



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS**
CAMPUS MANAUS CENTRO
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA**

SILVESTRE SALES DE SOUZA

**CRIAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO “CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O
OLHAR DA CIÊNCIA”**

Manaus - AM

2020

SILVESTRE SALES DE SOUZA

**CRIAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO “CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O
OLHAR DA CIÊNCIA”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo Campus Manaus Centro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: (Prof. Dr. Daniel Nascimento e Silva)

Manaus - AM

2020

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

S729c Souza, Silvestre Sales de.

Criação do curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência”. / Silvestre Sales de Souza. – Manaus, 2021.

93 p. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Nascimento e Silva.

Inclui Apêndice: Produto Educacional.

1. Educação profissional e tecnológica. 2. Indústria 4.0. 3. Indústria 4.0 - característica. I. Silva, Daniel Nascimento e (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 378.013



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CAMPUS MANAUS CENTRO
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA EM REDE NACIONAL



SILVESTRE SALES DE SOUZA

CRIAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO - CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica - ProfEPT, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, *Campus Manaus Centro*, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica, sob orientação do Prof. Dr. Daniel Nascimento e Silva.

Linha de Pesquisa: Organização e Memórias dos Espaços Pedagógicos em Educação Profissional e Tecnológica.

Aprovado em 17 de dezembro de 2020.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Nascimento e Silva – Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Prof. Dr. José Pinheiro de Queiroz Neto – Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – PROFEPT/IFAM

Profa. Dra. Sônia Regina Lamego Lino – Membro Externo
Instituto Federal Catarinense - IFC



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
CAMPUS MANAUS CENTRO
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA EM REDE NACIONAL



SILVESTRE SALES DE SOUZA

CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA.

Produto Educacional apresentado ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica - ProfEPT, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, *Campus* Manaus Centro, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica, sob orientação do Prof. Dr. Daniel Nascimento e Silva.

Linha de Pesquisa: Organização e Memórias dos Espaços Pedagógicos em Educação Profissional e Tecnológica.

Validado em 17 de dezembro de 2020.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Nascimento e Silva – Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Prof. Dr. José Pinheiro de Queiroz Neto – Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – PROFEPT/IFAM

Profa. Dra. Sônia Regina Lamego Lino – Membro Externo
Instituto Federal Catarinense - IFC

“As empresas do futuro serão aquelas que descobrirem como fazer com que as pessoas se comprometam e queiram aprender, desde o chão de fábrica até a alta gerência”.

(Peter Senge)

AGRADECIMENTOS

Ao meu saudoso Pai Senhor Raimundo Souza Araújo, meu herói, meu grande incentivador apesar da pouca escolaridade, sempre me incentivou a prosseguir nos estudos.

A minha mãe, Dona Raimunda Nonato Sales Rocha, minha inspiração no quesito caráter e bons costumes, minha direção na vida, minha heroína.

Ao meu mestre e Orientador neste Programa, Daniel Nascimento-e-Silva, que me acolheu e me trouxe grandes novidades e um novo caminho rumo ao conhecimento, com uma metodologia própria e muito produtiva.

Aos parceiros do grupo de pesquisa capitaneado pelo Prof. Daniel Nascimento-e-Silva, pela valiosa e construtiva parceria nos artigos que publicamos.

Ao Parceiro e colega do grupo de pesquisa, Me. Ronison oliveira, que muito colaborou para minha assimilação na metodologia do grupo, pela disposição em ajudar e estar sempre disponível para tirar dúvidas, dar sugestões, pelas críticas construtivas que me impulsionaram a concluir este Trabalho.

A todos os docentes do programa, em especial o Prof. Dr. Daniel Nascimento e Silva, a Professora Dra. Deuzilene Marques Salazar que me acolheu no programa dando todas orientações administrativas e suporte que precisei durante essa jornada e a Professora Dra. Rosa Azevedo, titular da primeira disciplina que cursei no programa responsável por importantes mudanças na minha forma de pensar.

Aos meus colegas de turma cada um a seu modo contribuíram e me deram forças para continuar.

Aos Servidores da secretaria do PROFEPT, pela presteza e empenho na resolução das demandas administrativas.

RESUMO

Um dos fenômenos que tem sido objeto de inúmeros estudos técnicos, científicos e tecnológicos nos âmbitos nacional e internacional é a Indústria 4.0. Seus impactos têm sido sentidos em todas as dimensões da vida humana associada, principalmente na educação. Por conta da relação indissociável entre trabalho e educação, faz-se necessário analisar os impactos deste movimento não somente na área industrial, mas também em outras áreas de atuação. O objetivo geral do presente estudo foi criar um curso de extensão que tratasse dos principais aspectos da Indústria 4.0 sob o ponto de vista da ciência. Para tanto, utilizou-se o método científico-tecnológico em suas duas dimensões, a científica e a tecnológica, cada uma constituída por quatro fases. A dimensão científica foi operacionalizada através de estudos bibliométricos, cujos dados foram coletados com o auxílio de um questionário padronizado chamado “massa de dados” em artigos científicos, dissertações e teses disponíveis nas bases de dados *Google Scholar* e *Science Direct*; análise semântica e de conteúdo permitiram organizar os dados para que as respostas procuradas pudessem ser encontradas e apresentadas em quadros sintetizadoras. As respostas da dimensão científica foram manuseadas seguindo as etapas da dimensão tecnológica, cuja primeira etapa foi a elaboração de um protótipo do curso, cujos módulos componentes foram a) as revoluções industriais, b) o que é indústria 4.0, c) características da indústria 4.0, d) prós e contras da indústria 4.0 e e) impactos da indústria 4.0. A segunda etapa consistiu no teste do protótipo junto a um público geral para avaliar o manuseio, recomendação para outros usuários, confiabilidade do conteúdo, entendimento obtido, satisfação com o curso e auxílio no entendimento de questões cotidianas associadas à indústria 4.0. Foram feitos ajustes naqueles aspectos considerados insatisfatórios pelos usuários, para que pudessem estar em conformidade com suas recomendações feitas na etapa anterior, de testagem. Depois de aprovados os ajustes realizados pelo público, o produto foi considerado finalizado. Os resultados obtidos apontaram que o curso de extensão criado cumpriu com a finalidade de compartilhar saberes sobre a indústria 4.0 de base científica com a comunidade externa. O produto se caracteriza por apresentar uma linguagem didática e objetiva sem descaracterizar a visão científica do fenômeno estudado. O benefício gerado pelo curso de extensão foi o de proporcionar aos usuários conhecimentos de base científica sobre a Indústria 4.0 de forma consequente, que lhes permita compreender as suas realidades e agir sobre elas proativamente.

PALAVRAS-CHAVE: Revolução 4.0. Características da Indústria 4.0. Impactos da Indústria 4.0. Prós e Contras da Indústria 4.0. Revoluções Tecnológicas.

ABSTRACT

One of the phenomena that has been the subject of numerous technical, scientific and technological studies at the national and international level is Industry 4.0. Its impacts have been felt in all dimensions of associated human life, especially in education. Due to the inseparable relationship between work and education, it is necessary to analyze the impacts of this movement not only in the industrial area, but also in other areas of activity. The general objective of the present study was to create an extension course that dealt with the main aspects of Industry 4.0 from the point of view of science. Therefore, the scientific-technological method was used in its two dimensions, the scientific and the technological, each consisting of four phases. The scientific dimension was operationalized through bibliometric studies, whose data were collected with the aid of a standardized questionnaire called "data mass" in scientific articles, dissertations and theses available in the Google Scholar and Science Direct databases; semantic and content analysis allowed to organize the data so that the sought answers could be found and presented in synthesized charts. The responses of the scientific dimension were handled following the steps of the technological dimension, whose first stage was the development of a prototype of the course, whose component modules were: a) industrial revolutions, b) that is industry 4.0, c) characteristics of industry 4.0, d) pros and cons of industry 4.0, and e) impacts of industry 4.0. The second stage consisted of testing the prototype with a general public to assess handling, recommendation to other users, reliability of the content, understanding obtained, satisfaction with the course and assistance in understanding everyday issues associated with industry 4.0. Adjustments were made to those aspects considered unsatisfactory by users, so that they could be in accordance with their recommendations made in the previous testing phase. After the adjustments made by public were approved, the product was considered finished. The results obtained showed that the extension course created fulfilled the purpose of sharing knowledge about industry 4.0 with a scientific base with the external community. The product is characterized by presenting a didactic and objective language without detracting from the scientific view of the studied phenomenon. The benefit generated by the extension course was to provide users with the scientifically based knowledge about Industry 4.0 in a consistent way, which allows them to understand their realities and act of them proactively.

KEYWORDS: Revolution 4.0. Characteristics of Industry 4.0. Impacts of Industry 4.0. Pros and Cons of Industry 4.0. Technological Revolutions.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de um processo produtivo da Indústria 4.0.....	38
Figura 2 – Processo automatizado da Indústria 4.0.....	39
Figura 3 – Saúde 4.0.....	42
Figura 4 – Confeção de roupas e sapatos com impressão 3D.....	43
Figura 5 – Espelho virtual.....	44
Figura 6 – Etapas do método científico-tecnológico.....	47
Figura 7 – Capa do protótipo do <i>e-book</i>	53
Figura 8 – Figura da primeira versão do <i>e-book</i>	55
Figura 9 – Demonstração de ajuste realizado no <i>e-book</i> do curso de extensão.....	56
Figura 10 – Estrutura analítica do produto.....	67
Figura 11 – Visão geral do curso de extensão.....	76
Figura 12 – Avisos do curso.....	77
Figura 13 – Divisão dos módulos do curso de extensão.....	78
Figura 14 – Exemplo de questão dos testes de aprendizagem do curso.....	79
Figura 15 – Teste final do curso.....	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características da Indústria 4.0 conforme a literatura científica.....	26
Quadro 2 – Comparativo entre a Terceira e a Quarta Revolução Industrial.....	58
Quadro 3 – Tecnologias da Indústria 4.0.....	61
Quadro 4 – Pontos positivos e negativos da Indústria 4.0.....	62
Quadro 5 – Impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D – 3 Dimensões

CAPES – Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CPF – Certificado de Pessoa Física

EPT – Educação Profissional e Tecnológica

IFAM – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Moodle – Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment

