.usp.br/wp-content/uploads/2016/11/mdicmctic-perspectivasdeespecialistassobreamanufaturaavanadanobrasil-2016-161129012506.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

BRUNELLI, J. *et al.* Five Lessons from the Frontlines of Industry 4.0. **The Boston Consulting Group**, p. 1–14, 2017.

BUHR, D. **Social Innovation Policy for Industry 4.0**. *Friedrich Ebert Stiftung*, 2015. Disponível em: <https://library.fes.de/pdf-files/wiso/11479.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 6. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CHUA, C. K.; YEONG, W. Y. **Bioprinting: Principles and Applications**. Singapura: World Scientific Publishing Company, 2015.

CONAENGE. **Fábrica com Realidade Aumentada**, 2019a. Disponível em: <https://www.facebook.com/conaenge/videos/432501010902026>. Acesso em: 20 jun. 2019.

REFERÊNCIAS

- CONAENGE. "Homem de Ferro" na Fábrica, 2019b. Disponível em: <https://www.facebook.com/conaenge/videos/2308128409264980>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- CONAENGE. AGVs na Fábrica, 2019c. Disponível em: <https://www.facebook.com/conaenge/videos/389026815157848>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- CONTI, M. The incredible inventions of intuitive AI. TED Ideas worth spreading, 2017. Disponível em: <https://youtu.be/aR5N2Jl8k14>. Acesso em: 28 abr. 2019.
- COSTA, C. Indústria 4.0: o futuro da indústria nacional. *POSGERE*, v. 1, n. 4, p. 5-14, 2017.
- DIAS, V. Automação rompe limites entre digital, físico e biológico. *Jornal da USP. Jornal da USP*, 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/tecnologia/4a-revolucao-industrial-rompe-limites-entre-digital-fisico-e-biologico>. Acesso em: 18 set. 2019.
- FREEPIK. *Revolução Industrial*, 2019. Disponível em: https://br.freepik.com/vetores-premium/bracos-roboticos-e-correia-transportadora-automacao-industrial-industria-4-0_5804374.htm. Acesso em: 7 abr. 2020
- FREEPIK. *Princípios da I4.0*, 2020. Disponível em: https://br.freepik.com/fotos-premium/conceito-de-engenharia-da-industria-futurista-4-0_7013296.htm. Acesso em: 7 abr. 2020
- GE DIGITAL. *Digital Twin*, 2020. Disponível em: <https://www.ge.com/digital/applications/digital-twin>. Acesso em: 25 fev. 2020.
- GUIMARÃES, N. C. O. *As 4 Revoluções Industriais e Seus Processos de Fabricação*, 2018. Disponível em: <https://conaenge.com.br/4-revolucoes-industriais-processos-fabricacao>. Acesso em: 5 jun. 2019.
- GUIMARÃES, N. C. O. *Segunda Revolução Industrial: a Revolução Tecnológica*, 2019. Disponível em: <https://conaenge.com.br/segunda-revolucao-industrial-revolucao-tecnologica>. Acesso em: 5 jun. 2019.
- HARARI, Y. *Sapiens: uma breve história da humanidade*. 27. ed. Porto Alegre: L&PM, 2015.
- HOZDIĆ, E. *Smart factory for industry 4.0: A review*. *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*, v. VII, n. 1, p. 28-35, 2015.
- HYBRID MANUFACTURING TECHNOLOGIES. *7 Families of Additive Manufacturing*, 2019. Disponível em: https://www.additivemanufacturing.media/cdn/cms/7_families_print_version.pdf. Acesso em: 17 jan. 2020.



REFERÊNCIAS

I-SCOOP. **Big data in action: definition, value, evolutions, benefits and context**, 2017. Disponível em: <https://www.i-scoop.eu/big-data-action-value-context>. Acesso em: 18 set. 2019.

IDC. **Big Data Ecosystem: From Data to Decisions**, 2013. Disponível em: http://infographics.idc.asia/bigdata/Big_Data_ecosystem.asp. Acesso em: 25 fev. 2020.

IEDI. **Indústria 4.0: a Indústria do Futuro e a iniciativa Nova França Industrial**, 2018. Disponível em: https://iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_841.html. Acesso em: 5 fev. 2020.

KAMINSKY, G. **How to Choose the Right Augmented Reality Device for Your Organization**, 2020. Disponível em: <https://www.ptc.com/en/thingworx-blog/choose-the-right-augmented-reality-device-for-your-organization>. Acesso em: 17 jan. 2020.

KÄRCHER. **DAWN OF THE DIGITAL MANUFACTURING WORLD**, 2016. Disponível em: <https://www.kaercher.com/int/inside-kaercher/difference-kaercher-magazine/kaercher-stories/industry-4-0.html>. Acesso em: 5 out. 2019

KUKA. **Hello Industrie 4.0: we connect you**, 2019. Disponível em: <https://www.kuka.com/-/media/kuka-downloads/imported/9cb8e311bfd744b4b0eab25ca883f6d3/kukaindustrie40en.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2020.

KUKA. **Cobots in the industry**, 2020. Disponível em: <https://www.kuka.com/pt-br/future-production/industrie-4-0/industrie-4-0-cobots-in-industry>. Acesso em: 25 fev. 2020.

KÜPPER, D. **Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth**. Boston Consulting Group, 2019. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>. Acesso em: 18 set. 2019.

KURZWEIL, R. **The singularity is near: when humans transcend biology**. New York: Viking Penguin, 2005.

LIBÂNEO, J. C. **Pedagogia e pedagogos: inquietações e buscas**. *Educar em Revista*, Curitiba, n. 17, p. 153-176, Editora da UFPR, 2001.

LIBÂNEO, J. C. **Uma escola para novos tempos**. In: LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão da escola: teoria e prática**. 5. ed. Goiânia, GO: Alternativa, 2004.

MALDONADO, M. U. **Indústria 4.0 e o futuro das tecnologias de informação**, 2017. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/MauricioUrionaMaldon/industria-40-e-o-futuro-das-tecnologias-de-informao>. Acesso em: 20 jun. 2019.

MÁRQUES, F. T.; TALARICO, B. S. L. U. **Da comunicação popular à educomunicação: reflexões no campo da "educação como cultura"**. *Atos de Pesquisa em Educação*, v. 11, n. 2, p. 422-443, 3 set. 2016.

REFERÊNCIAS

MARR, B. What is Industry 4.0? Here's A Super Easy Explanation For Anyone. Forbes, 2018. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/#74db40679788>. Acesso em: 27 set. 2019

MINIFORD. A linha de montagem do Ford Modelo T, 2013. Disponível em: <https://www.miniford.com/sobre-henry-ford/a-linha-de-montagem-do-ford-modelo-t>. Acesso em: 23 jun. 2019.

MINING JOURNAL. Mining in the fourth industrial revolution, 2018. Disponível em: <https://www.mining-journal.com/mj-comment/opinion/1336332/mining-in-the-fourth-industrial-revolution>. Acesso em: 6 out. 2019.

MIT. Website do SCRATCH, 2020. Disponível em: <https://scratch.mit.edu>. Acesso em: 25 fev. 2020.

MUSEUM OF POWER. Motor a Vapor, 2018. Disponível em: <http://www.museumofpower.org.uk/Steamenginesform.html>. Acesso em: 6 out. 2019.

PANETTA, K. 5 Trends Appear on the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2019. Disponível em: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-appear-on-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2019>. Acesso em: 23 fev. 2020.

PEREIRA, A.; SIMONETTO, E. O. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. Revista da universidade vale do rio verde, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2018.

PEXELS. Group of People Raises Hands, 2018. Disponível em: <https://www.pexels.com/photo/administration-adults-agreement-black-and-white-1181344>. Acesso em: 25 mar. 2020.

PIXABAY. Classroom, 2014a. Disponível em: <https://pixabay.com/photos/class-classroom-professor-student-377117>. Acesso em: 22 mar. 2020.

PIXABAY. High Technology, 2014b. Disponível em: <https://pixabay.com/photos/technology-informatics-computers-298256>. Acesso em: 25 mar. 2020.

PIXABAY. Robô, 2017a. Disponível em: <https://pixabay.com/photos/industry-industry-4-0-cybernetics-2692640>. Acesso em: 20 mar. 2020.

PIXABAY. Industrie 4.0, 2017b. Disponível em: <https://pixabay.com/photos/industrial-4-0-information-2470457/>. Acesso em: 20 mar. 2020.

PIXABAY. Skills, 2018a. Disponível em: <https://pixabay.com/photos/skills-can-startup-start-up-3371153>. Acesso em: 22 mar. 2020.

REFERÊNCIAS

PIXABAY. Earth, 2018b. Disponível em: <https://pixabay.com/illustrations/network-earth-block-chain-globe-3537401>. Acesso em: 20 mar. 2020.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*, n. November, 2014.

PORTER, M. E.; HEPPELMANN, J. E. How smart, connected products are transforming companies. *Harvard Business Review*, n. October, 2015.

RAMOS, M. CONCEPÇÃO DO ENSINO MÉDIO INTEGRADO, 2008. Disponível em: http://forumeja.org.br/go/sites/forumeja.org.br/go/files/concepcao_do_ensino_medio_integrad_o5.pdf. Acesso em: 14 maio. 2019.

ROBLEK, V.; MEŠKO, M.; KRAPEŽ, A. A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open*, v. 6, n. 2, p. 11, 20 abr. 2016.

RODRIGUES, C. et al. Indústria 4.0: Políticas da Alemanha, EUA, Japão e China. *CIPEEX*, n. 3, p. 2131-2138, 2018.

ROJKO, A. Industry 4.0 Concept: Background and Overview. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, v. 11, n. 5, p. 77, 24 jul. 2017.

SCHUH, G. et al. *Industrie 4.0 Maturity Index*. Managing the Digital Transformation of Companies (acatech STUDY). Munich: Herbert Utz Verlag, 2017. Disponível em: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/acatech_STUDIE_Maturity_Index_eng_WEB-1.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

SCHWAB, K. Klaus Schwab: Navigating the Fourth Industrial Revolution. BizNews, 2016a. Disponível em: <https://www.biznews.com/wef/davos-2016/2016/01/20/klaus-schwab-navigating-the-fourth-industrial-revolution>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SCHWAB, K. *The Fourth Industrial Revolution*. Genebra: World Economic Forum, 2016b.

SILVA, E. B. #4IREV - Evolução e Oportunidades, 2018. Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/4irev-evolução-e-oportunidades-elcio-brito-ph-d--1f>. Acesso em: 18 set. 2019.

SURI, K. et al. Model-based Development of Modular Complex Systems for Accomplishing System Integration for Industry 4.0. Proceedings of the 5th International Conference on Model-Driven Engineering and Software Development. *Anais... SCITEPRESS - Science and Technology Publications*, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314522974_Model-based_Development_of_Modular_Complex_Systems_for_Accomplishing_System_Integration_for_Industry_40. Acesso em: 17 set. 2019.

REFERÊNCIAS

TARTAROTTI, L.; SIRTORI, G.; LARENTIS, F. Indústria 4.0: Mudanças e Perspectiva. XVIII Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão. Anais... Educs, 10 nov. 2018. Disponível em:

<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/mostraucspgga/xviii mostrappga/paper/view/5886>. Acesso em: 15 jan. 2020.

TESSARINI, G.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Produção Online*, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

VERMULM, R. *Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil*. Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, 2018. Disponível em:

http://www.iedi.org.br/media/site/artigos/20180710_politicas_para_o_desenvolvimento_da_industria_4_0_no_brasil.pdf. Acesso em: 20 jun. 2019.

WEBSITE INDÚSTRIA 4.0. *Agenda brasileira para a Indústria 4.0*, 2018. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br>. Acesso em: 7 abr. 2019.

WEF – World Economic Forum. *The Future of Jobs Report*, 2018. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

WEF – World Economic Forum. *Mapa Interativo da Quarta Revolução Industrial*, 2019.

Disponível em: <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb000001RIhBEAW?tab=publications>. Acesso em: 25 set. 2019.

ZIEWERS, H. *Industry 4.0 Needs a New Generation of 3D Tools*. Cenit North America, 2016.

Disponível em: <https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2016/07/industry-40-needs-a-new-generation-of-3d-tools/8345>. Acesso em: 18 set. 2019.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Sugestões de questões acerca do conhecimento prévio (SD01)

- O que vocês conhecem sobre a I4.0?
- O que ouviram falar a respeito da I4.0?
- Onde e como tomaram conhecimento deste conteúdo?
- Você pode citar algumas tecnologias que viabilizaram a Indústria 4.0?
- Você utiliza alguma destas tecnologias frequentemente?

- Instigar os alunos a pensar nos impactos sociais (Empregos?), científico (Inovações Tecnológicas Disruptivas?), política (Governos Mundiais?), Educacional ("Como?" e "O Que ensinar?") e Histórica (Como chegamos na I4.0?).

APÊNDICES

Apêndice 2 - Slides da “Abordagem Histórica Pré I4.0”

INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul
Campus Porto Alegre

Abordagem Histórica Pré I4.0

Caçadores-Coletores

- Revolução Cognitiva há 70.000 anos
- Os grupos humanos (*homo sapiens*) eram nômades
- Consumiam o que a natureza lhes oferecia (água, vegetais e frutos) e caçavam para obter carne

INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul
Campus Porto Alegre

APÊNDICES

Caçadores-Coletores

- Revolução Cognitiva há 70.000 anos
- Os grupos humanos (homo sapiens) eram nômades
- Consumiam o que a natureza lhes oferecia (água, vegetais e frutos) e caçavam para obter carne



 INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul
Campus Porto Alegre

Acesso ao material:



APÊNDICES

Apêndice 3 - Slides da “Quarta Revolução Industrial (I4.0)”

The slide presentation is titled "Quarta Revolução Industrial (I4.0)" and is presented by Instituto Federal Rio Grande do Sul, Campus Porto Alegre. It features a green and white color scheme with a geometric pattern of green squares and diamonds at the bottom. The slide is divided into two main sections: a title slide and a content slide.

INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul
Campus Porto Alegre

Quarta Revolução Industrial (I4.0)

Marcos de 2011 e 2016

- O termo “Indústria 4.0” foi utilizado pela primeira vez em 2011 na Feira de Hannover na Alemanha
- Em 2016, Klaus Schwab, fundador do Fórum Econômico Mundial definiu a Indústria 4.0 como a união dos mundos Físico, Digital e Biológico

COMMITTED TO IMPROVING THE STATE OF THE WORLD

WORLD ECONOMIC FORUM

INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul
Campus Porto Alegre

APÊNDICES

9 Pilares da I4.0

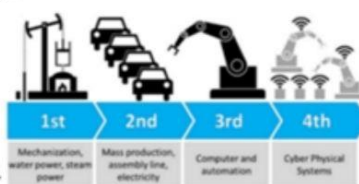
- São 9 as tecnologias que suportam a implementação plena da Indústria 4.0



INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul
Campus Porto Alegre

I4.0

- A Indústria 4.0 é o ingrediente de maior disrupção da história humana
- Mundo Físico: Manufatura Aditiva (Impressão 3D), Robótica Avançada e Novos Materiais
- Mundo Digital: Web 2.0, IoT (Internet of Things), IA (Inteligência Artificial), Big Data & Analytics e Computação em Nuvem (Cloud Computing)
- Mundo Biológico: Engenharia Genética e Neurotecnologia



INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Sul
Campus Porto Alegre

APÊNDICES

I4.0 na Fábrica de Cabinas de Caminhões da Mercedes-Benz do Brasil

➤ Vídeo: <https://www.facebook.com/conaenge/videos/325772165039101>



 **INSTITUTO FEDERAL**
Rio Grande do Sul
Campus Porto Alegre

Acesso ao material:



APÊNDICES

Apêndice 4 - Sugestões de questionário (SD01)

1) Marque a principal descoberta tecnológica da Primeira Revolução Industrial?

- a. Telégrafo
- b. Submarino
- c. Motor a vapor
- d. Catavento
- e. Moinho d'água

2) Cite uma invenção da Segunda Revolução Industrial?

3) O que é o modo japonês da produção enxuta que foi desenvolvido durante a Terceira Revolução Industrial?

4) Cite 3 tecnologias que são pilares para a Indústria 4.0?

APÊNDICES

5) O que são sistemas ciberfísicos?

6) Descreva por que a TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) é fundamental para a Indústria 4.0?

7) Ajuste/complemente a frase a seguir de forma a definir melhor a Indústria 4.0: - "A Indústria 4.0 é a união de robôs, inteligência artificial e IoT (Internet das Coisas)"?



APÊNDICES

Apêndice 5 - "Abordagem Histórica Pré I4.0"

Texto elaborado por Nilo César Oliveira Guimarães

Saímos da condição de “caçadores-coletores” e nômades para a civilização atual. Como “caçadores-coletores” não haviam acidentes de automóvel ou avião, em compensação quem passava dos 30 anos já era considerado idoso para os padrões precários da época (CONTI, 2017).

Imagem 1 – Era dos Caçadores-Coletores



Fonte: Conti, 2017.

Desde a Revolução Cognitiva que ocorreu há 70.000 anos já tínhamos as capacidades cognitivas do humano contemporâneo, isto quer dizer que um bebê da época se desenvolveria normalmente se criado por uma família atual e de que um bebê atual se fosse criado por uma família de 70.000 anos atrás em nada se destacaria cognitivamente em relação aos demais.

APÊNDICES

A próxima revolução significativa ocorreu quando os seres humanos deixaram de ser nômades ao conseguirem domesticar plantas e animais. Essa revolução é conhecida como Revolução Agrícola e ocorreu em torno de 12.000 A.C. Os aglomerados populacionais aumentaram e a qualidade das habitações e ferramentas também (Harari, 2017).

Imagem 2 – Era Agrícola



Fonte: Conti, 2017.

REFERÊNCIAS

CONTI, M. The incredible inventions of intuitive AI. TED Ideas worth spreading, 2017. Disponível em: <https://youtu.be/aR5N2JI8k14>. Acesso em: 28 abr. 2019.

HARARI, Y. Sapiens – uma breve história da humanidade. 27. ed. Porto Alegre: L&PM, 2015.

APÊNDICES

Apêndice 6 - Quarta Revolução Industrial (I4.0)

Texto elaborado por Nilo César Oliveira Guimarães

A Terceira Revolução Industrial durou até 2011 quando pela primeira vez o governo alemão fez referência a Indústria 4.0 (Quarta Revolução Industrial). O termo “Indústria 4.0” foi utilizado pela primeira vez em 2011 na Feira de Hannover na Alemanha. Nessa época o governo alemão estava empenhado em desenvolver formas da Alemanha se destacar a nível mundial na produção industrial baseada na utilização de tecnologias avançadas, as mais avançadas possíveis. Posteriormente, já em 2016, Klaus Schwab, fundador do Fórum Econômico Mundial definiu a Indústria 4.0 como a união dos mundos físico, digital e biológico.

Imagem 1 – Klaus Schwab no Fórum Econômico Mundial em JAN/2016



Fonte: Schwab, 2016.

APÊNDICES

Você deve estar se perguntando: “Que afirmação arrojada? Como é possível unir mundos tão diferentes?”. E você tem razão em espantar-se, pois o desafio de integrar as tecnologias destes três mundos já alcançou alguns resultados, mas há muito que fazemos para que a Indústria 4.0 atinja seu potencial pleno.

A Indústria 4.0 é o ingrediente de maior disrupção da história humana.

Como já aprendemos, a união dos mundos físico, digital e biológico transformará a maneira que trabalhamos e a maneira que vivemos de maneira geral. Algumas tecnologias integradas na Indústria 4.0 são:

- Mundo físico: manufatura aditiva (Impressão 3D), robótica avançada e novos materiais;
- Mundo digital: Web 2.0, IoT (*Internet of Things*), IA (Inteligência Artificial), *Big Data & Analytics* e computação em nuvem (*Cloud Computing*);
- Mundo Biológico: Engenharia Genética e Neurotecnologia.

Estas são algumas das tecnologias, lembrando que a grande fortaleza da Indústria 4.0 é a integração das várias tecnologias, viabilizando a alavancagem mútua entre as tecnologias, e. g., a integração da manufatura aditiva com a engenharia genética é chamada de bioimpressão e permite atualmente a impressão de tecidos para reparação de tecidos como pele, ossos, coração e tecidos vasculares (CHUA; YEONG, 2015) (CHUA, 2015).

APÊNDICES

A integração das tecnologias também permite a criação de sistemas ciberfísicos (*cyber-physical system* - CPS) que são sistemas compostos por elementos computacionais colaborativos que controlam elementos físicos, i.e., robôs, máquinas, etc. Os veículos autônomos são exemplos de sistemas ciberfísicos.

Imagem 2 – 9 Pilares da I4.0



Fonte: Maldonado, 2017.

APÊNDICES

Vídeo 1 – Realidade Aumentada na Mercedes Benz do Brasil



Saiba mais:



Fonte: CONAENGE, 2019a.

Vídeo 2 – Fábrica Inclusiva (Mercedes Benz do Brasil)



Saiba mais:



Fonte: CONAENGE, 2019b.

APÊNDICES

Vídeo 3 – Veículos Autônomos Dentro da Fábrica



Henrique Oshiro
Gerente de Engenharia de Manufatura

Saiba mais:



Fonte: CONAENGE, 2019c.

REFERÊNCIAS

CHUA, C. K.; YEONG, W. Y. **Bioprinting: Principles and Applications**. Singapura: World Scientific Publishing Company, 2015.

CONAENGE. **Fábrica com Realidade Aumentada**, 2019a. Disponível em:
<https://www.facebook.com/conaenge/videos/432501010902026>. Acesso em: 20 jun. 2019.

CONAENGE. **“Homem de Ferro” na Fábrica**, 2019b. Disponível em:
<https://www.facebook.com/conaenge/videos/2308128409264980>. Acesso em: 20 jun. 2019.

APÊNDICES

CONAENGE. AGVs na Fábrica, 2019c. Disponível em: <https://www.facebook.com/conaenge/videos/389026815157848>. Acesso em: 20 jun. 2019.

KÜPPER, D. Embracing Industry 4.0 and Rediscovering Growth. Boston Consulting Group, 2019. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/capabilities/operations/embracing-industry-4.0-rediscovering-growth.aspx>. Acesso em: 18 set. 2019.

MALDONADO, M. U. Indústria 4.0 e o futuro das tecnologias de informação, 2017. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/MauricioUrionaMaldon/industria-40-e-o-futuro-das-tecnologias-de-informao>. Acesso em: 20 jun. 2019.

SCHWAB, K. Klaus Schwab: Navigating the Fourth Industrial Revolution. BizNews, 2016. Disponível em: <https://www.biznews.com/wef/davos-2016/2016/01/20/klaus-schwab-navigating-the-fourth-industrial-revolution>. Acesso em: 20 jun. 2019.

APÊNDICES

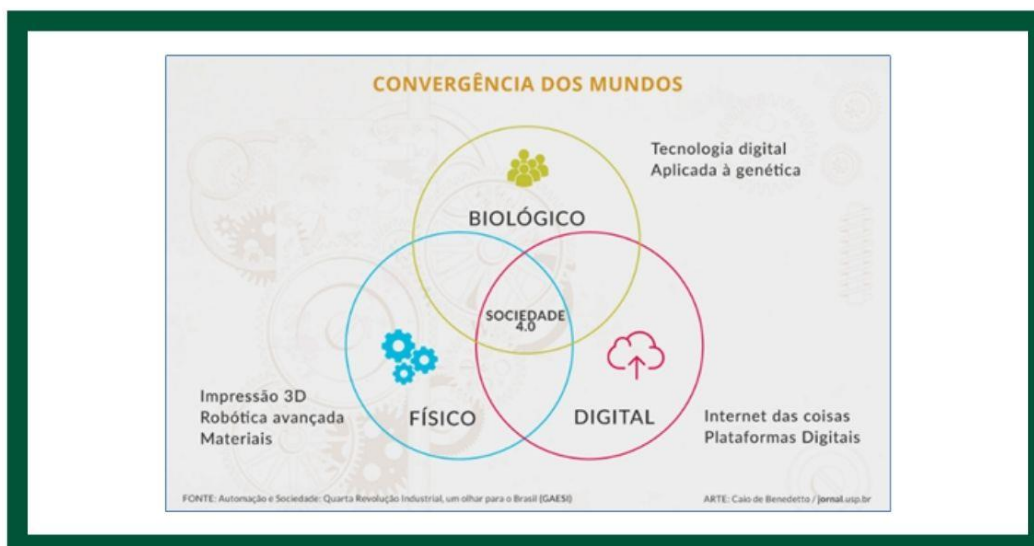
Apêndice 7 - Sugestões de questões acerca do conhecimento prévio (SD02)

- Vocês conheciam algumas destas 9 tecnologias antes de nosso curso começar? Quais?
- O que ouviram falar a respeito dos 9 pilares da I4.0?
- Por que a I4.0 é incompleta sem ao menos uma destas tecnologias?
- Instigar os alunos a pensar como o aplicativo de *smartphone* WAZE usa tecnologias da I4.0 para realizar o serviço que presta.

Apêndice 8 - Slides sobre os "9 pilares da I 4.0"



APÊNDICES



Apêndice 9 - Sugestões de questionário (SD02)

1) Marque as 3 tecnologias habilitadoras (Pilares) da I4.0 segundo o BCG na lista abaixo:

- Computador
- WAZE
- Computação em nuvem
- Telecomunicações
- Robótica avançada (Autônoma)
- Manufatura 3D (Aditiva)
- Pintura primer
- Máquinas CNC

APÊNDICES

2) Cite uma aplicação da RA (Realidade Aumentada) além da Indústria?

3) Por que a RA é chamada de “aumentada”? Em que sentido ela “aumenta” a nossa realidade tridimensional?

4) Há sinergia entre estes 9 pilares da I4.0? Detalhe sua resposta.

5) Para que servem robôs autônomos?

6) Como a manufatura aditiva pode ser usada na medicina? De exemplos concretos.

APÊNDICES

7) Quais sistemas/*softwares* você utiliza semanalmente e que usam a computação em nuvens? Como você sabe que eles utilizam a computação em nuvens?

Apêndice 10 - Sugestões de questões acerca do conhecimento prévio (SD03)

- Quais são os 4 pilares da I4.0 que estudamos na última aula?
- Quais são os 5 pilares da I4.0 a serem estudados agora?
- Algum dos pilares é mais importante que os outros? Por quê?
- Instigar os alunos a pensar que *Apps* de *smartphone* usam algum destes 9 pilares.

Apêndice 11 - Sugestões de questionário (SD03)

- 1) É possível falar em Indústria 4.0 plena sem ao menos um dos 9 pilares da I4.0? Por quê?
- 2) Quais são as vantagens de simular digitalmente o ambiente fabril?

APÊNDICES

3) Quais as diferenças entre integrações horizontais e verticais de sistemas?

4) O que é a IoT (Internet das Coisas)?

5) A Cybersegurança é um tema relevante para a I4.0? Por quê?

6) De que forma Big Data & Analytics pode auxiliar as empresas?



ANEXOS

Anexo 1 - Primeira Revolução Industrial

A Revolução Industrial marcou um período de desenvolvimento na segunda metade do século XVIII que transformou sociedades agrárias rurais e europeias em grande parte da Europa e América em sociedades urbanas industrializadas.

As mercadorias que antes eram minuciosamente trabalhadas à mão começaram a ser produzidas em grande quantidade por máquinas em fábricas, graças à introdução de novas máquinas e técnicas em fábricas têxteis, fabricação de ferro e outras indústrias.

Alimentada pelo uso revolucionário da energia a vapor, a Revolução Industrial começou na Grã-Bretanha e se espalhou para o resto do mundo, incluindo os Estados Unidos, nas décadas de 1830 e 1940. Os historiadores modernos costumam se referir a esse período como a Primeira Revolução Industrial, para diferenciá-lo de um segundo período de industrialização que ocorreu entre o final do século XIX e o início do século XX e viu rápidos avanços nas indústrias siderúrgica, elétrica e automobilística.

Inglaterra: Berço da Revolução Industrial

Graças em parte ao seu clima úmido, ideal para criar ovelhas, a Grã-Bretanha tinha uma longa história na produção de tecidos como lã, linho e algodão. Porém, antes da Revolução Industrial, a indústria têxtil britânica era uma verdadeira "indústria caseira", com o trabalho realizado em pequenas oficinas ou até em residências de fiandeiros, tecelões e tintureiros.

A partir de meados do século XVIII, inovações tornaram muito mais fácil fabricar fios e tecidos. A produção de tecidos se tornou mais rápida e exigia menos tempo e muito menos trabalho humano.

Uma produção mecanizada mais eficiente significava que as novas fábricas têxteis da Grã-Bretanha pudessem atender à crescente demanda de tecidos no país e no exterior, onde as muitas colônias estrangeiras do país forneciam um mercado cativo para seus produtos. Além dos têxteis, a indústria britânica de ferro também adotou inovações.

O principal entre as novas técnicas foi a fundição de minério de ferro com coque (um material produzido pelo aquecimento do carvão mineral) em vez do carvão tradicional (vegetal). Esse método era mais barato e produzia material de alta qualidade, permitindo que a produção de ferro e aço da Grã-Bretanha se expandisse em resposta à demanda criada pelas Guerras Napoleônicas (1803-15) e ao crescimento posterior da indústria ferroviária.

Impacto do poder do vapor

Um ícone da Revolução Industrial entrou em cena no início dos anos 1700, quando Thomas Newcomen projetou o protótipo para o primeiro motor a vapor moderno. Chamada de "motor a vapor atmosférico", a invenção de Newcomen foi originalmente aplicada para alimentar as máquinas usadas para bombear água dos poços das minas.

Na década de 1760, o engenheiro escocês James Watt começou a mexer com um dos modelos da Newcomen, adicionando um condensador de água separado que o tornava muito mais eficiente. Mais tarde, Watt colaborou com Matthew Boulton para inventar um motor a vapor com movimento rotativo, uma inovação fundamental que permitiria que a energia a vapor se espalhasse pelas indústrias britânicas, incluindo fábricas de farinha, papel e algodão, construções de ferro, destilarias, instalações hidráulicas e canais.

ANEXOS

Assim como os motores a vapor precisavam de carvão, a energia a vapor permitiu que os mineiros se aprofundassem e extraíssem mais dessa fonte de energia relativamente barata. A demanda por carvão disparou durante toda a Revolução Industrial e além, pois seria necessário administrar não apenas as fábricas usadas para produzir bens manufaturados, mas também as ferrovias e navios a vapor usados para transportá-los.

Transporte durante a Revolução Industrial



A rede de estradas da Grã-Bretanha, que era relativamente primitiva antes da industrialização, logo viu melhorias substanciais e mais de 3.000 quilômetros de estradas estavam em uso em toda a Grã-Bretanha em 1815.

No início de 1800, Richard Trevithick estreou uma locomotiva a vapor e, em 1830, locomotivas semelhantes começaram a transportar cargas (e passageiros) entre os centros industriais de Manchester e Liverpool. Naquela época, barcos e navios a vapor já estavam sendo amplamente utilizados, transportando mercadorias ao longo dos rios e canais da Grã-Bretanha, bem como através do Atlântico.

Comunicação e Bancos na Revolução Industrial

A última parte da Revolução Industrial também viu avanços importantes nos métodos de comunicação, à medida que as pessoas viam cada vez mais a necessidade de se comunicar eficientemente a longas distâncias. Em 1837, os inventores britânicos William Cooke e Charles Wheatstone patentaram o primeiro sistema comercial de telegrafia, enquanto Samuel Morse e outros inventores trabalhavam em suas próprias versões nos Estados Unidos. O sistema de Cooke e Wheatstone seria usado para sinalização ferroviária, pois a velocidade dos novos trens criara a necessidade de meios de comunicação mais sofisticados.

Bancos e financiadores industriais ganharam novo destaque durante o período, bem como um sistema fabril dependente de proprietários e gerentes de Bancos. Uma bolsa de valores foi estabelecida em Londres na década de 1770; a Bolsa de Nova York foi fundada no início da década de 1790.



Em 1776, o filósofo social escocês Adam Smith (1723-1790), considerado o fundador da economia moderna, publicou *The Wealth of Nations*. Nele, Smith promoveu um sistema econômico baseado na livre empresa, na propriedade privada dos meios de produção e na falta de interferência do governo.

Condições de trabalho

Embora muitas pessoas na Grã-Bretanha tivessem começado a se mudar das áreas rurais para as cidades antes da Revolução Industrial, esse processo acelerou dramaticamente com a industrialização, à medida que a ascensão de grandes fábricas transformou cidades menores em grandes cidades ao longo de décadas. Essa rápida urbanização trouxe desafios significativos, pois as cidades superlotadas sofreram com poluição, saneamento inadequado e falta de água potável.

Enquanto a industrialização aumentava a produção econômica em geral e melhorava o padrão de vida das classes média e alta, as pessoas pobres e da classe trabalhadora continuavam lutando. A mecanização do trabalho criada pela inovação tecnológica tornou o trabalho nas fábricas cada vez mais tedioso (e às vezes perigoso), e muitos trabalhadores foram forçados a trabalhar longas horas por salários lamentavelmente baixos. Tais mudanças dramáticas alimentaram a oposição à industrialização, incluindo os "Luddites", conhecidos por sua violenta resistência às mudanças na indústria têxtil britânica.

Você sabia? A palavra "ludita" se refere a uma pessoa que se opõe à mudança tecnológica. O termo é derivado de um grupo de trabalhadores ingleses do início do século 19 que atacaram fábricas e destruíram máquinas como meio de protesto. Eles foram supostamente liderados por um homem chamado Ned Ludd, embora ele possa ter sido uma figura apócrifa.

Nas décadas seguintes, a indignação com as condições de trabalho e de vida de baixo padrão estimulou a formação de sindicatos, bem como a aprovação de novas leis sobre trabalho infantil e regulamentos de saúde pública na Grã-Bretanha e nos Estados Unidos, todos com o objetivo de melhorar a vida dos cidadãos da classe trabalhadora e pobres que foram impactados negativamente pela industrialização.

A Revolução Industrial nos Estados Unidos

O início da industrialização nos Estados Unidos geralmente está relacionado à abertura de uma fábrica têxtil em Pawtucket, Rhode Island, em 1793, pelo recente imigrante inglês Samuel Slater. Slater havia trabalhado em uma das fábricas abertas por Richard Arkwright (inventor de um dispositivo que podia produzir fios mais resistentes) e, apesar das leis que proibiam a emigração de trabalhadores têxteis, ele trouxe os desenhos de Arkwright através do Atlântico. Mais tarde, ele construiu várias outras fábricas de algodão na Nova Inglaterra e ficou conhecido como o "Pai da Revolução Industrial Americana".

Os Estados Unidos seguiram seu próprio caminho para a industrialização, estimulados por inovações "emprestadas" da Grã-Bretanha e por inventores locais como Eli Whitney. A invenção de Whitney, em 1793, do descarçador de algodão revolucionou a indústria de algodão do país (e fortaleceu o domínio da escravidão sobre o sul produtor de algodão).



ANEXOS

Os historiadores continuam a debater muitos aspectos da industrialização, incluindo sua linha do tempo exata, por que ela começou na Grã-Bretanha em oposição a outras partes do mundo e a ideia de que era realmente mais uma evolução gradual do que uma revolução. Os pontos positivos e negativos da Revolução Industrial são complexos. Por um lado, as condições de trabalho inseguras eram abundantes e a poluição do carvão e do gás são legados com os quais ainda lutamos hoje. Por outro lado, a mudança para cidades e invenções que tornaram a roupa, a comunicação e o transporte mais acessíveis às massas mudou o curso da história mundial. Independentemente dessas questões, a Revolução Industrial teve um impacto econômico, social e cultural transformador e desempenhou um papel integral na criação das bases para a sociedade moderna.



A indústria têxtil teve grande destaque no período da Primeira Revolução Industrial. Crédito de imagem: Everett Historical / Shutterstock

HISTORY. *Industrial Revolution*, 2019. Disponível em: <https://www.history.com/topics/industrial-revolution/industrial-revolution>. Acesso em: 06 out. 2019.

ANEXOS

Anexo 2 - Segunda Revolução Industrial

A Segunda Revolução Industrial foi outro grande salto em frente na tecnologia e na sociedade. Novas inovações na produção de aço, petróleo e eletricidade levaram à introdução de automóveis e aviões públicos. Você quer saber como tudo começou? Vamos ver.

A Segunda Revolução Industrial, iniciada em meados do século XIX (1850-1970). Foi um período de crescimento para indústrias pré-existentes e expansão de novas; como as áreas do aço, petróleo e eletricidade. O desenvolvimento de novas tecnologias levou à introdução de duas coisas que mudariam o mundo: transporte público e aviões.

A Segunda Revolução Industrial permitiu a globalização e criou um esboço do nosso mundo hoje. Interessante, certo? Vamos dar uma olhada no que as pessoas inventaram durante esse período e como isso afetou a humanidade.

UMA REVOLUÇÃO CHEIA DE INVENÇÕES

Durante a Segunda Revolução Industrial, os métodos de fabricação e produção existentes foram aprimorados. Por exemplo, o aço substituiu o ferro no setor de construção. Era forte e barato. Assim, foi possível construir linhas ferroviárias a um custo competitivo e espalhar o transporte. O aço também facilitou a construção de navios, arranha-céus e pontes maiores.

Embora a Segunda Revolução Industrial tenha acontecido apenas alguns anos após a primeira Revolução Industrial, foi um salto tão grande quanto seu antecessor. Se você está lendo isso agora, certamente não consegue imaginar um mundo sem eletricidade! Mas na época da Segunda Revolução Industrial, essa era a norma.

A IDEIA BRILHANTE DA ELETRICIDADE

Faraday começou a brincar com a ideia de eletricidade. Alguns anos depois, Edison e Swan aperfeiçoaram o design de uma lâmpada prática para uso doméstico.

Isso, além do surgimento dos primeiros geradores elétricos comerciais eficientes na década de 1870, tornou possível a eletricidade pública.

Swan levou suas lâmpadas incandescentes para a Inglaterra. Os ingleses usavam as lâmpadas de Swan para iluminar a Mosley Street, em Newcastle upon Tyne. Portanto, esta foi a primeira instalação elétrica de iluminação pública no mundo. Então, Swan presenteou o Savoy Theatre em Londres com 1.200 de suas lâmpadas. Sendo assim, o primeiro edifício público a ser totalmente iluminado por eletricidade.

A Mosley Street e o Savoy Theatre prepararam o palco para a primeira central elétrica em larga escala. Estava localizado no Viaduto Holborn, em Londres. Em seguida, seguiu a estação de energia em Pearl Street, em Nova York. Depois, Sebastian de Ferranti pensou em "renunciar" à corrente alternada de alta tensão. A ideia de De Ferranti permitiu a linha de montagem e a produção em massa.

ANEXOS

MAIS E MAIS INVENTORES NA SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Sem certas invenções da Segunda Revolução Industrial, algumas das maneiras pelas quais nos comunicamos hoje não seriam possíveis. Por exemplo, em 1876, Alexander Graham Bell inventou o telefone. Mais tarde, em 1901, Guglielmo Marconi enviou ondas de rádio pelo Oceano Atlântico pela primeira vez.

Também houve inovações na fabricação de papel. Durante esse período, Charles Fenerty e Friedrich Gottlob Keller inventaram a atual máquina de papel. Isso permitiu a introdução de papéis mais baratos e, portanto, uma distribuição mais ampla de livros e jornais. A caneta-tinteiro, o lápis produzido em massa e a impressora rotativa a vapor também apareceram durante a Segunda Revolução Industrial.

O transporte tornou-se muito mais fácil! O motor de combustão interna, que hoje move carros, foi inventado durante a Segunda Revolução Industrial. Este motor usava gás e ar, o que o tornava impraticável para uso público. Mas então combustíveis líquidos, como a gasolina, apareceram. Por fim, sem esse motor, aviões e carros não estariam aqui hoje.

QUAIS OS EFEITOS ECONÔMICOS DA SEGUNDA REVOLUÇÃO?

No período de 1870 a 1890, houve um boom de economia e produtividade nos países industrializados. Como consequência, as condições de vida melhoraram significativamente e os preços dos produtos caíram drasticamente.

Além disso, as falhas nas lavouras nos campos deixaram de significar fome e desnutrição, pois as áreas rurais estavam conectadas a grandes mercados por meio de infraestrutura de transporte. Havia também menos pessoas nos campos. Com a industrialização, a parcela da população que se dedica à agricultura caiu drasticamente.

A saúde pública também melhorou bastante. Isso ocorreu graças à construção de sistemas de esgoto nas cidades. Isso foi acompanhado pela aprovação de leis que regulavam o suprimento de água filtrada e os padrões mínimos de qualidade da água. Essas duas medidas reduziram as taxas de infecções e mortes por muitas doenças.

Mas nem tudo estava bem e elegante. A eletricidade trouxe a mecanização. Como mencionamos antes, a Segunda Revolução Industrial foi um tempo de progresso rápido e contínuo. Assim, navios e outros ativos tornaram-se obsoletos em um curto espaço de tempo. As pessoas perderam dinheiro e a taxa de desemprego subiu ao teto.

E OS EFEITOS SOCIAIS ...?

A Segunda Revolução Industrial transformou a sociedade de maneiras significativas. Entre os efeitos sociais que causaram essa revolução estão:

- A urbanização aumentou rapidamente. A população mudou-se para moradias construídas às pressas nas cidades para estar mais perto das fábricas.
- As famílias eram separadas à medida que o local de trabalho passava da casa para as fábricas.
- O trabalho perdeu sua qualidade sazonal, pois os trabalhadores eram obrigados a seguir um cronograma de rotina.



- O ritmo do trabalho, impulsionado por máquinas, aumenta drasticamente.
- A saúde geral da força de trabalho diminuiu devido às condições adversas e insalubres das fábricas.
- A disponibilidade de trabalho tornou-se imprevisível à medida que aumentava e diminuía com a demanda por bens.
- Gradualmente, as mulheres que foram atraídas para as cidades para trabalhar nas fábricas perderam seus empregos na fabricação, à medida que as máquinas diminuem a demanda por trabalho. Portanto, afastadas de suas famílias, muitas não tinham outra opção além da prostituição.
- Operários e artesãos perderam seus meios de subsistência. Portanto, incapazes de competir com o menor custo de bens produzidos em massa.
- O impedimento tradicional ao casamento, que era a necessidade de terra, desapareceu e as pessoas começaram a se casar mais jovens.
- Uma parcela muito maior da população poderia comprar bens fabricados na fábrica.
- Condições de vida e trabalho próximos produziram um senso de consciência de classe entre a classe trabalhadora.

PENSAMENTOS FINAIS

A revolução industrial foi uma época de grande imaginação e progresso. As invenções que permitiram a fabricação de novos produtos criaram uma demanda que causou um círculo vicioso que levou algumas pessoas à prosperidade, enquanto ao mesmo tempo mantinha as pessoas na pobreza. Quase nunca foi a intenção dos inventores, cientistas e outras pessoas brilhantes causar tal abismo entre a classe trabalhadora e a máquina industrial, mas, no entanto, foi criada.

Contudo, não podemos negar que, graças a todas essas invenções e novas ideias, a segunda revolução industrial teria que ser resumida como um momento positivo e benéfico para a história. Cada coisa nova levou a outra e, portanto, criou uma nova era de descobertas e invenções.

RICHMOND VALE ACADEMY. *Second Industrial Revolution: The Technological Revolution*, 2016. Disponível em: <https://richmondvale.org/en/blog/second-industrial-revolution-the-technological-revolution>. Acesso em: 06 out. 2019.



ANEXOS

Anexo 3 - Terceira Revolução Industrial

O sistema de produção em massa disseminou-se da indústria automotiva para outras indústrias e se tornou padrão incontestado em todo o mundo como a melhor maneira de conduzir os assuntos empresariais e comerciais. Enquanto o "método americano" desfrutava de um sucesso irrestrito nos mercados mundiais nos anos 50, uma empresa automobilística japonesa, lutando para recuperar-se da II Guerra Mundial, experimentava uma nova abordagem à produção cujas práticas operacionais eram tão diferentes daquelas da produção em massa, quanto esta era dos primeiros métodos artesanais de produção. A empresa era a Toyota e seu novo processo gerencial era denominado de produção enxuta.

O princípio básico da produção enxuta é combinar novas técnicas gerenciais com máquinas cada vez mais sofisticadas para produzir mais com menos recursos e menos mão de obra. A produção enxuta difere radicalmente tanto da produção artesanal quanto da produção industrial. Na produção artesanal, trabalhadores altamente qualificados, usando ferramentas manuais, fabricam cada produto de acordo com as especificações do comprador. Os produtos são feitos um de cada vez. Na produção em massa, profissionais especializados projetam produtos que são fabricados por trabalhadores não qualificados ou semiquilificados operando equipamentos caros e de finalidades específicas. Estes produzem produtos padronizados em grandes quantidades. Na produção em massa, a maquinaria é tão cara que o tempo ocioso precisa ser evitado a todo custo. Como resultado, a gerência acrescenta uma "reserva" na forma de estoque extra e de trabalhadores para garantir a disponibilidade de insumos ou para que o fluxo de produção não seja desacelerado. Finalmente, o alto custo do investimento em máquinas impede a sua rápida adaptação para a fabricação de novos produtos. O consumidor beneficia-se de preços baixos em prejuízo da variedade.

A produção enxuta, ao contrário, além de combinar a vantagem da produção artesanal e de massa, evita o alto custo da primeira e a inflexibilidade da última. Para alcançar esses objetivos de produção, a gerência reúne equipes de trabalhadores com várias habilidades em cada nível da organização, para trabalharem ao lado de máquinas automatizadas, produzindo grandes quantidades de bens com variedades de escolha. A produção é enxuta porque usa menos de tudo se comparada com a produção em massa metade do esforço humano na fábrica, metade do espaço físico, metade do investimento em equipamentos.

O modo japonês da produção enxuta começa com a eliminação da tradicional hierarquia gerencial, substituindo-a por equipes multiquilificadas que trabalham em conjunto, diretamente no ponto da produção. O modelo clássico de Taylor de administração científica, que defendia a separação do trabalho mental do trabalho físico e a retenção de todo o poder de decisão nas mãos da gerência, é abandonado em favor de uma abordagem de equipe cooperativa, projetada para aproveitar a capacidade mental total e a experiência prática de todos envolvidos no processo da fabricação do automóvel.

O conceito de aperfeiçoamento contínuo (chamado de kaizen) é considerado a chave do sucesso dos métodos japoneses de produção. Que, ao contrário do antigo modelo americano, no qual as inovações eram feitas raramente e, em geral, de uma só vez, o sistema de produção japonês é constituído para encorajar mudanças e aperfeiçoamentos constantes, como parte das operações diárias. Para alcançar o kaizen, a gerência aproveita a experiência coletiva de todos os seus trabalhadores e valoriza a solução de problemas em conjunto.

ANEXOS

Emprestando o modelo da produção enxuta dos japoneses, as empresas americanas e europeias começaram a introduzir suas próprias modificações na estrutura organizacional, para acomodar as novas tecnologias da informática. Sob o título amplo de reengenharia, as empresas estão achatando suas tradicionais pirâmides organizacionais e delegando, cada vez mais, a responsabilidade pela tomada de decisão às equipes de trabalho. O fenômeno da reengenharia está forçando uma revisão fundamental no modo como os negócios são conduzidos e, com um corte profundo na folha de pagamento e no processo, eliminando milhões de empregos e centenas de categorias de trabalho. Enquanto os trabalhos não qualificados e semiquilificados continuam a ser cortados com a introdução de novas tecnologias de informação e de comunicação, outras posições da hierarquia corporativa também estão sendo ameaçadas de extinção. Nenhum grupo está sendo mais duramente atingido do que a gerência média. Tradicionalmente, os gerentes médios tem sido responsáveis pela coordenação do fluxo acima e abaixo na escada organizacional. Com a introdução de novas e sofisticadas tecnologias de computador, esse cargos se tornam cada vez mais desnecessários e caros.

As novas tecnologias da informação e da comunicação têm tanto aumentado o volume, quanto acelerado o fluxo de atividade em cada nível da sociedade. A compressão de tempo requer resposta e decisões mais rápidas para continuar competitivo. Na era da informação, "tempo" é uma mercadoria crítica e as corporações, atoladas nos antiquados esquemas gerenciais hierárquicos, não podem esperar tomar decisões com rapidez suficiente para acompanhar o fluxo de informações que requerem resolução.

Hoje, um número crescente de empresas está desfazendo suas hierarquias organizacionais e eliminando cada vez mais a gerência média com a compressão de várias funções em um processo único. Também estão usando o computador para desempenhar as funções de coordenação anteriormente executadas por muitas pessoas que, em geral, trabalham em departamentos e locais separados na empresa. Os departamentos criam divisões e fronteiras que inevitavelmente reduzem o ritmo do processo decisório. As empresas estão eliminando essas fronteiras com a reorganização dos funcionários em redes ou equipes de trabalho. O computador tornou tudo isso possível. Agora, qualquer funcionário, em qualquer ponto dentro da empresa pode acessar todas as informações geradas e dirigidas através da organização.

Acesso instantâneo à informação significa que o controle e a coordenação da atividade podem ser exercidos rapidamente e em níveis mais baixos de comando que estão "mais próximos dos acontecimentos". A introdução das tecnologias baseadas em computador permite que a informação seja processada horizontalmente ao invés de verticalmente, derrubando a tradicional pirâmide corporativa em favor de redes operando ao longo de um plano comum. Com a eliminação da lenta subida e descida na antiquada pirâmide decisória, a informação pode ser processada a uma velocidade comensurável com as capacidades dos novos equipamentos de informática.

Para explicar como a reengenharia funciona na prática, utilizaremos alguns exemplos:



ANEXOS

A IBM Credit financia o computador comprado pelos clientes da IBM. Antes da reengenharia, os pedidos de financiamento dos clientes precisavam passar por vários departamentos e níveis de decisão e seu processamento costumava demorar vários dias até a aprovação. Um vendedor da IBM ligava para passar um pedido de financiamento. Um dos 14 funcionários anotava o pedido em uma folha de papel. Esse papel era então entregue ao departamento de crédito, um andar acima, onde um segundo funcionário registrava a informação em um computador e fazia uma verificação no cadastro de crédito do cliente. O relatório do cadastro de crédito era anexado ao formulário original do departamento de vendas e então entregue ao departamento comercial. Usando seu próprio computador, o departamento modificava os termos do contrato para se adaptar ao pedido do cliente e, a seguir, anexava os termos especiais ao formulário de solicitação de crédito. O formulário ia para outro funcionário que, por sua vez, usava seu próprio computador para determinar a taxa de juros a ser cobrada do cliente. A informação era denotada no formulário e este, enviado a um grupo de auxiliares de escritório. Naquele departamento, toda a informação que havia sido coletada ao longo do caminho era reprocessada e anotada em uma carta de cotação de preço que era enviada ao representante de vendas da IBM pelo Federal Express.

Os representantes de vendas ficavam frustrados com a lentidão do processamento das solicitações de financiamento dos clientes e reclamavam sobre o cancelamento de pedidos porque os clientes encontravam outras alternativas de financiamento em outras empresas. Preocupados com os atrasos, dois gerentes seniores da IBM acompanharam pessoalmente o pedido de um cliente, passando pelos cinco departamentos, pedindo a cada um que processasse a informação sem o atraso usual, porque o documento ficava esquecido nas mesas durante vários dias. Eles descobriram que o tempo real para o processamento do pedido demorava menos de 90 minutos. O resto dos sete dias eram usados na "passagem do documento de um departamento para outro". A gerência da IBM eliminou os cinco departamentos e entregou a tarefa a um único funcionário equipado com um computador.

Em 1982, a Bridgestone, produtora de borracha japonesa, comprou as instalações da Firestone e imediatamente aplicou a reengenharia às operações de acordo com seus próprios padrões rígidos de produção enxuta. Introduziu equipes de trabalho, achatou a hierarquia organizacional de oito para cinco níveis, reduziu as classificações de cargo, criou programas de treinamento profissional para melhorar o controle de qualidade e investiu US\$70 milhões em novos equipamentos projetados para automatizar o processo de produção. Em menos de 5 anos, a produção aumentou de 16.400 para 82.175 pneus por mês. Nesse mesmo período, a produção de pneus com defeitos caiu em 86%.

A Goodyer, uma empresa tradicionalmente associada a pneus de alta qualidade nos Estados Unidos, tem uma história de sucesso parecida. Ela teve lucro recorde de US\$ 352 milhões sobre faturamento de US\$11,8 bilhões em 1992. A empresa está produzindo 30% mais pneus do que em 1988, com 24 mil funcionários a menos.

A General Electric, líder mundial na fabricação de produtos eletrônicos, reduziu seu número de funcionários em todo o mundo de 400 mil em 1981 para menos de 230 mil em 1993, triplicando suas vendas ao mesmo tempo. A GE achatou sua hierarquia gerencial nos anos 80 e começou a introduzir novos equipamentos de automação na fábrica. Na GE em Charlottesville, Virgínia, novos equipamentos de alta tecnologia montam componentes eletrônicos nas placas de circuitos, na metade do tempo da tecnologia anterior.

ANEXOS

Na Victor Company, no Japão, veículos automatizados entregam componentes de filmadoras e outros materiais a 64 robôs que, por sua vez, executam 150 tarefas diferentes de montagem e inspeção. Apenas dois seres humanos estão presentes no ambiente de fabricação. Antes da introdução das máquinas inteligentes e robôs, eram necessários 150 empregados para fabricar as filmadoras na Victor.

A revolução da reengenharia atingiu alguns de seus sucessos mais marcantes no setor varejista. Sistemas de resposta rápida estão reduzindo tanto o tempo quanto a mão-de-obra de todo o processo de distribuição. O código de barras permite que os varejistas mantenham um registro atualizado e minucioso de quais itens estão sendo vendidos e em que quantidades. Os dados no ponto de venda eliminaram erros na definição dos preços e no caixa, além de reduzir significativamente o tempo gasto no etiquetamento dos produtos. A gigantesca cadeia de descontos Wall-Mart deve boa parte de seu sucesso ao seu papel pioneiro de tirar proveito dessas novas tecnologias da informação. A Wall-Mart utiliza as informações coletadas por scanners no ponto de venda e as transmite pelo intercâmbio eletrônico de dados diretamente aos seus fornecedores, tais como a Procter&Gamble, que por sua vez, decidem quais itens devem embarcar e em que quantidades. Os fornecedores enviam diretamente para as lojas, sem passar pelo depósito. O processo elimina pedidos de compra, conhecimentos de embarque, grandes estoques e reduz custos administrativos com a eliminação da mão-de-obra necessária em cada etapa do processo tradicional para manusear pedidos, despachos e armazenagem.

Há também, grandes mudanças ocorrendo nos escritórios, transformando as operações de processamento de papel em processamento eletrônico. As mudanças nas operações e nas tecnologias do escritório, têm sido extraordinárias no decorrer da Revolução Industrial. Basta lembrar apenas que o mata-borrão, os lápis com borrachas e as penas de aço foram introduzidos há menos de 150 anos. O papel carbono e a máquina de escrever foram introduzidos nos escritórios na década de 1870. A calculadora de teclado e o tabulador de cartão perfurado seguiram-se ao final da década de 1880. O mimeógrafo foi inventado em 1890. Juntamente com o telefone, esses avanços na tecnologia de escritório aumentaram muito a produtividade dos negócios e do comércio durante o período de crescimento do capitalismo industrial. Agora, à medida que a economia transforma-se pela Terceira Revolução Industrial, o escritório está evoluindo para melhor coordenar e controlar o fluxo acelerado da atividade econômica. O escritório eletrônico eliminará milhões de trabalhadores administrativos até o final da década.

A cada dia útil nos Estados Unidos, são produzidos 600 milhões de páginas de relatório de computador, 76 milhões de cartas geradas e 45 folhas de papel são arquivadas por funcionário. Os negócios americanos consomem quase um trilhão de folhas de papel anualmente. Um único disco óptico armazena mais de 15 milhões de páginas de papel. Atualmente, 90% da toda a informação ainda é armazenada em papel, enquanto 5% estão em microfichas e outros 5% em mídia eletrônica. Entretanto, com o novo equipamento de processamento por imagem, os negócios estão começando a converter seus escritórios em ambientes de trabalho eletrônicos.



A Aetna Life and Casualty Co., gigantesca companhia de seguros, descobriu que tinha 435 manuais diferentes que precisavam ser atualizados constantemente. A direção da empresa decidiu eliminar a página impressa, em benefício da informação armazenada eletronicamente. Agora, quando um manual precisa ser atualizado, a atualização pode ser feita eletronicamente e estar acessível a todos os 4200 funcionários de campo sem a necessidade de composição tipográfica, revisão, impressão, conferência de paginação, encadernação despacho e arquivamento. A Aetna economizou mais de US\$ 6 milhões anuais, com a transição para o manual eletrônico. Mais de cem milhões de páginas de adendos a atualizações, ao custo de 4,5 centavos por página, deixaram de ser enviados. Menos trabalho com papel significa menos funcionários. A Aetna fechou seus escritórios onde os funcionários não faziam mais do que atualizar manuais.

O processo de reengenharia nas corporações está apenas começando e o desemprego já está aumentando; o poder aquisitivo dos consumidores está caindo e as economias domésticas estão cambaleando em consequência do impacto do achatamento das gigantescas burocracias corporativas.

Instituto de Matemática e Estatística – USP. **Terceira Revolução Industrial e a Reengenharia**. IME-USP, 2019. Disponível em:

<https://www.ime.usp.br/~is/ddt/mac333/projetos/fim-dos-empregos/tercRevInd.htm>. Acesso em: 06 out. 2019.





Anexo 4 - O segredo para parar o apocalipse robótico? Manteiga.

A frota de robôs de armazém automatizados da Amazon, agora com mais de 100.000 máquinas, está trabalhando ao lado de funcionários humanos para ajudar a atender à enorme demanda de atendimento da gigante do comércio eletrônico.

Os robôs da empresa mantêm estoque em grandes andares de armazém, compilando todos os itens para o pedido de um cliente e reduzindo a necessidade de interação humana com os produtos. Mas o tecnólogo-chefe da Amazon Robotics, Tye Brady, insiste que esses robôs estão melhorando a eficiência humana em vez de eliminar os trabalhos no armazém.

A Amazon tem dado o seu máximo quando se trata de contratação e agora emprega mais de 500.000 pessoas. Brady vê os robôs como necessários para esse crescimento. "Quando há dezenas de milhares de pedidos acontecendo simultaneamente, você está indo além do que um humano pode fazer", disse ele à audiência na primeira conferência EmTech Next da MIT Technology Review hoje.

Os seres humanos ainda fornecem as habilidades necessárias no processo de realização, como destreza, adaptabilidade e bom senso comum. Por exemplo, quando um pouco de manteiga caiu acidentalmente de um pote em um centro de distribuição, ela foi esmagada, criando uma grande bagunça amanteigada no meio do chão. Os robôs curiosos não sabiam como lidar com a situação, mas queriam dar uma olhada. "Os robôs estavam passando por isso e eles escorregavam e recebiam um erro no codificador", diz Brady.

Mesmo que não tenham causado demissões para os trabalhadores da Amazon, os esforços automatizados de alta eficiência da empresa contribuíram para grandes perdas de empregos no varejo, que estão afetando desproporcionalmente as mulheres. Suas lojas sem caixa também têm o potencial de reformular o emprego no varejo.

No entanto, a empresa fez esforços para fornecer serviços que permitam às empresas menores acesso à plataforma da Amazon, mitigando parte do impacto negativo. "Temos algo chamado cumprimento pela Amazon", diz Brady. "Acontece que mais da metade desse estoque é vendido por terceiros.

Estas são as lojas mãe-e-pai em todo o mundo. Esse foi realmente um grande sucesso para pequenas empresas em todo o mundo. "

PS: os vídeos podem ser assistidos no Link Original em Inglês (<https://www.technologyreview.com/s/611295/humans-are-still-crucial-to-amazons-fulfillment-process>)

WINICK, E. *The secret to stopping the robot apocalypse? Popcorn butter*, 2018. MIT technology Review. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/s/611295/humans-are-still-crucial-to-amazons-fulfillment-process>. Acesso em: 18 set. 2019.



ANEXOS

Anexo 5 - Manufatura Aditiva: Entenda o que é!

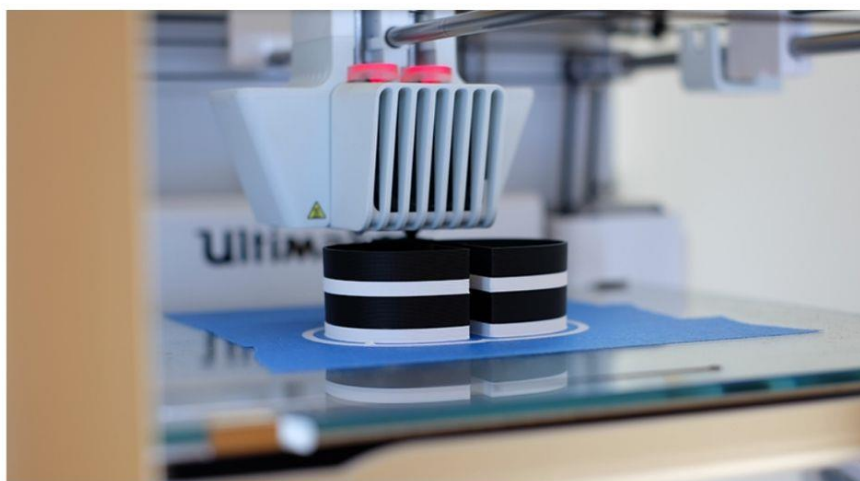
A manufatura aditiva está possibilitando uma verdadeira revolução. Isso já é um fato comprovado por números! Mas afinal, o que é manufatura aditiva? Como funciona? Para que serve? Continue lendo essa matéria para saber tudo sobre essa tecnologia.

Os números comprovam que muitas empresas já aderiram à revolução da manufatura aditiva. Um relatório da Wohlers Associates estimou um crescimento anual de 31% na indústria de manufatura aditiva entre 2014 e 2020.

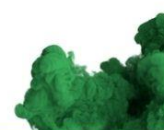
Mas afinal, o que é Manufatura Aditiva?

O termo Manufatura Aditiva representa um grupo de tecnologias de fabricação digital, que são capazes de criar objetos físicos, a partir de um modelo digital.

Como característica comum, todas as tecnologias funcionam adicionando camadas de material, uma sob a outra, até formar o objeto final. Veja abaixo um exemplo desse processo:



Processo de Manufatura Aditiva (Impressora 3D FDM Ultimaker)



ANEXOS

As máquinas responsáveis pelo processo de manufatura aditiva são popularmente conhecidas como impressoras 3D, e hoje existe uma grande diversidade dessa tecnologia e equipamentos.

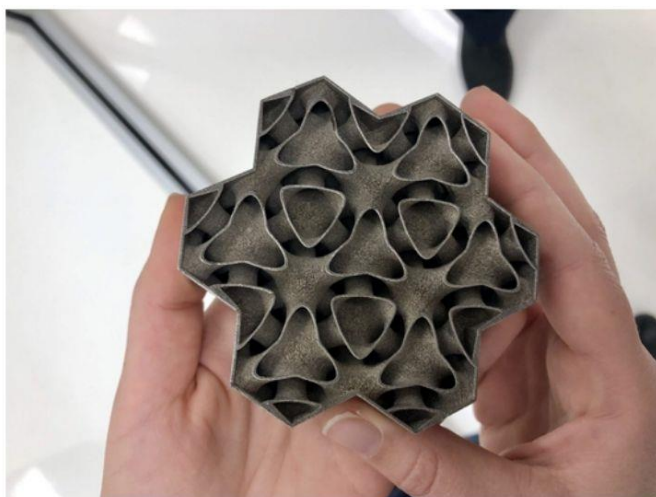
Vantagens da Manufatura Aditiva

Usar a manufatura aditiva pode fornecer inúmeros benefícios para indivíduos e empresas. Aqui estão alguns dos principais benefícios que esta inovação oferece:

- **Velocidade:** Produção rápida do projeto digital à um modelo físico, possibilitando a prototipagem rápida;
- **Custo:** Baixo custo de produção unitário, possibilitando produção unitária ou em pequenas quantidades;
- **Liberdade de design e complexidade:** Possibilita fabricação de geometrias muito mais complexas que as demais formas de fabricação;
- **Customização:** É possível produzir produtos personalizados ao gosto e necessidades individuais;
- **Sustentabilidade:** Usa menos material e gera menos resíduos de produção e consome pouca energia elétrica.

A grande gama de vantagens vem resultando em um forte crescimento de sua adoção. Para se ter uma ideia, até 2016, mais de 275.000 impressoras 3D foram vendidas em todo o mundo, de acordo com o relatório anual da Wohler.

A manufatura aditiva permite a fabricação de geometrias muito complexas, que não poderiam ser feitas por outras técnicas de fabricação tradicional, o que abre possibilidade para incorporação de novas tecnologias, como o design generativo, para a criação de produtos, conforme o exemplo ilustrado pela peça na foto abaixo.



ANEXOS

Um protótipo de um trocador de calor impresso em 3D no campus de pesquisa da GE em Niskayuna, NY. Este trocador de calor foi projetado para ter uma estrutura de trifurcação onde ambos os fluidos dividem-se em três direções e se recombina continuamente ao longo do dispositivo, imitando conceitos naturais bio-inspirados como os pulmões humanos para melhorar a eficiência térmica. (Crédito das imagens: GE Research)

Como funciona a Manufatura Aditiva?

Aqui na Wishbox costumamos dizer que uma impressora 3D é uma pequena fábrica, pois sozinha ela é capaz de produzir peças ou produtos do início ao fim. Entenda em 3 passos como funciona este processo:



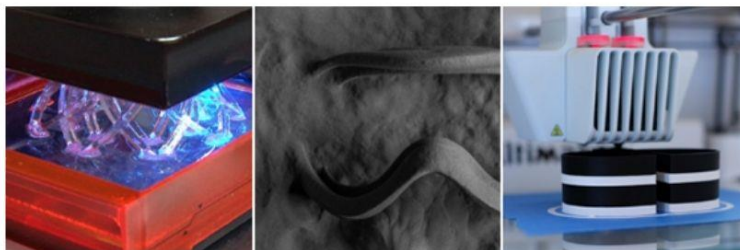
Representação da peça no software CAD (1), peça no Slicer (2) e peça impressa em 3D (3) (Fonte: TecMundo)

- 1. Modelo 3D:** O primeiro passo é o desenvolvimento do projeto tridimensional num software de computador, definindo o design e as medidas. Os softwares de desenho 3D são conhecidos como Software CAD.
- 2. Cortando em camadas:** Nessa etapa o modelo 3D será dividido em camadas/fatias. Para isso, o projeto deve ser exportado do software CAD, para ser processado no software chamado de slicer (fatiador). Após definidos os parâmetros no slicer, será gerado um arquivo em formato G-code.
- 3. Processo de manufatura aditiva:** O arquivo g-code é enviado para a impressora 3D, que irá responder as coordenadas pré-configuradas e fará a deposição do material em camadas, até a produção completa do objeto. Esse processo pode levar desde poucos minutos à alguns dias, dependendo das variáveis do projeto.