PDI - Plano de Desenvolvimento Institucional

PPC – Projeto Pedagógico de Curso

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	12
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 O Problema	18
1.2 Hipótese e Objetivos do Estudo.....	19
1.3 Justificativa e Motivação para a realização do estudo.....	20
1.4 Organização da Dissertação	21
2 A INDÚSTRIA 4.0	21
2.1 Escopo conceitual da Indústria 4.0	21
2.2 Características da Indústria 4.0.....	24
2.3 Principais tecnologias da Indústria 4.0.....	29
2.3.1 Internet das Coisas	29
2.3.2. O <i>Big Data</i>	31
2.3.3 Computação em Nuvem	33
2.3.4 Robôs autônomos	34
2.3.5 Impressão 3D.....	35
2.3.6 Realidade aumentada.....	36
2.4 Os prós e contras da Indústria 4.0	37
2.5 Impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas.....	41
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
3.1 Desenho do estudo	46
3.2 Dimensão científica do estudo	49
3.2.1 População e amostra.....	49
3.2.2 Instrumento de coleta de dados	49
3.2.3 Estratégia de coleta de dados.....	50
3.2.4 Estratégia de organização e análise de dados.....	51
3.2.5 Estratégia de interpretação dos dados e apresentação dos resultados	51
3.3 Dimensão tecnológica do estudo.....	52
4 RESULTADOS DA PESQUISA	57
4.1 Resultados sobre o significado do termo Indústria 4.0	58
4.2 Resultados sobre as características da Indústria 4.0.....	59
4.3 Resultados sobre as principais tecnologias da Indústria 4.0	60

4.4 Resultados sobre os prós e contras da Indústria 4.0	62
4.5 Resultados sobre o impacto da Indústria 4.0 na vida das pessoas	63
4.6 Resultados sobre o significado, as características e a finalidade dos cursos de extensão ...	64
5 CRIAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO “CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA”	66
5.1 O protótipo do curso de extensão.....	66
5.2 Testes realizados no curso de extensão.....	69
5.3 Ajustes realizados no protótipo.....	74
5.4 Divulgação da versão final do produto.....	75
6 CURSO DE EXTENSÃO “CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA”	75
CONCLUSÃO	80
REFERÊNCIAS	83
APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	94

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a tecnologia tem sido o sustentáculo para a sobrevivência das companhias industriais no ambiente de mercado. Entende-se que além de ser um requisito necessário para a construção de artefatos tecnológicos (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019; SILVA et al., 2019), o manuseio de conhecimentos tem sido muito utilizado para a modernização dos processos industriais, a qual produz efeitos que vão além dos limites das organizações fabris, alcançando outras áreas de atuação, dentre elas a educação. No momento hodierno, a humanidade tem se deparado com um fenômeno que além de trazer grandes mudanças no modo de se produzir coisas, também tem impactado outras frentes de trabalho, o qual é denominado como Quarta Revolução Industrial (BOGNER et al., 2016; RODRIGUES; ALCÂNTARA, 2019).

Enfatiza-se que este novo ordenamento, o qual também é conhecido como Indústria 4.0, trata-se de uma iniciativa do governo alemão lançada em 2011 com vistas a elevar o nível de competitividade e produtividade das fábricas daquele país (HIRSCH-KREINSEN, 2016; SCHWAB, 2017). As benesses deste arranjo produtivo tem orientado as políticas industriais tanto de países de primeiro mundo como também de nações em desenvolvimento (SANTOS; BELÉM, 2018). Entretanto, uma questão delicada correlata a este acontecimento é a do emprego, uma vez que com cada vez mais indústrias migrando seus processos consoante os princípios da Indústria 4.0, a tendência para os próximos anos é a perda de postos de trabalho de cunho operacional, o que eleva o chamado desemprego tecnológico (ANTONIO et al., 2018; COUTO et al., 2011; TESSARINI JUNIOR et al., 2017; TROPIA; SILVA, DIAS, 2017).

É nesse contexto de grandes mudanças que o presente estudo foi delineado, com o intuito de compreender de maneira assertiva o significado, as características, os prós e contras e os impactos que a Indústria 4.0 tem causado nos dias atuais. Um dos principais pilares deste novo marco civilizatório é a tecnologia, a qual nos dizeres de Ramos (2008) é uma das dimensões da formação humana integral (MOLL, 2014; MOURA, 2013; ZEN; OLIVEIRA, 2018). Nesse sentido, este estudo busca compreender de que forma a tecnologia tem sido utilizada no âmbito da Indústria 4.0. Como este fenômeno é um acontecimento recente (HIRSCH-KREINSEN, 2016), é oportuno que pesquisas aplicadas sejam realizadas com o intuito de entender o conceito, os principais aspectos e os efeitos resultantes destas mudanças no contexto produtivo. Essa necessidade se agiganta quando o campo de aplicação dos estudos

científicos é a educação profissional e tecnológica (EPT), na qual as pesquisas focalizadas na temática da Indústria 4.0 ainda se mostram em estado incipiente.

No estado da arte nacional, já é possível detectar exemplos de aplicação e impactos da Indústria 4.0 em estudos concernentes ao campo da Gestão de Pessoas, da Logística e da Gestão do Conhecimento (ABREU, 2018; CUNHA et al., 2020; FREITAS; FRAGA; SOUZA, 2016). Todavia, quando o foco de análise é a educação, poucas são as experiências registradas em estudos teórico-empíricos. Identificada esta lacuna, o presente estudo buscou criar um artefato tecnológico que abordasse de forma objetiva e didática sobre a Indústria 4.0, mais precisamente nas seguintes frentes: a) o significado do termo; b) as principais características deste fenômeno; c) os prós e contras, e; d) o impacto deste movimento na vida das pessoas. Para tanto, optou-se pela criação de um curso de extensão cuja estruturação buscou atender a estes quatro tópicos de pesquisa. A elaboração e aplicação de produtos educacionais é uma exigência que diferencia os programas de pós-graduação *stricto sensu* profissionais dos programas acadêmicos (GONÇALVES et al., 2019). Esta é uma condição necessária a ser atendida para a obtenção do título de mestre ou doutor em programas profissionais de formação. Os cursos de extensão se enquadram dentre as categorias de produtos na área de Ensino definidos pela Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 2013; GONÇALVES et al., 2019).

A expectativa de contribuição do produto tecnológico aqui destacado com a área de educação profissional e tecnológica (EPT) está ancorada em três aspectos. O primeiro deles visa trazer para a área da EPT a temática da Indústria 4.0 com vistas a promoção de um debate amplo sobre a gênese, os aspectos e os efeitos que este fenômeno pode trazer tanto para o mundo do trabalho como também para a educação, visto que são áreas conexas e indissociáveis (SAVIANI, 2003). A segunda contribuição diz respeito a demonstração da eficiência e eficácia dos cursos de extensão na disseminação de saberes junto à comunidade externa (FLORIANO et al., 2017). A terceira expectativa de colaboração com a realização do estudo está relacionada com o seguinte fator: se um dos princípios da EPT é o alcance da formação humana integral, é apropriado debater temas atuais que influenciam diretamente tanto no mundo do trabalho como na educação. O enfoque do presente estudo foi de cunho científico, cujo principal objetivo foi a criação de um produto tecnológico, mas nada impede que outras pesquisas na seara da EPT sejam realizadas com o intuito de discutir os aspectos históricos, sociais, econômicos e culturais que influenciaram nos modos de produção de riqueza na sociedade contemporânea (FRIGOTTO; CIAVATTA; RAMOS, 2012).

É conveniente relatar que o processo de criação do curso de extensão seguiu a lógica de execução presente no método científico-tecnológico, o qual é composto por uma primeira parte

composta pelo levantamento de conhecimentos científicos, os quais são necessários para que seja realizada a parte prática do processo, formada por prototipagem, testes, ajustes e divulgação do produto tecnológico (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). Tanto as fases que compõem esta metodologia como também o porquê da feitura de cada uma delas serão explicitados mais adiante no decurso deste estudo. Trata-se de uma pesquisa aplicada, uma vez que os saberes concernentes a uma área do conhecimento foram coletados e dispostos de forma lógica e sequencial e aplicados junto a uma determinada população (PRODANOV; FREITAS, 2013). Os partícipes do estudo analisaram o curso de extensão e demonstraram tanto os pontos que se mostraram bem avaliados como também aqueles que careciam de reforço. A partir disto, foram realizados ajustes que permitiram que o protótipo do curso de extensão pudesse ser considerado como produto tecnológico (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019).

É conveniente mencionar que o curso de extensão destacado no presente estudo encontra-se rodando de forma experimental na Escola Virtual do Instituto Federal do Amazonas – IFAM . A realização desta prática extensionista foi adotada para cumprir com os parâmetros procedimentais que caracterizam os mestrados profissionais, os quais exigem o desenvolvimento de um produto como elemento condicionante para a obtenção do grau de mestre (GONÇALVES et al., 2019). Considera-se que as práticas de extensão representam um dos sustentáculos da atuação dos institutos federais juntamente como o ensino, a pesquisa, a inovação e o empreendedorismo tecnológico (BRASIL, 2008).

O produto aqui apresentado com o nome “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” representa a organização de forma lógica de conhecimentos presentes na literatura científica, os quais já existam, mas estavam esparsos nas bases de dados. De posse das etapas do método científico-tecnológico desenvolvido por Nascimento-e-Silva (2019), foi possível criar uma sequência didática que explicasse com precisão as principais temáticas conexas ao fenômeno da Indústria 4.0. Infere-se que a adoção deste método fez com que o produto cumprisse com os propósitos que justificaram a sua criação, o que foi essencial para que os objetivos de pesquisa inicialmente traçados também fossem cumpridos com êxito.

O estudo apresenta uma limitação, a qual não anula os seus resultados que é o fato de o curso de extensão desenvolvido estar alocado na Escola Virtual do IFAM experimentalmente. Entretanto, é apropriado dizer que a criação e validação do produto aqui apresentado teve como principal enfoque a consecução dos objetivos de pesquisa. Quanto a questão da oficialização da inclusão desta extensão no catálogo de cursos do IFAM depende de trâmites burocráticos, bem como de avaliações dos responsáveis pela educação a distância deste instituto. Todavia, em tempos atuais em que o ensino remoto tem representado uma alternativa para a manutenção das

atividades escolares, um curso que aborda sobre os principais aspectos da Indústria 4.0 representa para o IFAM uma excelente oportunidade de partilhar conhecimentos a respeito de uma temática atual e relevante com a comunidade externa, cumprindo assim as finalidades das práticas extensionistas (FLORIANO et al., 2017; OLIVEIRA, 2019).

1.1 O Problema

Diferentemente do que aconteceu com as 3 revoluções industriais anteriormente ocorridas no mundo, a humanidade dos tempos atuais tem a oportunidade de acompanhar o surgimento de uma nova revolução. Isto significa dizer que não somente na seara fabril, mas também outros campos de atuação terão de abandonar gradualmente os modelos de produção antes tidos como padrão para em seu lugar adotar outros padrões de fabricação fortemente pautados na inovação (NASCIMENTO-E-SILVA, 2017). Essa substituição é justificada por conta dos ganhos em produtividade, qualidade e redução de desperdícios que a adoção das chamadas fábricas inteligentes pode proporcionar para as companhias industriais (BILLIG, 2016; GONÇALVES et al., 2018; SCHWAB, 2017). Enfatiza-se que este novo movimento se caracteriza por ser disruptivo, uma vez que torna os padrões de fabricação atuais obsoletos devido ao surgimento de padrões mais avançados de manufatura (BÁLSAMO; LIMA; FILEV, 2017; BLANCO; OLIVEIRA, 2018).