As tecnologias de Manufatura Aditiva

Existem pelo menos uma dúzia de tecnologias diferentes de impressão 3D, cada qual sendo usada para atender a objetivos específicos. Contudo, as tecnologias mais difundidas hoje são: FDM, SLA e SLS. Essas três tecnologias juntas representam cerca de 95% do mercado de manufatura aditiva, sendo a tecnologia FDM a mais difundida entre todas elas.

ANEXOS



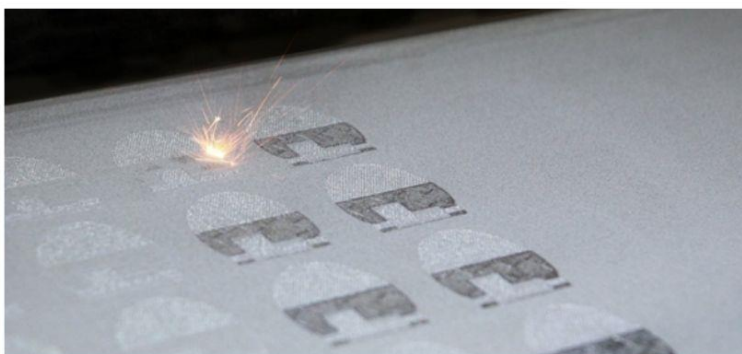
Processos de Manufatura Aditiva: SLA (esquerda), SLS (centro) e FDM (direita)

Conheça um pouco mais sobre as principais tecnologias:

FDM / FFF	<p>Modelagem por Fusão e Deposição – FDM (Fused Deposition Modeling), ou também chamada de FFF (Fused Filament Fabrication), tornou-se a mais popular e a mais acessível das tecnologias de impressora 3D. A FDM funciona de maneira simples, ao extrusar um filamento plástico derretido, acrescentando camada sob camada, em alta precisão, até formar o objeto final.</p> <p>Saiba mais: Como funciona uma impressora 3D FDM.</p>
SLA	<p>Estereolitografia – A impressora 3D de tecnologia SLA utiliza resina como insumo e faz a solidificação seletiva desta resina por meio de um feixe de laser ultravioleta (UV). O processo é feito camada após camada, até formar o objeto final, de acordo com o projeto. É uma das tecnologias de manufatura aditiva mais precisas e que entrega os mais ricos detalhes e superfícies lisas, até mesmo em peças muito pequenas (como jóias). É ideal para a criação de protótipos com aspecto de produto final e matrizes para uma variedade de técnicas de moldagem.</p> <p>Saiba mais: Como funciona uma impressora 3D SLA.</p>
SLS	<p>Sinterização Seletiva a Laser – A tecnologia SLS trabalha com insumo em forma de pó (que pode ser de polímero ou de outros materiais). A SLS utiliza um feixe de laser de alta potência para sinterizar o pó seletivamente, aglutinando as camadas do material, para formar o objeto desejado. Essa tecnologia tem o diferencial de não exigir estruturas de suporte, como as demais. Contudo, costuma ser a mais cara entre as três.</p> <p>Saiba mais: Comparando as tecnologias FDM, SLA e SLS.</p>
Manufatura Aditiva de Metal	<p>A impressão 3D não é limitada somente à plásticos, existem algumas tecnologias de manufatura aditiva de metal!</p> <p>A Sinterização Direta de Metal a Laser (DMLS), é uma das poucas tecnologias capazes de criar peças em ligas de metal (como titânio, aço e outros) de forma aditiva. A DMLS trabalha com matéria prima na forma de pó metálico, em um processo de sinterização por meio de um laser que une as partículas de forma seletiva (semelhante ao SLS).</p>



Existem ainda algumas outras tecnologias de impressão 3D de metal, como a SLM (Selective Laser Melting) e a BJ (Binder Jetting). Mas não vá pensando que essas tecnologias vão ser acessíveis como uma impressora 3D FDM. Estas máquinas estão ao patamar de poucas empresas, a exemplo de Tesla e AirBus, entre outras grandes empresas de alto nível de investimento em P&D.



Plataforma com pó metálico imprimindo múltiplas partes em DLMS (Fonte: Eos.info)

Manufatura Aditiva x Manufatura Subtrativa

Tanto a manufatura aditiva quanto a manufatura subtrativa são processos de fabricação digital. Isso quer dizer que as coordenadas que controlam o equipamento para a fabricação de um objeto vem de um projeto 3D digital ou CAD/CAM. Contudo, no processo subtrativo, como o próprio nome sugere, trabalha removendo parcialmente material de um bloco maciço, para chegar ao objeto final.

Para entender isso melhor, pode-se fazer analogia à uma escultura sendo entalhada à partir de um tronco de madeira. Agora ficou mais claro, certo?!

As técnicas mais comuns de manufatura subtrativa são: Fresamento; torneamento; retificação e eletroerosão, e esses equipamento são conhecidos como máquinas de CNC (Controle Numérico Computadorizado), ou também como usinagem.

Conheça algumas características e vantagens de cada método:



ANEXOS

	Manufatura Aditiva	Manufatura Subtrativa
Liberdade geométrica	★ ★ ★ ★ ★	★ ★
Nível de personalização	★ ★ ★ ★ ★	★ ★ ★
Resistência das peças	★ ★ ★	★ ★ ★ ★ ★
Requer mão de obra qualificada	★ ★	★ ★ ★ ★ ★
Resíduos gerados	★	★ ★ ★ ★ ★
Risco de operação	★	★ ★ ★ ★
Set-up para operação	★	★ ★ ★ ★
Espaço necessário	★	★ ★ ★ ★
Custo por peça	★	★ ★ ★ ★

Manufatura aditiva:

Pode produzir geometrias complexas, como peças com estruturas internas ou ocas. É ideal para fabricação de protótipos rápidos, artigos personalizados ou produção de pequenos lotes, pois não exige um *Set-up* específico para fazer peças diferentes.

Manufatura subtrativa:

É utilizada para produzir peças mais resistentes, principalmente em metais. Apesar de um maior custo e maior tempo para a produção das peças, com relação à fabricação aditiva, também é usada na prototipagem, tanto quanto para produção.

ANEXOS

História da Manufatura Aditiva

Muita gente acha que esta tecnologia é uma invenção recente. Mas não é bem por aí! A manufatura aditiva já existe há mais de 30 anos! O norte-americano Charles (Chuck) Hull inventou a tecnologia SLA, primeira tecnologia de impressão 3D, em 1984.

De fato, a tecnologia só começou a se popularizar e se tornar conhecida pelo público geral em meados de 2012, com o advento das primeiras empresas fabricantes de impressoras 3D desktop.

Aplicação da Manufatura Aditiva

A aplicação desta inovação se dá em diversas áreas atualmente, mas em especial, podemos elencar estas áreas-chave que usam a Manufatura Aditiva frequentemente:

Desenvolvimento de Produtos

A aplicação da manufatura aditiva no desenvolvimento de produtos possibilitou um processo chamado de prototipagem rápida, onde são feitos modelos para testes de forma mais ágil e à um menor custo. Isso permite realizar mais iterações do projeto e chegar à melhores produtos. Esse processo de prototipagem ainda evita erros (e gastos desnecessários) e acelera muito o desenvolvimento de novos produtos.

A empresa Wöhler, por exemplo, teve uma redução de 70% no tempo de desenvolvimento de produto e redução de 75% no custo de protótipos.

Ferramentas para Manufatura

A aplicação da manufatura aditiva para fabricação in-house de ferramentas, gigas de montagem e acessórios traz mais autonomia para indústrias, pois deixam de depender de fornecedores terceirizados, além de baratear o custo e reduzir o lead-time.

A empresa Heineken, por exemplo, conseguiu reduzir cerca de 70 a 90% os custos e tempo de entrega.

Partes de uso final

A manufatura aditiva é usada para fabricar peças de uso final em baixo volume. Isso oferece maior flexibilidade; permitindo que as empresas produzam pequenos lotes de peças sem os riscos envolvidos na fabricação de um grande lote, ou então lhes permite ousar em designs mais inovadores.

A empresa New Balance, por exemplo, já vem utilizando impressoras 3D para fabricar solas de um modelo de tênis.

ANEXOS

Didática

A aplicação da manufatura aditiva para finalidades didáticas vem crescendo muito com a popularização da tecnologia. Universidades e escolas utilizam artigos impressos em 3D para explicar conceitos de forma mais didática e engajadora. Da mesma forma médicos se beneficiam de representações impressas de partes da anatomia humana para analisar cenários complexos e explicá-los aos pacientes. Arquitetos também utilizam maquetes de baixo custo 100% produzidas com impressoras 3D para apresentar projetos arquitetônicos aos clientes de forma impactante.

Setores que usam a manufatura aditiva

Empresas de muitos setores já adotaram a manufatura aditiva de alguma forma. Para se ter uma ideia de sua importância, uma pesquisa realizada pela Sculpteo mostra que 90% dos usuários de impressoras 3D consideram a tecnologia uma vantagem competitiva em sua estratégia geral.



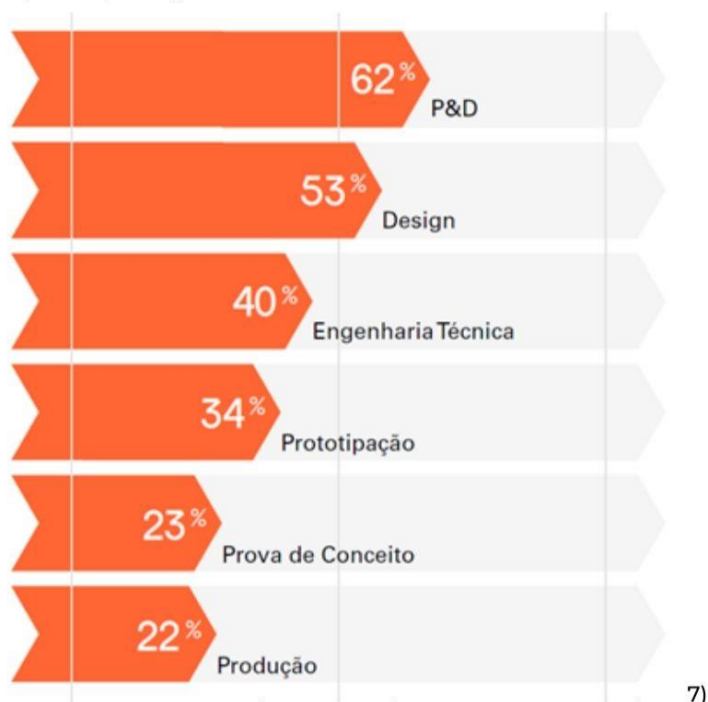
Aplicações da manufatura aditiva na joalheria (1), indústria de calçados (2) e medicina (3)

Com a popularização das impressoras 3D desktop, o uso da manufatura aditiva em várias indústrias está em ascensão. Conheça alguns dos setores que mais usam a tecnologia:

- Indústrias automotivas
- Indústrias aeroespaciais
- Indústrias de plásticos
- Indústrias de fundição
- Indústrias de calçados
- Indústrias de eletroeletrônicos e eletrodomésticos
- Arquitetura e construção civil
- Joalheria
- Medicina
- Odontologia
- Educação básica
- Educação superior
- Artes plásticas
- Outros;

ANEXOS

No Relatório global de impressão 3D da EY de 2016, 84% de todas as empresas pesquisadas usam impressão 3D para desenvolvimento de produtos, mas o percentual de utilização nas etapas de produção vem aumentando nos últimos anos.



A Manufatura Aditiva e a 4ª Revolução Industrial

Você já deve ter ouvido falar que estamos vivendo a 4ª revolução industrial. Isso está realmente acontecendo e a manufatura aditiva é uma prova disso!

A 4ª revolução industrial compreende o uso "interconectado" de tecnologias emergentes como a robótica avançada e a manufatura aditiva, em conjunto com dispositivos IoT, Cloud (Nuvem), softwares de Big Data e de inteligência artificial.

Nesse sentido, sob a ótica da chamada Indústria 4.0, é possibilitada a criação de produtos e soluções inovadoras e que entregam maior nível de qualidade e de customização aos consumidores.

Contudo, não são somente as grandes indústrias que fazem parte da quarta revolução industrial. Hoje, mais pessoas podem ter acesso a manufatura aditiva e outras tecnologias que foram barateadas, o que deu maior força à uma tendência conhecida como movimento maker.



Como tendência global, o movimento maker propõe uma manufatura descentralizada, onde indivíduos, pequenos produtores ou start-ups utilizam impressoras 3D e outras ferramentas para fabricar seus próprios produtos e competir diretamente com grandes empresas.

Comece agora com a manufatura aditiva!

A manufatura aditiva agora se tornou acessível! As impressoras 3D desktop podem oferecer soluções profissionais à um baixo custo.

Empreendedores; engenheiros; designers; médicos; arquitetos; educadores e entusiastas desta tecnologia, hoje podem ter uma pequena fábrica na sua mesa para criar projetos incríveis.

E você, o que está esperando para começar com a manufatura aditiva?

Wishbox Technologies. **Manufatura Aditiva: Entenda o que é!**, 2015. Disponível em: <https://www.wishbox.net.br/o-que-e-manufatura-aditiva>. Acesso em: 18 set. 2019.



ANEXOS

Anexo 6 - As aplicações de Realidade Aumentada na Indústria 4.0



As aplicações de Realidade Aumentada na Indústria 4.0



No mundo todo, a tecnologia aliada à interação humana tem permitido que os processos industriais sejam cada vez mais assertivos.

Alguns problemas comuns à indústria estão relacionados com a baixa eficiência nos processos de produção e a falta de otimização de recursos humanos e materiais.

Cada vez mais comum no contexto da Indústria 4.0, o uso de tecnologias avançadas no chão de fábrica tem permitido otimizar esses recursos e evitar riscos no ambiente de trabalho, garantindo às empresas maior produtividade e, conseqüentemente, maior lucratividade.

ANEXOS

Dentre estas tecnologias avançadas, destaca-se a realidade aumentada (RA), que permite reunir em um mesmo dispositivo informações visuais que vão auxiliar na tomada de decisões em tempo real, integrando o ambiente industrial às projeções virtuais. Estima-se que mais de US\$100 bilhões de dólares de receita serão gerados pela tecnologia de Realidade Aumentada (RA) em todo mundo, ao longo dos próximos 24 meses.

Neste artigo, entenda o que é e quais são as aplicações da realidade aumentada na indústria.

O QUE É REALIDADE AUMENTADA?

Através da projeção de cenários virtuais sobre o mundo físico, a utilização da Realidade Aumentada permite uma integração em tempo real com informações e dados obtidos através da integração de dados provenientes de sistemas industriais, GPS, câmeras de vídeo e internet.

Integrados a dispositivos móveis, esses equipamentos formam imagens que representam uma interação direta entre o usuário e os objetos em seu ambiente de trabalho. No caso do setor industrial, permite o acompanhamento virtual de dados de processo, incluindo a operação de máquinas por parte de operadores, o acompanhamento da produção em tempo real por parte dos gestores e a orientação de procedimentos de manutenção e segurança no ambiente de produção para especialistas remotos, que atuem diretamente na manipulação dos equipamentos.

Para a indústria, isso significa um grande avanço, principalmente na redução de riscos para trabalhadores, aumento da capacidade nas linhas de produção e otimização de recursos na capacitação e manutenção dos processos industriais.

Descubra a seguir, as vantagens da realidade aumentada na indústria.

POR QUE IMPLANTAR A REALIDADE AUMENTADA NA INDÚSTRIA?

As experiências por meio da realidade aumentada têm agregado valor às indústrias que optam por integrar a tecnologia aos seus processos produtivos. Ela permite uma orientação de processos dentro das indústrias, a partir da visualização de detalhes em tempo real que, se não observados, podem prejudicar a eficiência produtiva.

Se aliada a alguma tecnologia de Inteligência Artificial (IA), a RA pode ser utilizada também para auxiliar na visualização precoce de desvios operacionais. A previsibilidade de falhas é uma das vantagens do uso de tais tecnologias no ambiente industrial, possibilitando a técnicos e operadores a identificação de problemas operacionais em máquinas e equipamentos antes mesmo que eles ocorram e permitindo a realização de ajustes simultâneos à operação, com auxílio do hardware de RA.

Servem como base para a experiência de realidade aumentada todas as informações técnicas do banco de dados da empresa, como os modelos de CAD (Computer-Aided Design), e dados provenientes de outras ferramentas de tecnologia e gestão industrial, como sistemas SCADA, PIMS e MES.

ANEXOS

Desta forma, é possível controlar processos complexos, que exigem das equipes produtivas mais assertividade e em que erros podem representar prejuízos financeiros significativos à sustentabilidade das empresas.

Segundo pesquisa realizada em 2018 pela PTC, as indústrias fabricantes de produtos industriais, automotivos, aeroespacial e de defesa têm liderado a adoção de realidade aumentada nos seus processos internos. As funções de RA mais utilizadas nas empresas estão nas áreas de fabricação, design, vendas e marketing, por funcionários de operação e em treinamento.

O investimento em realidade aumentada permite que novas funcionalidades sejam adicionadas às tecnologias de software e hardware, representando uma vantagem competitiva em um cenário onde a diferenciação de mercado se dá, principalmente, pela inovação tecnológica.

Em termos práticos, podemos citar algumas aplicações da Realidade Aumentada, cada vez mais utilizadas pela indústria.

APLICAÇÕES DA REALIDADE AUMENTADA NA INDÚSTRIA

Segurança do trabalho

Os processos de fabricação da indústria 4.0 têm por base a utilização de ferramentas que sejam capazes de prevenir riscos aos operadores diretos de máquinas.

A realidade aumentada permite que gestores e responsáveis diretos pelo operador verifiquem se ele está portando os equipamentos necessários para segurança individual e em quais condições está realizando a operação.

Sendo assim, garante-se a segurança no ambiente de trabalho, por meio do monitoramento remoto e em tempo real. Conseqüentemente, otimizam-se os custos operacionais pela melhor capacidade de gestão de riscos nos processos industriais, como em situações de manuseio de materiais perigosos e trabalhos realizados em altura e profundidades, através da utilização de EPIs de forma adequada.

Treinamento e capacitações

Na mesma mão da segurança, os treinamentos e capacitações realizados com suporte da RA permitem a simulação dos processos industriais de fabricação e funcionamento de máquinas.

Usando óculos de realidade aumentada, tablets ou smartphones, é possível conseguir ampliar a capacidade de aprendizado e retenção por parte dos funcionários, uma vez que essa tecnologia promove a interatividade como principal vantagem.

A possibilidade de manusear e entender a montagem de uma peça ou equipamento ao mesmo tempo em que se interage com ela(e), cria um engajamento e otimiza os recursos empregados em treinamentos presenciais.

Isso porque é possível realizar esses treinamentos com especialistas e técnicos à distância e com simulação de cenários 3D, onde as instruções sejam repassadas simultaneamente à prática do operador e a base de dados possibilite uma visualização de cada detalhe da máquina.



Manutenção Industrial

O funcionamento completo das atividades de todo o ciclo produtivo também pode ser facilitado pela aplicação da realidade aumentada na indústria, desde a prototipagem de produtos pelas equipes de desenvolvimento até o produto final.

Para que funcionários de chão de fábrica possam realizar a manutenção de equipamentos e máquinas, o auxílio remoto de especialistas e a visualização de protótipos e instruções diretamente no display do dispositivo permitem a resolução mais ágil e assertiva do problema.

O profissional pode ter acesso, por exemplo, a uma animação virtual de cada etapa necessária para a substituição de uma peça defeituosa. É possível ainda confirmar sua disponibilidade em estoque através da integração com sistemas corporativos de gestão.

O uso de realidade aumentada na manutenção industrial permite, portanto, a melhora na eficiência produtiva, uma vez que reduz o tempo e os custos de interrupção das atividades em plantas industriais.

Automação de processos na linha de produção

A automação de processos industriais está ligada à capacidade de resolução de problemas de forma ágil e eficaz.

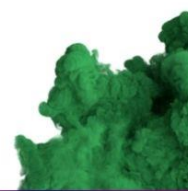
De maneira prática, aplicações de RA podem estar presentes no cronograma de funcionamento da planta, indicando as responsabilidades por funcionário e por processo (do mais ao menos complexo), qual o tempo de produção e em qual cadência ele precisa ser executado.

A realidade aumentada permite corrigir problemas operacionais com o acionamento imediato de profissionais envolvidos nos processos, independentemente da sua localização, para que possam realizar ou orientar os ajustes necessários.

CONCLUSÃO

A realidade aumentada já faz parte dos processos industriais brasileiros. Sua aplicação se tornou fundamental para a indústria 4.0, uma vez que integra funcionalidades tecnológicas à experiência humana para aumento da produtividade e competitividade de mercado, colaborando com a segurança e eficiência da indústria (Carlos Paiola, Diretor Comercial da Aquarius Software, cpaiola@aquarius.com.br)

PAIOLA, C. *As aplicações de Realidade Aumentada na Indústria 4.0*, 2019. Disponível em: <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/as-aplicacoes-de-realidade-aumentada-na-industria-40.html>. Acesso em: 18 set. 2019.



ANEXOS

Anexo 7 - Cloud, ou computação em nuvem, na indústria 4.0

Auxilia as indústrias a se adequarem ao conceito 4.0.

O Cloud Computing é uma tecnologia que faz parte da rotina de muitas pessoas, mesmo que elas não percebam. A chamada computação em nuvem está presente quando se consome conteúdo via streaming, edita documentos online, envia e-mails, entre outras tantas funções da vida cotidiana. Nas empresas, não é diferente. A nuvem é utilizada de a fim de armazenar informações, fazer análise de dados, acessar conteúdos e etc.

Basicamente o serviço de nuvem funciona assim: existe um provedor, que armazena uma quantidade enorme de informações, as analisa e distribui, e existe o receptor, que utiliza estas informações. A nuvem revolucionou o uso de dados ao passo que para se ter acesso a um documento, por exemplo, não é mais preciso tê-lo armazenado na própria máquina.

A tecnologia trouxe diversos benefícios, como diminuição de custo com armazenamento de informação, uma vez que as empresas não precisam mais obter os hardwares de armazenamento nem fazer a manutenção desta infraestrutura; aumento da velocidade do acesso à informação, já que com apenas um clique é possível abrir um documento, sem a necessidade de se ter uma banda larga da melhor qualidade para isso; escala, ao passo que as informações são descentralizadas, podendo ser acessadas, dependendo da autorização prévia, de qualquer lugar; desempenho, já que imprime velocidade e facilidade aos processos; e, por fim, segurança, porque os provedores investem em sistemas que protejam as informações que gerenciam.

Outro benefício da computação em nuvem é a atualização constante. Como a tecnologia fica a cargo do provedor, as empresas não precisam dispor de investimento para sempre estarem evoluindo seus hardwares, ou pesquisando novas formas de proteção da informação.

Utilização na indústria 4.0

A atividade industrial, naturalmente, produz e consome muitos dados. Com a implementação do conceito 4.0, então, a tendência é de que cada vez mais os processos industriais necessitem e gerem mais informações. Armazenar, processar, distribuir corretamente e assegurar essa quantidade de dados não é tarefa fácil de ser feita sem o auxílio da tecnologia.

A computação em nuvem permite que as indústrias imprimam muito mais funcionalidades no seu dia a dia. Por exemplo, na fabricação de um peça, as máquinas precisam de informações de comando, como quantidade, modelo, material utilizado e etc. Ao mesmo tempo, elas produzem informações do seu desempenho, quantidade de peças produzidas, entre outras. Para um funcionário fazer a gestão deste processo com computação em nuvem, ele apenas precisa ter acesso ao software que recebe as informações do provedor.

Na indústria, a computação em nuvem também se destaca por permitir a descentralização da informação. Cada profissional que atua em uma fábrica pode ter as informações necessárias para executar seu trabalho, mesmo que estas sejam provenientes de outra planta, de forma rápida e organizada. Além disso, por meio de acessos restritos, é possível segmentar quem tem acesso a o que.



Basicamente, portanto, a computação em nuvem, ou cloud, auxilia as indústrias a se adequarem ao conceito 4.0 ao passo que fornece infraestrutura para simplificar processos, agilizar a comunicação e fornecer dados em tempo real. O que se deve prestar mais atenção na aplicação do Cloud à indústria são os requisitos de segurança da informação e garantia de sua transmissão. A tecnologia implementa os recursos fundamentais para a indústria 4.0.

PEDERNEIRAS, G. Cloud, ou computação em nuvem, na indústria 4.0, 2019. Disponível em: <https://www.industria40.ind.br/artigo/17984-cloud-ou-computacao-em-nuvem-na-industria-40>. Acesso em: 18 set. 2019.



ANEXOS

Anexo 8 - Indústria 4.0 precisa de uma nova geração de ferramentas 3D

A "Indústria 4.0", que alguns chamam de "Internet industrial" e muitos outros termos, representa a mudança radical que está abalando os fundamentos da fabricação. A tecnologia de automação flexível é o processo de produção do futuro e se baseia em novos sistemas e estruturas. Este artigo analisa as importantes contribuições que o software da "fábrica digital" está fazendo para essa mudança revolucionária.



A Indústria 4.0 é um novo paradigma para a estrutura, o planejamento e a execução dos processos de produção através do uso de modernos métodos de TI e comunicação. Está produzindo ideias e conceitos completamente novos, nos quais as soluções de TI estão abrindo caminho crucial de duas perspectivas principais.

Primeiro, o software de simulação em 3D permite a visualização e validação de processos e tarefas de produção. Isso é importante, porque as plantas de produção raramente são estabelecidas do zero, mas geralmente são replanejadas enquanto a produção está em execução. Isso por si só não é novidade - há muito que soluções apropriadas para a fábrica digital estão em uso. Mas o que é novo é o seguinte: para transformar as ideias e os conceitos da Indústria 4.0 em realidade, fábricas virtuais e plantas modelo devem agora ser uma representação exata dos sistemas de produção reais. Não apenas em termos geométricos e cinemáticos, mas também em relação ao comportamento lógico e ao controle das unidades de fabricação. Eles, portanto, representam uma espécie de fábrica virtual de gêmeos ou sombras. Essa é a única maneira de passar de processos rígidos e prescritos para unidades de produção ágeis e auto organizadas.

Em segundo lugar, uma fábrica digital permite a implementação de novos processos de fabricação, conceitos de plantas e tecnologias que seriam muito caros ou mesmo impossíveis sem soluções baseadas em simulação. Quanto mais aplicativos robóticos forem usados - não apenas para tarefas simples de manuseio, mas também para etapas complexas de produção - maior será a necessidade de ferramentas de programação e simulação. As soluções de TI estão abrindo caminho para essas aplicações complexas, porque fornecem ao operador o ambiente de programação e simulação necessário para criar aplicações que foram representadas anteriormente por meio de um manual ou que não mostrariam a qualidade do processo necessária.

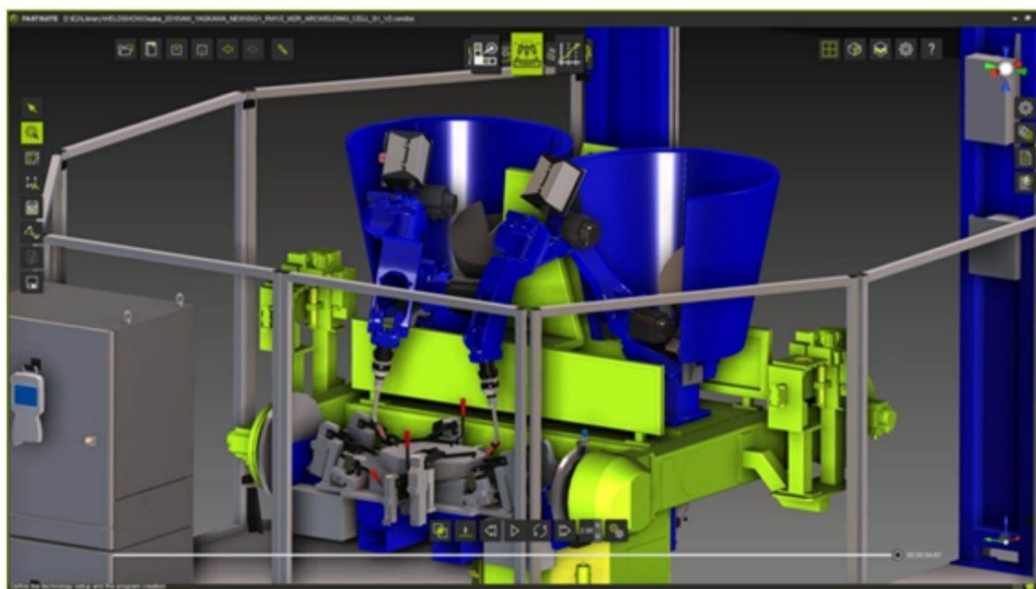
ANEXOS

Sistemas ciberfísicos são indispensáveis

No entanto, é importante entender que uma cópia virtual de uma planta ou linha de produção por si só não agrega valor à fabricação inteligente. A produção não será inteligente até que todos os componentes do processo de fabricação virtual se comuniquem exatamente como no ambiente real. Essa rede de componentes - a Internet das coisas - é o núcleo da Indústria 4.0 e abre caminho para sistemas "ciberfísicos". A fabricação inteligente traz uma mudança das linhas de automação e sistemas robóticos normalmente rígidos, criando soluções de automação flexíveis, cooperativas e ágeis. Isso envolve a transição de ferramentas intransigentes para sistemas de produção flexíveis que abrangem uma diversidade de variantes de produtos e a capacidade de reagir rapidamente a mudanças nos planos de produção. O ambiente resultante pode até produzir pequenos lotes com eficiência.

Essas altas demandas significam que a fabricação inteligente e a Indústria 4.0 são apenas para grandes empresas? Não, na verdade é o contrário. Como os métodos e ideias da Indústria 4.0 são aplicados a quantidades e subprocessos menores, ou a produtos com baixo volume de produção, as vantagens podem ser mais claramente reconhecidas e frequentemente implementadas mais rapidamente.

Os aplicativos de exemplo abaixo mostrarão como uma nova geração de ferramentas de fabricação digital se tornou a pioneira em tecnologias de fabricação progressivas e processos de produção futuros.



O FASTSUITE Edition 2, o software de última geração, suporta robôs colaborativos.



Demandas sobre software de “fábrica digital”

A primeira pergunta é quais propriedades o software de "fábrica digital" deve fornecer para ajudar as empresas a entrar eficientemente na fabricação inteligente. Primeiro, o software deve ser compatível com todos os sistemas CAD e funcionar com os robôs e máquinas de qualquer fabricante. Esse é um pré-requisito obrigatório para os relacionamentos com os clientes que estão se tornando cada vez mais diversificados com sistemas mais complexos e exigentes. Ao mesmo tempo, é necessário um programa que suporte todas as tecnologias, aplicativos e projetos de sistemas relevantes. Também deve ser facilmente expandido quando novas tecnologias entram em jogo. Isso requer uma estrutura de software escalável e adequadamente genérica. Além disso, o software deve trazer a abertura necessária para a integração harmoniosa nos cenários existentes do sistema, estruturas de dados e processos do cliente.

E por último, mas não menos importante, o projeto deve mostrar o sucesso inicial rapidamente. Para começar com pequenos projetos e obter resultados rápidos e concretos, mas também para alcançar um alto nível de expansão para automação e integração de processos, o software da “fábrica digital” deve ser modular e escalável. Ele deve permitir a configuração para o aplicativo específico e crescer conforme as necessidades da empresa mudam. Além de todas as características mencionadas, ele também deve ser econômico e muito fácil de usar.

Ferramentas de fabricação virtual em uso: um integrador de sistemas

Uma análise do trabalho diário de um integrador de sistemas deixa claro quais benefícios a nova geração de software de “fábrica digital” traz para as empresas.

Nas fases iniciais do projeto - às vezes até durante a fase de pré-venda - os integradores de sistemas devem documentar a eficiência e a funcionalidade de suas ofertas com estudos de caso, testes de acessibilidade e estudos de viabilidade. Essas tarefas devem ser executadas muito rapidamente e com os recursos mais abrangentes possíveis.

Um catálogo digital de recursos mecatrônicos facilita a definição e a validação de layouts 3D de alta qualidade. Além disso, uma ampla variedade de ferramentas de layout e simulação 3D também está disponível. A única pergunta é a seguinte: A solução de TI também garante que a simulação do processo reflita o comportamento real das células de fabricação a serem construídas posteriormente?



ANEXOS

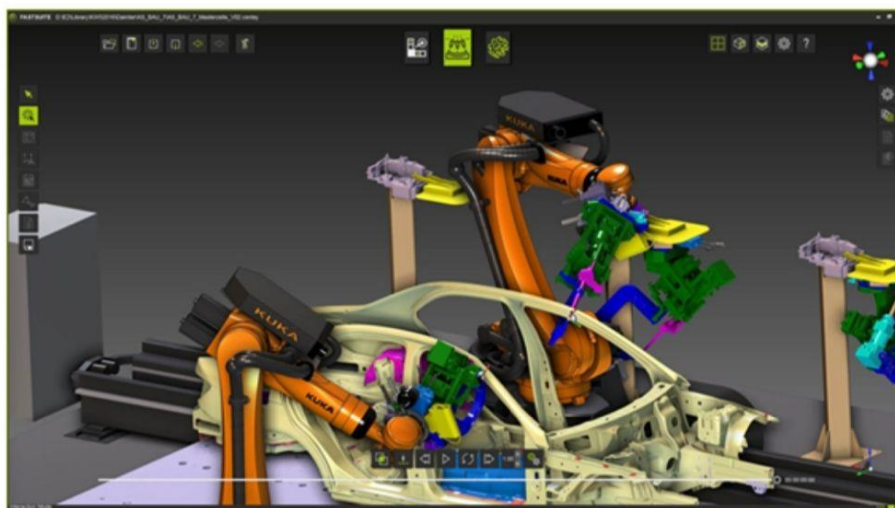
Feito para se ajustar: comportamento simulado e real

Em vez de criar um layout rápido com componentes CAD 3D do catálogo e, em seguida, programar os scripts e macros para simular o fluxo e o comportamento do material da célula, seria muito mais fácil usar componentes e recursos mecatrônicos para a definição do layout e ao mesmo tempo definir uma lógica esquemática para a ilha de produção. Dessa forma, pode-se garantir que o comportamento simulado e o real correspondam - porque a simulação é baseada na mesma lógica usada durante a programação do CLP e, portanto, corresponde ao comportamento real do sistema posteriormente.

Isso significa que nenhum layout de fabricação é limitado aos componentes padrão. Agora vale a pena quando as soluções de software da "fábrica digital" fornecem funções fáceis de usar para integrar novos componentes específicos do projeto no layout. Esse processo deve ser rápido e fácil para os usuários sem conhecimento de programação.

Ao mesmo tempo, a infraestrutura de software de novas soluções não se baseia mais em formatos proprietários, mas em padrões abertos. O uso consistente da AML (Automation Markup Language) como uma linguagem descritiva para modelos de sistema, por exemplo, permite uma interação consideravelmente mais simples com parceiros de engenharia por meio de troca padronizada e neutra em sistema de dados completos do sistema ou dados do equipamento, incluindo definições cinemáticas e lógicas. Além disso, o PLCOpen garante que a lógica do sistema na base dos primeiros conceitos de simulação também possa ser usada para programação posterior do PLC.

O requisito mais importante para o comissionamento virtual deve ser suportado pela arquitetura do software. O software FASTSUITE Edition 2, que é o produto de próxima geração do CENIT, por exemplo, usa uma memória compartilhada na qual os controles gravam os dados da simulação e a partir dos quais a visualização 3D lê os dados da simulação.



A Fábrica Digital depende de soluções que trabalhem com robôs colaborativos.



Comissionamento virtual

Essa abordagem de memória compartilhada também permite que os emuladores de controle substituam os componentes de controle reais durante a fase de aceitação. Nesses casos, nos referimos a um início de produção virtual ou comissionamento virtual.

Isso é possível porque todo o layout consiste em modelos de simulação ciberfísicos ou recursos mecatrônicos, fornecendo o link virtual para o software no loop ou o hardware no loop. Isso permite que o modelo virtual seja testado em relação aos controles reais antes que o sistema real seja colocado em operação. O comissionamento virtual suporta fluxos de trabalho paralelos e reduz riscos, erros e paradas na produção. Não é surpresa que a demanda esteja cada vez mais forte entre os fabricantes de automóveis.

É também um pré-requisito obrigatório para a integração de novos processos de produção com segurança de robôs, robôs cooperantes etc., para os quais a reprodução realista de comportamentos cada vez mais complexos e auto organizados por meio de programação e scripts macro não é mais possível.

Assim que as ilhas de produção são iniciadas, o mesmo layout virtual pode ser usado para introduzir novas peças e produtos. O aprendizado demorado e as interrupções de produção que o acompanham não são mais necessárias.

Novas tecnologias de fabricação requerem 3D

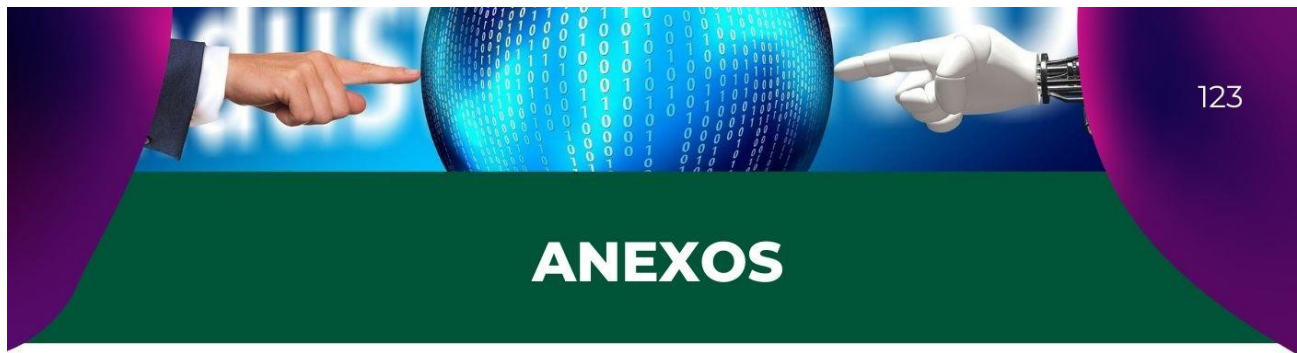
A vantagem de uma fábrica digital de alto desempenho não se limita apenas à programação offline de uma célula robô enquanto as células reais estão em operação. O desenvolvimento de tecnologias e aplicativos robóticos modernos traz ainda mais vantagens às soluções 3D para programação e simulações offline. Isso ocorre porque os movimentos 3D complexos agora em demanda não podem mais ser ensinados manualmente.

Processos de produção como enrolamento, vedação, adesão ou pintura de rolos exigem um ambiente virtual de programação e simulação, para que eles também possam ser operados com eficiência quando pequenos lotes forem recebidos ou a conversão for necessária com frequência.

Depois, há outro aspecto que mostra a vantagem de uma “fábrica digital” moderna: é muito mais eficiente reutilizar não apenas os dados CAD, mas também os metadados fornecidos pela engenharia (como os fixadores) em vez de redefini-los na produção a cada Tempo.

Outros cenários de aplicação

As vantagens mencionadas acima são relevantes para todas as indústrias de manufatura, como mostra uma olhada na indústria de aeronaves. Na construção de aeronaves, estamos vendo um uso crescente de células-robô na fabricação de materiais compostos/compósitos e nas tecnologias associadas, como colocar bandas, colocar patches e limpar moldes. Para isso, máquinas especiais e sistemas altamente complexos de robótica estão sendo usados nos departamentos de construção da estrutura. A indústria aeronáutica também impõe requisitos rigorosos à administração de dados de fixadores e automação de processos.



Aqui também, uma solução de fábrica virtual em 3D está se tornando um pré-requisito para a introdução de conceitos de automação com o objetivo de tornar supérfluos os processos manuais e alcançar um melhor desempenho de produção.

Os fornecedores de software devem se tornar parceiros do projeto

Os fornecedores das soluções de software certas devem se considerar cada vez mais como parceiros de projeto e implementação para as indústrias de manufatura, e também como construtores de pontes entre engenharia e produção. Muitas vezes, existem grandes discrepâncias entre os sistemas CAD, por um lado, e a fabricação, por outro. Os parceiros de software devem ajudar a fechar essas lacunas com eficiência.

Além disso: as tecnologias e os processos de fabricação estão se tornando cada vez mais complexos, enquanto as variantes de sistema e componente se tornam cada vez mais flexíveis. Isso exige que os fornecedores de software ofereçam soluções que tornem simples as coisas complexas e fáceis de controlar novamente.

A linha inferior

A tendência crescente de maior flexibilidade nos processos de fabricação por meio de aplicativos padronizados baseados em máquinas e robôs é imparável. O resultado serão processos de fabricação altamente adaptáveis, com os quais lotes de qualquer tamanho - incluindo apenas um - podem ser produzidos com eficiência.

Sabemos que a Indústria 4.0 nos fornece os conceitos e ideias necessários para essa mudança de paradigma. No entanto, a transformação também força os integradores de sistemas de TI e empresas de software a criar os sistemas mecatrônicos com um relacionamento de 1 para 1 com condições reais de produção. As soluções de "fábrica digital" são, portanto, o núcleo de tornar a Indústria 4.0 uma realidade.

HELMUT, Z. *Industry 4.0 Needs a New Generation of 3D Tools*, 2016. Cenit North America. Disponível em: <<https://www.manufacturingtomorrow.com/article/2016/07/industry-40-needs-a-new-generation-of-3d-tools/8345>>. Acesso em: 18 set. 2019.





Anexo 9 - Princípios da Indústria 4.0: integração horizontal e vertical

Eles foram estabelecidos no relatório de 2013, no qual os grupos de trabalho da Indústria 4.0 apresentaram suas conclusões sobre, entre outros, esses princípios e fundações. Lembre-se de que, conforme mencionado e como abordaremos mais detalhadamente, essas recomendações, princípios e outros itens se referiam principalmente à fabricação, mas que a Indústria 4.0 de fato, seus princípios, visão e elementos estão indo além da fabricação - e continuarão a fazê-lo à medida que a Indústria 4.0 passa da visão para a realidade, enfrentando a inevitável transformação de outras indústrias, como elas já estão ocorrendo hoje.

Apesar do fato de haver uma diferença entre integração horizontal e vertical, o objetivo é o mesmo: informações de dados em todo o ecossistema entre vários sistemas e em todos os processos, usando padrões de transferência de dados e criando a base para uma cadeia de valor e fornecimento automatizada.

Integração horizontal na indústria 4.0

Integração horizontal refere-se à integração de sistemas de TI para e através dos vários processos de produção e planejamento de negócios.

Entre esses vários processos, existem fluxos de materiais, energia e informação. Além disso, eles dizem respeito aos fluxos internos e externos (parceiros, fornecedores, clientes, mas também a outros membros do ecossistema, da logística à inovação) e às partes interessadas.

Em outras palavras: a integração horizontal se refere à digitalização em toda a cadeia de valor e fornecimento, na qual as trocas de dados e os sistemas de informações conectados ocupam o centro do palco. Como você pode imaginar essa não é uma tarefa pequena. Para iniciantes, nas organizações ainda existem alguns sistemas de TI desconectados. Este é um desafio para todas as organizações, industriais ou não. Se você começar a analisar a integração e o intercâmbio de dados com fornecedores, clientes e outras partes interessadas externas, o cenário se tornará ainda mais complexo.



ANEXOS



Integração horizontal na Indústria 4.0: do fornecedor ao consumidor, integração de ponta a ponta de sistemas de TI e fluxos de informações com IoT, análises e dados

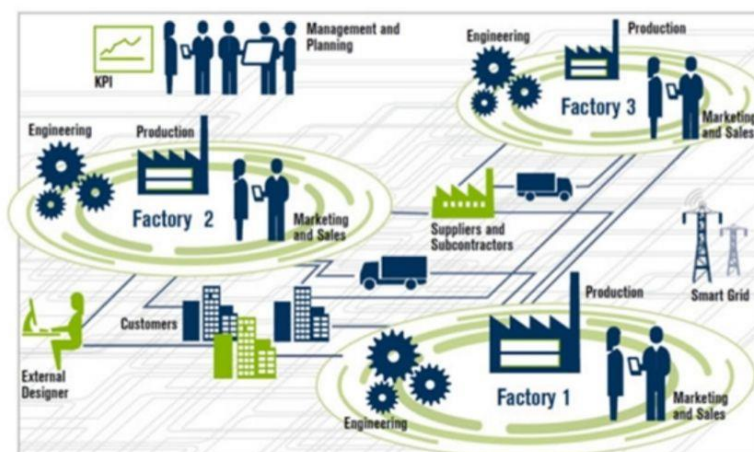
ANEXOS

Quer se trate de dados ou informações de produtos sobre os vários processos mencionados e outros em toda a cadeia de valor horizontal (portanto, o caminho do fornecedor e da produção até o cliente final e / ou outras partes interessadas / parceiros), ainda há muito trabalho a ser feito nesse sentido.

No entanto, é essencial para a Indústria 4.0 e para os negócios em geral. Os benefícios e os direcionadores dessa necessidade de sistemas de informações conectados horizontalmente são bastante comparáveis aos encontrados no gerenciamento de informações, assim como as desvantagens se os sistemas não estiverem integrados.

Estamos falando de atendimento e satisfação do cliente (com muitos clientes em cadeias de suprimentos), planejamento, produtividade e satisfação dos funcionários, velocidade e assim por diante. Compare-o com os desafios de gerenciamento de informações em um cenário de seguro: se as informações de back-office sobre, por exemplo, um processo de sinistros, não estiverem conectadas ao front-end, os agentes de atendimento ao cliente não poderão ajudar o cliente rápido o suficiente se buscar informações ou ajuda no (status) do processo. É exatamente o mesmo na Indústria 4.0 e na fabricação. Estamos apenas falando de mais partes interessadas, processos e partes interessadas altamente interdependentes, muito mais processos e dados e assim por diante.

É óbvio que a integração horizontal ajuda na coordenação horizontal, colaboração, economia de custos, criação de valor, velocidade (como um facilitador de serviços e operações tranquilos, mas também de um tempo mais rápido no mercado e na eficiência do trabalhador) e nas possibilidades de criar ecossistemas horizontais de valor, com base em informações.



Source: Hewlett-Packard 2013

A integração horizontal na Indústria 4.0 leva à criação de uma rede de valor horizontal mais forte e mais conectada - fonte e cortesia da HP (agora HPE)

No entanto, não é fácil. Pergunte a qualquer organização em qualquer setor. Por último, mas não menos importante: não estamos falando apenas de informações. É o conhecimento, ideias e ações que importam no final.

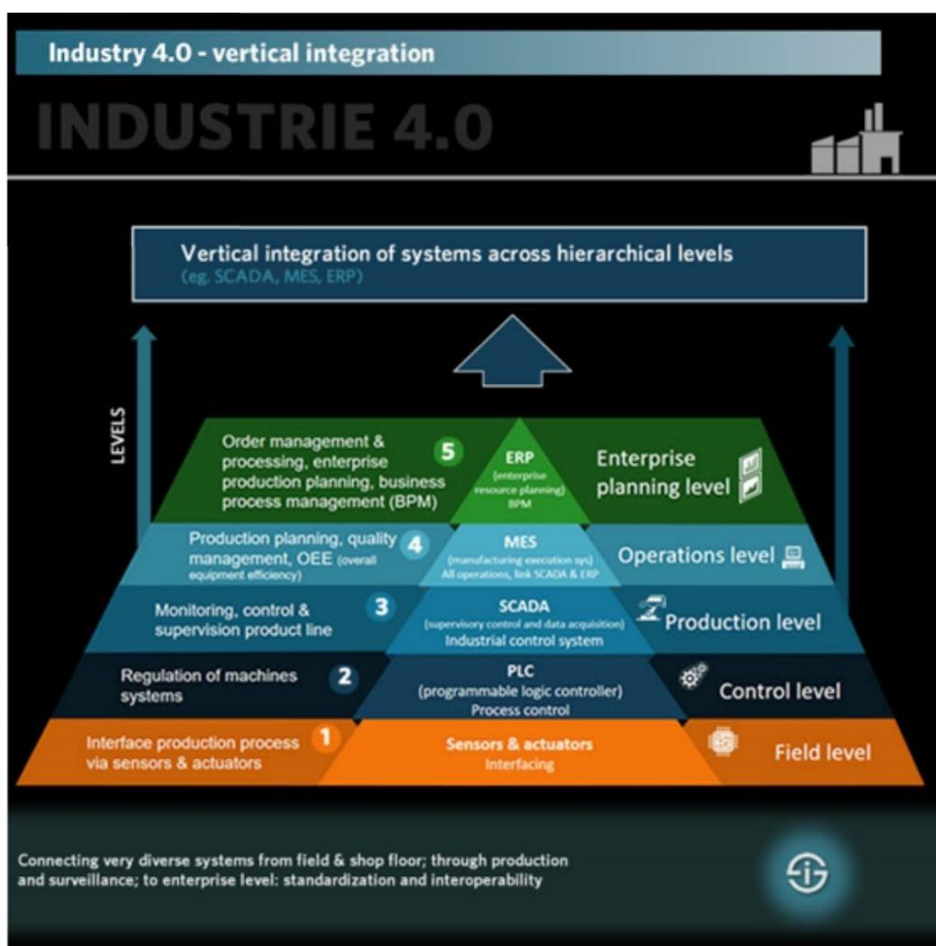
ANEXOS

Integração vertical na indústria 4.0

Enquanto a integração horizontal é sobre sistemas e fluxos de TI na cadeia de suprimentos / valor e os vários processos que a atravessam, a integração vertical tem um componente de nível hierárquico.

Em outras palavras: trata-se da integração de sistemas de TI em vários níveis hierárquicos de produção e manufatura, em vez de horizontais, em uma solução abrangente.

Esses níveis hierárquicos são, respectivamente, o nível de campo (interface com o processo de produção via sensores e atuadores), o nível de controle (regulação de máquinas e sistemas), o nível da linha de processo ou o nível real do processo de produção (que precisa ser monitorado e controlado), o nível de operações (planejamento da produção, gerenciamento da qualidade e assim por diante) e o nível de planejamento da empresa (gerenciamento e processamento de pedidos, maior planejamento geral da produção, etc.).





As soluções e tecnologias típicas nessa integração vertical incluem PLCs que controlam os processos de fabricação e ficam no nível de controle, o SCADA que permite vários níveis de processo de produção e tarefas de supervisão e é de fato comumente usado em sistemas de controle industrial, o MES ou sistema de execução de manufatura para o nível de gestão e o ERP inteligente para o nível corporativo, que é o nível mais alto nesta imagem hierárquica.

Como mencionado anteriormente, o MES (sistema de execução de fabricação) desempenha um papel central nos primeiros estágios da transformação da Indústria 4.0 como o hub digital de informações e conectividade.

i-SCOOP. *Industrie 4.0 principles: horizontal and vertical integration*, 2015. Disponível em: https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Horizontal_integration_in_Industry_4.0. Acesso em: 18 set. 2019.



ANEXOS

Anexo 10 - Internet das Coisas (IoT) - guia essencial de negócios da IoT

A Internet das Coisas (IoT) é uma rede de coisas conectadas à Internet. Essas coisas incluem dispositivos de IoT e ativos físicos habilitados para IoT. Eles variam de dispositivos de consumo, como soluções domésticas inteligentes ou rastreadores de animais de estimação a gado e lavoura conectados por sensor, ativos industriais, como máquinas, robôs, instalações de petróleo e gás ou mesmo trabalhadores.

De fato, você pode conectar tudo e tudo é realmente muito. A questão não é o que você pode conectar, mas por que você faria isso: o objetivo, os resultados. E aqui está bem, existem muitos objetivos em potencial que determinam quais coisas você deseja conectar para que você possa capturar dados deles (e enviar de, entre e / ou para eles).

IoT é um termo abrangente, com muitos casos de uso, tecnologias, padrões e aplicativos. Além disso, faz parte de uma realidade maior com ainda mais tecnologias. As coisas e os dados são o ponto de partida e a essência do que a IoT permite e significa. Os dispositivos e ativos de IoT estão equipados com eletrônicos, como sensores e atuadores, eletrônicos de conectividade / comunicação e software para capturar, filtrar e trocar dados sobre si mesmos, seu estado e seu ambiente.

A Internet das Coisas é a terceira onda no desenvolvimento da Internet.

A conexão das coisas da IoT e o uso dos dados da IoT permitem várias melhorias e inovações na vida dos consumidores, nos negócios, na saúde, na mobilidade, nas cidades e na sociedade. Os objetivos potenciais da IoT são frequentemente segmentados em casos de uso da IoT: razões pelas quais a IoT é implantada. Exemplos: monitoramento de saúde, rastreamento de ativos, monitoramento ambiental, manutenção preditiva e automação residencial.

Existem centenas de casos de uso da IoT, dependendo do setor e / ou tipo de aplicativo. Alguns casos de uso da IoT existem em diversos setores, outros são mais verticais. Um exemplo: o rastreamento de ativos é um caso de uso universal. Pode ser um aplicativo para o consumidor saber onde está o seu animal de estimação ou skate. Mas também pode significar rastrear contêineres em um enorme navio de carga. Mesmo princípio básico, um mundo de diferenças em relação às tecnologias e ao contexto.

A IoT é um fator essencial para inovação voltada para o cliente, otimização e automação orientada a dados, transformação digital, P&D e aplicativos totalmente novos, modelos de negócios e fluxos de receita em todos os setores. Neste guia de negócios da IoT, você pode aprender sobre as origens, tecnologias e evoluções da IoT com exemplos de negócios, aplicativos e pesquisas.



A Internet das Coisas é o próximo passo lógico na evolução da Internet e é a continuação das redes e tecnologias M2M (máquina a máquina), construindo e ampliando tecnologias em M2M, tecnologias móveis, RFID e muito mais.

As previsões mostram um universo esperado da Internet das Coisas com entre 20 e 30 bilhões de dispositivos conectados até 2020

A IoT se estende além dessas raízes, abrangendo-as e se tornando cada vez mais popular devido a vários fatores, incluindo os custos mais baixos dos sensores e a habilitação de tecnologias e redes.

A Internet das Coisas converge indústrias e áreas de negócios, unindo Tecnologia da Informação e Tecnologia Operacional (TI e OT) e contribuindo para a transformação industrial (Indústria 4.0) e uma onda de casos de uso no que é chamado de IoT Industrial e é o maior segmento da IoT aplicações e investimentos. As principais áreas de investimentos da Internet das Coisas (indústrias e casos de uso) incluem operações de manufatura, transporte, tecnologias de rede inteligente, edifícios inteligentes e, cada vez mais, Internet das Coisas do consumidor e automação residencial inteligente.

IoT na perspectiva mais ampla

IoT é um termo abrangente para uma ampla gama de tecnologias e serviços subjacentes, que dependem dos casos de uso e, por sua vez, fazem parte de um ecossistema de tecnologia mais amplo, que inclui tecnologias relacionadas, como inteligência artificial, computação em nuvem, cibersegurança de última geração, análises avançadas, big data, várias tecnologias de conectividade / comunicação, simulação com gêmeo digital, realidade aumentada e virtual, blockchain e muito mais.

Da perspectiva dos negócios, os ecossistemas, no sentido amplo de parcerias, colaborações, parcerias de canais, alianças e ecossistemas de inovação / colaboração também são essenciais para a IoT.



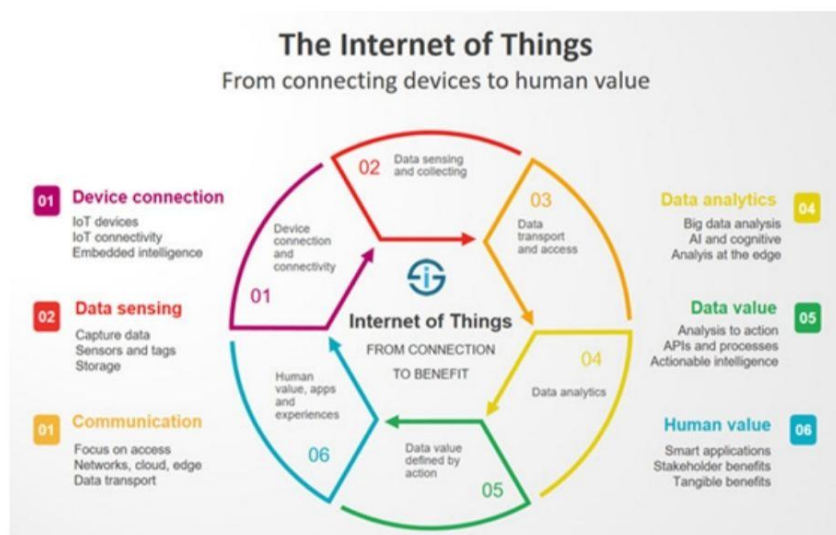
ANEXOS

A Internet das Coisas é a interconexão de pontos de extremidade (dispositivos e coisas) que podem ser endereçados e identificados exclusivamente com um endereço IP (Internet Protocol). Com a Internet das Coisas, os dispositivos podem ser conectados à Internet, detectar, coletar, receber e enviar dados e se comunicar entre si e aplicativos por meio de tecnologias IP, plataformas e soluções de conectividade.

A interconexão de dispositivos físicos com possibilidades incorporadas de detecção e comunicação, incluindo sensores e atuadores, não é nova e tem uma longa história no sentido de redes M2M das quais é um próximo e mais amplo passo. Na Internet das Coisas, os endpoints físicos são conectados através de endereços IP identificáveis exclusivamente; em que os dados podem ser coletados, agregados, comunicados e analisados (cada vez mais na borda da rede: computação de borda e computação de neblina) por meio de eletrônicos e software embarcados, nós de IoT e gateways de IoT, tecnologias de conectividade adicionais e as plataformas de nuvem, redes e IoT com uma crescente integração de IA, IoTe outras tecnologias, como blockchain.

A IoT é uma camada adicional de informações, interação, transação e ação que é adicionada à Internet graças a dispositivos equipados com recursos de detecção de dados, análise e comunicação, usando tecnologias da Internet. A Internet das Coisas une ainda mais as realidades digitais e físicas e potencializa a automação e as melhorias orientadas por informações no nível dos negócios, da sociedade e da vida das pessoas.

Os dados capturados, agregados e analisados são aproveitados para vários casos de uso, incluindo manutenção, decisões humanas, semi-autônomas e autônomas (em que os fluxos de dados não vêm apenas de dispositivos habilitados para IoT, mas também são trocados entre eles, ocorrem ou são enviados a eles na forma de instruções), pesquisa científica, monitoramento em tempo real, troca de dados, novos modelos de negócios e muito mais.



A Internet das Coisas é uma realidade nos negócios e além

ANEXOS

Em vários setores e empresas, a criação de valor tangível ao alavancar o poder da IoT está acontecendo há algum tempo, como mostram amplos exemplos da IoT da vida real.

No entanto, ainda levará até o próximo decênio (2020 e além) antes que exageros, barreiras e mal-entendidos sobre a Internet das Coisas desapareçam e incertezas e desafios em várias áreas sejam resolvidos. Além disso, será necessária uma nova abordagem radical à segurança.

Noções básicas sobre IoT

Para entender os benefícios, o valor, o contexto e até as tecnologias da IoT, é importante observar exemplos em vários aplicativos e indústrias.

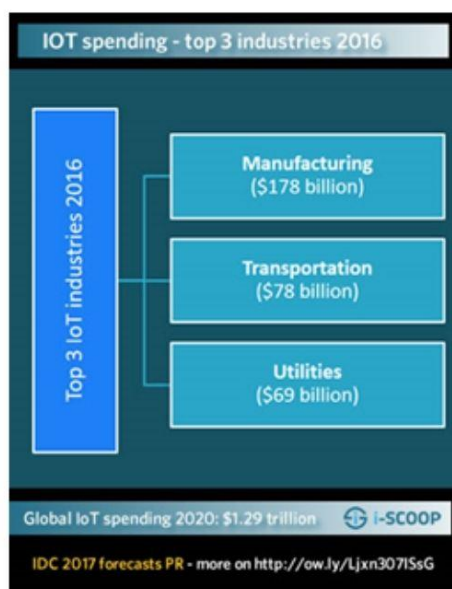
Embora a IoT seja frequentemente abordada como se fosse uma 'coisa', ela precisa entender as diferenças de uma perspectiva de aplicativos em áreas como a Internet Industrial das Coisas, a Internet das Coisas do Consumidor e, além desses 'sabores' e termos, os casos de uso da IoT mencionados.

O uso da Internet das Coisas acontece em velocidades diferentes. Os investimentos em IoT no setor de manufatura, por exemplo, são muito mais altos do que em qualquer outro setor vertical e no espaço CloT (Consumer Internet of Things) (mais sobre IoT no setor de manufatura).

Isso está prestes a mudar até 2020, embora a fabricação global ainda represente a maioria dos gastos em IoT (hardware, software, serviços e conectividade).

A indústria de manufatura, juntamente com transporte e serviços públicos, são as três principais áreas de investimento da IoT e fazem parte do que é conhecido como a Internet Industrial das Coisas.

A Internet das Coisas como uma realidade em evolução





Gasto com a Internet das Coisas das 3 principais indústrias de 2016 e previsão global de gastos da Internet das Coisas em 2020.

Apesar dos desafios, das diferentes velocidades e das rápidas evoluções que veremos até os primeiros anos da próxima década, a Internet das Coisas está aqui.

i-SCOOP. *The Internet of Things (IoT) – essential IoT business guide*, 2016. Disponível em: <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide>. Acesso em: 18 set. 2019.



ANEXOS

Anexo 11 - Internet das Coisas Industrial (IIoT) - riscos, soluções e evoluções de segurança cibernética

Em nossa visão geral da Internet Industrial das Coisas (IIoT) , as preocupações com a cibersegurança foram mencionadas como o desafio número um da adoção da IIoT Industrial. Outros veem os riscos à segurança como o segundo desafio mais importante da adoção da IIoT, mas isso realmente importa?

94% dos profissionais de segurança esperam que a IIoT aumente o risco e a vulnerabilidade em suas organizações (Tripwire)

A cibersegurança é CRUCIAL em todos os lugares da economia digital e certamente também é um grande desafio na IIoT. De que outra forma poderia ser?

Entre as iniciativas de transformação digital em andamento nas indústrias de manufatura, logística, transporte, saúde e outros setores, que normalmente são classificadas sob o rótulo Industrial Internet, violações de dados e todos os filhos de crimes cibernéticos e ameaças cibernéticas estão em ascensão.

No final, a IIoT, também no contexto industrial da Indústria 4.0, trata essencialmente do movimento para ecossistemas de valor orientados por informações. E quando falamos de informações, dados e valor, inevitavelmente falamos de riscos crescentes, pois são os principais ativos e impulsionadores do setor.



O (re) design de arquiteturas de segurança na Indústria 4.0

Portanto, não é como se os riscos e os ataques cibernéticos estivessem prestes a diminuir, em geral, nem nos mercados industriais.

Em nossa visão geral da transformação digital na área da saúde , por exemplo, vimos como, de acordo com a IDC, até 2018 o número de ataques de ransomware SOZINHO a organizações de saúde está prestes a dobrar (em um ano!).

E, como mencionamos em nosso artigo sobre segurança cibernética na economia de transformação digital , o Gartner espera que mais de 20% dos ataques à segurança da empresa envolvam conexões de IIoT até 2020.

ANEXOS

Olhando para a manufatura, a principal indústria da Internet das Coisas, do ponto de vista dos gastos com IoT, a IDC espera que, em 2018, uma proliferação de informações conectadas, instrumentações e redes de ecossistemas em nuvem de decisão leve os fabricantes a redesenhar suas arquiteturas de segurança, como você pode ler aqui .

O principal é realmente fazer algo a respeito e que, entre outros, significa segurança cibernética incorporada por design, ponta a ponta e, em muitos casos, redesenhada.

Os desafios de segurança da integração de TI / TO e a IIoT

Um dos muitos desafios em relação à segurança na Internet industrial das coisas é que, em alguns aspectos, é diferente, com diferenças ainda maiores dependendo do setor ou do caso de uso.

No entanto, sob outros aspectos, os riscos são muito semelhantes aos dos aplicativos para consumidores - e, no contexto de TI / TO (Tecnologia Operacional), as equipes operacionais serão expostas aos tipos de ataques que as equipes de TI estão acostumadas a ver, como afirma Robert Westervelt (IDC).

À medida que as empresas industriais buscam a IIoT, é importante entender as novas ameaças que podem afetar as operações críticas.



Maior conectividade com a tecnologia operacional (TO) expõe as equipes operacionais aos tipos de ataques que as equipes de TI estão acostumadas a ver, mas com riscos ainda maiores (Robert Westervelt, gerente de pesquisa de segurança da IDC)

As tecnologias operacionais que impulsionam a fabricação e outras operações têm vivido até agora em um isolamento relativamente esplêndido. Com a integração / convergência de TI (Tecnologia da Informação) e TO (Tecnologia Operacional), essencial para a Internet das Coisas Industrial, isso está mudando, obviamente com desafios de segurança.

De acordo com a IDC, apenas 20% das empresas poderão contornar problemas de segurança cibernética e alcançar a integração total de TI / TO em 2017.

Outros aspectos típicos da Internet industrial das coisas incluem a crescente importância da computação em nevoeiro ou "nevoeiro", como a Cisco chama ou computação de borda , o que realmente é. Você também encontra diferentes soluções de conectividade. Existe o elemento humano pelo qual o acesso a ativos, redes e dispositivos de IoT precisa ser imposto com políticas de segurança. Segurança de terminal, software, a lista continua.

ANEXOS

Estruturas de segurança da Internet das Coisas Industrial e novas abordagens

A indústria conhece os desafios e riscos da segurança cibernética em relação à Internet industrial das coisas, obviamente.



A Estrutura de Segurança da Internet das Coisas Industrial do Industrial Internet Consortium - faça o download do PDF (173 páginas)

Existe uma razão pela qual a CII (Industrial Internet Consortium) publicou um Industrial Internet Security Framework (IISF) em setembro de 2016.

Há também mais de uma razão pela qual a computação em neblina existe e o OpenFog Consortium não se concentra apenas em uma infraestrutura aberta e interoperável, mas também em fluxos de informações seguros.

A IDC espera que, até 2019, pelo menos 40% dos dados criados pela IoT sejam armazenados, processados, analisados e acionados próximo ou na extremidade da rede. Além dos benefícios que abordamos anteriormente, isso também tem consequências de segurança cibernética.



IIoT: caminhando para aplicativos mais complexos com tecnologias de segurança mais avançadas

Também não é como se, com a Internet industrial, de repente todos os aspectos de uma fábrica estivessem conectados à Internet, como alguns parecem pensar.