A assertividade no esclarecimento do que é a Indústria 4.0 é necessária, principalmente para os sujeitos que nunca ouviram falar ou pouco conhecem sobre este fenômeno específico. O primeiro deles é que este fenômeno é uma realidade latente na atualidade, a qual exerce influência no cotidiano da humanidade. Isto inevitavelmente alcança o contexto da educação, uma vez que o arranjo produtivo das fábricas está mudando para uma nova configuração, a qual irá exigir o esforço coordenado de humanos no comando e manutenção de robôs e demais artefatos inteligentes, o que representa uma evolução dos processos produtivos fortemente assentada nos princípios da automação industrial (FERREIRA et al., 2017; MILAGRE et al., 2018; TROPIA; SILVA; DIAS, 2017). Dessa forma, os futuros profissionais que pretendem atuar nesse novo modelo fabril precisam saber com clareza como funciona este arranjo produtivo caracterizado pela personalização de produtos em larga escala e a comunicação constante das pessoas com objetos, processos e sistemas. (BÁLSAMO; LIMA; FILEV, 2017; GOECKS et al., 2019; HIRSCH-KREINSEN, 2016; SANTOS; BELÉM, 2018).

Para suprir a lacuna de informação atinente aos principais conceitos da Indústria 4.0, optou-se pelo desenvolvimento de um curso de extensão. O estudo de Oliveira (2019) constatou que através deste tipo específico de curso as organizações de EPT podem suprir as necessidades de formação dos integrantes da comunidade externa. Por sua vez, o texto de Floriano et al. (2017) aponta que além da questão da formação, os cursos de extensão representam uma nova forma de se produzir saberes através da relação dialógica da universidade com a comunidade que está em seu entorno.

Em sua gênese, considera-se que os cursos de extensão representam ocasiões oportunas para que as universidades disseminem o conhecimento por elas gerados com a comunidade (FLORIANO et al., 2017; OLIVEIRA, 2019). Neste sentido, buscou-se, através da realização de pesquisas científicas concernentes ao tema da Indústria 4.0 a elaboração de um curso de extensão cujo objetivo é o de partilhar conhecimentos sobre o significado, as principais características, os pontos positivos e negativos e os impactos deste movimento na vida das pessoas. Assim, enfatiza-se que o curso de extensão resultante da presente dissertação é o produto tecnológico focalizado em disseminar conteúdos atuais sobre a Indústria 4.0 com a comunidade externa.

É oportuno esclarecer nesta parte inicial do estudo a diferença entre protótipos e produtos. Protótipos podem ser considerados como versões ainda não finalizadas e as mais próximas possíveis de um artefato tecnológico (ROGERS; SHARP; PREECE, 2013; SILVA et al., 2019). Para que um protótipo passe a ser visto como um produto, faz-se necessário que sejam realizados testes de desempenho, os quais irão certificar o pesquisador de que o item gerado a partir de seus estudos científicos conseguem cumprir com os propósitos que suscitaram a sua materialização. Desta maneira, o curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” aqui apresentado é o produto tecnológico oriundo da presente dissertação, uma vez que passou por testes e ajustes que ao serem operacionalizados permitiram que se chegasse à versão final do artefato. Esta é a condição obrigatória que todo protótipo necessita atender para poder ser compreendido como produto: a submissão a testes e a realização de ajustes nos pontos em que o artefato se mostrou deficitário (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019).

1.2 Hipótese e Objetivos do Estudo

A hipótese desta dissertação é que um curso de extensão é capaz de explicar de forma clara e didática os conceitos, características, pontos positivos, negativos e impactos da Indústria

4.0 na vida das pessoas sob o ponto de vista da ciência. Cada um desses 5 tópicos precisa aparecer no marco teórico como um subtópico

O objetivo geral foi criar um curso de extensão capaz de explicar de forma clara e didática os conceitos, características, pontos positivos, negativos e impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas sob o ponto de vista da ciência. Para a consecução deste intento pretendido, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) Efetuar uma revisão de literatura científica sobre Indústria 4.0;
- b) Organizar e selecionar os conhecimentos sobre Quarta Revolução Industrial que irão compor o curso de extensão;
- c) Criar o curso intitulado “Conhecendo a Indústria 4.0 sob o Olhar da Ciência” com base nos conceitos detectados no início do estudo;
- d) Testar e ajustar o protótipo do curso de extensão e;
- e) Divulgar o produto educacional na sua versão final em meio digital para profissionais da educação e demais partes interessadas.

1.3 Justificativa e Motivação para a realização do estudo

Dois fatores, um de natureza teórica e outro de cunho prático, fomentaram a realização deste estudo. A razão teórica pressupõe a elevação do estoque de conhecimento (NASCIMENTO-E-SILVA, 2012) imanente a Indústria 4.0. Apesar do estado da arte referente a esta temática no contexto nacional já apresentar pesquisas que versam sobre os desafios e as perspectivas sobre esse fenômeno, na seara educacional o volume de estudos sobre esse assunto ainda é bastante escasso. Busca-se, através deste constructo, colaborar com o aumento do nível de produção científica concernente a Indústria 4.0. No que tange a razão de caráter prático, este estudo foi empreendido com o intuito de criar um artefato tecnológico de base científica (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019) que reunisse em um curso de extensão conhecimentos atuais, oriundos de bases científicas confiáveis. Trata-se de um trabalho de cunho explicativo, o qual visa descrever os principais temas correlatos a Indústria 4.0.

Três motivos corroboraram para a realização do estudo. O primeiro foi a finalidade de desenvolver um recurso educacional que explanasse de forma compreensível as temáticas relacionadas com a Indústria 4.0. O segundo motivo diz respeito a expectativa de contribuição que o estudo pretende trazer ao desenvolver um curso de extensão cujo objetivo é disseminar conhecimentos produzidos para a comunidade externa. A terceira intenção consiste na

promoção de um debate sobre os impactos da Indústria 4.0, o qual não se restringe somente ao mundo do trabalho, mas também que abarca outras searas de atuação, dentre elas, a EPT.

1.4 Organização da Dissertação

Esta dissertação está organizada em seis capítulos, a começar com esta primeira parte introdutória, a qual aborda sobre o problema, as hipóteses, objetivos, justificativa e motivação do estudo. O segundo tópico traz o marco teórico, o qual descreve sobre os principais conceitos referentes a Indústria 4.0. O terceiro item faz o detalhamento dos procedimentos metodológicos adotados para a obtenção dos conhecimentos científicos necessários para a construção do curso de extensão proposto neste estudo. A quarta parte deste trabalho elucida os resultados obtidos sobre o levantamento dos conceitos necessários para a estruturação do artefato educacional. O quinto capítulo relata as etapas percorridas para a construção do curso de extensão consoante as fases que constituem o método científico-tecnológico (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). A sexta parte traz a conclusão, seguida das referências consultadas durante o processo de pesquisa e um anexo que contém a versão encartada do artefato desenvolvido no decurso da construção deste estudo.

2 A INDÚSTRIA 4.0

Nascimento-e-Silva (2012) explica que para a compreensão assertiva de um fenômeno, é necessário que três coisas sejam entendidas com precisão, a saber: a) o seu significado; b) os motivos que corroboraram para com o seu surgimento, e; c) de que maneira o fenômeno ocorre. O suprimento a este trinômio de questões é necessário para que o investigador consiga depreender com clareza sobre os aspectos teóricos e práticos de seu objeto de pesquisa. Nesse sentido, este primeiro trecho do estudo busca, com base em produções bibliográficas de base científica, detalhar os principais aspectos concernentes a Indústria 4.0 no que tange ao seu escopo conceitual e demais assuntos correlatos.

2.1 Escopo conceitual da Indústria 4.0

A digitalização de processos inerente ao modelo fabril da Indústria 4.0 é a tendência a ser seguida pelas organizações industriais brasileiras (ABREU, 2018). Um dos motivos que

corroboram para isso é o fato de as companhias estarem cada vez mais cômicas das benesses produzidas pela adoção deste modelo de fábrica inteligente (GONÇALVES et al., 2018). Depreende-se que este processo de adequação de processos congruente com os conceitos da Indústria 4.0 pode gerar vantagem competitiva para as organizações adeptas a este novo ordenamento mundial, por conta da elevação no nível de assertividade na execução das tarefas, comunicação em tempo real sobre os resultados do processo produtivo e redução significativa dos desperdícios dos recursos empregados na produção (BILLIG, 2016).

O termo Indústria 4.0 representa um novo nível de fábrica, a qual se diferencia dos demais por conta do elevado grau de controle e organização do ciclo de vida dos artefatos por ela produzidos (VAYDIA; AMBAD; BHOSLE, 2018). Estes artefatos elevam a competitividade das companhias fabris, uma vez que eles conseguem atender a requisitos individuais de cada cliente. Isto faz com que este novo paradigma se notabilize quando comparado ao modelo de produção da Terceira Revolução Industrial, no qual os produtos não apresentam a mesma flexibilidade para suprir as necessidades dos clientes.

A Indústria 4.0 representa um nível avançado na forma com a qual os artefatos são produzidos (HASEEB et al., 2019; VAYDIA; AMBAD; BHOSLE, 2018). Este patamar é considerado superior por conta da eficácia operacional, a qual se torna elevada devido ao aumento da precisão na execução das tarefas repetitivas. Este fator somado com a automatização dos processos colabora de maneira substancial para que os níveis de produtividade sejam elevados (SCHWAB, 2017).

A Indústria 4.0 pode ser entendida como um processo de mudança na configuração do arranjo produtivo das companhias fabris, a qual até então seguia os padrões da Terceira Revolução Industrial (MACIEL, 2019). Nesse processo de transição, as indústrias passam a adaptar seus processos para que estes se mostrem congruentes com os princípios da Indústria 4.0 com o intuito de serem reconhecidas como fábricas inteligentes (GONÇALVES et al., 2018). Isto faz com que as companhias industriais se mostrem dispostas a modernizarem suas linhas de produção. Uma razão que explica esta mudança de paradigma é a possibilidade da customização dos produtos e da flexibilização dos processos, através do compartilhamento de dados e do emprego de máquinas e sensores capazes de interpretar e transmitir informações em tempo real (SHROUF; ORDIERES, MIRAGLIOTTA, 2014).

Considera-se que a Indústria 4.0 tem por principal objetivo tornar as fábricas mais competitivas através da redução de custos e do aumento nos níveis de produtividade (MEISSNER; ILSSEN; AURICH, 2017; SCHWAB, 2017). Isto pode ser alcançado através da criação de estruturas descentralizadas de produção através de sensores e de máquinas

inteligentes os quais permitem a produção dos artefatos de forma customizada (MACIEL, 2019). Isto remete aos estudos de Nascimento-e-Silva (2011; 2017), os quais apontam que o fator preponderante para a sobrevivência de organização é a sua capacidade de entregar produtos que consigam suprir de forma inequívoca as necessidades do ambiente externo.