Até 2019, pelo menos 40% dos dados criados pela IoT serão armazenados, processados, analisados e acionados próximo ou na borda da rede (IDC)

O que vemos é uma mudança gradual na qual benefícios imediatos são buscados em áreas como manutenção, rastreamento, monitoramento e serviços. De fato, em muitas fábricas, mesmo em nichos intensivos em tecnologia, a nuvem, a Internet e, em certa medida, a Internet das Coisas estão começando a ser usadas para a otimização de processos industriais, pelos quais o processo de fabricação não seria ameaçada se não houver Internet ou um ataque.

Ainda assim, o mercado está evoluindo rapidamente. Conhecemos as previsões, realidades e esforços que estão sendo feitos para impulsionar a Internet industrial e, se a segurança cibernética é uma preocupação, seja o número um ou o número noventa na lista, ela precisa ser abordada, porque não é apenas uma preocupação, é uma realidade.

Além disso, está se tornando uma realidade cada vez maior e mais complexa. É por isso que as empresas estão investindo mais em segurança na nuvem e por que o mercado de sistemas de segurança cibernética com cognitivo e IA está crescendo à medida que os riscos de segurança cibernética se tornam muito complexos - e importantes.

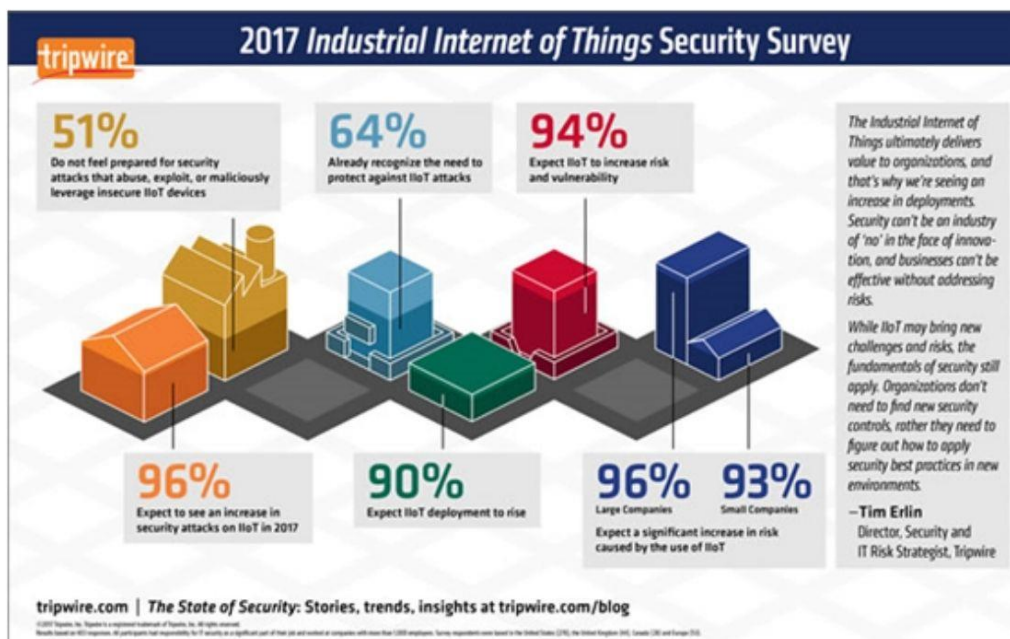
De acordo com a IDC, até 2018, 70% dos ambientes corporativos de segurança cibernética usarão tecnologias cognitivas / IA para ajudar os humanos a lidar com a escala e a complexidade cada vez maiores das ameaças cibernéticas.

Cibersegurança e a Internet industrial das coisas: percepções de risco - e prevenção

Os diretores de segurança da informação, os diretores de segurança, os CIOs e qualquer pessoa que lide profissionalmente com a segurança de TI sabem que os riscos também são altos na Internet industrial das coisas - e que o número de ataques aumentará.



ANEXOS



Pesquisa sobre Internet industrial das coisas e segurança cibernética 2017 - fonte Tripwire PR

De acordo com uma pesquisa de janeiro de 2017, lançada em março de 2017 e conduzida pela Dimensional Research para a Tripwire, 96% deles esperam um aumento de ataques à IIoT em 2017.

i-SCOOP. Industrial Internet of Things (IIoT) – cybersecurity risks, solutions and evolutions, 2017. Disponível em: <https://www.i-scoop.eu/internet-of-things-guide/industrial-internet-things-iiot-saving-costs-innovation/cybersecurity-industrial-internet-things>. Acesso em: 18 set. 2019.

ANEXOS

Anexo 12 - Big data em ação: definição, valor, evoluções, benefícios e contexto

O que é big data, como o big data é usado e por que o big data é essencial para a transformação digital e os negócios atuais baseados em dados, onde os dados e análises acionáveis são importantes no meio de volumes cada vez maiores de dados não estruturados que crescem rapidamente em vários casos de uso, processos de negócios e funções de negócios e indústrias?

De certa forma, Big Data significa "todos os dados" (no contexto da sua organização e de seu ecossistema). E existem alguns dados hoje em dia. O grande volume de dados que podemos captar é deslumbrante e, observando as taxas de crescimento do universo de dados digitais, apenas o deixa atordoado.

O tamanho, a diversidade e as aplicações do Big Data estão se acelerando a uma taxa quase exponencial (Qubole)

Com a IoT (Internet das Coisas) e a transformação digital tendo um impacto em todas as verticais, fica ainda mais rápido. Mais importante: os dados se tornaram um ativo de negócios além da crença. Então, é melhor tratá-los bem.

Originalmente, Big Data era usado principalmente como termo para se referir ao tamanho e complexidade dos conjuntos de dados, bem como às diferentes formas de processamento, análise e assim por diante, necessárias para lidar com esses conjuntos de dados maiores e mais complexos e desbloquear seu valor. A maioria das pessoas costumava olhar para a perspectiva pura de volume e variedade: mais dados, mais tipos de dados, mais fontes de dados e mais diversas formas de dados. Mas dados como tais não têm sentido, assim como volume. O que realmente importa é significado, dados acionáveis, informações acionáveis, inteligência acionável, uma meta e ... a ação para chegar lá e passar de dados para decisões e "ações, graças à análise de Big Data (BDA) e, de que outra forma, inteligência artificial.



Big data: de volume para "mais volume", mas principalmente para valor

É fácil perceber por que ficamos fascinados com volume e variedade, se você perceber a quantidade de dados que realmente existem (os números mudam o tempo todo, são realmente exponenciais) e de quantas maneiras, formatos e formas eles vêm, de uma variedade de fontes.

O controle do Big Data e do Fast Data pode ajudar as organizações a perceber mudanças em seus mercados e bases de clientes e, então, fazer algo a respeito.

ANEXOS

Considere os dados na Web, os logs de transações, os dados sociais e os que são extraídos de bilhões de documentos digitalizados. Considere vários outros tipos de dados não estruturados, como email e mensagens de texto, dados gerados em vários aplicativos (ERP, CRM, sistemas de gerenciamento da cadeia de suprimentos, qualquer coisa no escopo mais amplo de fornecedores e sistemas de processos de negócios, aplicativos verticais como sistemas de gerenciamento de edifícios etc.), dados de geolocalização e, cada vez mais, dados de sensores e outros dispositivos e componentes de geração de dados no domínio da IoT e, principalmente, sua variante industrial, a IoT Industrial (e para a Indústria Européia 4.0, uma estrutura muito intensiva em dados).

Independentemente de quando você lê isto: se você acha que os volumes de dados existentes no ecossistema da sua organização estão prestes a diminuir, pense novamente. Você pode imaginar como o Big Data e a Internet das Coisas, juntamente com a inteligência artificial, necessária para entender todos esses dados, apenas começaram a mostrar um vislumbre de seu tremendo impacto como, na realidade, para a maioria das tecnologias e aplicativos, se se trata de gêmeos digitais, manutenção preditiva ou mesmo IoT (e tecnologias relacionadas que habilitam alguns desses aplicativos; pense em AR e VR) como tal, ainda é relativamente cedo para a maioria.

A oportunidade de informações do Big Data

Portanto, o termo Big Data possui experiência em tecnologia e processamento em uma era da informação cada vez mais digital e não estruturada, em que conjuntos de dados cada vez maiores se tornaram disponíveis e mais fontes de dados foram adicionadas, levando a um verdadeiro caos de dados.

Espera-se que o mercado de dados totais cresça de pouco menos de US \$ 70 bilhões em receita em 2015 para US \$ 132 bilhões em 2020 - 451 Research, 2016.

No entanto, assim como o caos das informações é sobre oportunidades de informações, o caos do Big Data também é sobre oportunidades e propósitos. Além disso, a beleza do Big Data é que ele não segue rigorosamente as regras clássicas dos processos de dados e informações, e mesmo dados perfeitamente burros podem levar a ótimos resultados, como Greg Satell explica na Forbes.

O aumento mencionado de conjuntos de dados grandes e complexos também exigiu uma abordagem diferente no contexto 'rápido' de uma economia em tempo real, onde o acesso rápido a dados e informações complexos é mais importante do que nunca. Pense em dispositivos de detecção de informações que orientam ações em tempo real, por exemplo. Ou as crescentes expectativas das pessoas em termos de informações / feedback rápidos e precisos ao procurá-las para um ou outro propósito. De fato, a otimização da experiência do cliente, o atendimento ao cliente etc. também são os principais objetivos de muitos projetos de big data.

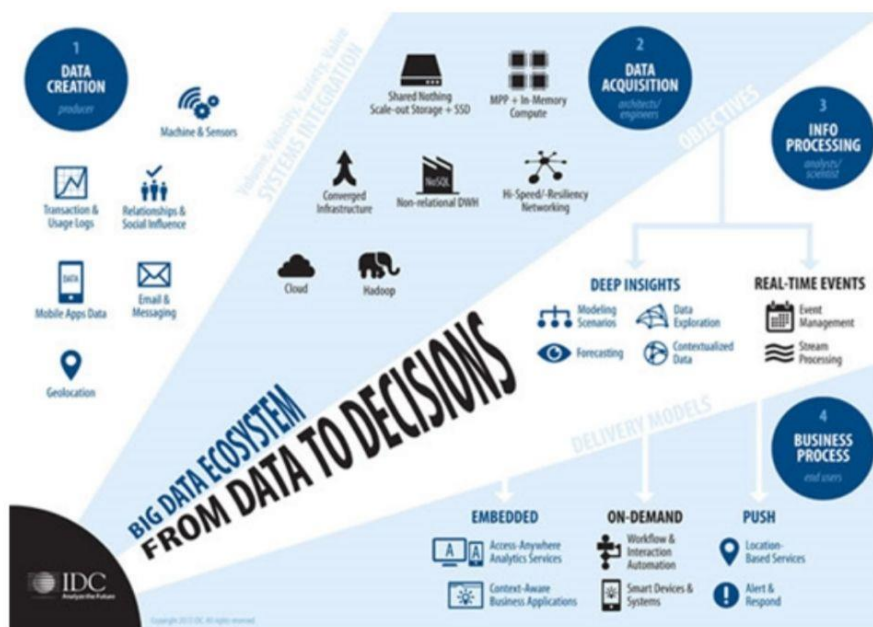


ANEXOS

De big data a grandes insights e grandes decisões

Em meio a todas essas evoluções, a definição do termo Big Data, realmente um termo genérico, vem evoluindo, afastando-se de sua definição original no sentido de controlar o volume, a velocidade e a variedade de dados, conforme descrito neste documento do 2001 META Group / Gartner (PDF é aberto) .

A atenção renovada para o Big Data nos últimos anos foi causada por uma combinação de tecnologias de código aberto para armazenar e manipular dados e o crescente volume de dados, como escreve Timo Elliot . Acrescente a isso as várias outras tecnologias da terceira plataforma, das quais o Big Data (de fato, o Big Data Analytics) faz parte, como computação em nuvem, dispositivos móveis e 'aceleradores' adicionais, como a IoT, e fica claro por que o Big Data ganhou muito mais do que apenas alguma atenção renovada, mas levou a um amplo ecossistema de Big Data, como mostrado abaixo.



Ecossistema de Big Data - dos dados às decisões - IDC

Hoje, e certamente aqui, analisamos a perspectiva de negócios, inteligência, decisão e valor / oportunidade. Do volume ao valor (que dados precisamos criar para qual benefício) e do caos à mineração e significado, enfatizando a análise de dados, insights e ações.

Uma questão fundamental nesse caos de dados - predominantemente não estruturado - é quais são os dados certos que precisamos para alcançar uma ou mais ações possíveis. A criação de valor do Big Data - e de dados e informações em geral - é holística, impulsionada pelos resultados desejados.

ANEXOS

Big data são ativos de informações de grande volume, variabilidade e diversidade que exigem formas inovadoras e econômicas de processamento de informações para uma percepção e tomada de decisão aprimoradas (Gartner).

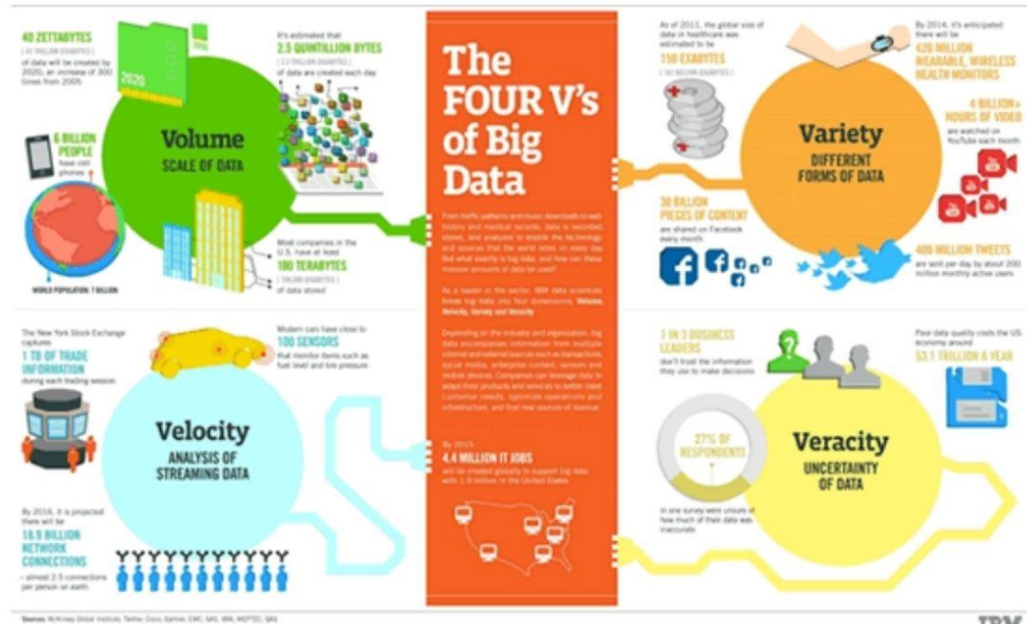
Com a Internet das Coisas acontecendo e a digitalização contínua em muitas áreas da sociedade, ciência e negócios, a coleta, o processamento e a análise de conjuntos de dados e os dados RIGHT são um desafio e uma oportunidade para os próximos anos.

Como tal, o Big Data não tem sentido ou é melhor: como mencionado, é (usado) como um termo genérico. E, como é o caso da maioria dos termos guarda-chuva "populares", há muita confusão. Analisar conjuntos de dados e transformar dados em inteligência e ação relevante é essencial.

Big Data: uma consequência e um catalisador

Embora o Big Data seja frequentemente mal compreendido da perspectiva dos negócios (mais uma vez, trata-se de usar os 'dados certos' no momento certo pelas razões certas) e há debates sobre o uso de dados específicos pelas organizações, é claro que o Big Data é uma consequência lógica de uma era digital.

Ao mesmo tempo, é um catalisador em várias áreas dos negócios e da sociedade digital. Apenas um exemplo: o Big Data é um dos principais impulsionadores das evoluções do gerenciamento de informações e, é claro, desempenha um papel em muitos projetos e oportunidades de transformação digital.



Os 4 Vs de Big Data da IBM



ANEXOS

A importância do Big Data e, mais importante, a inteligência, análise, interpretação, combinação e valor que as organizações inteligentes derivam de uma perspectiva de 'dados corretos' e 'relevância', impulsionando a maneira como as organizações trabalham e impactando as prioridades de recrutamento e habilidades. Os vencedores entenderão o Valor em vez de apenas a tecnologia e isso exige analistas de dados, mas também executivos e profissionais em muitas funções que precisam adquirir uma mentalidade analítica e muito menos digital. Um enorme desafio, certamente em domínios como marketing e gerenciamento.

Os Vs do Big Data: Agregando Valor

Além dos três tradicionais "Vs" de big data, a IBM decidiu adicionar um quarto, como você pode ver na ilustração acima.

Por que não? No final, o valor é o que buscamos. E, claro, também há valor em dados e informações. Talvez não seja tão óbvio quanto volume e assim por diante. Outros adicionaram ainda mais 'V'. Podemos pensar em um também, mas não vamos lá.

Volume

O grande volume de dados e informações que são criados pelos quais conversamos principalmente sobre infraestrutura, processamento e gerenciamento de big data, seja de maneira seletiva.



Os 3V's originais - volume, velocidade e variedade - Shutterstock - Copyright: a-imager

ANEXOS

Velocidade

A Velocidade é onde a análise, ação e também captura rápida, processamento e entendimento acontecem e também onde nós examinamos a velocidade e os mecanismos em que grandes quantidades de dados podem ser processadas para obter resultados cada vez mais próximos no tempo ou em tempo real, geralmente levando ao necessidade de dados rápidos .

Variedade

Além dos dados produzidos em um amplo contexto digital, independentemente da função comercial, área social ou sistemas, há um grande aumento nos dados criados em níveis mais específicos. Variedade é sobre os vários tipos, sendo estruturado, não estruturado e qualquer coisa entre estes dois níveis.

Veracidade

A veracidade tem tudo a ver com precisão que, do ponto de vista da decisão e da inteligência, se torna certeza e o grau em que podemos confiar nos dados para fazer o que precisamos / queremos fazer.

Valor

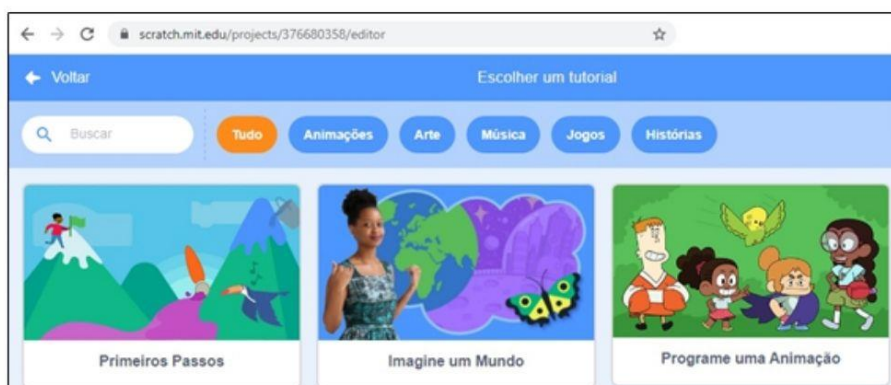
Como dito, agregamos valor ao objetivo, ao resultado, à priorização e ao valor e relevância gerais criados nos aplicativos de Big Data, nos quais o valor está nos olhos de quem vê e de quem está interessado e nunca ou raramente na dimensão volume. Bem-vindo ao Big Data em Ação.

I-SCOOP. **Big data in action: definition, value, evolutions, benefits and context**, 2017. Disponível em: <https://www.i-scoop.eu/big-data-action-value-context>. Acesso em: 18 set. 2019.

ANEXOS

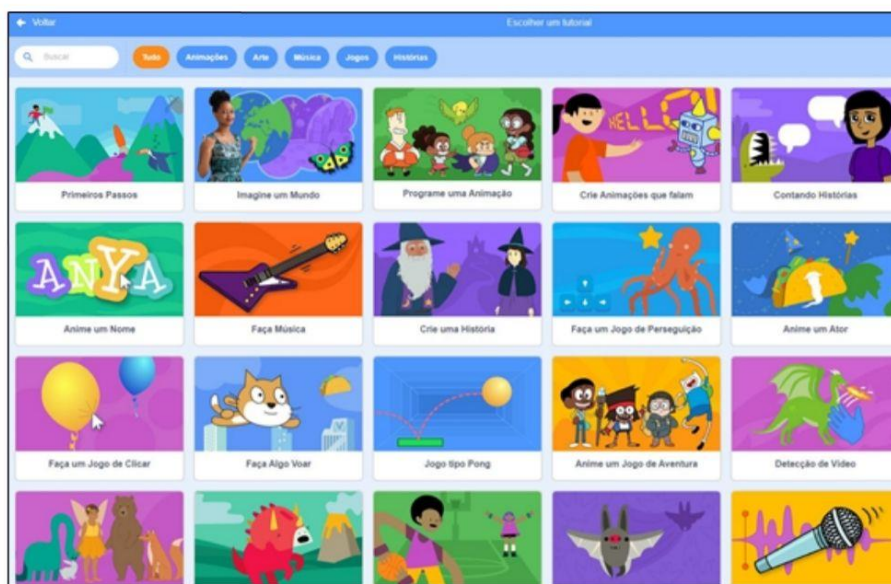
Anexo 13 – Executando os Três Primeiros Exemplos Scratch

Acesso em (scratch.mit.edu ==> Criar ==> Tutoriais).



Anexo 14 – Executando os Vinte Primeiros Exemplos Scratch

Acesso em (scratch.mit.edu ==> Criar ==> Tutoriais).

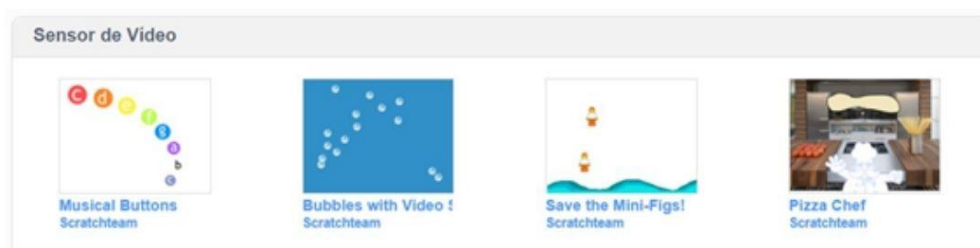




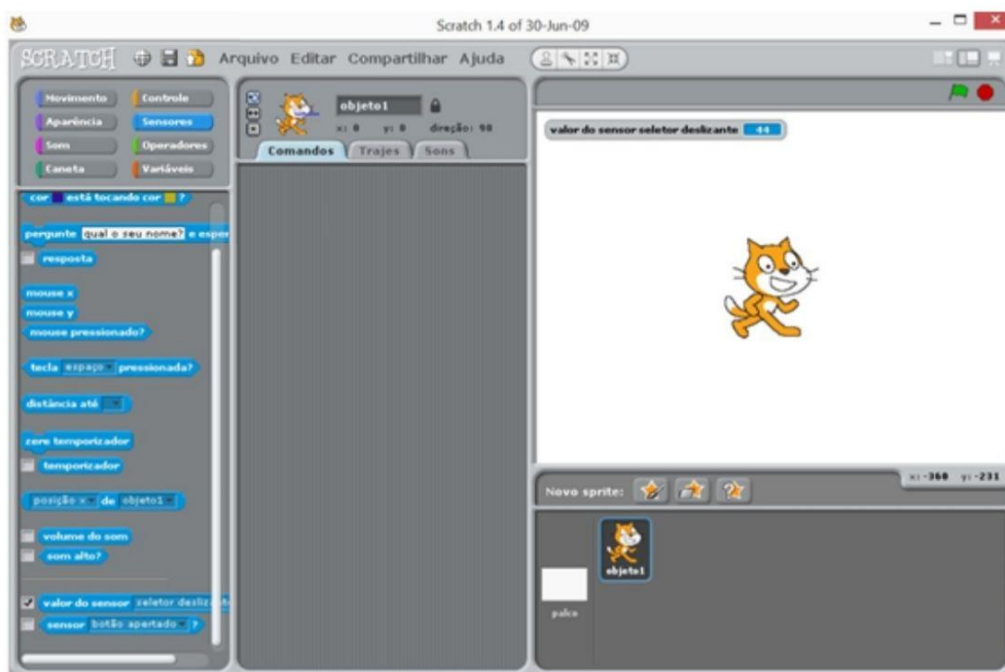
ANEXOS

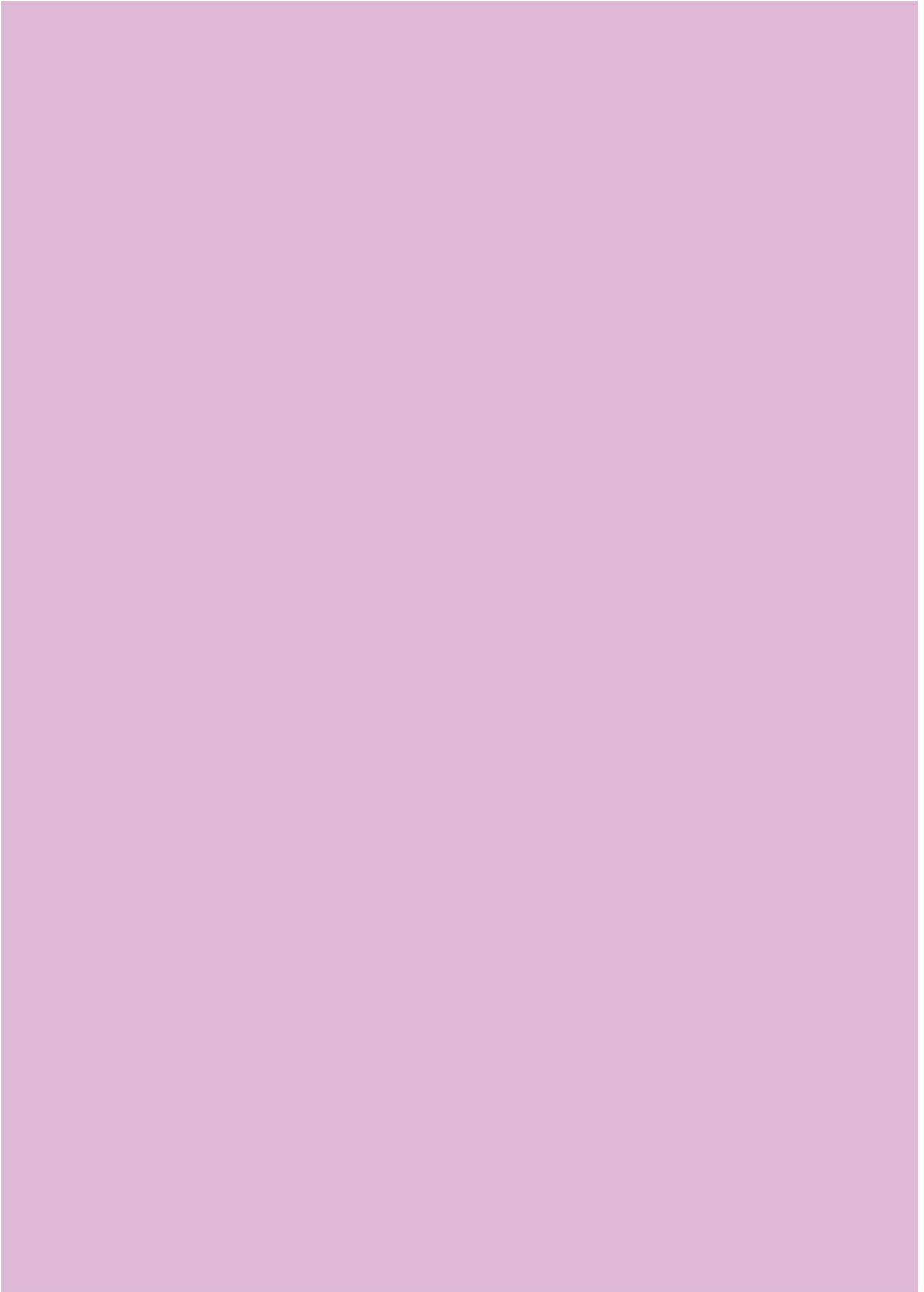
Anexo 15 – Executando os Quatro Exemplos de “Sensor de Vídeo”

Acesso em (<https://scratch.mit.edu/starter-projects>).



Anexo 16 – Scratch 1.4





APÊNDICE B – Entrevista Inicial

ENTREVISTA INICIAL

Dados do(a) entrevistado(a):

Nome:

Sexo: () F () M

Data de nascimento:

Estado civil:

Naturalidade:

Município onde reside:

Tempo de serviço na Escola:

Tempo de serviço como Docente:

Graduação (curso/instituição/data):

Especialização (curso/instituição/data):

Mestrado (curso/instituição/data):

Doutorado (curso/instituição/data):

Local/data:

Perguntas:

1) Qual seu nível de escolaridade?

Graduado (a)

Especialista

Mestre

Doutor (a)

2) Quais as áreas de conhecimentos (unidades curriculares) trabalhadas nesta instituição nos últimos 5 anos, como docente e durante quanto tempo?

Unidade Curricular:.....Tempo:.....

Unidade Curricular:.....Tempo:.....

Unidade Curricular:.....Tempo:.....

Unidade Curricular:.....Tempo:.....

3) Quanto tempo tens de experiência como docente na Unidade Curricular de Usinagem?

4) Tens formação pedagógica?

- 5) Quais são as principais características, habilidades e competências que pretendes desenvolver em seus estudantes?
- 6) O que você entende por Indústria 4.0 (Quarta Revolução Industrial)?
- 7) Como você obteve este conhecimento? Por meio de Cursos Formais ou de pesquisas por conta própria? (Essa pergunta será realizada caso a anterior seja respondida positivamente)
- 8) Você considera importante que um profissional domine conceitualmente o tema Indústria 4.0?
- 9) Você acredita que Cursos na área de controle e processos industriais deveriam contemplar o tema Indústria 4.0?
- 10) Quais são os pré-requisitos que você julga fundamentais para um estudante participar das aulas sobre a indústria 4.0 e ter um bom aproveitamento escolar?
- 11) De que forma e quais atividades pedagógicas você consideraria as mais adequadas para o ensino do conteúdo relativo a Indústria 4.0?
- 12) Utiliza alguma estratégia pedagógica diferente da tradicional? Qual o motivo dessa escolha?
- 13) Quais são as atividades pedagógicas empregadas em suas aulas?
- 14) Costumas utilizar situações de aprendizagem que se relacionem com o que o estudante poderá enfrentar em seu futuro ambiente de trabalho? Já pensou em empregar?
- 15) Na sua opinião, quais os principais desafios enfrentados pelo professor no planejamento de suas aulas?
- 16) Como pensas que deve ser um material orientador do estudo da Indústria 4.0?
- 17) Considera a possibilidade de testar uma sequência didática com atividades pedagógicas que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem em suas aulas? Terias alguma restrição em utilizar?

APÊNDICE C – Questionário Final

Prezado Professor(a), você concorda em responder este rápido questionário? *

Sim, concordo

Não, discordo

Identificação do(a) Professor(a)

1) Gênero:

2) Idade:

18 a 25 anos

26 a 30 anos

31 a 40 anos

41 a 50 anos

51 a 60 anos

Mais de 60 anos

3) Tempo de serviço no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia:

1 a 4 anos

5 a 9 anos

Mais de 9 anos

4) Campus em que atua:

5) Titulação máxima acadêmica:

- Graduação
- Especialização
- Mestrado
- Doutorado
- Pós-doutorado

6) Área de titulação máxima acadêmica:

7) Em que curso(s) atua(s) como Professor?

**AVALIAÇÃO DO PRODUTO
EDUCACIONAL POR CATEGORIA
"Uso de Estratégias de Ensino"**

8) Você utiliza estratégias de ensino diferenciadas em suas aulas?

- Sim
- Não

8.1) Em caso afirmativo, quais?

8.2) Em caso negativo, por quê?

9) Quais os principais desafios enfrentados pelo professor na escolha de estratégias de ensino?

10) Qual é o seu nível de conhecimento sobre a Indústria 4.0 (Quarta Revolução Industrial)?

- Ótimo
- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Ruim

10.1) Em caso afirmativo, de que forma aprendeu? (você pode marcar mais de uma opção)

- Livros Físicos
- E-books
- Vídeos (Youtube, etc.)
- Palestras
- Cursos Presenciais
- Cursos EAD (Ensino a Distância)
- Cursos Online (Previamente Gravados)
- Internet

10.2) De que outras formas aprendeu sobre a Indústria 4.0?

11) Qual é a importância de se abordar o tema Indústria 4.0 no ensino médio integrado, na área de controle e processos industriais?

**AVALIAÇÃO DO PRODUTO
EDUCACIONAL POR CATEGORIA**
"Aplicabilidade do Produto
Educativo (Sequência Didática)"

12) Você considera a Sequência Didática acerca da Indústria 4.0 um material apto para ser utilizado em sala de aula?

Sim

Não

12.1) Em caso afirmativo, por que você considera a Sequência Didática acerca da Indústria 4.0 um material apto para ser utilizado em sala de aula? (você pode marcar mais de uma opção)

- Mobiliza os Alunos para a Aprendizagem Ativa
- O Tema "Indústria 4.0" é de Interesse dos Alunos
- As Estratégias de Ensino Escolhidas Estão Adequadas
- Material é Atrativo
- Os Alunos querem se preparar para o Futuro

12.2) Que outros aspectos positivos gostaria de destacar acerca da Sequência Didática?

13) Com base na Sequência Didática apresentada, que fragilidades você considera mais relevantes ao usar este Produto Educacional nos espaços educativos da Educação Profissional e Tecnológica? (você pode marcar mais de uma opção)

- Escassez de Tempo em Aula
- Falta de Conhecimento Prévio dos Alunos sobre a Indústria 4.0
- Falta de Conhecimento Prévio dos Professores sobre a Indústria 4.0
- Infraestrutura (inclusive de TIC) da Instituição de Ensino
- Resistência dos Alunos a Estratégias de Ensino Não-Ortodoxas

13.1) Que outros aspectos negativos gostaria de destacar?

14) Você considera que o material apresentado auxilia o ensino do tema Indústria 4.0 para os estudantes do ensino médio integrado?

- Sim
- Não

14.1) Justifique sua resposta?

15) Quanto ao conteúdo, você considera o material apresentado:

- Ótimo
- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Ruim

16) Quanto ao grau de importância da utilização da Sequência Didática sobre a I4.0 no ensino, você considera

- Essencial
- Recomendado
- Limitado
- Pouco Importante
- Desnecessário

AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL POR CATEGORIA
"Apresentação do Produto Educacional (Sequência Didática)"

17) Considerando a ATRATIVIDADE do material, qual sua avaliação geral sobre o produto, de acordo com a escala abaixo?

- Ótimo
- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Ruim

18) Quanto ao design gráfico, você considera o material apresentado:

- Ótimo
- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Ruim

19) Quanto à clareza das informações, você considera o material apresentado:

- Ótimo
- Muito Bom
- Bom
- Regular
- Ruim

20) Você utilizaria este material para ensinar sobre a Indústria 4.0?

- Certamente
- Provavelmente
- Possivelmente
- Dificilmente
- Não usaria

21) Que sugestões você daria para aprimorar o material apresentado?

APÊNDICE D – TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS INICIAIS

⇒ Professor A1

3) Quanto tempo tens de experiência como docente na Unidade Curricular de Usinagem? 15 a 20 anos mais ou menos.

4) Tens formação pedagógica? Sim eu fiz a metodologia de ensino superior que era obrigado para lecionar na Feevale e tô concluindo uma especialização agora em pedagogia para lecionar em escolas técnicas.

5) Quais são as principais características, habilidades e competências que pretendes desenvolver em seus estudantes? Bom, eu sempre comento assim que a Usinagem para eles serem operadores de máquinas eles têm o SENAI que é uma ótima escola de Formação de operadores na escola técnica eles não precisam ter habilidade manual que vai ter um torneiro, um fresador e um mandrilador, mas eles têm que ter além um pouquinho da habilidade manual mas o conhecimento técnico em parâmetros de usinagem, em máquinas ferramentas, em processos então foge um pouquinho da formação de operadores é mais conhecimento formal em relação a usinagem, ferramentas, tempos, processos né que é o que eu pretendo digamos e tô tentando formar aqui no colégio. Uma visão geral mais focada nos parâmetros elétricos de custo homem hora máquina processo aquele né cronograma, otimizar operações de usinagem.

6) O que você entende por Indústria 4.0 (Quarta Revolução Industrial)? Bom, eu li assuntos eu não sou especialista eu li o início, da onde começou e a escola eu acredito que a nossa escola ela tá bem distante do projeto da indústria 4.0 eu posso falar no meu material que é Usinagem elementos de máquina ela tá bem fora desse foco. A Usinagem ainda é convencional, é muito convencional tem um torno CNC aqui pouquíssima automação muito pouco então a gente até comentou aqui em várias reuniões que que nós estamos formando, digamos assim, um técnico para trabalhar na indústria do passado e não do futuro.

7) Como você obteve este conhecimento? Por meio de Cursos Formais ou de pesquisas por conta própria? (Essa pergunta será realizada caso a anterior seja respondida positivamente) Foi exatamente por pesquisa por conta própria né porque eu comecei a ouvir falar muito na indústria 4.0. Fui num seminário da ISCAR a ISCAR é aquela fabricante de ferramentas para Metal duro né de fabricação israelense e lá nesse seminário eu ouvi falar na indústria 4.0 até então eu não tinha ouvido falar. Foi a uns 2 anos atrás mais ou menos. E aí eu comecei a ouvir falar na indústria 4.0 aí eu disse pô eu não conhecia aí fui para internet comecei a buscar informações a respeito do que era a indústria 4.0? Qual era o objetivo? Da onde ela tinha iniciado? Como ela tinha começado? E depois teve um folder do Senai aqui do CETEMP ofertando cursos até uma especialização em indústria 4.0. Eu não fiz o curso, mas eu fui buscar informações dali daí né.

8) Você considera importante que um profissional domine conceitualmente o tema Indústria 4.0? Eu hoje eu considero pelo seguinte, vamos dizer assim, o professor ele é, vamos dizer assim, o divulgador né porque os alunos aqui muitos não têm condições de por conta deles mesmos buscar informações porque tem dificuldades de acesso muitos não têm computador em casa né então eles têm uma certa dificuldade e o professor eu acredito que o professor tem obrigação de divulgar as novas tecnologias e inovações e no próprio no próprio ensino né eu dou uma cadeira de eletropneumática. Eletropneumática tá muito focada em automação e robótica, e eu acredito que eu tenho obrigação de divulgar isso aí agora como eu tenho obrigação eu também tem que buscar informação para eu poder divulgar e falar correto né porque até então, tu mesmo concordou comigo né, quando se falava em reengenharia no passado reengenharia era demitir uma quantidade enorme de gente de fábrica né esse era o conceito de reengenharia. E a indústria 4.0, até aquele dia que nós estávamos conversando com o professor “A2”, o que fica no ar é vamos

implementar então entra automação e vai sobrar muita gente né esse é o conceito que se tem hoje. Quer dizer, aquela parte operacional no nível operacional essa parte aí no futuro ela vai diminuir cada vez mais né e vai indo para cada vez mais máquinas maquinação usinagem eletroeletrônica né, essa área. Ontem não sei se tu viu ontem a DECA fechou a indústria. Eu tenho vários alunos terminando a engenharia na FEEVALE e que estavam estagiando lá, e até nem sei como é que vai ficar o estágio se vai servir se vai complementar, então essa essa ideia ela tem que ser muito bem passada informada quer dizer tu cria uma oportunidade, tu fecha uma, mas cria outra oportunidade, e tem profissões que a gente nem sabe hoje e que vão surgir.

9) Você acredita que Cursos na área de controle e processos industriais deveriam contemplar o tema Indústria 4.0? Eu acredito que sim hoje é uma informação que é necessária passar porque esses alunos vão entrar em empresas hoje, têm muitos alunos estagiando por exemplo na Stihl, a Stihl é um empresa de ponta. Eles já devem ter talvez até tenham iniciado já em algum setor alguma coisa assim e os nossos alunos vão chegar lá e talvez nunca tenham ouvido falar ou pesquisado ou se informado em relação a indústria 4.0. O Ensino Médio já deve ter uma abordagem, talvez não num nível e num grau de profundidade que eles também não tenham condição. Eles tem uma cadeira aqui uma matéria chamada organização e normas e nessa parte de organização e normas e fundamentos da qualidade poderia ser tranquilamente abordado. Esse seria o momento porque na organização e normas tu começa com a primeira revolução industrial né que foi aquela parte da, vamos dizer assim, da substituição que foi aquela parte da mecanização do domínio do homem pelo vapor que Watson, James Watson, aquele pessoal depois começa aonde tu entra ali com Taylor com Fayol que a gente poderia considerar uma segunda revolução, com o aço rápido no desenvolvimento já na cronoanálise com Taylor, o Taylor muito focado na mão de obra braçal já o Fayol no nível de gestão mais elevado da alta gerência né. Depois a gente fala na terceira revolução que foi a microeletrônica, a eletrônica que entrou, computadores e, dali pra cá, fica um vazio, porque a gente não fala o que aconteceu depois não não se entra na indústria 4.0 se fala hoje né na microeletrônica se fala na eng. genética, mas não se comenta nada a respeito digamos de novas profissões de que o futuro hoje com a internet das coisas eu acho que eles nunca ouviram falar nisso aqui.

10) Quais são os pré-requisitos que você julga fundamentais para um estudante participar das aulas sobre a indústria 4.0 e ter um bom aproveitamento Escolar? Eu acredito assim vamos dizer como seriam pré-requisitos, por exemplo pré-requisitos para elementos de máquinas tem resistência de materiais tem desenho técnico tem usinagem. Eu acredito que eles teriam que ter no mínimo no mínimo seria o domínio da Computação disso eu acho que eles precisam ter porque se nós vamos colocar por exemplo eu coloco em eletropneumática aquele o fluidsim, software simulador né e os alunos têm muita dificuldade em entrar naquilo ali né porque aquilo ali tem tem a parte de pneumática e tem a parte junto de eletricidade né então tu tem que agregar solenóide com comando pneumático e aí fazer essa interface os alunos têm dificuldade porque não sabem usar o computador, assim também no SolidWorks que é aquele desenho. Eles têm desenho técnico a mão livre depois vão para o SolidWorks. Muitos não tem computador em casa então eles têm muita dificuldade em acessar o computador né não chegar no desenho porque eles tiveram desenho mas eles não têm o domínio do computador, ou seja, eles não tem isso aí. E a gente nota que eles têm muita dificuldade nesse aspecto, não todos, aqui tem uma população que tem uma boa renda, mas tem uma população também que não tem uma boa renda e não tem computador em casa, e embora tenha internet hoje no celular, mas tu vai convir que desenhar no celular é muito difícil. Eles teriam que ter no mínimo esse domínio (computador) como pré-requisito.

11) De que forma e quais atividades pedagógicas você consideraria as mais adequadas para o ensino do conteúdo relativo a Indústria 4.0? Bom, eu acho que trazer muita simulação, eu acho que por aí, por exemplo Fluidsim, SolidWorks né todas as ferramentas que nos permitissem simulações né. Em vez de fazer cálculo como a gente hoje

faz né o cálculo e dimensiona uma engrenagem alguma coisa hoje já tem softwares prontos né da AGMA, já tem softwares prontos que tu pode entrar com 3 / 4 dados ali e tu dimensiona a roda toda dentada ali do jeito que tu quer ali 360° vira materiais uma série de coisas então eu acredito que seria bastante razoável se a escola pudesse trazer esses softwares eu acho que aí parcerias com desenvolvedores de software né para trazer para cá porque é o que eles vão encontrar na indústria. Hoje na indústria dificilmente eu vou pegar uma calculadora e calcular um elemento de máquina. Não tem tempo mais. Devem usar as ferramentas que estão disponíveis no Mercado. Eu acredito que essa seria a melhor forma de nós os professores passar essas informações E aqui a escola é oportunidade deles poder pegar TI porque eles têm no laboratório de pneumática um laboratório hoje muito bom com software, bancadas modernas, etc. Hoje tem vários softwares de dimensionamento de motores elétricos, a própria WEG disponibiliza na página deles. Tu tem aquele software do BDMotor da Procel e como é uma escola eletromecânica a gente teria a possibilidade de usar alguns que são gratuitos e adquirir outros com descontos para escolas.

12) Utiliza alguma estratégia pedagógica diferente da tradicional? Qual o motivo dessa escolha? Bom, nas aulas de eletropneumática sim, nas aulas de eletropneumática nós temos um software chamado Fluidsim, nas aulas de dimensionamento no caso elementos de máquinas eu dou uma cadeira também chamada de máquinas elétricas aí eu utilizo o software aquele o BDMotor eu não disponibilizo pra eles, mas mostro pra eles né. E nós temos umas ferramentas do SENAI que o SENAI desenvolveu que é por exemplo aquela partida estrela triângulo, compensadoras, inversores de frequência que o SENAI tem e que não sei caiu na minha mão e eu consigo desenvolver aulas ali né. O que eu utilizo também é aquele o Telecurso 2.000 na Usinagem, porque aí mostra as operações de torneamento as operações no caso as operações de ali no caso fresadora, retífica né, mas é filme não tem nada de vídeo né.

13) Quais são as atividades pedagógicas empregadas em suas aulas? O que eu recomendo muito também são literaturas aí para a biblioteca que tem uma boa literatura então e eles têm acesso aqui a literatura, mas eu vou te falar bem a verdade, é raríssimo algum aluno pegar um livro. É difícil, eles vão mais para o Google e as informações rápidas e imediatas. Eu vi 1 / 2 alunos que eu indiquei livros que foram consultar livros, a maioria é pesquisa direta na internet com a fonte às vezes nem fonte não tem, é um copiar-colar né, entende. Respostas rápidas.

14) Costumas utilizar situações de aprendizagem que se relacionem com o que o estudante poderá enfrentar em seu futuro ambiente de trabalho? Já pensou em empregar? Sim eu eu eu tenho utilizado bastante hoje inclusive na aula hoje usinagem foi o início foi a entrada digamos assim em fresagem né. E a gente tem um catálogo bom eu baixei ele da ISDRA peguei bastante literatura da ISDRA da SEMCO com relação a metal duro nós aqui na escola, a escola comprou adquiriu uma quantidade grande de ferramentas monocortantes, ferramentas pro torno da ISDRA mas a gente tá no aço rápido ainda porque as ferramentas são caras né e os alunos não tem nenhuma experiência. Então a gente tá começando agora já começamos né com aço rápido e eles vão trabalhar com aço rápido até mais ou menos eu acredito que outubro/novembro, e aí então no final que é na finaleira ali de novembro e dezembro a gente vai dar as ferramentas de metal duro para eles poderem praticar. Então isso a gente comenta muito que o que eles vão encontrar não é isso não é usinagem com aço rápido não é broca aço rápido não é fresa com aço rápido são já fresas montadas com metal duro né então isso inclusive a gente tem não todo o material mas parte do material né. A ISDRA nos deu também uma boa fundamentação teórica então preparei as aulas muito baseado no material deles atualizado que é hoje o que a indústria está usando. Por exemplo já o fluido de corte em vez de ser gotejado já é uma bomba que coloca sob pressão já na própria ferramenta né, aonde tu coloca exatamente na zona de cisalhamento que refrigera então essas coisas assim a gente passa né pros alunos porque senão a usinagem fica, como eu falei né, de 1900 e alguma coisa e sem os alunos ter nenhum tipo de inovação de nada.

15) Na sua opinião, quais os principais desafios enfrentados pelo professor no planejamento de suas aulas? Eu acredito, na minha opinião né, é a nossa capacitação quer dizer assim ó porque é o seguinte né pra tu chegar nesse nível tu tem que estar atualizado tem que ti atualizar. A eletrônica muda de mês a mês, a mecânica também. Eu vi foi a semana passada eu vi na televisão uma senhora da USP que ela é Doutora em inovação até nunca ouvi não ouvi falar que alguém fosse assim doutora nessa área de inovação ela é de inovação na USP e ela tava falando que as profissões do futuro elas não existem hoje ainda e que nós estamos falando profissões que talvez a gurizada que nasceu hoje que tem hoje 1 ano, 9 meses né daqui há 20 anos quando eles estiverem no mercado as profissões que eles vão ter são profissões que nem existem hoje e que nós nem sabemos que profissões vão ter, então ela citou por exemplo operadores de máquina, isto aí não vai ter mais provavelmente não vai ter mais operador de máquina, ela citou Inclusive até eu fiquei assim pelo conhecimento dela ela falou em CNC que é o comando numérico né provavelmente acha que daqui há 20 anos isso também não vai existir mais.

Ela mesmo colocou e outra coisa, profissões como manutenções e essa coisa toda, a máquina vai ter um check-list aonde ela vai se consertar ela não precisa mais da mão de obra né vamos dizer numa pessoa pra ela se consertar ela vai se consertar sozinha, então, é um futuro. Não sei se tu te lembras do filme que eu vi a muito tempo atrás que era uns macacos né que era eles batendo aí se mataram (2001 Uma Odisséia no Espaço). E quando o cara foi lá para detonar o computador para ele morrer ele matou o cara! Então provavelmente a dificuldade para nós professores vai ser começar a entender isso aí. E eu acredito também que pros jovens também porque aqui tem Engenheiros recém-formados agora que tão aqui dando aula e a gente nota também que a engenharia que eu tive eles também tiveram. O cálculo, a Usinagem, a conformação é a mesma coisa. Posso dizer até que não sei se não foram até os mesmos Professores né. Então mudou muito pouco relacionado ao que vai ter no futuro, então mudou muito pouco mesmo né, então eu vejo essa a maior dificuldade e tudo o que é novo nos gera medo né e vencer esse medo para alguns é difícil.

Essa gurizada que tá aí eles vão ter uma dificuldade enorme porque eles é que vão... essa gurizada hoje vai formar esse guri que nasceu hoje com zero e eles vão estar aqui quando esse guri tiver 15 / 16 anos que profissão esse guri vai ter se nem hoje a gente sabe as profissões do futuro que profissões eles vão ter? Vai mudar tudo!

Como mudou na primeira revolução industrial porque se tu olhar a primeira revolução quando o tear entrou nas indústrias na Escócia lá na Inglaterra ele alijou uma mão de obra enorme, alijou uma quantidade enorme de pessoas do mercado e essas pessoas tiveram que aprender o quê? Novas profissões e muitos nem tiveram a menor condição de voltar de novo pra indústria né, então e tiveram.. aquela palavra sabotagem né era o tamanco (SABOT origem da palavra sabotagem) né que eles colocavam nas máquinas a vapor pra quebrar pra entornar pistões e tal pra pressionar para voltar para a mão de obra manual. Se tu olhar o próprio Taylor né, foi ameaçado de morte, queimaram a casa dele porque ele começou a introduzir né, cronoanálise ele começou a introduzir metodologia né. O aspecto social ele é muito mais impactante do que a tecnologia. Vai mudar tudo! A concepção de mundo etc.

Hoje eu por exemplo né, eu eu dou aula na FEEVALE hoje por EAD. A cadeira que eu tenho tem um monitor o aluno entra lá, faz toda sua preparação quando ele não consegue resolver um problema ele vai para o monitor, o monitor não conseguindo manda uma mensagem para mim (professor) aí eu mando uma resposta pro monitor e o monitor transmite pro aluno. E aqui (Escola Frederico) esta tendência também não vai ter mais volta. Pra gurizada também vai ser assim no futuro.

16) Como pensas que deve ser um material orientador do estudo da Indústria 4.0? como é que tu imagina que poderia ser material para ensinar indústria 4.0 para o jovem aqui? Não pode ser formal, não pode ser polígrafo, não pode ser alguma coisa assim formal tem que ser alguma coisa que desperte nele a curiosidade, talvez através de jogos, talvez através de alguma coisa desse tipo porque se tu sentar na aula botar um aluno desses pra ele começar a ouvir e ele ter um texto para ler e perguntinha para responder, não vai dar certo. Não sei se tu chegou a ver o “amigo do SENAI”, que era para aqueles painelistas eu fui eu fui um bom tempo painalista do SENAI então a gente fazia reciclagens né então o SENAI

disponibilizava a gente entrava no site do Senai e aí tava ali “amigo do SENAI” então eles começavam a formar o painelista quer dizer. Qual era o objetivo do SENAI? O que o SENAI queria? Mas tudo através de jogos de coisas assim clicava aqui aparecia na escola lá de Caxias clicava lá outro aparecia a escola CETEMP aparecia a escola de motores aquela motores de automóveis então tu tinha uma interface com várias escolas aqui do Rio Grande do Sul coisa que tu não conhecia, porque o SENAI tinha que vender cursos e eu era o painelista eu era um cara que ia na indústria e eu não sabia da metade dos cursos que o SENAI tinha. Então ele começou, clicava aqui eu ia lá para motores, motores térmicos. Há tem um SENAI que tem uma parceria com a GM lá em Gravataí e tinha lá uma parte de motores. Tinha um outro SENAI que tinha Funilaria. Entende? Então ele botava assim e daí eu ficava sabendo e se eu posso numa indústria e alguém tivesse interesse eu poderia ofertar o curso. Vamos dizer eu seria o vendedor do SENAI. Porque sentar e formar assim ó ser uma coisa formal de pegar uma folha, agora vocês vão ler, agora vocês vão pegar e responder tais e tais questões, eles vão atirar isso aí fora. E também pros professores também porque se tu for pro professor como formal como tu fornecer um polígrafo, um livro, alguma coisa eu acho que... porque aqui nas reuniões por exemplo a gente nota assim que quando tu tem que ler e começar a ler e responder a questões teve duas capacitações aqui que a gente teve dum programa novo aí que é aquele currículo novo do ensino médio né. Bah tchê, olha... eram várias folhas no computador que a gente tinha que ler então, algumas pessoas não gostam de ler no computador outras leem no celular então não foi assim vamos dizer proativo. Não motivava!

17) Considera a possibilidade de testar uma sequência didática com atividades pedagógicas que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem sem suas aulas? Teria alguma restrição em utilizar? Não nenhuma, eu acho que seria ótimo né, seria muito bom né, eu teria que ver só por exemplo naquela naquela parte de dimensionamento que é uma coisa mais tradicional eu eu eu teria eu teria um certo receio aí, porque tem um currículo mínimo que a escola tem que dar né então eu tenho que cumprir este currículo. Eu registro as aulas, registro o assunto e a supervisão ela olha ela verifica isso aí. Claro que eu tenho certa liberdade né de jogar isso, mas o currículo eu sou obrigado a dar. Em algum momento eu acho que é tranquilo tranquilo (de inserir o tema indústria 4.0) na usinagem né, que é, vamos dizer, a usinagem é muito dinâmica né então a gente hoje ainda tava comentando que nós temos máquinas antigas aí que é a usinagem bem convencional aquela né então a gente comentou esses alunos vão entrar em uma empresa talvez comecem a olhar Centro de Usinagem, comecem a olhar uma série de coisas, talvez nem conheçam né, nem conheçam. E se vão entrar numa fábrica de engrenagens então tem fresadoras RENANIA, MAAG, Fellows, Gliseu né, Klingenberg, ... que são máquinas específicas né. Nunca viram nem vão ver né, entende, então neste aspecto eu acho que seria interessante mostrar olha! Esse hoje é o, vamos dizer, o que tem hoje mas o futuro talvez nem essas máquinas porque as engrenagens talvez já saiam né ou sei lá, ou trefiladas, ou extrudadas ou injetadas ou né entende, quer dizer, já saia sem usinagem não tem mais né usinagem né. Esses dias eu vi naquele naquele Instituto que tem na Alemanha o Instituto Fraunhofer. As engrenagens que a gente ensina aqui pela equação de Lewis a calcular o dente porque é uma viga engastada o que eles estão fazendo lá eles usinam uma bolacha abrem um encaixe tipo rabo de andorinha e encaixam um dente. Eles montam uma engrenagem! E o dente eles tem uma bolacha e pelo módulo eles tem já o encaixe tipo rabo de andorinha e aí se tu tem por exemplo o módulo 4 módulo 5 e o tamanho do dente é maior eles já tem a bolacha pronta eles só vão encaixando o dente né. Mas se tu olhar isso não tem nada de novo isso porque as primeiras engrenagens de madeira eram assim né, então me pareceu bem uma volta ao passado né, que o futuro meio que ele tá retomando coisas do passado porque as primeiras engrenagens era feita uma roda e eram encaixados os dentes retos, eram dentes assim quadrados e acionavam máquinas, sem precisão, sem nada e esse era o início da usinagem. Na realidade a primeira engrenagem eram discos de fricção né, e depois começou a ter deslizamento e aí eles começaram a fazer o quê? Encaixar pedaços né de madeira quadrados um no outro e aí os intervalos né e aí... depois, a partir dali, começaram a buscar uma geometria melhor, uma precisão melhor né, então isso me pareceu assim do futuro uma volta ao passado né. Eles publicaram um artigo aonde eles tinham a bolacha e essa bolacha é o encaixe né onde eles colocavam os dentes.

⇒ Mais uma pergunta (extra): - Você acha que trabalhos em Grupo mobilizariam os alunos? Seria uma intervenção didática bem sucedida?

Aqui na parte de organização e normas eu dividi em grupos e dei um grupo FMEA, um grupo árvore de falhas e um outro grupo as ferramentas da qualidade então eles pesquisaram e aí eles apresentaram. O grupo de FMEA apresentou para os outros dois grupos, o grupo de árvore de falhas apresentou e o das sete ferramentas apresentou também, e eles gostaram muito. Foi uma aula bem interessante né. Eu acredito que daqui há 5 anos se eles voltarem aqui na escola vai ser bem diferente (pela velocidade das mudanças). A gente se pergunta muito que aluno a gente tá formando né.

⇒ Professor A2

3) Quanto tempo tens de experiência como docente na Unidade Curricular de Usinagem? 8 anos.

4) Tens formação pedagógica? Pós em EPT (Educação Profissional e Tecnológica).

5) Quais são as principais características, habilidades e competências que pretendes desenvolver em seus estudantes? Acho que é mais uma questão hoje de moral e ética do trabalhador dentro da empresa dele sair daqui não só preparado tecnicamente mas também com aquela moral e ética vamos dizer assim como é o comportamento hoje dentro da empresa que tá faltando hoje se passar isso aí né, se perdeu estes valores. Lá no SENAI a gente pega os guris lá da faixa etária de 14 a 24 anos na verdade mas mais de 14 a 18 anos que é aonde tu tem que passar também aquele teu conhecimento que tu tem também dentro de empresa né que foi aí 22 anos aí dentro da indústria. Fundamental hoje, o que está faltando hoje (parte comportamental) hoje tu sente assim dentro das empresas que o pessoal tá reclamando muito disso aí porque a parte técnica vamos lá leva também essa bagagem né, mas dentro da empresa que tu vai te formar realmente ali né, tecnicamente, agora a parte comportamental é uma coisa assim que a escola hoje lá no ensino médio muitas vezes ela não não passa né e nós aqui como na parte técnica também tu tem que muitas vezes ali, dar uma paradinha na tua aula, ó na indústria hoje nós né até aquela questão de faltas, chegar atrasado, tu sempre tentar levar ó dentro de uma empresa vocês sabem principalmente pros mais novos, que de noite é pouco mais tranquilo. A disciplina é importante hoje dentro da empresa. Hoje o dono da indústria ele quer a disciplina, e é o que falta um pouquinho né, aquela questão assim se a gente pegar nós lá no passado trabalhando né posso dizer assim, báh pra ti botar um atestado naquela época era mais complicado, hoje é uma coisa mais rotineira, o pessoal reclama há o cara botar 1 / 2 dias de atestado é tranquilo, chegar atrasado é tranquilo, tipo assim, porque ele já vem do ensino, já foi, vamos dizer assim, ensinado dessa maneira que não dá nada se atrasar que não ... e dentro da empresa infelizmente, vamos lá, um líder, um coordenador, muitas vezes ele tem que chamar e dizer assim, “pessoal cuidem o horário” né. Então infelizmente tu para a parte técnica e cobra uma coisa que deveria já ter vindo da tua formação né.

6) O que você entende por Indústria 4.0 (Quarta Revolução Industrial)? Eu já tive algumas experiências pelo SENAI com o INOVA em Brasília que a gente tentou fazer uma mini fábrica do Futuro essa experiência que a gente tem a gente estudou alguma coisa também na faculdade e a gente traz um pouco pros alunos também assim né, tentar colocar para eles hoje o fundamental hoje quando tu conversa na indústria 4.0, isso eu estou dizendo dentro de empresas né, tu vai em muitas empresas aí na redondeza, empresas grandes, e quando tu fala em indústria 4.0 a primeira coisa que vem. Báh o robô tirando o nosso serviço! E na realidade não é né. A gente sempre ve isso aí como um marco para tu te aperfeiçoar na questão de programação de máquinas e aí muitas vezes eu saliento assim vocês se lembram lá no passado a questão de torno, torno convencional, torno revólver, né, hoje já se perdeu né, mas naquela época se falou em CNC, CN primeiro e depois o CNC né.

Báh tá louco essa máquina né entrou nessa questão né de máquinas há é só apertar um botão e muitos infelizmente se... e a gurizada veio né, com uma formação já de CNC, uma formação de programação e pegou estas oportunidades que os antigos infelizmente não... deixaram de buscar essa essa questão aí. A adaptação agora é com a indústria 4.0 que tá sendo muito comentada hoje assim né. Até agora tu ve em outdoor, tu ve Pequenas Empresas que não tem muita questão a ver comentando sobre a indústria 4.0.

7) Como você obteve este conhecimento? Por meio de Cursos Formais ou de pesquisas por conta própria? (Essa pergunta será realizada caso a anterior seja respondida positivamente)

Uma combinação aí, principalmente que o SENAI tem um foco agora do INOVA, que é a indústria 4.0 da CNI né então a gente ficou um ano e meio lá em Brasília na questão da... estudando realmente sobre a indústria 4.0. Até pra ti ter conhecimento e transmitir isso aí, muitas vezes pros alunos e pros empresários né. Ali pros líderes de setores né, como eu falei antes, a indústria 4.0 ainda está mal divulgada, vamos dizer assim, porque eles botam a indústria 4.0 e um robô do lado né, e isso tá... tu olha pro robô e diz "perdi o meu emprego pra um robô" e na realidade não é assim, se tu ir mais a fundo e tu estudar a indústria 4.0, vai existir o programador, vai existir ainda o montador lá do robô, o pessoal da manutenção, os projetistas, vai existir toda esta questão assim por trás dos robôs. E a fábrica não vai funcionar só com robôs. Você pega grandes empresas hoje aí que eu digo assim ah a indústria 4.0... já tem várias, mas ainda existe lá ainda o setor de manutenção, de logística, setor... enfim, mas existe ainda mais disso o programador, aquele cara que vai programar, que vai buscar novos... gerou mais empregos também não vamos descartar claro, um robô ali vai tirar... tirou o serviço de 8, mas se gerou dois três, então é uma coisa que se compensou.

8) Você considera importante que um profissional domine conceitualmente o tema Indústria 4.0? Depende em que nível ele tá, eu acho que depende que nível ele tá eu acho que a base de tudo hoje dentro da empresa é a comunicação né. A comunicação ela pode vir tanto de baixo para cima quanto de cima para baixo né, nos níveis hierárquicos, mas eu creio assim que se o patrão ele tiver essa cultura da indústria 4.0 né, ele sim tem que tá enraizado, o projetista ele tem que ter mais, vamos dizer assim, sabedor do conhecimento da indústria 4.0, a programação da produção também, mas a questão do funcionário tem que simplesmente passar para ele esse conceito.

Eu acho que seria merecido para todos ter um curso de fundamentos da indústria 4.0 pra ter aquele conceito realmente o que que é uma indústria 4.0 pra não se gerar dentro de uma empresa todo aquele desconforto que gera "ah tá chegando mais 10 robôs e agora quem vai?". Aproveitem e corram neste meio tempo. Fazer um curso lá de programação de mecânica de robôs e aí vai. Eu creio que a empresa consegue absorver bons profissionais.

9) Você acredita que Cursos na área de controle e processos industriais deveriam contemplar o tema Indústria 4.0? Sim, com certeza, eu acho que isso é válido tanto é que hoje nós temos uma cadeira aqui no Frederico Schmidt (Colégio Técnico) que é fundamentos da qualidade aonde se fala de qualidade e fala as três eras ali das primeiras da qualidade, por último entra normas ali né questão de NRs, mas no meio já, quando eu termino ali a parte da introdução da qualidade, quando chega na terceira era, eu já passo pra turma que a gente tá vivendo já uma nova era, a quarta era né, que é a indústria 4.0. Eu já chego eu já peguei algum algum material já e inclui na apostila até pra já começar a ter esse conhecimento.

10) Quais são os pré-requisitos que você julga fundamentais para um estudante participar das aulas sobre a indústria 4.0 e ter um bom aproveitamento Escolar? Eu acho que os pré-requisitos ali eu acho que é o que a gente vive hoje né. Eu acho que desde o aluno no SENAI que já tem uma base já ele já é o aprendiz né. Ele é o aprendiz pra indústria então ele vai pra dentro da indústria depois que terminar o curso dele de 1 ano ou 2 anos então já tem que preparar ele pra esse mercado, porque ele tá ali dentro do SENAI ele tá fazendo ali

o que uma administração, tá fazendo uma mecânica, uma usinagem uma... então já passar esse conceito pra ele desde o SENAI quando ele vai pro técnico tem que pegar mais pesado um pouco, claro que falta um pouco de recurso vamos dizer assim hoje em algumas escolas. Um robô né, mas não não impede o professor de buscar isso aí e trazer para ele. Olha, hoje dentro duma indústria tu vai... tu te formou lá no SENAI tu já passou por eletromecânica por eletrotécnica, mas tu vai chegar na indústria tu vai se deparar de repente do teu lado um robô. Aí é o momento também tu já vai ver essa visão do que que é um robô, do que que é uma indústria 4.0 e dá os caminhos, óh agora tu terminou eletromecânica dá para se atualizar, estudar, vamos dizer assim, se aperfeiçoar na questão também da programação, da manutenção de robôs, que hoje ainda, eu acho que é um mercado a se explorar muito grande.

11) De que forma e quais atividades pedagógicas você consideraria as mais adequadas para o ensino do conteúdo relativo a Indústria 4.0? Hoje a gente não tem recurso teoricamente né o que que a gente vai fazer pegar um material aí já pronto vamos dizer assim do mercado da indústria 4.0 que já tem né, e trazer esse material pra dentro, mas na forma de apresentações de conteúdos pra se estudar numa apostila. Agora é claro que numa escola do futuro aí né, que já tem algumas né, que já tem o próprio robô já tem programação exclusivas né já de de computadores aonde os alunos já vão interagindo até com a máquina. Fazer regulagem, fazer a programação, aquela questão assim de de ensino. Tem eu acho que no futuro aí eu acho que as empresas também tem que olhar um pouco né pra essa questão do ensino hoje né, até foi comentado já aqui de nós já buscar algumas parcerias com empresas até por esta questão assim ah é difícil trazer um robô? É, mas vamos lá né, eu acho que o esforço de todos... nada mais justo do que tu ter ali um conjunto de computadores ali onde tu pode fazer uma programação e ter uma máquina ali já pra ti ter... já ir fazendo essa... esse treinamento né tu ter esse contato, vamos dizer assim, não só ali por vídeo, não só por foto enfim.