Os padrões de produção da Indústria 4.0 representam uma nova forma na comunicação entre homem e máquina, uma vez que a aplicabilidade dos seus conceitos prevê que uma máquina consiga transmitir dados de maneira veloz para outro equipamento igualmente rápido e capaz de interpretar estes dados recebidos (SANTOS; SANTIAGO, 2019). Isto sugere que o arranjo produtivo da Indústria 4.0 se notabilize pela integração dos sistemas produtivos através das tecnologias que são o sustentáculo para sua existência, tais como a Internet das Coisas, o *Big Data* e Computação em Nuvem (GOMES, 2018; KELLER, 2016; SUZUKI, 2016). Os autores destacam que muitas organizações já estão em fase de planejamento para integrar seus processos com vistas a fabricar produtos que satisfaçam as necessidades dos clientes (NASCIMENTO-E-SILVA, 2011; 2017).

A Indústria 4.0 pode ser entendida como um conceito cuja amplitude abarca tecnologias, procedimentos, princípios e sistemas que são adotados pelas organizações para tornar seus processos mais dinâmicos e flexíveis com alto grau de precisão (TORTORELLA; FETTERMANN, 2017). Isso significa dizer que o emprego de inovações tecnológicas nos processos produtivos reduz de maneira significativa tanto a incidência de erro na execução das tarefas como também reduz o nível de desperdício (BILLIG, 2016), o que torna as companhias fabris mais competitivas em seu âmbito concorrencial. A ideia de dinamismo e flexibilidade trazida nesta conceituação endossa o fato de que a Indústria 4.0 representa uma evolução na forma como artefatos são produzidos. O padrão outrora adotado de produzir vários produtos com *design* e funcionalidades iguais agora é substituído por produtos customizáveis (MACIEL, 2019), os quais suprem de forma mais assertiva as demandas dos clientes.

Indústria 4.0 pode ser compreendida como um novo modo de se produzir coisas, o qual se mostra vantajoso para as companhias fabris por conta da elevação nos resultados concernentes a qualidade e a produtividade. A possibilidade de se produzir artefatos personalizados conforme a necessidade do público-alvo e a digitalização dos processos dá a este fenômeno o aspecto de revolução, por conta das grandes transformações trazidas para as organizações ao adotarem este novo paradigma industrial. Enfatiza-se que o emprego simultâneo de inovações tecnológicas nos processos produtivos pode tornar as companhias fabris mais competitivas, uma vez que isto corrobora de forma significativa para que estas organizações se tornem mais competitivas em seu âmbito de atuação.

2.2 Características da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 se caracteriza pela multiplicidade de uso de tecnologias e para embasar sua definição, utiliza alguns exemplos, tais como: *big data*, robótica, simulação e computação em nuvem (MAESTRI, 2018). Estes exemplos representam avanços tecnológicos cuja aplicabilidade se dá em diversos campos de atuação, em especial o ramo fabril, caracterizado pela incessante busca do aperfeiçoamento de processos com o intuito de alcançar diferenciais competitivos frente aos demais participantes no cenário empresarial o qual a fábrica encontra-se inserida. Esta autora destaca que a utilização dos exemplos por ela evidenciados no âmbito industrial pode ser considerada como caminho executável para o refinamento dos processos fabris e a redução dos desperdícios, o que demonstra semelhança com a visão empresarial presente na maioria dos empreendimentos do ramo industrial, os quais buscam estes mesmos objetivos na condução de suas atividades.

Compreende-se que a Indústria 4.0 se notabilize pelo uso de sensores e demais aparatos tecnológicos integrados em rede para controlar a produção (AZEVEDO; GONTIJO; REIS, 2018). Isto denota que um dos aspectos desse fenômeno hodierno é a interface de diversos sistemas, os quais operam de maneira simultânea com o objetivo de atingir o aperfeiçoamento contínuo dos processos industriais. Dessa forma, a Indústria 4.0 possui na utilização de várias tecnologias integradas um de seus principais aspectos, o qual atende de maneira assertiva a uma necessidade das organizações fabris em meio ao ambiente no qual elas competem diretamente no mesmo ramo de negócio.

As características da Indústria 4.0 possuem três particularidades: utilização da internet para disseminar e receber informações, o qual representa uma interface constante entre profissionais e sistemas inteligentes; a existência de um vínculo com sistemas físicos com sistemas virtuais; e a gestão desconcentrada, bem como a tomada de decisões relevantes (CARMONA, 2017). As duas primeiras características listadas por estes autores reforçam a ideia de integração (AZEVEDO; GONTIJO; REIS, 2018) entre sistemas e pessoas, de onde é possível deduzir que para que a Indústria 4.0 alcance o êxito no que se refere a sua prática nas organizações industriais, um dos condicionantes necessários para alcançar tal intento seja a existência de profissionais aptos a operar nestes sistemas inteligentes, para assegurar que os processos industriais sejam constantemente refinados, além de garantir a redução de desperdícios (MAESTRI, 2018). Nesse sentido, entende-se que a Indústria 4.0 seja uma revolução, a qual possui na integração do uso de tecnologias um de seus elementos diferenciais e representa uma evolução da forma como se produz tanto um produto como um serviço.

Destaca-se nesta questão das características da Indústria 4.0 a integração de elementos necessários ao funcionamento de um sistema produtivo, tais como pessoas, equipamentos e processos através do uso da internet (SANTOS, 2018a). Através dessa conceituação, é possível assimilar que o elo que integra máquinas, sistemas e pessoas em um processo é a utilização assertiva e eficaz do recurso denominado internet. Percebe-se que este autor, ao citar o termo “cadeia de valor” em sua conceituação destaca que a Indústria 4.0 consiste em um movimento que abrange todas as fases que compõem um processo produtivo, onde o uso de tecnologias avançadas pode ser considerado um item necessário que viabiliza o alcance dos objetivos da organização fabril.

A Indústria 4.0 se destaca pela constante integração e partilha de informações entre máquinas e sistemas (AZEVEDO; GONTIJO; REIS, 2018; SOUZA; 2018b). É oportuno destacar o aspecto de que as máquinas são capazes de efetuar tanto a disseminação quanto o controle de informações, dando a elas a característica de serem autônomas. A partir dessa explicação, é possível compreender que outro tópico correlato a Indústria 4.0 é o avanço tecnológico presente em máquinas e equipamentos utilizados em processos industriais, a partir de uma programação inteligente feita por profissionais que atuam diretamente com o engenho de tecnologias que tornem os processos industriais mais eficientes e com menos focos de desperdício por meio da aplicabilidade dos princípios relacionados a este fenômeno denominado Indústria 4.0 (MAESTRI, 2018).

Há um traço marcante da Indústria 4.0 que é o uso em larga escala da inovação, cujo alcance transcende o âmbito dos sistemas de produção e de transformação (DALENOGARE, 2018). Nesse sentido, é possível deduzir que a chamada Quarta Revolução Industrial é capaz de influenciar não apenas os processos fabris nas organizações, mas também demais dimensões da vida humana. Assimila-se que além da seara das fábricas, este movimento hodierno representa a existência de um novo ordenamento, o qual se notabiliza pelo avanço tecnológico pautado em soluções inovadoras, as quais tornam mais rápido, econômico e eficiente a realização de uma atividade ou um conjunto de afazeres necessários ao alcance de um resultado esperado.

O estudo feito por Zapata (2018) demonstra proximidade com a visão trazida por Azevedo, Gontijo e Reis (2018) no que se refere a ideia de integração atrelada a Indústria 4.0. O que distingue a conceituação de Zapata (2018) da definição estabelecida por Azevedo, Gontijo e Reis (2018). A integração existente nas fábricas da Indústria 4.0 pode ser identificada em duas vertentes. Há uma classificação dos tipos distintos de integração correlatos a chamada Quarta Revolução Industrial, a saber: a) integração horizontal, a qual evidencia a interface

necessária com os demais *players* do ambiente de mercado, exemplificada na comutação de informações, materiais e finanças; b) integração vertical: de caráter interno, a qual engloba os subsistemas tanto de ordem física quanto informacional, os quais devem atuar em sincronia para viabilizar o alcance das metas de produção definidas, e; c) integração ponto a ponto, a qual considera o produto desde o seu projeto de criação até a sua eventual reciclagem (ZAPATA, 2018). De posse desta classificação, nota-se o aspecto global da Indústria 4.0, o qual influencia as ações mercadológicas e manufatureiras de uma fábrica, não se restringindo apenas a um processo, mas abarcando toda a cadeia de valor (SANTOS, 2018a) presente no sistema de produção dos empreendimentos industriais.

As seguintes particularidades da Indústria 4.0 caracterizam este fenômeno, a saber: ampliação do alcance da internet; aperfeiçoamento de sensores, *hardwares* e *softwares*; otimização de custos de fabricação de produtos e serviços; fábricas tidas como inteligentes; dados sendo armazenados em nuvem; e o advento da inteligência artificial. (SOUSA; GASPARETO, 2018). A partir dessa conceituação, considera-se que os progressos possibilitados com o desenvolvimento de tecnologias avançadas, aliados ao incessante anseio do alcance da excelência em processos, oportunizaram a existência de um cenário propício para esta revolução acontecer. Percebe-se que tanto elementos tangíveis (*hardwares*) como intangíveis (*softwares*) foram sendo aperfeiçoados e hoje se constituem em condicionantes mandatórios para a implementação de fábricas cujos sistemas produtivos funcionam de forma integrada (AZEVEDO; GONTIJO; REIS, 2018; ZAPATA, 2018), com o intuito de dar maior eficiência e assertividade aos processos industriais participantes do cenário empresarial atual.

Quadro 1: Características da Indústria 4.0 conforme a literatura científica

Fontes consultadas	Características
Maestri (2018)	Tecnologias atuando simultaneamente;
	Redução de desperdícios
	Otimização de processos;
Azevedo, Gontijo e Reis (2018)	Integração e controle da produção;
	Gestão e tecnologia integrados;
Carmona (2017)	Fluxo de informação entre pessoas e fábricas;
	Conexão entre sistemas físicos e virtuais;
	Gestão e tomada de decisão descentralizada;

Santos (2018a)	Integração de artigos tangíveis e intangíveis por meio da Internet e demais tecnologias;
	Cadeia de valor inteligente e ágil;
Souza (2018b)	Conexão entre sistemas e máquinas inteligentes;
	Troca constante de informações entre máquinas;
Sousa e Gaspareto (2018)	Ampliação do alcance da internet;
	Sensores, hardwares e softwares aperfeiçoados
	Custos otimizados na fabricação de produtos e serviços;
	Fábricas inteligentes;
	Utilização dos dados em nuvem;
	Inteligência artificial;
Zapata (2018)	Integração horizontal da fábrica com seus concorrentes;
	Integração vertical: dos subsistemas da organização
	Integração ponta a ponta: que envolve todas as fases do ciclo do produto, do início ao fim do mesmo
Dalegonare (2018)	Alta inovação tecnológica;
	Alcance em demais dimensões da vida humana.
Assad Neto e colaboradores (2017)	Semelhante ao conceito de Zapata (2018): integração nos níveis horizontal, vertical e ponta a ponta.
Teixeira (2016)	Fábricas inteligentes;
	Processos controlados por sistemas cyber-físicos

Fonte: Dados obtidos pelo autor (2019).