Que já tem né (parceria empresa-escola). Na verdade o SENAI tem parcerias né. Lá em Panambi né, a Escola de Panambi do SENAI tem dois robôs né, cedidos pela empresa, que é onde os alunos já estão fazendo a formação lá dentro e já vai pra indústria ali já pelo menos conhecendo um robô. Óh, conheci um robô, e essas são as alternativas que eu tenho. Não é só ele me tirar o serviço. É eu ajudar o robô muitas vezes ali a programar ele, a fazer a manutenção nele, a fazer enfim...

12) Utiliza alguma estratégia pedagógica diferente da tradicional? Qual o motivo dessa escolha? Hoje o que nós temos aí hoje de recurso é o retroprojeto né. O retroprojeto que eu acho que é uma grande valia para nós hoje, até por uma questão de hoje tu tem a internet né, e tu tem programas. Aula de metrologia, aula de metodologia claro tu vai ter o paquímetro, tu vai ter o micrômetro né físico, mas também temos hoje... eu tenho simuladores de paquímetro e micrômetro onde a a gente pode simular no quadro. Então ele fica mais amplo, a turma toda acompanha um raciocínio só, aonde a gente tem esse recurso. Não deixa de ser, vamos dizer assim, longe da indústria 4.0, porque tu tem uma realidade ali virtual muitas vezes né, onde tu pode expor ali teu pensamento e todos acompanhar o mesmo em tempo real. Não é a questão de cada um tá com um paquímetro, então o professor assim muitas vezes tá com 30 alunos, são 30 paquímetros, são 30 medidas diferentes, tu tem que andar classe por classe o pessoal não... E aqueles que não acompanham muitas vezes tu usa esse recurso didático né. No desenho também, o desenho mecânico, o desenho mecânico a gente já conhece já há alguns anos e sempre a mesma uma apostila onde a gente vai ali e mostra tipos de linha e vai fazendo os exercícios né, e hoje assim, hoje eu já desenvolvi exercícios novos né, no SolidWorks onde é que a gente pode estar trazendo mais peças de conjunto realmente, vistas explodidas, coisas que hoje a gente não tem nas apostilas antigas. E outra é o conjunto de peças né, peças fabricadas aonde a gente mostra realmente no físico pro aluno, entrega a peça e eles vão pegar a peça, sentir o material, e em cima disso eles vão fazer a medição e passar pra um desenho e vice-versa né.

13) Quais são as atividades pedagógicas empregadas em suas aulas? Tem esses recursos né... não tem muito hoje que a gente fazer né, até por uma questão da tecnologia também, mas assim ó, a questão do WhatsApp né, ele é bem utilizado muitas vezes como uma ferramenta também né. Ele é bem utilizado como ferramenta de grupo muitas vezes, trabalhos. Eu utilizo com as minhas turmas né. A questão assim de informar nota, toda aquela questão pedagógica mesmo, de informar nota, de passar um trabalho, perguntas pra prova, revisão. Muitas vezes ali eles interagem entre eles ali né. Porque se tu analisar, claro que hoje quem não tem WhatsApp? É difícil tu pegar uma Turma hoje na noite aqui que não tem WhatsApp. Claro não tem internet na aula, mas vão ver em casa né. O email, outro que eu peguei como recurso já faz um ano e meio, é um e-mail coletivo da turma. Então se se faz um e-mail né, e todos têm acesso aquele e-mail, com uma senha só. Então muitas vezes eu largo só pra um e-mail ao invés de largar ali muitas vezes pra um, pro outro passar... não! A informação cai tudo pra um e-mail só. Por exemplo, a apostila, a apostila eu largo toda já no início do semestre eu já largo no e-mail. Óh gurizada já fazem aqui o e-mail de vocês, eu já vou largar a apostila já vai ter aqui questões de provas, datas e tá tudo no e-mail, então é um recurso novo, como o WhatsApp também é, uma ferramenta ali né. E outra, eu acho que é a melhor maneira de comunicação, aquilo que a gente já falou aí que o que falta também é a questão de comunicação né, então a gente tenta trazer assim a comunicação já mais esclarecida pra todos. A gente fala uma língua só, vamos dizer assim, porque se eu dizer assim, lá pro João. Óh João tô te passando pra ti aqui e depois tu divulga pra turma e sempre gera, vamos dizer assim, cada um aumenta um pouquinho e quando tu ve as informações se perdem. Aquela questão de trabalhos também né que eu trouxe também nesses últimos dois anos né, que foi trabalhos, trabalhos da... aqui nós temos o Grau A e o Grau B né, são duas avaliações. O grau A então ali o aluno já estuda vamos dizer que seria a metade da apostila, do conteúdo. Estudou a metade da apostila ali vai ter uma provinha de avaliação. E depois já, tecnicamente, eu já tô preparando eles, desde o primeiro semestre. O que que eu faço no grau B, que seria metade do segundo semestre, eu digo "óh gente agora vocês vão se organizar aí em quatro ou cinco grupos e vocês vão fazer um trabalho", coletivo né, mas não é aquele trabalho que tu entrega pra 7 fazer e dois trabalham e cinco ficam parados. Tu tem que ter esse cuidado, porque na hora da apresentação, porque eu faço ainda uma questão de apresentação. Então eles me entregam o trabalho em PDF, me entregam eles impressos e tem que ainda apresentar o trabalho com a participação de todos. E daí tu ve realmente quem fez, quem não fez porque cada um vai ter que ler uma parte, eles vão ter que se interagir com a ajuda do projetor. É tecnologia que tu tá usando aí. Então uma aula é deles assim. Teoricamente do grupo eu faço assim "agora vocês vão dar uma aula desse conteúdo" e normalmente eu sorteio os conteúdos. Não é ali pegar resistência dos materiais. Eu não vou dar um conteúdo pra... o mesmo conteúdo pra 4 grupos, cada um vai falar um assunto né, e vai complementar a aula x, vamos dizer assim, então uma aula é exclusiva deles. Tem tempo! Já coloco um tempo mínimo, um tempo máximo né, pra ficar realmente uma apresentação, então eles vão ter que, como eu brinco com eles né, eles vão ter que me vender o produto deles, e no final a pontuação ali é o... é o valor ali do produto.

14) Costumas utilizar situações de aprendizagem que se relacionem com o que o estudante poderá enfrentar em seu futuro ambiente de trabalho? Já pensou em empregar?

Hoje nós temos aulas de de mecânica na oficina né, então é a realidade dentro da Indústria, muitas vezes ali eles têm aula de metrologia aonde é que eles vão ver ali as tolerâncias, toda a... tem o desenho aonde é que eles vão vão já ter o contato com o desenho, com o SolidWorks né, então tu tenta sempre levar pro lado mais da indústria, e depois tem a prática profissional, a prática da mecânica, a prática da usinagem, a prática do CNC, a eletropneumática, hidráulica e aonde eles vão fazer na prática, hoje a escola tem esse recurso, tem as bancadas aonde eles vão fazer na prática realmente a... o conceito dentro da indústria

e outra é a questão do tempo também que a gente tem que controlar muito, dizer óh este trabalho não é para o semestre inteiro, então essa é uma peça com roteiro de trabalho, e

eles vão desenvolver o roteiro de trabalho né, pelo conhecimento técnico deles, aí a gente sempre tem que puxar pro lado técnico. Hoje vocês não são mais pequenos colaboradores, vocês são colaboradores técnicos da empresa, sempre tentar, vamos dizer assim, puxar eles pro lado mais técnico né, que a gente brinca sempre “óh, agora vocês não são mais peão” vocês são futuros técnicos, então vocês vão começar a pensar como técnico. Por que que eu peço o trabalho lá formatado em norma técnica? Porque vocês são técnicos. Então a exigência é essa. Dentro da oficina, agora vocês vão pensar em solucionar o problema. Não é só pegar e fazer o quê tá pronto não, vocês vão ter que elaborar a tarefa de vocês. Então muitos ali a gente... já faço já algumas vezes é de determinar uma... peças, por exemplo, tu tem lá um tarugo de cinco oitavos (de polegada) de 200 mm e uma barra quadrada de 200 mm de 50 mm. Agora vocês vão desenvolver uma tarefa com esse material, mas uma tarefa, vamos dizer assim, que seja utilizável. Não é só usinar ali o tarugo redondo dentro do quadrado. Não, tem que utilizar isso aí, o que que vocês podem fazer com isso aí? E sai duas mil ideias, algumas sem cabimento, mas algumas pensam ali simples assim, ah eu tenho um tarugo quadrado, tem um redondo, dá pra fazer um cabo e um martelo né, dá pra fazer um martelinho, dá para fazer uma marretinha pequena, o outro lado desenvolve lá uma bigorninha pequena, mas enfim... Uma morsa dá para fazer? Não dá, com, este material não dá pra desenvolver uma morsinha pequena. Então eles vão pensando assim tecnicamente o que que eles podem desenvolver com aquele pouco que ele tem... muitas vezes de material. Isso que tu tem quer formar neles aqui (não só seguir o passo a passo) isso que a gente... eu pelo menos passo muito pra eles. Gente! De problema a empresa tá cheia. Vocês vão ter que chegar e resolver. Muitas vezes é chegar, duas máquinas paradas “e agora o que que eu faço?”. Hoje mesmo nós estávamos comentando essa questão da alavanca, quando ela foi inventada a alavanca né, o pessoal fazia força. Depois do conceito da alavanca, uma coisa bem simples né, que a gente vê lá em engenharia mecânica né. Uma coisa bem simples, mas ela é bem funcional dentro de uma empresa hoje assim, principalmente na parte mecânica. O cara deixa de fazer força pra pra usar um pedacinho de ferro vamos dizer assim.

15) Na sua opinião, quais os principais desafios enfrentados pelo professor no planejamento de suas aulas? Acho que... aí vai de cada professor, como eu falei, bons profissionais tem em todas as áreas, maus profissionais também tem em todas as áreas né, se... a gente não pode se acomodar eu acho assim. Acho que tá sempre evoluindo. Hoje eu não vejo como dificuldade, eu acho que tu faz o teu ambiente de trabalho muitas vezes, acho que um questionamento assim que tu sempre deve fazer como professor é... acho que no final da aula a gente sempre pensa assim “como é que foi minha aula hoje?”. Eu pelo menos eu faço uma prévia de avaliação. Muitas vezes tu te incomoda ver 2, 3 alunos vamos dizer muitas aulas meio que sonolento, dormindo.

Isso acho que fez também, lá no passado comigo, é de fazer essas melhorias na tua aula. Ela ficar mais interativa, eu acho que a interatividade com os alunos é interessante. Eu acho que hoje tu tem recurso, muitas vezes ali uma simples internet tu faz eles pesquisar na aula. Gente, agora vocês pesquisem sobre esse tema aqui e me entreguem no final da aula ali valendo meio ponto. Tu tem claro, tem uma... tem um bônus né, que é o meio ponto né, até pra dar um incentivo um pouquinho melhor, mas muitas vezes tu tem a tecnologia eu acho que é pra te ajudar, um simples slide com com... animado né, com uma apresentação boa, que não seja maçante, só a gente falando muitas vezes, então, eu acho que ali é uma boa explicação... um vídeo. E muitas vezes tu interagindo com eles “tá, o que que vocês acham?”. Aquela questão assim de tu buscar isso aí deles, trazer eles pra dentro da tua aula e não tu tentar entrar na cabeça de cada um ali porque muitas vezes não dá certo né, muitas vezes ali tu vê que... Ah se ficar sempre na mesmice desenhando né, na terceira aula o cara vai ficar meio aborrecido, vai ficar meio sonolento, principalmente de noite quem trabalha, uma sexta-feira né, então muitas vezes tu faz esses trabalhos de trazer uma pecinha, agora vocês vão ter que... ou, pegar três quatro alunos fazer um grupo e dizer “agora vocês vão me montar um conjunto” aqui cada um vai desenhar uma parte do desenho e depois vocês vão me montar aqui uma peça x. Então essas... esses recursos tem como o professor muitas vezes buscar. A gente não pode dizer assim “Ah mas o... enfim, a Instituição onde eu trabalho não me dá um robô, a Instituição onde eu trabalho não me dá lá... né, mas se a gente tem... o que a gente tem a gente tem que trabalhar como

técnico, como eu falei, muitas vezes tem que se virar né. Nós também temos que se virar, muitas vezes sempre se atualizar, essa é a questão, sempre se atualizando em tudo, em todos os conteúdos né, não vou dizer que desenho nunca mudou, já mudou, ao longo do tempo mudou. Hoje a gente vê assim que né, hoje nós temos o Solid, temos Inventor, temos CAD, temos outros recursos também, “Áh, mas ele vai ter que aprender lá ainda na na folha”. Vai aprender na folha, mas isso não impede de tu levar uma cartolina, pra sala de aula, com uma fita durex, uma coisa bem simples, e dizer assim “Agora vocês... essa peça que vocês desenharam vocês vão ter que fazer em cartolina, né”. Recortar, colar, né. É uma coisa que fica mais ativa a aula, eles vão despertar um pouco mais o interesse, né. Deles se preocupar ali “báh, agora eu tenho que deixar a peça na mesma medida ali que eu... que eu fabriquei. Esses são alguns recursos básicos que tu tens que construir tua aula. Tu tens que construir tua aula pra não deixar se criar assim... ficar monótono né, isto tu não quer como professor eu acho.

16) Como pensas que deve ser um material orientador do estudo da Indústria 4.0? Como eu falei o ideal é tu ter máquina. Isso seria o ideal né! Isso seria o ideal. Hoje tu pode fazer ali simulações muitas vezes ali de uma de uma questão mesmo no papel, tu criar alguns programas no papel, já tem alguma coisa relacionada a isso com o CNC, muitas vezes se faz até... no passado eu fiz um curso sobre indústria 4.0 onde é que ele fez... o professor fez uma sala de aula. Ele fez um trabalho, não me lembro bem, mas foi mais ou menos assim, nós como máquinas, pensando ali em grupo ali trabalhando naquele conceito e no final lá, uma apresentação deu certo... se fechou, muitas vezes tu pode trazer esses... essa... essas aulas mais práticas, desenvolver muitas vezes também a questão da indústria 4.0 porque robô a gente não tem, computador a gente não tem, mas toda... a gente tem um projetor, a gente tem um computador, a gente tem uma internet. Então muitas vezes é se criar mesmo alternativas, vamos dizer assim, de aproximar a indústria 4.0 dos alunos né, da rede aqui estadual ou do próprio SENAI, que muitos SENAIs não tem robô também. O SENAI desenvolveu já faz um ano uma apostila que ela é holográfica em 3D no celular. Tu baixa um programa no celular aonde tu liga a tua câmera e encosta na apostila. Então vai estar ali por exemplo hidráulica hidráulica, por exemplo apostilas de hidráulica já tem alguns desenhos de hidráulica na apostila, que com o aplicativo, tu clica na tua câmera, tu vai acionar ela ali e tu vai interagir com teu celular em cima daquele desenho ali. E daí tu vai abrir uma válvula, fechar uma válvula... ainda é... tá em fase experimental, tem poucos recursos de realidade aumentada, mas já ali tu já tem uma, vamos dizer assim, pros novos que são acostumados no celular já é algo diferente que ele não vai esquecer. Hoje a gente já trabalha com alguma coisa relacionada à realidade aumentada. Em desenho já tem... se pegar ali ED já consegue virar o desenho, tu já consegue mostrar ali, já consegue virar a peça no celular. Então ele tá trabalhando numa apostila de desenho e no celular. Então isso já já fica mais... não fica maçante né a tua aula. Eu acho que eles aprendem mais né, eles interagindo eles aprendem mais, eles fixam melhor a tua aula. Principalmente de noite aqui, de noite aqui a gente passa... passa por isso (alunos já com bons conhecimentos prévios). Nada como uma discussão dentro duma sala de aula como eu sempre falo, né. Eu sempre passo pros alunos aí “gente, eu não sou o detentor do conhecimento!”. Vocês estão na indústria hoje, vocês estão lá dentro, vocês tem uma realidade hoje diferente da minha, né. Vocês trazem esse conhecimento pra mim e a gente complementa que essas discussões muitas vezes “o que vocês acham?”... eles ficam parado meio que esperando a minha resposta. E eu disse “gente eu tô esperando”, a gente tem uma hora aqui para encerrar, agora eu quero que vocês discutam “o que que vocês acham?”. “Ah, mas eu não sei professor”. Pesquisem! E a gente vai discutir depois. Então isso a gente... eu pelo menos eu busco isso aí, né. Sexta-feira, por exemplo, sexta-feira a gente tem metrologia, né. Nos últimos dois períodos. É uma sexta-feira, é cansativo. No começo eu via que a turma se dissipava. A maioria não vinha... porque é metrologia e eu já conheço paquímetro, já conheço micrômetro. Aí faltava uma aula, faltava outra e muitas vezes o professor ele... Como tu falou, ele tem que buscar a tecnologia, ele tem que buscar, ele tem que pensar, ele é um resolvidor de problemas. Ah se a turma tá saindo mais cedo, então eu vou... toda semana eu dou um trabalho. Valendo ali alguns décimos, alguns meio pontinho. Tem essa questão do ponto, tem essa questão das faltas. Então assim, mas tu fazer aquela aula atrativa. Gente, a gente vai ter aqui um conteúdo sobre escala. Agora a gente vai pro

simulador no quadro. E agora a gente vai desenvolver um trabalho aí em grupo. Agora vocês vão discutir maneiras aí de nós melhorarmos uma escala. Vocês pensem! Dá pra mudar metrologia? Não dá? Como é que é? Como é que não é? E eles ficam naquela, vamos dizer assim, eles... viajam. E daí aquele assunto no final a gente para ali meia hora e começa a discutir. Óh, o cara trouxe aqui que uma escala é perfeita de plástico. Ah não, é que escala tem que ser de titânio, por exemplo né, uma coisa bem.... Gente, a escala hoje ela é de inox ali pra caldeiraria, pra solda, pra usinagem. Não, mas lá na aula de... né, pra um laboratório daí sim é uma escala mais... enfim, então eles entram na aula, eles discutem possibilidades, é uma aula... ah, metrologia, todo mundo conhece metrologia? Todos conhecem, mas então vamos ver a tridimensional. A gente não tem ela, mas eu tenho vídeos e a gente busca na... informações. Vamos estudar o xyz então, vamos ver o conceito disso aí. O que que vocês acham que é o conceito do xyz? Agora vocês vão me dizer. E deixo meia hora. Sempre estimulando pra eles buscar, porque daí eles vão gravar, porque eles tem que me apresentar aquilo ali no final da aula. Meia hora no final a gente vai corrigir. Tá, o que que vocês acham? Se eles pesquisarem o que que é o xyz, o conceito do xyz né, daí eles "ah não o senhor saiu de ... aaahhh". Eles vão gravar aquilo ali e com certeza no semestre que vem lá na mecânica II eles "bhá, agora eu já peguei aqui e eu já sei que o xyz ele..." ele não sabe só fazer o feijão com arroz, ele sabe de onde é que se originou aquele xyz. Hoje eles fazem ali em metrologia, né, onde é que surgiu o metro, o conceito todo do metro né, da história do metro. Falar lá dos reis e depois surgiu uma medida padrão, "onde é que tem esses metros?". Eles sabem! Se perguntar pros meus alunos onde é que tem os 3 metros originais eles sabem. Porque eu faço eles pesquisarem, "tá gente se eu quiser aferir um instrumento, mas não em qualquer lugar, eu quero aferir num lugar sem risco. Onde é que é?" Eles falam, que hoje tem só em museu, não pode encostar, aquela coisa toda, mas eles sabem do conceito também, tecnicamente. A gente escuta muito os alunos, né, e uns ainda falam, ah, de repente o professor planeja uma aula e o conceito pra ele tu tem que observar o ponto A e B, mas o aluno ele... ele fixa o ponto C, pra ele é interessante o ponto C. Então pra ter um bom entendimento do ponto A, B e C, tu tem que fazer uma aula mais dinâmica. Tanto que na faculdade as aulas de campo tu nunca esquece, né, aquela onde tu vai, tu ve o material, tu pega na mão tu... né. E isso tem como o professor fazer. A gente tem recursos hoje aí ilimitados eu diria assim. Na área de Tecnologia dos Materiais, se pegar, bha Tecnologia dos Materiais, é uma cadeira se tu fizer assim ela é extremamente maçante, né, porque tu vai falar de toda tecnologia do aço, questões muito química, né, mas só que se tu, ao longo do tempo, da trajetória, tu ir pegando pedacinhos de cada coisa, sei lá, um cabo de guarda-chuva, é um polímero, né, uma pedrinha no chão lá, ela se originou da onde? Tu ir numa empresa x e pegar um pedacinho de Ferro, um pedacinho de titânio, um pedacinho... isso a gente consegue... o professor consegue ter ao longo do tempo. Eu tenho uma caixinha com alguns materiais. Com vários materiais. Aonde na aula de Tecnologia dos Materiais tu abre então aquela caixinha e tu passa "olha, isso é um titânio gente", é pequenininho, bem pequenininho, uma pecinha que vai no avião, né, de tubulação, mas é um titânio. Eles veem o peso, eles veem como é que é, aí tu vai entrar na questão do titânio, óh isso aqui é um material resistente, a NASA usa. É o mesmo que a NASA usa. "Bah, eu peguei uma peça que a NASA usa." Né, é uma coisa que... é verdade, mas é uma coisa que é habitual dentro de um avião. É diferente eu mostrar uma foto da peça de titânio. Agora eles pegarem um titânio na mão... "bah professor isso aqui é caro!". É uma valvulazinha disso aí é 100 mil reais. Porque é titânio. Eu não tenho ouro, né, ouro a gente não tem, né, mas tem ali algumas pepitas de ouro de tolos, que um engenheiro da petrobrás me conseguiu e eu guardei ela, né, que ali tu consegue esse esse material, vamos dizer assim, tu ir ali na GERDAU, tu pegar um aço enferrujado muitas vezes ali tu tem. Óh isso é um aço inox. Isso é um aço inox com ferrugem, né. Os mastersínticos, esse aqui tem muito, esse aqui tem pouco, porque que na praia... porque que a maresia gente? O pessoal diz "é o sal", não é o sal, é o oxigênio gente. Tem essas questões assim muitas vezes que eles desconhecem né, então, um pedaço de tela, muitas vezes, a gente traz, assim, eu tenho ali também um pedacinho de tela da da praia lá né, que o cara colocou, mas ela é revestida com plástico. Gente é o mesmo material, só que esse aqui é revestido com plástico pela questão do oxigênio. A partir do momento que tu tira um pedacinho do plástico, que é um polímero, vai entrar o oxigênio. Aonde vai enferrujar a minha tela. Então tem toda essa... e eles vendo, eles pegando na mão a diferença de peso do chumbo né... daí tu pega ali um

pedacinho de chumbo, uma chumbada, uma coisa simples... é 25 centavos que tu compra ali um pedacinho de chumbo. Então tu pega um pedacinho de chumbo, daí tu pega o titânio, que é maior, e daí tu diz “óh a diferença de peso”. Por que que eu não posso fazer um avião todo de chumbo? Né! Então... alguns conceitos que eles, pelo menos em materiais eles “ah não, ali eu aprendi o que que é o ferro, porque que ele enferruja, porque que que o inox não, porque que que existe inox com ferrugem”. Eles até então eles vem com conceitos assim não... a gente até tem essa dinâmica, “gente eu quero fazer aqui uma casa... eu quero fazer um barco que não enferruja”. Né, agora me de soluções, eles já vão pro inox, primeira coisa que sai acho de 90% “ah, faz um barco de inox”. Eu disse, gente, vamo lá, tá bom, vamos pra próxima aula a gente conversa. Aí tu tem toda aquela questão do aço, né, daí a gente vai ver o valor do inox. Hoje o importante é tu trazer também valores pra eles assim, óh, quanto é que custa isso? Como se diz lá no 5W2H né, se usa muito né, que é uma ferramenta... Eu uso nas minhas aulas ferramentas de qualidade. Eu apresento também ferramentas de qualidade pra eles. Muitas vezes eu chego ali e digo “óh vamos fazer uma espinha de peixe aqui agora”. Vamos fazer o método 5W1H. Daí a gente fica naquele conceito do 1H, 5W1H. Aí depois a gente entra no 5W2H. Gente, a gente fez tudo, mas não sabe quanto custa. Que o último dos H é “quanto custa” (how much). Valor real do... o que que eu vou gastar? Vale a pena? Não vale?

Ter o mapa de risco na questão de de de segurança. Eles desenvolvem o mapa de risco, muitas vezes dentro do Frederico Schmidt, dentro da escola. Eu digo “vamos sair, vamos lá na oficina ver o que que na questão de segurança...”. Então essas interações muitas vezes não fica dentro de uma sala de aula. Tu leva eles lá pra oficina... agora vocês vão pegar uma ferramenta de qualidade aqui e fazer um mapa de risco do setor. Ali ficam 3 simulando que tão operando uma máquina e... então essa questão tu tem como trabalhar, trabalha muito com eles assim né. Eu tenho a cadeira Fundamentos da Qualidade que ela é qualidade, que entra hoje indústria 4.0 também, que eu já estou agregando nas aulas e entra segurança junto e normas. Entram os 3 conteúdos numa cadeira só. Então tem que ser bem dinâmico. Então muitas vezes ali a gente tem uma explanação do que é qualidade, tudo aquilo que o cliente quer e o que a empresa fornece, muitas vezes como que é o mercado também, Já entra em normas ali e entra muitas vezes já em ferramentas... aí eu vou usar ferramentas de qualidade na segurança, que eu misturo daí, falo pra eles agora eu quero que vocês... até esse semestre foi uma que eu fiz nova né. Que juntou as cadeiras de fundamentos da qualidade e ficou segurança, normas e qualidade. A gente entra lá, já, primeiramente em qualidade e eu termino na indústria 4.0. Já entro em normas, a gente passa por todas as NRs de normas e depois entro em segurança. Aí tem a primeira aulinha ali de segurança é uma aula mais impactante, aonde é que tu mostra algumas imagens de acidentes reais, aonde dá aquele... né. E depois eu peço pra eles já fazer uma análise de acidente usando 5W1H. Então eles vão simular um acidente né. Eles vão ter que me entregar um trabalho sobre uma simulação de acidente e utilizando uma ferramenta de qualidade. Então, recurso a gente tem, vamos dizer assim. É uma questão de acomodação. Como eu disse tem bons profissionais, maus profissionais, não que eu seja um excelente profissional, jamais! Mas eu acho que esse recurso de tu não deixar um aluno parado, muitas vezes, fazer ele buscar. Eu vejo assim, porque a gente aprende... eu pelo menos aprendo mais assim. Eu aprendo mais assim. Se mandar eu pesquisar eu vou aprender mais pesquisando do que ouvindo, de repente, um professor muitas vezes falando ali. Aquela aula ali que tu já tá a 4 horas escutando. Por melhor que o professor tenha preparado a aula muitas vezes o sono bate, é um falando, tu não faz nada, tu fica só ouvindo né, e enchendo o caderno que depois tu não vai, muitas vezes, reler né, só por uma questão de prova, isso a gente já passou né, lá atrás, então assim, nada como aquela aula mais dinâmica que aquilo ali tu não vai esquecer.

17) Considera a possibilidade de testar uma sequência didática com atividades pedagógicas que auxiliem o processo de ensino e aprendizagem sem suas aulas? Teria alguma restrição em utilizar? Pra mim eu acho que tudo que que vem é bem-vindo né, então eu gosto, eu já prefiro fazer testes né, o ensino é é uma questão de... educação ela é baseada em testes muitas vezes. De turma pra turma vai mudar a tua dinâmica, pelo menos eu sou assim, então tu muda de semestre para semestre, mesmo que o conteúdo seja o mesmo mas tu vai dar uma revisada nas tuas apostilas. Tu vai sempre aprender algo a

mais, principalmente com o pessoal que passa aqui, né. Esse semestre eu tive aulas de fundamentos da qualidade, que a gente tinha comentado antes, com uma técnica de segurança, ela está fazendo aqui a técnica de segurança numa empresa, vamos dizer assim, do Governo e muito grande, né. E daí no final ela falou “Óh professor quem sabe tu usa essa ferramenta...”, eu disse “é uma boa, bem-vindo. Gostei dessa tua tua ideia!” Então as ideias dos alunos muitas vezes eles já te dão o norte assim “bah se a gente tivesse... o 5W1H foi legal, mas se tu pegasse assim óh, fizesse por grupos e usar as 5 ferramentas de qualidade, né, daria uma explicação melhor de todas as ferramentas de qualidade”. Eu disse “boa, dá pra utilizar.” Tudo é bem-vindo, eu acho que todo o aprendizado assim é bem-vindo, isso a gente vai aprendendo ao longo do tempo, a gente... pessoas vão comentando, pessoas vão... né, pela... E cada turma muda, né. No SENAI eu tive experiências já de um ano com turmas exclusivas de PcD (Pessoa com Deficiência), né. E 90% da turma não sabia nem ler e nem escrever, né. Tinha alguma deficiência, então tu tem que desenvolver outras tarefas pra eles que vão ter que trabalhar dentro da empresa. Um simulador de registro ponto com uma hora x quando eles podem ou não marcar o horário, né. E aí a gente simulou uma fábrica com LEGO, né. Então foi um auxílio que veio, né, de uma pedagoga, falando comigo, “quem sabe tu usa lego pra desenvolver uma linha de produção”, Eu disse “interessante”, a gente fez um trabalho em cima do lego, com cores, tamanho, formas. A gente montou trenzinho, carrinho, onde eles montavam em conjunto, numa linha de produção. Então é atividades vamos dizer... claro que pra noite assim ah, trazer um lego aqui não dá, mas de repente uma outra... Que alguém pense, ah a gente pode trazer pra cá um monte de caixa com seringa e pra fazer um trabalho de robô. Isso é bem interessante, isso eu já tô até... eu comentei até porque eu vi é uma questão assim que pra...

Claro que a gente tem o recurso de pneumática, daria pra usar na pneumática. Fazer um braço robótico de seringa e tubinho, ali, baratinho, de sorinho de farmácia muitas vezes. Se torna barato e o pessoal faz ali né. Então é uns recursos assim, que tu mostra na prática, e fica melhor a aprendizagem. Como é a famosa torre né... a ponte de macarrão. Ano passado até foi bem né... bem... todas as escolas estavam fazendo a tal ponte de macarrão, mas aquilo ali na parte da mecânica pro aluno é uma coisa que ele não vai esquecer. É essas dinâmicas que as ideias são bem-vindas, eu acho que tudo se aplica dentro de uma sala de aula. Se é pro bom entendimento dos alunos é válido.

APÊNDICE E – RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO FINAL

01/06/2020 Avaliação do Produto Educacional - ProfEPT - Google Forms

Avaliação do Produto Educacional - ProfEPT

Questions Responses 34

34 responses

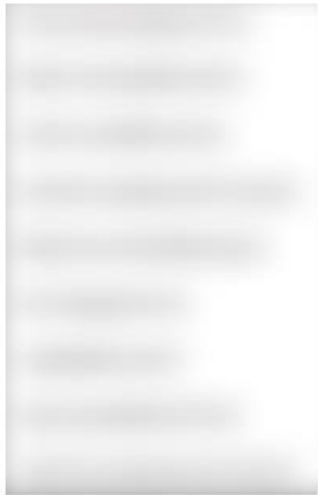
Not accepting responses

Message for respondents

This form is no longer accepting responses

Summary Question Individual

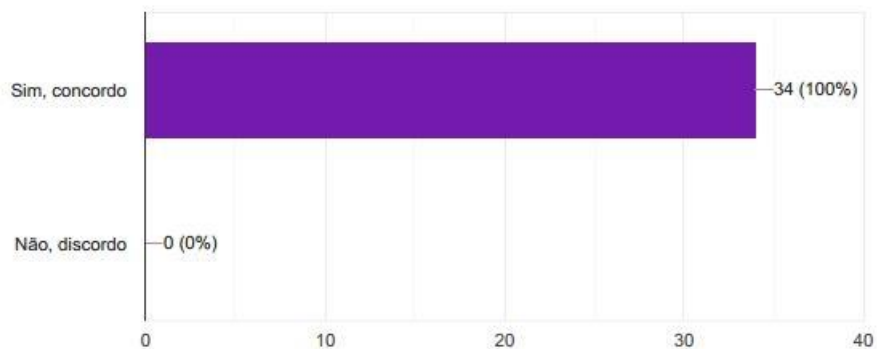
Who has responded?



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Professor(a), você concorda em responder este rápido questionário?