Além da questão da integração, outra característica que se potencializa na Indústria 4.0 é a questão da cadeia de valor (ASSAD NETO et al., 2017). Este verbete diz respeito a uma rede composta de diversos processos que devem ser executados no tempo correto e com precisão, para evitar qualquer impacto negativo tanto no andamento das atividades quanto no alcance dos resultados planejados. A partir desta informação, entende-se que a Indústria 4.0 não se restringe apenas a linhas de produção inteligentes, mas engloba todas as fases anteriores a fabricação de um produto, bem como as etapas posteriores, tais como reciclagem (ZAPATA, 2018) do artefato produzido. Ao longo de toda a cadeia, percebe-se a existência de uma forte

integração proporcionada pelo uso de tecnologias como a Internet e a computação em nuvem, a qual representa uma inovação nos sistemas produtivos e que responde a uma necessidade dos empreendimentos industriais no contexto hodierno (AZEVEDO; GONTIJO; REIS, 2018; DALEGONARE, 2018; ZAPATA, 2018).

Dentre as características da Indústria 4.0, destaca-se a existência de fábricas inteligentes cujos processos são comandados por sistemas virtuais (TEIXEIRA, 2016). Esta é uma resposta mais global, a qual enfatiza a evolução pela qual os sistemas produtivos passaram, através da agregação de tecnologias avançadas, digitalização e otimização de processos industriais no incessante desafio de alcançar melhores resultados. O comando destes sistemas produtivos exercido por sistemas cyber-físicos reforça a ideia de que cada vez mais haverá a interface dos recursos humanos, que são as pessoas responsáveis por operar tais sistemas; materiais e equipamentos modernos; sistemas inteligentes de produção e demais itens que ao funcionar em sincronia e controlados de maneira digital asseguram o andamento dos processos em tempo hábil.

Para uma fixação mais assertiva do conteúdo apresentado, é oportuno compilar as particularidades catalogadas no estado da arte disponível nas produções bibliográficas consultadas em um quadro, intitulado quadro-síntese. A disposição destas ideias neste formato escolhido oportuniza a visualização das semelhanças e diferenças existentes na conceituação dos autores pesquisados. O Quadro 1 sintetiza o que a literatura científica considera como características da Indústria.

A partir das características elencadas no quadro acima, percebe-se que os aspectos mais citados pelos autores são a integração (AZEVEDO; GONTIJO; REIS, 2018; ASSAD NETO et al., 2017; ZAPATA, 2018), que engloba todas as etapas da cadeia de valor que abarca todos os processos necessários a fabricação de um artefato. Outro ponto a considerar é o uso extensivo de tecnologias avançadas, as quais são empregadas tanto nas atividades diretas como indiretas relacionadas a um processo produtivo com o intuito de tornar os processos mais assertivos, velozes e efetivos. E um terceiro item a ser observado é o alcance deste movimento, o qual excede os limites dos processos industriais e também exerce influência em demais dimensões da vida humana, o que pode representar um novo ordenamento existente no contexto atual ora vivenciado.

Para este estudo, considera-se que a Indústria 4.0 é caracterizada pela existência de fábricas inteligentes, cujos processos se notabilizam por serem integrados por meio do uso da Internet e demais avanços e aparatos tecnológicos. A utilização destes aparatos, sejam eles tangíveis ou intangíveis, exigirá das organizações industriais aportes financeiros para a

aquisição de tais equipamentos com o intuito de se adequar a este novo cenário por elas vivenciado.

2.3 Principais tecnologias da Indústria 4.0

Um dos principais sustentáculos da Indústria 4.0 são as inovações tecnológicas que são empregadas nos processos produtivos e resultam no aumento dos índices de produtividade (SCHWAB, 2017). A utilização concomitante de tecnologias como, por exemplo, o *Big Data*, a Internet das Coisas e Computação em Nuvem (GOMES, 2018; KELLER, 2016; SUZUKI, 2016) reduz de forma significativa a incidência de falhas na execução dos processos, o que, por conseguinte, diminui o índice de desperdícios (BILLIG, 2016). Neste trecho do estudo serão descritas as principais tecnologias que são componentes essenciais para que uma fábrica possa ser considerada como inteligente (GONÇALVES et al., 2018).

2.3.1 Internet das Coisas

A Internet das Coisas pode ser compreendida como uma inovação, a qual é caracterizada pela presença de objetos inteligentes (GALEGALE et al., 2016). Por inovação, entende-se que ela se trata de um modo de se realizar determinada atividade de maneira mais eficiente do que o padrão tido como ideal. Nesse sentido, compreende-se que na Internet das Coisas os objetos atendem as demandas para as quais eles foram criados além do convencional, por meio do advento da internet, a qual dota os artefatos de uma característica a qual os diferencia das demais coisas pelo fato de serem operados de forma digital e não apenas de modo manual.

Enfatiza-se que a Internet das Coisas pode ser vista como uma rede global de objetos inteligentes que são encadeados através de registros padronizados de comunicação (MATOS, 2017). Isto sugere que a Internet das Coisas seja uma tecnologia que traz um novo paradigma no que concerne a interação entre pessoas, objetos e processos através do uso de objetos capazes de receber, processar e transmitir informações em tempo real.

É correto afirmar que a Internet das Coisas consiste em um novo paradigma na seara industrial (SOUZA, 2015). Entende-se que paradigma seja um padrão a ser seguido e isto sugere que a Internet das Coisas no momento atual deixa de ser uma forte tendência para ser um modelo a ser adotado pelas organizações que queiram estar inseridas no contexto da Indústria 4.0. Isto representa uma inovação (GALEGALE et al., 2016), uma vez que algo para ser assim considerado, precisa superar o *modus operandi* anterior, tanto no que se refere a performance, como a eficiência e eficácia, pois inovar significar fazer determinada atividade de modo melhor

que os padrões existentes até então. Em síntese, inovar é fazer o novo, de modo que este novo padrão de se produzir coisas traz consigo vantagens competitivas que justificam a sua implementação na prática (NASCIMENTO-E-SILVA, 2017).

É correto afirmar que a Internet das Coisas consiste num cenário automatizado, o qual é composto por equipamentos que se caracterizam por serem inteligentes e interligados entre si (MARTINS et al., 2017) Outro ponto destacado na definição destes autores é que estes objetos se notabilizam pela capacidade e rapidez de resposta própria, a qual pode englobar desde a coleta e envio de dados a uma determinada central, como o processamento de um conjunto de informações recebidas que autorizam ou não a execução de um comando, o que configura o novo paradigma trazido pelo advento deste acontecimento mundial.

A Internet das Coisas pode ser considerada um paradigma caracterizado pela presença de objetos que operam em conjunto para a consecução de um determinado objetivo (PACHECO; KLEIN; RIGHI, 2016; SOUZA, 2015). Isto sugere que a Internet das Coisas, além de ser um modelo a ser adotado, também pode ser considerado um diferencial competitivo, uma vez que pode auxiliar as organizações a alcançarem seus intentos por meio de sua correta execução, pautada na inovação e na tecnologia. A sincronia de operação entre os artefatos sugerida nesta definição reforça a ideia de que os mesmos devem operar de maneira integrada para que o objetivo almejado pela organização seja concretizado em tempo hábil, além de sugerir a presença de instrumentos de controle de desempenho destes objetos nos processos em que estes se encontram inseridos.

A Internet das Coisas consiste em um agrupamento de redes a qual conecta tanto as pessoas com objetos como também objetos entre si de modo automatizado (FERRASI et al., 2016; LEMOS, 2013). A definição destes autores denota que isto se configura no novo paradigma comunicacional, o qual é suportado pela existência de uma rede global que funciona como infraestrutura para oportunizar esta conectividade em destaque.

Internet das Coisas é um novo paradigma que consiste na interação entre pessoas e objetos de forma automática e que representa uma evolução da comunicação ao representar o elo entre mundo virtual e mundo real. Esta interface pode se fazer presente tanto no cotidiano como também no âmbito fabril, mais precisamente nos processos que integram a Indústria 4.0. Entende-se que este diálogo constante entre pessoas e coisas inteligentes representa uma das características deste movimento que se manifesta não somente nas linhas de produção como também em demais dimensões da vida humana, o qual oportuniza velocidade de comunicação entre humanos e objetos, os quais são conectados por meio do uso otimizado da internet.

2.3.2. O *Big Data*

O *big data* se notabiliza por três características: volume, velocidade e variedade (VICTORINO et al., 2017). O volume é caracterizado pela sua grandiosidade; a velocidade diz respeito a celeridade com que os dados são processados, e; a variedade indica a multiplicidade dos dados que são manuseados por esta tecnologia. Estas características elencadas indicam que o *big data* pode ser considerado uma inovação, uma vez que demonstra desempenho superior ao modo anterior a ele de armazenamento de dados. A capacidade ampliada, a pluralidade de tipos de dados que podem ser guardados e a rapidez com a qual os mesmos são processados são aspectos que atendem as necessidades das organizações, mediante o imenso volume de dados a serem manuseados por elas em seus processos.

Além do volume, variedade e velocidade, estes autores destacam a veracidade e o valor dos dados como aspectos de destaque desta tecnologia (FONSECA; ARAÚJO JUNIOR, 2019). Por veracidade, entende-se que ela está relacionada a confiabilidade e validade dos dados armazenados, uma vez que estes são fatores a serem considerados no processo decisório de quem está à frente do tratamento destes dados. Já o valor diz respeito a quanto custa a adoção desta tecnologia e o quanto ela agrega para o negócio, setor ou processo que resolve optar pela adoção desta tecnologia.

O *big data* é a análise e a interpretação de grandes volumes de dados de grande variedade, o qual a partir de grandes volumes, permite que as organizações possam extrair valor a partir dos dados manuseados e armazenados (CASALINHO, 2015). Para o alcance deste resultado, faz-se necessário por parte da organização investimentos em três frentes de trabalho, a saber: tecnologia, processos e governança. A efetuação de aportes financeiros consistentes e planejados em tecnologia tornam possível a adequação do empreendimento a este novo paradigma, a qual irá ser aplicada em processos com o intuito de atingir um determinado objetivo, enquanto que a governança irá definir tanto as políticas quanto a gestão da implementação desta tecnologia no âmbito processual e/ou organizacional.

O funcionamento do *big data* consiste em um agrupamento de etapas pelas quais os dados passam nas organizações: geração, armazenamento, processamento e análise. Primeiro a organização produz os dados, para depois armazená-los, em seguida processá-los e por fim examina a validade e confiabilidade do dado (RUSSOM, 2011; MELLO, 2015; ZIKOPOULOS et al., 2011). A partir da descrição destas partes que compõem um todo, é possível perceber a relevância da adoção do *big data* no que se refere ao armazenamento e manuseio de dados nas organizações, dentre elas as industriais.

O *big data* como uma tecnologia voltada ao processamento de grandes volumes de dados e que cuja aplicabilidade consiste em oportunidades e desafios para as organizações que optarem por sua implementação (SILVEIRA; MARCOLIN; FREITAS, 2015). Compreende-se que as oportunidades correlatas ao *big data* englobam desde o considerável aumento da capacidade de processamento de dados, a partir do volume, velocidade, variedade, o que representam um incremento no desempenho relativo ao tratamento e armazenamento de dados, até a veracidade e valor destes dados para os processos da organização. Já os desafios referentes a adoção desta tecnologia abarcam a tríade investimentos-processos-governança (CASALINHO, 2015), o que significa dizer que a organização terá de decidir o quanto ela irá desembolsar para aplicar esta tecnologia, bem como a forma com a qual o *big data* irá colaborar com os processos da organização, e por fim, como este recurso tecnológico será gerenciado e assim colaborar com o alcance dos objetivos organizacionais.

O *big data* é o verbete utilizado para se referir ao agrupamento de dados cuja dimensão e complexidade postulam tecnologias que auxiliem o seu armazenamento, administração, análise e visualização (LOPES, 2016). Enquanto que o armazenamento já é uma característica inerente ao *big data*, a administração indica que os dados gerados pela organização são recursos, os quais precisam ser planejados, organizados, dirigidos e controlados para atingir os objetivos da organização; a análise indica que estes dados serão quebrados em partes menores com o intuito de facilitar a compreensão a respeito deles, e a visualização diz respeito ao local específico onde os dados poderão ser localizados após o seu armazenamento. Esta sequência de etapas descritas pelo autor indica o seguinte: caso a organização queira melhorar a sua performance quanto a execução destes quatro passos, necessita adotar o *big data* em seu de tratamento de dados e através do seu uso continuado assegurar que isso traga ganhos de performance na execução de tal processo.

Big Data é um termo usado para descrever conjuntos de dados que podem ser analisados em cinco dimensões: volume, velocidade, diversidade, veracidade e valor. Estas cinco características elencadas demonstram que este advento tecnológico pode ser considerado uma inovação, uma vez que possibilita a gestão dos dados gerados pelas diversas operações de uma organização de forma mais célere e confiável, além de proporcionar uma dimensão ampliada de capacidade de armazenamento destes dados. Isto também pode ser considerado um diferencial competitivo, posto que facilita o processo decisório do gestor, o qual irá embasar suas deliberações com base em dados precisos e consistentes.

2.3.3 Computação em Nuvem

A computação em nuvem pode ser definida como sistemas computacionais interligados de maneira virtual (MACHADO JUNIOR; VECE, 2016). Por sistema computacional, entende-se que o mesmo consista em um agrupamento de *hardwares* que existem para realizar o processamento de dados conforme uma programação anteriormente definida por um *software*. O uso do termo “sistema” indica que a computação em nuvem represente um todo, composto por partes imbricadas que precisam atuar em sincronia para assegurar a correta operação deste conjunto de sistemas computacionais.

As tecnologias da Indústria 4.0 possuem grande interface entre si, a ponto de a computação em nuvem ser um importante elemento para assegurar a infraestrutura necessária para se implementar a Internet das Coisas (GALEGALE et al., 2016; MATOS, 2017; RIBEIRO, 2018). Por infraestrutura, entende-se que ela seja a base de sustentação necessária para a realização de um determinado conjunto de processos e/ou tarefas. Para que haja a comunicação veloz e consistente tanto entre pessoas e objetos como entre artefatos inteligentes, faz-se necessário que haja um conjunto integrado de sistemas computacionais que atuem de maneira concomitante com o objetivo de garantir que a Internet das Coisas possa ser concretizada (MACHADO JUNIOR; VECE, 2016).

A computação em nuvem pode ser considerada um caminho para reduzir custos em comparação com servidores locais (SOUZA, 2018a). Este autor elenca três elementos correlatos para a execução de tal serviço: infraestrutura, plataforma e *software*. De posse desta informação, é possível notar dois aspectos positivos referentes a computação em nuvem: a) o financeiro, advindo da redução de custo proporcionado pela sua adoção, e; b) o tecnológico, uma vez que o desempenho dos sistemas alocados na nuvem é superior ao dos servidores locais da organização.

A computação em nuvem como uma ambiência composta por sistemas computacionais, a qual proporciona a execução de diversos serviços, dentre eles o processamento e armazenamento, além de aplicações e plataformas suportadas pela internet (COSTA, 2015; TAURION, 2009). Compreende-se que este seja um ambiente externo a organização, no qual os servidores que o compõem realizam de maneira mais eficiente os mesmos serviços desenvolvidos pelos servidores locais da organização. O fato de a tecnologia ser um dos sustentáculos da Indústria 4.0 reforça a necessidade de as organizações trabalharem com servidores que consigam atender de forma eficiente e eficaz as demandas por serviços correlatos ao uso da internet. Isto justifica a significância da computação em nuvem nos processos fabris das fábricas inteligentes (GONÇALVES et al., 2018).

Entende-se que a computação em nuvem consista na distribuição de máquinas e dispositivos voltados para o armazenamento e demais tarefas executadas relacionadas à tecnologia da informação em um ambiente virtual (VIEIRA; MEIRELLES, 2015). Depreende-se que este ambiente composto de recursos correlatos a tecnologia da informação se notabilize por apresentar performance elevada em relação a prestação dos mesmos serviços oferecidos por um servidor local. Isto indica que a Computação em Nuvem pode ser considerada um incremento a ser considerado pelos gestores, uma vez que a performance proporcionada pela tecnologia é reconhecidamente superior à de um servidor local, o qual está sujeito a oscilações e eventuais interrupções de serviço, o que justifica o aporte financeiro na aquisição deste advento tecnológico.

Computação em nuvem é um ambiente composto por sistemas computacionais, os quais dispõem recursos de tecnologia da informação cujo rendimento é superior ao de um servidor local. Isto sugere que esta tecnologia gradativamente irá deixar de ser compreendida como uma tendência para ser adotada como um novo padrão a ser adotado pelas organizações que queiram alcançar melhor performance nas operações que dependam da operação de um servidor local. A incorporação destes ambientes pelas organizações irá depender dos investimentos feitos pelas mesmas, os quais são justificáveis por meio dos resultados que esta tecnologia pode trazer para estas unidades de negócio, em especial as do segmento fabril que queiram se adaptar aos paradigmas da Indústria 4.0.

2.3.4 Robôs autônomos

Os robôs autônomos são artefatos inteligentes que se notabilizam por terem autonomia decisória com vistas a consecução dos intentos pretendidos sem que para isso seja necessária a intervenção humana (ORLOSKI, 2015). Os robôs do tipo móvel se destacam pela capacidade de navegação, o que noutras palavras significa que o robô consegue se movimentar com noções claras de tempo e de espaço (GOUVEIA, 2008; YAGHOUBI et al., 2013). Na Indústria 4.0, as tarefas consideradas como repetitivas serão executadas por robôs, o que reduz de forma considerável o índice de falhas na execução dos processos. Em decorrência disso, o nível de produtividade e qualidade das organizações fabris se torna mais elevado (SCHWAB, 2017; TESSARINI JUNIOR et al., 2017).

A precisão obtida com o emprego dos robôs autônomos em processos industriais torna estas tarefas mais assertivas e menos suscetíveis a ocorrência de falhas no processo produtivo (NAKHAEINIA et al., 2015; PALAR, 2020). Diferente do que se observa nas linhas de produção cuja configuração é da Terceira Revolução Industrial, na Indústria 4.0 as atividades

operacionais que são mais repetitivas são executadas por robôs (TESSARINI JUNIOR et al., 2017). A interação entre homem e máquina é feita através de instrumentos comunicacionais, com os serviços de manutenção realizados de maneira remota (ROMERO et al., 2016; SOUZA; NASCIMENTO-E-SILVA, 2020; TESSARINI JUNIOR et al., 2017).

A autonomia dos robôs é possível através da automatização, a qual é concretizada com a utilização de sensores inteligentes. São estes artefatos que dão aos robôs a capacidade de se movimentar num determinado espaço e efetuar deliberações para solucionar problemas (SANTOS, 2018b). No arranjo produtivo da Indústria 4.0, o mesmo operador poderá se encarregar do manuseio de mais de um robô (TESSARINI JUNIOR et a., 2017). Este é um dos fatos que confirma que a Indústria 4.0 representa a digitalização dos processos fabris em larga escala (BAUR; WEE, 2015).

Além de realizar atividades sem a intervenção humana, os robôs autônomos possuem poder decisório tanto para situações corriqueiras como também problemas não previstos em ambientes desestruturados (ARAÚJO; FARIAS; FERREIRA, 2020). Através da comunicação do homem com os robôs através de dispositivos comunicacionais (ROMERO et al., 2016), os níveis de eficiência e eficácia nas linhas de produção se elevam. Outro efeito positivo disto para as organizações é a redução considerável no índice de retrabalhos, uma vez que a precisão na execução dos afazeres repetitivos aumenta o patamar de qualidade alcançado nas linhas de produção.

2.3.5 Impressão 3D

A tecnologia denominada Impressão 3D consiste na produção de artefatos sólidos de maneira automatizada. Este processo digital de construção tem como elemento basilar o arquivo digital do objeto a ser produzido, o qual deve mandatoriamente ter também a sua versão em 3D (AGUIAR, 2016). A expressão “camada por camada” sugere que a produção destes objetos possibilita que a produção de itens seja customizada, o que por conseguinte eleva a capacidade das organizações que adotam esta tecnologia de suprir as demandas das suas respectivas clientelas.

Assim como acontece no funcionamento dos robôs autônomos, na Impressão 3D a intervenção humana é quase inexistente. Destaca-se a existência de uma máquina responsável pela automatização na construção do objeto, o qual passa a ganhar forma através da adição de camadas ao seu protótipo (MONTEIRO, 2015; VIEIRA, 2017). A utilização da expressão

“3D”, a qual faz menção ao termo tridimensional denota o nível de exatidão na impressão dos materiais criados a partir desta tecnologia.

A utilização da Impressão 3D propicia a produção ou prototipagem de peças e demais itens em um prazo menor se comparado com os padrões da Terceira Revolução Industrial (CABREIRA, 2018). Salienta-se que este aspecto da rapidez e da precisão na materialização de objetos justifica a adoção da Impressão 3D tanto em processos produtivos como também na área de prestação de serviços. Estas benesses proporcionadas pela Impressão 3D farão com que as organizações que trabalham com a confecção de peças sob medida se tornem aptas a atender de forma plena aos desafios intrínsecos ao seu ambiente de atuação.