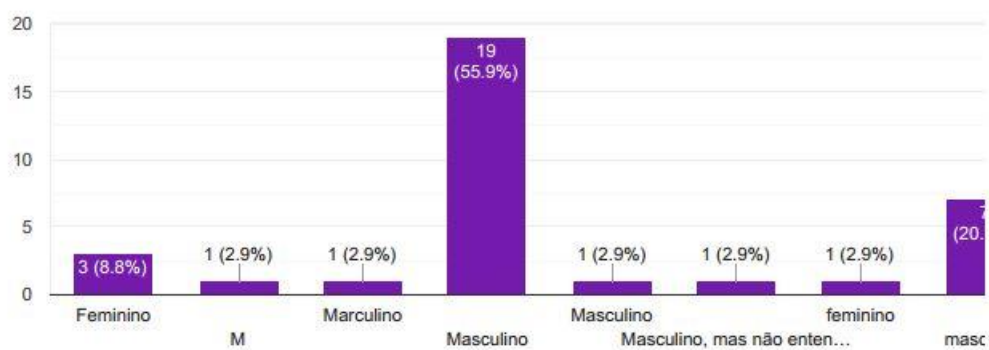
34 respostas



Identificação do(a) Professor(a)

1) Gênero:

34 respostas

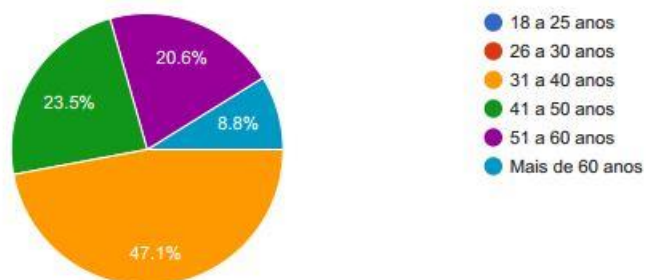


01/06/2020

Avaliação do Produto Educacional - ProfEPT - Google Forms

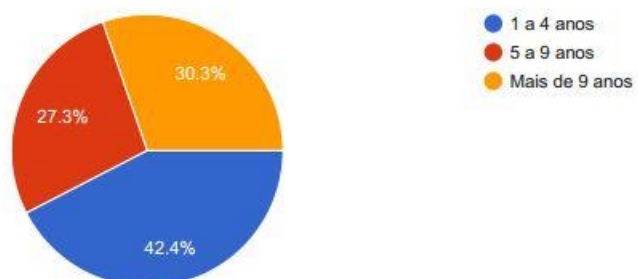
2) Idade:

34 responses



3) Tempo de serviço no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia:

33 responses

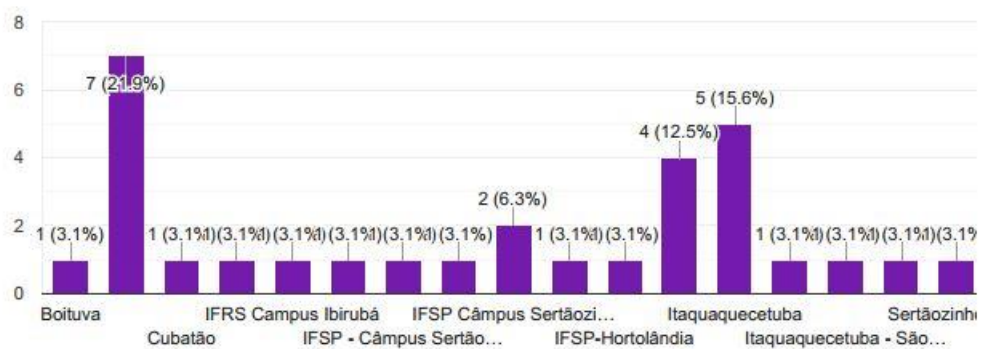


01/06/2020

Avaliação do Produto Educacional - ProfEPT - Google Forms

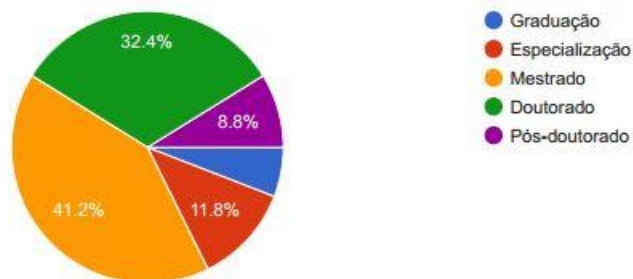
4) Campus em que atua:

32 responses



5) Titulação máxima acadêmica:

34 responses



01/06/2020

Avaliação do Produto Educacional - ProfEPT - Google Forms

8) Você utiliza estratégias de ensino diferenciadas em suas aulas?

33 responses



8.1) Em caso afirmativo, quais?

32 responses

Uso experiências profissionais práticas de engenharia nas aulas. Tais como perícias

Estudos de Caso e Soluções de problemas

A montagem prática e o descobrimento do funcionamento do circuito elétrico por parte do estudante antes da fixação da teoria

Utilizo vídeos de Youtube para ilustrar temas das aulas, preparo material em Ambiente Virtual de Aprendizagem (Moodle) e preparo aulas com a ferramenta Prezi.

Aprendizagem Móvel, Gamificação, jogos digitais

Dinâmicas em Grupo, videos sobre os temas da aula e situação-problema

Moodle, video aulas

Aulas expositivas, aulas práticas, pesquisa, seminários, métodos utilizados em EaD (para aulas presenciais) e alguns conceitos de Metodologias Ativas e Cultura Maker.

8.2) Em caso negativo, por quê?

1 response

Porque a escola não dispõe de muitos recursos para fazer uso

9) Quais os principais desafios enfrentados pelo professor na escolha de estratégias de ensino?

33 responses

Usando experiência profissional prática, consigo atualização constante.

1) Conhecer quais estratégias de ensino podem ser utilizadas; 2) Falta capacitação nestas estratégias.

Currículos e métodos ultrapassados

Principal desafio é a adaptação das características específicas de cada estratégia de ensino às práticas de ensino no desenvolvimento dos temas a serem tratados, na forma de avaliação de conteúdos (AVA).

Treinamento e Capacitação / Tempo de preparação do material e da aula utilizando um novo recurso

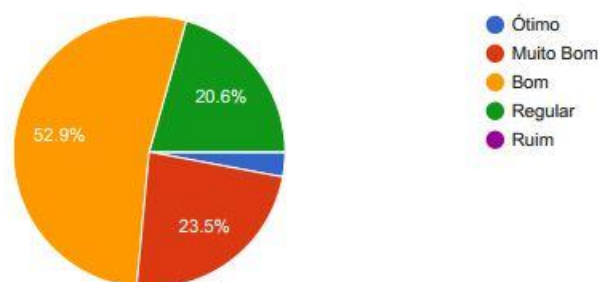
A necessidade de acesso à internet aos alunos tanto no Câmpus quanta em suas casas.

a disponibilidade do material, sia especifica e internet de pouca qualidade

AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL POR CATEGORIA "Conhecimento Sobre a Indústria 4.0"

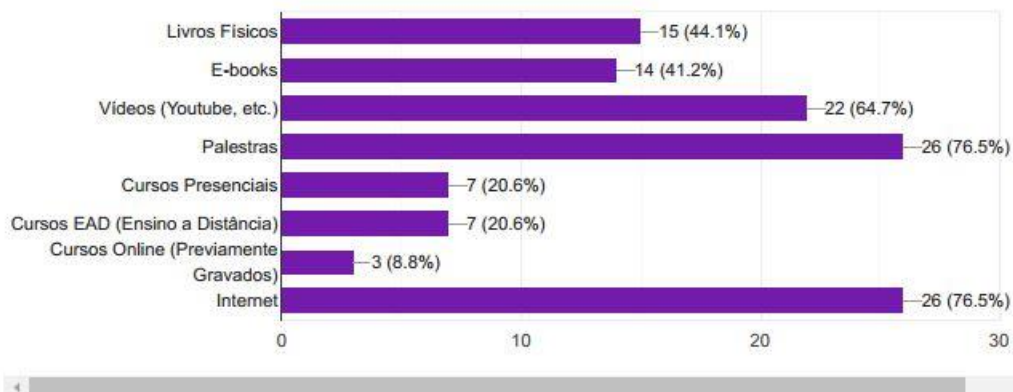
10) Qual é o seu nível de conhecimento sobre a Indústria 4.0 (Quarta Revolução Industrial)?

34 responses



10.1) Em caso afirmativo, de que forma aprendeu? (você pode marcar mais de uma opção)

34 respostas



10.2) De que outras formas aprendeu sobre a Indústria 4.0?

24 respostas

Observação de empresas na área

Aplicação na prática: desenvolvendo uma célula de manufatura didática em escala de baixo custo.

Na Pós graduação e com amigos do setor

Artigos Científicos / Congressos

Em conversas com pessoas da área

pesquisa

Trabalhei muito tempo com automação industrial e por isso tenho uma base razoavelmente boa. Por isso, acabo naturalmente estudando a área.

Perguntando

Discussão com outros professores e profissionais que atuam na indústria

11) Qual é a importância de se abordar o tema Indústria 4.0 no ensino médio integrado, na área de controle e processos industriais?

34 responses

Tecnologia de ponta e realidade no mercado de trabalho

O foco principal é a formação dos egressos deste curso. Eles terão que estar conectados com esta nova realidade industrial.

Fundamental. Porém gostaria de fazer uma ressalva, devemos como educador chamar a atenção para o lado social e humano, tecnologia a favor da vida humana. Desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano juntos e não separados.

Essencial a abordagem considerando que se trata de tecnologias que são o núcleo dos conhecimentos que um profissional de controle e processos industriais deve possuir para exercer suas atividades no mundo do trabalho.

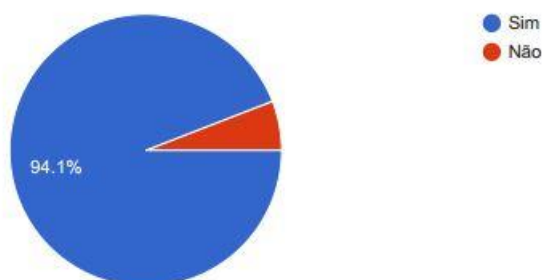
Muito relevantes, pois prepara o aluno para um novo contexto industrial (mercado de trabalho). Fazendo necessário o conhecimento integrado a outras área do conhecimento (logística, computação, automação, etc)

julgo de extrema importância, acredito que os docentes devem manter um alinhamento com a

AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL POR CATEGORIA "Aplicabilidade do Produto Educacional (Sequência Didática)"

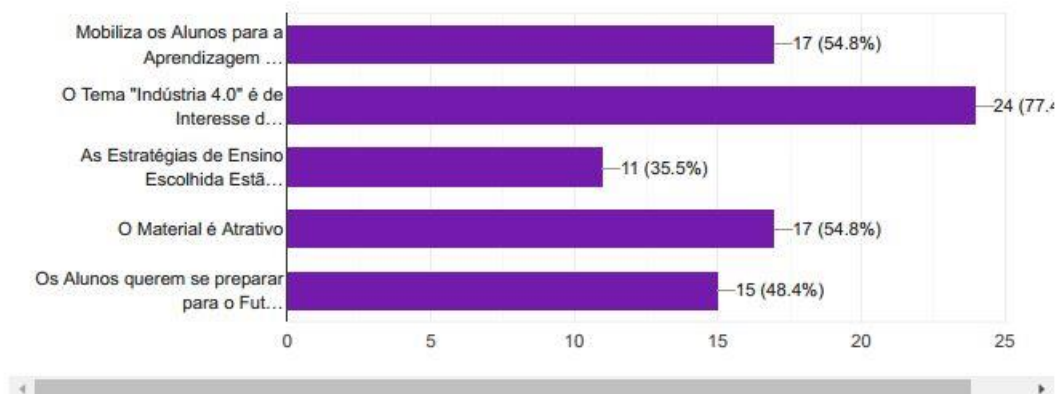
12) Você considera a Sequência Didática acerca da Indústria 4.0 um material apto para ser utilizado em sala de aula?

34 responses



12.1) Em caso afirmativo, por que você considera a Sequência Didática acerca da Indústria 4.0 um material apto para ser utilizado em sala de aula? (você pode marcar mais de uma opção)

31 respostas



12.2) Que outros aspectos positivos gostaria de destacar acerca da Sequência Didática?

20 respostas

Inovação

A necessidade de profissionais qualificados em novas tecnologias.

Facilidade de acesso ao material. Combina vídeo com a teoria.

Possui um bom layout / Uma boa estruturação

material bem elaborado e factível de ser utilizado, sem custos adicionais com equipamentos.

Além dos conteúdos e objetivos em cada plano, a metodologia está bastante detalhada. Mais do que isto, os anexos e apêndices complementam os planos de forma didática e profissional.

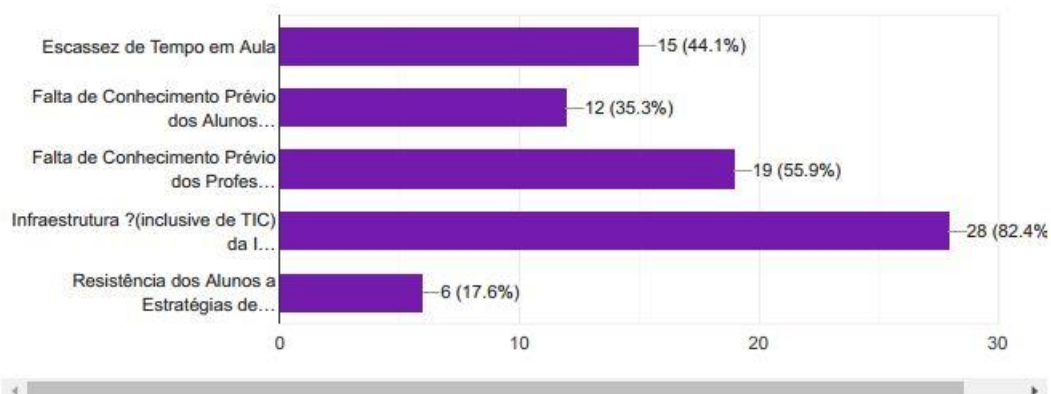
Boa Aparência

A SD está bastante didática e de fácil entendimento

O material está adequado para o Ensino Médio e pode ser um material complementar para o uso em

13) Com base na Sequência Didática apresentada, que fragilidades você considera mais relevantes ao usar este Produto Educacional nos espaços educativos da Educação Profissional e Tecnológica? (você pode marcar mais de uma opção)

34 respostas



13.1) Que outros aspectos negativos gostaria de destacar?

19 respostas

Material didático ou kit didáticos acessíveis, baratos e articulados com outras áreas do conhecimento

Apêndices e Anexos poderiam estar separados do PDF, facilitando a utilização por parte de terceiros, outros professores.

A percepção dos alunos quanto à adaptação de novas realidades iminentes. Os alunos ainda acreditam que a indústria 4.0 é ruim para a mão de obra, quando na verdade precisam visualizar novos postos de trabalho.

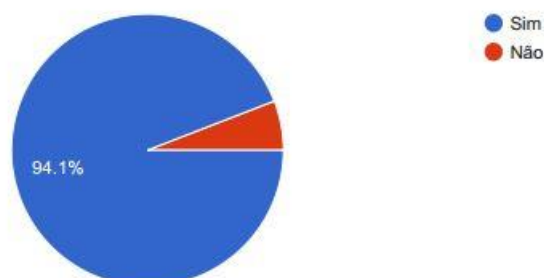
inserção no programa atual existente.

Eu apenas gostaria de destacar que a falta de conhecimento prévio dos alunos muitas vezes torna-se uma motivação para conhecer o assunto. Tenho percebido isso em algumas turmas, em especial as que são compostas por alunos que já trabalham na indústria.

Notei que em alguns pontos, os planos de aula estavam em um nível de detalhamento muito grande. isso pode gerar algum desconforto, pois cada professor tem seu "estilo" de atuação. Eu

14) Você considera que o material apresentado auxilia o ensino do tema Indústria 4.0 para os estudantes do ensino médio integrado?

34 respostas



14.1) Justifique sua resposta?

32 respostas

Inovação

Está muito bem elaborado, linguagem tranquilo e de fácil assimilação por parte dos alunos.

Material de boa qualidade, atrativo e não tradicional. Levando o estudante a pensar sobre o futuro e a nova realidade que se apresenta.

Conteúdo adequado, com boa sequência didática e que tem alta probabilidade de despertar o interesse do aluno ao auxiliar o docente a tratar do tema Indústria 4.0, usando uma estratégia de ensino nova.

É um recurso didático que integra os conhecimentos (pilares) da indústria 4.0 com outras área do conhecimento, principalmente em relação a tecnologia.

São alunos com alto potencial de aprendizagem no que se diz respeito a novas tecnologias.

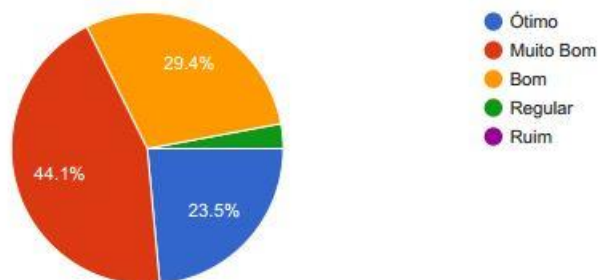
Devido sua modelagem e atualidade do tema.

01/06/2020

Avaliação do Produto Educacional - ProfEPT - Google Forms

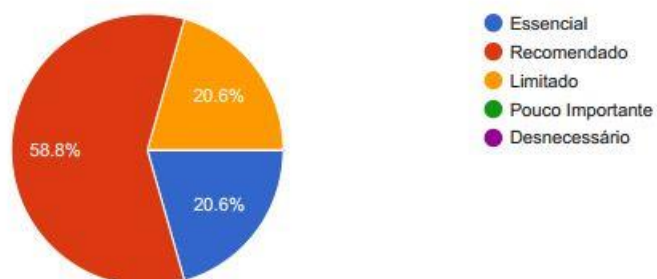
15) Quanto ao conteúdo, você considera o material apresentado:

34 responses



16) Quanto ao grau de importância da utilização da Sequência Didática sobre a I4.0 no ensino, você considera

34 responses



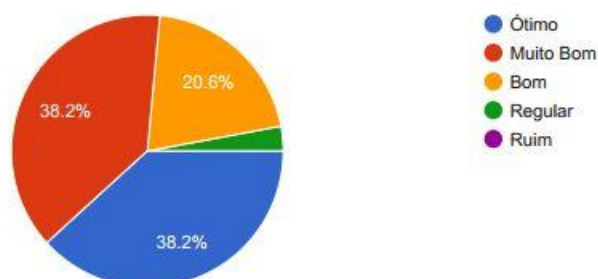
AVALIAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL POR CATEGORIA "Apresentação do Produto Educacional (Sequência Didática)"

01/06/2020

Avaliação do Produto Educacional - ProfEPT - Google Forms

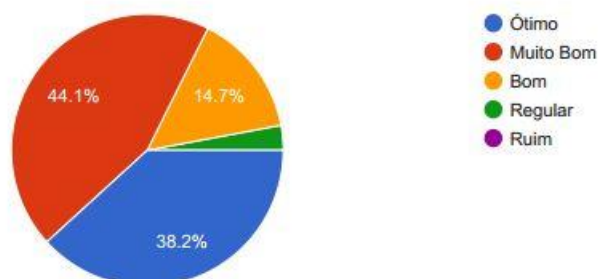
17) Considerando a ATRATIVIDADE do material, qual sua avaliação geral sobre o produto, de acordo com a escala abaixo?

34 responses



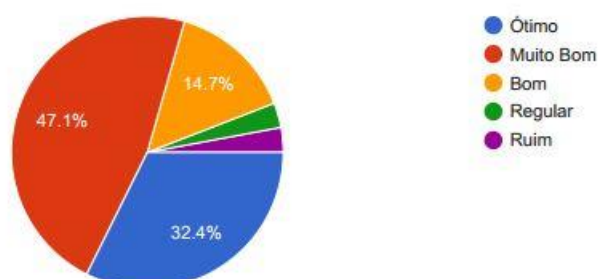
18) Quanto ao design gráfico, você considera o material apresentado:

34 responses



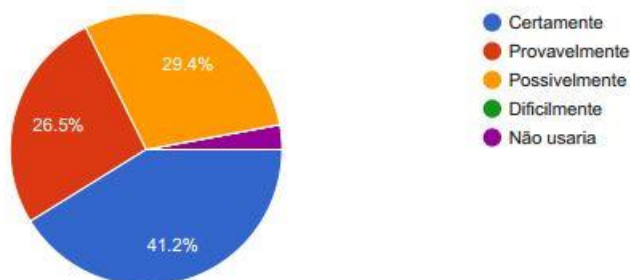
19) Quanto à clareza das informações, você considera o material apresentado:

34 responses



20) Você utilizaria este material para ensinar sobre a Indústria 4.0?

34 respostas



21) Que sugestões você daria para aprimorar o material apresentado?

26 respostas

Creio que o material elaborado atende e muito bem o público alvo. Melhorias sempre serão bem vindas e, certamente virão. Parabéns aos Elaboradores,

Conectar as questões sociais para o estudante.

Questões de meio ambiente.

Questões de desemprego e futuro dos empregos.

Questões políticas a cerca de um futuro mais tecnológicos.

Desigualdade social para o futuro tecnológico.

Guerra tecnológica no futuro.

O papel do ser humano neste mundo tecnológico.

Todos poderão ter condições de utilizar estas tecnologias?

Economia do conhecimento.

enfim teria que fazer uma ligação para contrabalancear a realidade do futuro....

Separar os Apêndices e Anexos do PDF / Deixar mais claro a separação das aulas e dos recursos que serão utilizados, isso ajuda na aplicação por terceiros.

O Quadro 4 na página 39 e a Figura 28 na página 40 são de difícil leitura. Nos planos de aula sugiro criar uma alternativa para que os professores realizem alguma atividade dirigida para os alunos. Por

ANEXO A – TCLE**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL – IFRS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO – PROPPI
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Prezado(a) senhor(a), você está sendo respeitosamente convidado(a) a participar do projeto de pesquisa intitulado “Proposta de ensino sobre a indústria 4.0 no curso integrado ao ensino médio na área de controle e processos industriais”, cujo objetivo é conhecer atividades pedagógicas capazes de implementar uma proposta de ensino para o tema Indústria 4.0 nos cursos integrados ao ensino médio na área de controle e processos industriais. Este projeto está vinculado ao Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT).

A pesquisa será feita na Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, na cidade de São Leopoldo. Para a coleta de dados serão realizadas duas aplicações de entrevistas com cada participante da amostra de professores, uma anterior e outra posterior ao processo de aplicação da proposta de ensino junto aos alunos.

Fui alertado(a) que esta pesquisa apresenta risco mínimo, pois não será realizada nenhuma intervenção ou modificação intencional nas variáveis fisiológicas, psicológicas e sociais dos indivíduos, não sendo invasiva à intimidade dos mesmos. As atividades desenvolvidas na coleta e análise dos dados estarão comprometidas com a integridade do ser humano na sua totalidade e serão mantidos os critérios éticos de sigilo e confidencialidade dos dados. No entanto, caso algum dos participantes tenha despertado algum sentimento de angústia, ansiedade ou medo, por exemplo, o pesquisador estará apto a auxiliar no esclarecimento das questões e prestar suporte imediato. Além disso, diante de qualquer tipo de questionamento ou dúvida poderei realizar o contato imediato com um dos pesquisadores responsáveis pelo estudo que fornecerá os esclarecimentos necessários.

Foi destacado que minha participação no estudo é de extrema importância, uma vez que este estudo pode vir a auxiliar diretamente no processo de ensino-aprendizagem de conhecimentos relevantes da Indústria 4.0 nos cursos na área de controle e processos industriais. A partir dos resultados obtidos, será possível disponibilizar informações as escolas que possuem curso técnico integrado ao ensino médio com relação ao tema desenvolvido, visando incentivar a utilização do produto educacional SD em suas ações educativas na área de controle e processos industriais. Pretende-se ainda, apresentar os resultados desta pesquisa a partir de um produto educacional e de um relatório final, bem como artigos que serão publicados em anais de eventos e até mesmo em periódicos especializados.

Estou ciente e me foram assegurados os seguintes direitos:

- da liberdade de retirar o meu consentimento, a qualquer momento, e deixar de participar do estudo, sem que isso me traga prejuízo de qualquer ordem;
- da segurança de que não serei identificado(a) e que será mantido caráter confidencial das informações relacionadas à minha privacidade;
- de que serão mantidos todos os preceitos ético-legais durante e após o término da pesquisa, de acordo com a Resolução 466/2016 do Conselho Nacional de Saúde;
- do compromisso de ter acesso às informações em todas as etapas do

estudo, bem como aos resultados, ainda que isso possa afetar meu interesse em continuar participando da pesquisa;

- de que não haverá nenhum tipo de despesa ou ônus financeiro, bem como não haverá nenhuma recompensa financeira relacionada à minha participação;

- de que não está previsto nenhum tipo de procedimento invasivo, coleta de material biológico, ou experimento com seres humanos;

- de não responder qualquer pergunta que julgar constrangedora ou inadequada.

A partir do exposto, eu, _____, portador do documento de identidade _____, aceito participar da pesquisa intitulada: “Proposta de ensino sobre a indústria 4.0 no curso integrado ao ensino médio na área de controle e processos industriais”. Fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada, bem como sobre a metodologia que será adotada, sobre os riscos e benefícios envolvidos. Recebi uma cópia deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

_____, ____ de ____ de ____.

Assinatura do (a) participante

Assinatura do (a) pesquisador(a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

CEP/IFRS

Endereço: Rua Gen. Osório, 348, Centro, Bento Gonçalves, RS, CEP: 95.700-000

Telefone: (54) 3449-3340 E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br

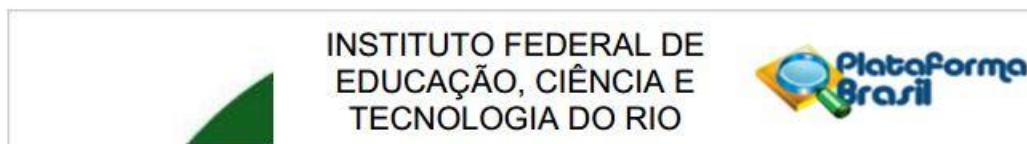
Pesquisador principal: Nilo César Oliveira Guimarães

Telefone: (51) 99959-3636 E-mail: nilogui@gmail.com

Orientadora: Ana Sara Castaman

Telefone: (54) 98112-3132 E-mail: ana.castaman@sertao.ifrs.edu.br

ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Proposta de ensino sobre a indústria 4.0 no curso integrado ao ensino médio na área de controle e processos industriais

Pesquisador: Nilo Guimarães

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 12334119.4.0000.8024

Instituição Proponente: INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO RIO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.289.338

Apresentação do Projeto:

Pesquisa oriunda do Mestrado Profissional em Educação Tecnológica, no IFRS, que trata do ensino do tema da Indústria 4.0 em cursos integrados ao ensino médio na área de controle e processos industriais. O projeto contará com a participação de dois professores da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, em São Leopoldo, que responderão a uma pesquisa semi-estruturada. A partir desta participação será desenvolvida uma sugestão de sequência didática acerca do tema.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

"Conhecer atividades pedagógicas capazes de implementar uma proposta de ensino para o tema Indústria 4.0 nos cursos integrados ao ensino médio na área de controle e processos industriais."

Objetivo Secundário:

"• Identificar atividades pedagógicas que facilitam o processo de ensino e aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica;• Investigar as percepções dos docentes que atuam em curso integrado ao ensino médio na área de controle e processos industriais, a respeito das atividades pedagógicas empreendidas no processo de ensino e aprendizagem;• Elaborar, aplicar e avaliar proposta de ensino com foco em conhecimentos relevantes da Indústria 4.0, a fim de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem em curso integrado ao ensino médio na área de

Endereço: Rua General Osório, 348

Bairro: CENTRO

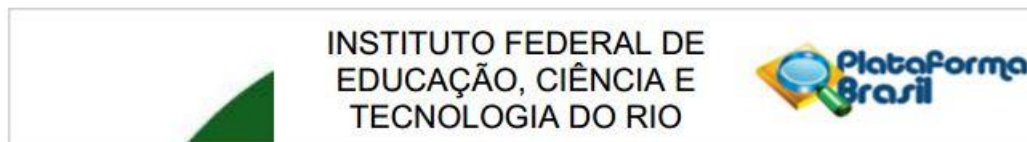
CEP: 95.700-086

UF: RS

Município: BENTO GONCALVES

Telefone: (54)3449-3340

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br



Continuação do Parecer: 3.289.338

controle e processos industriais."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

"Considera-se como risco da pesquisa, a probabilidade de que os participantes do estudo sofram algum dano como consequência imediata ou tardia da pesquisa. Nesse sentido, esta pesquisa apresenta risco mínimo, pois não serão realizadas intervenções ou modificações intencionais nas variáveis fisiológicas, psicológicas e sociais dos indivíduos, não sendo invasiva à intimidade dos mesmos. As atividades desenvolvidas no decorrer do estudo estarão comprometidas com a integridade do ser humano na sua totalidade e serão mantidos os critérios éticos de sigilo e confidencialidade dos dados. No entanto, tendo em vista que toda pesquisa com seres humanos envolve algum risco para os participantes, em maior ou menor grau, caso algum destes sintam-se constrangido ou tenha despertado algum sentimento de angústia, ansiedade ou medo, por exemplo, o pesquisador procurará auxílio imediatamente."

Benefícios:

"Espera-se que a utilização da proposta de ensino como ferramenta possa aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem e a incentivar os estudantes a conhecer mais sobre a indústria 4.0. A proposta de ensino traduzirá um tema vasto e amplo que é a Indústria 4.0, união de sistemas físicos, digitais e biológicos, em conteúdos relevantes para reflexões críticas profundas de professores e alunos de curso técnico integrado ao ensino médio na área de controle e processos industriais. É válido destacar que, apesar da proposta deste trabalho ser aplicada em um espaço educacional específico, o produto gerado (SD) poderá ser adotado em outros cursos ligados à área de controle e processos industriais. Destarte, é um produto educacional atrelado a linha de pesquisa "Práticas Educativas em Educação Profissional e Tecnológica", vinculado ao macroprojeto 1 - Propostas metodológicas e recursos didáticos em espaços formais e não formais de ensino na EPT. O referido macroprojeto abriga estudos que trabalham as principais questões de ensino e aprendizagem na EPT, com foco em discussões conceituais específicas, metodologias e recursos apropriados para essas discussões e elaboração e experimentação de propostas de ensino inovadoras em espaços diversos (sala de aula, laboratórios, campo, museus, setores produtivos, internet, entre outros). Pretende-se, além de construir o produto educacional (proposta de ensino), criar um relatório final e artigos. Estes últimos serão publicados em anais de eventos e periódicos especializados, pois é de suma importância que as pesquisas e os estudos realizados sejam compartilhados e propiciem o desenvolvimento da ciência."

Endereço: Rua General Osório, 348

Bairro: CENTRO

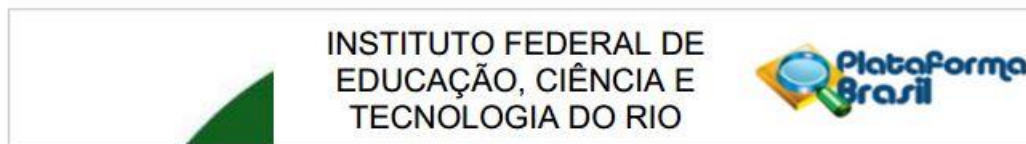
CEP: 95.700-086

UF: RS

Município: BENTO GONCALVES

Telefone: (54)3449-3340

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br



Continuação do Parecer: 3.289.338

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto informa: "Com base nas respostas dos professores e na experiência deste pesquisador será criada a proposta de ensino (Sequência Didática) para utilização com os estudantes. Após a aplicação da proposta de ensino os professores serão entrevistados novamente".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentou a autorização institucional da escola, TCLE e roteiro das entrevistas.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não foram observados óbices éticos.

O projeto está aprovado e, após a finalização da última etapa, conforme cronograma cadastrado na Plataforma Brasil, o pesquisador possui o prazo de 60 dias para envio do relatório final via Plataforma.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1340187.pdf	22/04/2019 21:43:04		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa_Nilo_Guimaraes_PROFÉPT.pdf	22/04/2019 19:25:24	Nilo Guimarães	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	22/04/2019 18:51:08	Nilo Guimarães	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Autorizacao_Institucional.pdf	22/04/2019 18:50:44	Nilo Guimarães	Aceito
Outros	ApendiceB_Entrevista_Final.pdf	22/04/2019 17:57:36	Nilo Guimarães	Aceito
Outros	ApendiceA_Entrevista_Inicial.pdf	22/04/2019 17:56:55	Nilo Guimarães	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Modelo_de_TCLE.pdf	22/04/2019 17:50:10	Nilo Guimarães	Aceito

Endereço: Rua General Osório, 348

Bairro: CENTRO

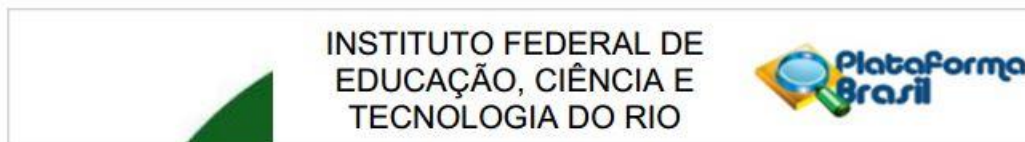
CEP: 95.700-086

UF: RS

Município: BENTO GONCALVES

Telefone: (54)3449-3340

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br



Continuação do Parecer: 3.289.338

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BENTO GONCALVES, 26 de Abril de 2019

Assinado por:
MARCELO MALLET SIQUEIRA CAMPOS
(Coordenador(a))

Endereço: Rua General Osório, 348

Bairro: CENTRO

CEP: 95.700-086

UF: RS

Município: BENTO GONCALVES

Telefone: (54)3449-3340

E-mail: cepesquisa@ifrs.edu.br