A impressão 3D também representa uma mudança na relação de consumo de peças fabricadas sob encomenda, uma vez que a criação dos protótipos são concebidos pelos próprios usuários (GOMES et al., 2020). A partir de 2013, a demanda por itens de vestuário e de calçados fabricados a partir de Impressão 3D se elevou, o que fez com que o preço dos equipamentos necessários para o uso desta tecnologia diminuísse consideravelmente. (KHUN; MINUZZI, 2015). A partir de um protótipo, calçados, roupas e demais itens podem ser construídos a partir da Impressão 3D, o que reduz o tempo de fabricação de produtos, o que, por conseguinte, diminui o prazo de espera da clientela para adquirir artefatos demandados.

2.3.6 Realidade aumentada

A tecnologia da realidade aumentada permite que objetos de natureza virtual que são criados através de um computador possam coexistir com artefatos físicos (TERNERO; ELUI, 2020). Esta interface constante entre o mundo real e o mundo digital representa um novo paradigma no modo de se produzir coisas. Considera-se que esta interação atualmente se faz presente não apenas no campo industrial, mas também noutras searas de atuação, como, por exemplo, saúde e educação (HERPICH et al., 2020; TERNERO; ELUI, 2020; TELES; ZUCOLO; GHISLENI, 2019).

A realidade aumentada se notabiliza por propiciar aos seus usuários a função de criação de ambientes artificiais. Isto faz com que as informações sejam manuseadas de maneira digital e automatizada por conta da interatividade dos humanos com o mundo virtual (TELES; ZUCOLO; GHISLENI, 2019). A utilização do termo “aumentada” na nomenclatura desta tecnologia sugere que ela ultrapasse os limites do mundo físico e real ao dar aos seus usuários a opção da interface com objetos no mundo digital.

Pode-se inferir que a realidade aumentada tenha um caráter complementar ao mundo real. Esta complementação acontece através de itens criados por computador e que coexistem com objetos físicos (AZUMA et al., 2001; LOPES et al., 2019). Esta interação entre artefatos digitais e físicos enriquece a experiência do usuário no que se refere a utilização desta tecnologia, uma vez que vídeos, imagens e sons são adicionados aos ambientes artificialmente criados e que podem ser experienciados através de *smartphones* e *tablets* (LOPES et al., 2019).

A própria existência da realidade aumentada nos dias atuais representa uma evolução no modo com que o ser humano observa o mundo do qual faz parte. Compreende-se que esta tecnologia oportuniza aos seus usuários a possibilidade de ter uma experiência multissensorial em ambientes virtuais criados artificialmente (COELHO, 2020). A utilização de dispositivos comunicacionais, como, por exemplo, os *smartphones* e *tablets* faz com que seus respectivos usuários vivenciem experiências que até então o mundo físico e real não pode lhe propiciar.

2.4 Os prós e contras da Indústria 4.0

Assim como ocorre em toda a revolução, padrões de produção e de comportamento que outrora eram vistos como modelos a serem seguidos passam a entrar em desuso e são substituídos por outras formas de se relacionar e de se planejar e materializar produtos tecnológicos. Esta subseção tem por base um estudo criado por Souza e Nascimento-e-Silva (2020), o qual aborda sobre os pontos positivos e negativos da Indústria 4.0.

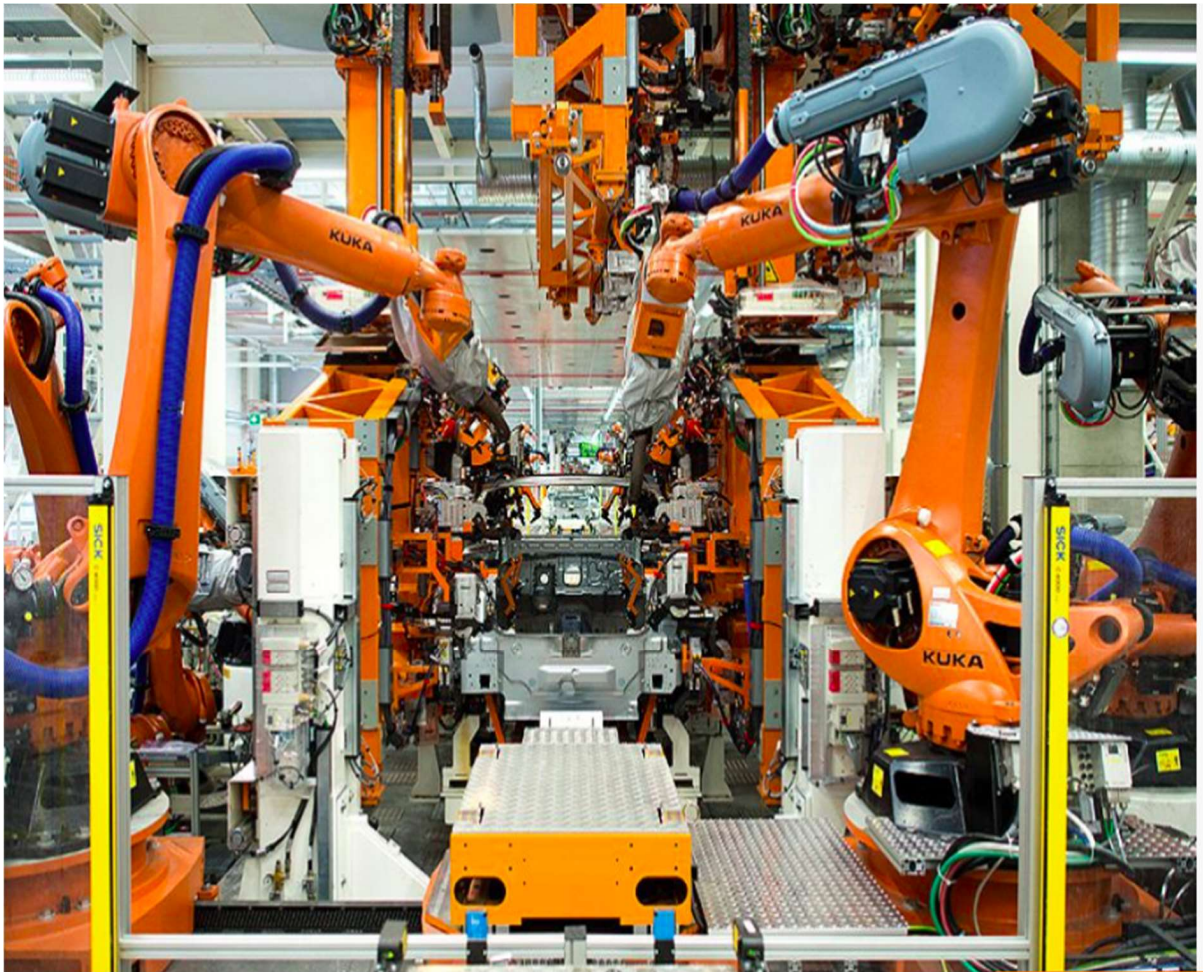
No que se refere aos elementos positivos, pode-se considerar que as organizações fabris são as principais beneficiadas com o advento da Quarta Revolução Industrial. Estas companhias sempre tiveram como metas almeçadas a redução das perdas de material e de tempo nos processos e a melhoria nos índices de produtividade e qualidade. Estes são intentos que são plenamente possíveis de serem alcançados com as premissas da Indústria 4.0 (SCHWAB, 2017).

A ocorrência de desperdícios reduz de maneira expressiva por conta do uso de robôs autônomos nos processos produtivos (ORLOSKI, 2015; PALAR, 2018; SANTOS, 2018b). Dessa forma, uma operação que nos moldes da Terceira Revolução Industrial era feita em minutos, passa a ser realizada em questão de segundos. Esta redução no tempo de fabricação acarreta em outra vantagem para as organizações que é o aumento da produtividade (SCHWAB, 2017).

Outro ponto positivo que este novo modelo de produção de bens e serviços traz é a integração constante dos sistemas de produção. Isto é possível através da interface promovida pelo uso concomitante de diversas inovações tecnológicas, como, por exemplo, o *Big Data*, a

Internet das Coisas e a Computação em Nuvem (GOMES, 2018; KELLER, 2016; SUZUKI, 2016). Isto faz com que o fluxo de informações aconteça com uma velocidade maior quando comparada com os parâmetros de um processo produtivo da Terceira Revolução Industrial., vide Figura 1.

Figura 1: Exemplo de um processo produtivo da Indústria 4.0



Fonte: Dias (2019a).

Esta integração de sistemas permite que as informações geradas no decurso do processo produtivo sejam transmitidas em tempo real e enviadas para os setores responsáveis por prover a produção com vistas a manutenção de suas operações. A Figura 1 demonstra o processo de montagem de um automóvel todo automatizado, no qual as tarefas repetitivas são feitas por robôs (ORLOSKI, 2015). Todo o processo produtivo é digitalizado, o que faz com que a Indústria 4.0 seja considerada uma revolução quando tem seus padrões comparados com os da Terceira Revolução Industrial, vide Figura 2.

Figura 2: Processo automatizado da Indústria 4.0



Fonte: Caputo (2016).

Outro item positivo da Indústria 4.0 diz respeito a questão da sustentabilidade. A redução substancial dos desperdícios, as fábricas poderão fazer o uso mais racional de recursos energéticos e matérias-primas. Como os arranjos produtivos pautados na eficiência e eficácia, é conveniente afirmar que as máquinas e equipamentos empregados nestes processos serão alimentadas somente com o material necessário para a fabricação de produtos (BEIER et al., 2017; SILTORI, 2020; STOCK; SELIGER, 2016).

Esta questão da diminuição no desperdício de recursos tem outro fato preponderante que é a personalização dos produtos. Diferentemente do que acontecia nas fábricas 3.0, a Quarta Revolução Industrial permite que as companhias fabris produzam produtos personalizados em pequenos lotes para atender aos pedidos dos clientes. Tal mudança de configuração fará com que a utilização de matérias-primas e recursos como energia e água sejam utilizados racionalmente (MONOSTORI, 2015; SILTORI, 2020; STOCK; SELIGER, 2016). O suprimento das necessidades da clientela faz com que as fábricas se tornem mais competitivas em seu âmbito concorrencial.

Entretanto, esse conjunto de benefícios para as empresas tem uma questão sensível inerente a Indústria 4.0: a empregabilidade. Conforme visto na Figura 1, as atividades de cunho mais repetitivo serão executadas por robôs (ORLOSKI, 2015; PALAR, 2020; SANTOS, 2018b). Isto significa que muitos postos de trabalho que antes eram ocupados por trabalhadores deixarão de existir. Esta extinção de empregos irá atingir de maneira mais aguda os cargos

operacionais nas linhas de produção (TESSARINI JUNIOR et al., 2017; TESSARINI JUNIOR; SALTORATO, 2018).

Isto não significa que o elemento humano será totalmente excluído dos processos produtivos. Entretanto, diversas ocupações que hoje ainda existem entrarão em extinção nas próximas décadas. Isto é que aponta um estudo que analisou 702 profissões e teve com foco de análise a porcentagem de categorias que seriam impactadas pelo processo de digitalização. Os resultados apontaram que 47% dos meios de vida verificados deixarão de ser realizados por humanos. Nesta estatística estão incluídos os auxiliares de escritório, operadores de produção e operadores de telemarketing (FREY; OSBORNE, 2017).

Esta questão dos empregos na Quarta Revolução Industrial é um ponto nodal, o qual suscita debates que se notabilizam pela existência de duas visões antagônicas. A primeira delas questiona de forma veemente a aceleração da digitalização dos processos industriais. Com o advento da modernização das plantas industriais em busca da competitividade, o desemprego estrutural tecnológico tende a se elevar de forma significativa (ANTONIO et al., 2018; ANTUNES, 2009; TESSARINI JUNIOR et al., 2017; TESSARINI JUNIOR; SALTORATO, 2018). Consoante este prisma, a Indústria 4.0 representa a reestruturação produtiva capitalista, a qual tem na redução de custos e do capital de giro seus pontos fortes, os quais tem como consequência a drástica redução de demanda por esforço humano (SILTORI, 2020; TESSARINI JUNIOR; SALTORATO, 2018).

Por sua vez, a outra vertente de pensamento reconhece que a questão dos empregos no âmbito da Indústria 4.0 é um ponto de tensão. Todavia, o advento da Quarta Revolução Industrial fará com que novos postos de trabalho sejam criados nas próximas décadas. Estas ocupações do futuro se notabilizarão por serem de valor agregado considerável. Isto suscita outro debate a respeito da qualificação, pois, considera-se a hipótese de os postulantes a vagas de emprego na Indústria 4.0 não conseguirem se qualificar a tempo para acompanhar os progressos tecnológicos desta revolução (HERMAN; PENTEK; OTTO, 2016; SILTORI, 2020).

Este segundo viés de raciocínio é aplicável a cargos de nível tático e estratégico, que é o caso dos gerentes e dos analistas. O advento da Quarta Revolução Industrial exigirá um perfil profissional mais qualificado, o qual deverá possuir visão ampla dos processos produtivos e ser cômico das transformações tecnológicas que este fenômeno tem causado nas organizações (PEREIRA et al., 2018) Entretanto, esta mesma lógica não é aplicável aos postos operacionais das linhas de produção, uma vez que o modelo de fábrica inteligente demanda menos esforço humano em tarefas repetitivas (SILTORI, 2020).

Para se ter uma ideia do impacto da Indústria 4.0 na questão dos empregos, um estudo detectou que haverá uma perda de 7,1 milhões de postos de trabalho no cenário mundial. Este mesmo estudo prevê também a criação de 2 milhões de vagas de emprego, o que evidencia a existência da perda real de 5,1 milhões de empregos. O maior impacto nesta redução drástica da quantidade de postos de trabalho se dará em trabalhos operacionais (WORLD FORUM ECONOMIC, 2016; TESSARINI JUNIOR; SALTORATO, 2018).

Além dos operadores de produção e de telemarketing, outras funções tendem a desaparecer no futuro, como, por exemplo, os entregadores e mensageiros, os corretores de imóveis, a mão de obra atuante na agricultura e os secretários jurídicos (SCHWAB, 2017). Estima-se que um em cada quatro postos de emprego serão gradativamente substituídos por *softwares* (ANTONIO et al., 2018). Estes são dados que intensificam o debate a respeito do papel da tecnologia, a qual ganhou protagonismo em todas as relações sociais e de produção (MOURA, 2012).

Esta questão da empregabilidade na Indústria 4.0 certamente irá suscitar discussões entre os sindicatos de trabalhadores e a classe patronal. Outro resultado acerca desta questão é a produção de estudos teórico-empíricos que possam dissertar e avaliar sobre o impacto destas grandes mudanças não apenas no arranjo produtivo das empresas como também no que tange a esta problemática da empregabilidade. A Quarta Revolução Industrial é uma realidade latente nos dias atuais e sua influência na vida das pessoas em áreas de atuação além do campo fabril já é visível.

2.5 Impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas

O termo revolução industrial remete a ocorrência de grandes transformações no modo como se produz artefatos nas organizações. Entretanto, estas mudanças ultrapassam os limites do âmbito da indústria e passam a fazer parte do cotidiano das pessoas. Considera-se que além da modernização dos processos produtivos, as relações de consumo e a qualidade na prestação de serviços também serão afetadas por este fenômeno.

Na área da saúde, uma das evoluções existentes é o uso da tecnologia *Big Data*. Considera-se que o grande volume de informações sobre pacientes nas clínicas e hospitais é um fator que demanda a utilização desta inovação tecnológica. Através do *Big Data*, é possível acompanhar dados concernentes a prevalência, evolução e incidência de doenças, bem como efetuar a prescrição de medidas preventivas para enfermidades e gerar relatórios com base em dados estatísticos (LOBO, 2018).

Outra tecnologia da Indústria cuja utilização é aplicável na saúde é a Internet das Coisas. Esta inovação tecnológica permite que informações do paciente que são atinentes ao ritmo dos batimentos cardíacos e a pressão arterial possam ser medidos a distância. Isto diminui de maneira considerável as filas em hospitais e torna o atendimento relativo aos primeiros cuidados com a saúde mais eficiente. Além disso, outro exemplo de uso da Internet das Coisas na saúde são os chamados *wearables*, que são roupas conectadas a internet capazes de registrar todos os dados do paciente. Já existem também pulseiras, relógios e colares com esta mesma finalidade (MASSOLA; PINTO, 2018). A utilização de dispositivos comunicacionais torna o trabalho do médico mais assertivo e eficiente, conforme Figura 3.

Figura 3: Saúde 4.0



Fonte: Morsch (2018).

Nos monitores utilizados em hospitais também já é possível observar o uso a Internet das Coisas. A versão mais moderna destes aparelhos irá gerar resultados mais precisos que possibilitarão aos médicos realizarem prescrições médicas com maior assertividade aos pacientes (MORSCH, 2018). No futuro próximo, as cirurgias tendem a ser menos invasivas, uma vez que robôs serão utilizados pelos doutores cirurgiões. O atendimento individualizado será cada vez mais preciso, uma vez que os dados clínicos do paciente poderão ser comparados com outros casos similares (ONE, 2020).

Outro ponto da Indústria 4.0 que irá impactar a vida das pessoas será a personalização de produtos. A produção de roupas e de calçados poderá ser feita conforme a necessidade do cliente. Isto já é possível através da utilização da tecnologia de impressão 3D. Além de ser empregada na confecção de peças de avião, a impressão 3D também é utilizada na produção personalizada de sapatos e roupas, conforme evidenciado na Figura 4 (CAPUTO, 2016; CUNHA, 2017).

Figura 4: Confecção de roupas e sapatos com impressão 3D



Fonte: Cunha (2017).

A Figura 4 exibe uma máquina de costura que funciona como uma impressora 3D. Desta forma, o *design* do item produzido é fabricado conforme a demanda solicitada pelo cliente. Este é um cenário diferente do que acontecia até a Terceira Revolução Industrial, na qual grandes lotes eram produzidos mediante ordens de produção com o mesmo padrão de qualidade e desempenho. O atendimento das necessidades da clientela no ramo de confecções será cada vez mais assertivo através de um espelho virtual que já tira todas as medidas do corpo do cliente, conforme exposto na Figura 5.

Figura 5: Espelho virtual



Fonte: Portal ABIT (2017).

As mudanças no modo como se produzem roupas também afeta a indústria têxtil, cuja cadeia de processos é complexa e abarca atividades como fiação, tecelagem plana, malharia, estamparia, tingimento e acabamento. Apesar da questão a empregabilidade ser considerada um ponto complexo da Indústria 4.0, considera-se que com o advento desta revolução novos empregos podem surgir, dentre os quais o analista de *big data* e o especialista em internet das coisas (MAESTRI; OLIVEIRA; STEFFENS, 2018).

No campo da educação, observa-se outro campo de tensão. Entende-se que o enfoque de qualificação dos profissionais postulantes seja no desenvolvimento das competências necessárias para atuação nos arranjos produtivos. Fatores como inovação, criatividade, domínio de saberes técnicos e expertise na solução de situações problemáticas serão habilidades consideradas necessárias para quem deseja ocupar um posto de trabalho na Indústria 4.0. (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017; ALARCON et al., 2018). A Educação *Maker* (também conhecida como mão na massa) tende a ganhar espaço para preparar os profissionais no aprendizado destas competências com ecossistemas voltados para a criatividade e a inovação (ALARCON et al., 2018). Com os ambientes de trabalho cada vez mais disruptivos, a tendência é que as chamadas universidades corporativas ganhem espaço por conta da oferta de uma qualificação rápida e acessível ao seu público-alvo (SERAFIM, 2019).

Isto suscita aos conceitos correlatos a educação profissional e tecnológica, cujo histórico é marcado pela dualidade na educação. Esta segregação é marcada por um ensino propedêutico destinado as classes mais favorecidas, o qual coexiste com uma educação de cunho estritamente profissional, com o trabalho reduzido a questão do emprego (RAMOS, 2008; FRIGOTTO; CIAVATTA, 2012). A própria questão do ensino baseado em competências é um ponto de debate na seara da EPT à luz da formação humana integral. Nesse sentido, uma educação firmada apenas em desenvolver competências seria uma forma de atender aos interesses do capital em detrimento a construção de uma formação que desenvolva o aluno em toda sua plenitude (CIAVATTA; RAMOS, 2012). Como trabalho e educação são ações humanas (SAVIANI, 2003), o debate acerca dos efeitos da Quarta Revolução Industrial passa mandatoriamente pela questão dos resultados que este movimento trará para a configuração dos arranjos produtivos e também para as relações sociais inerentes a este processo.

Uma das evidências que os impactos da Indústria 4.0 não se restringem apenas ao âmbito das fábricas é a utilização de suas tecnologias nas atividades do campo, o que fez surgir o termo Agricultura 4.0 (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018). A utilização de drones para monitoramento da plantação já é uma realidade no agronegócio brasileiro. Considera-se que através do uso desta tecnologia, os proprietários de organizações rurais terão o seu processo decisório sobre suas propriedades aperfeiçoado com base no controle exercido por estes artefatos (ARTIOLI; BELONI, 2016).

Outro tipo de utilização de tecnologia da Indústria 4.0 é que trata da irrigação do solo. Através da Internet das Coisas, é possível fazer com que os dispositivos responsáveis por fazer esse processo nas lavouras sejam acionados automaticamente. Entretanto, o emprego destas inovações tecnológicas em organizações do agronegócio tem nas condições precárias do

sistema de internet em regiões rurais uma barreira a ser suplantada. Os agricultores reconhecem que a implementação destas tecnologias é benéfica para suas respectivas organizações. Entretanto, elas só se mostram realmente eficazes mediante o retorno do investimento realizado na aquisição da tecnologia (DIAS, 2019b).

Observa-se que a Indústria 4.0 produz efeitos não apenas na seara das fábricas, mas também nas relações de consumo e em outras áreas de atuação, como, por exemplo, saúde e educação. Certamente os impactos causados por este fenômeno serão analisados por estudos teórico-empíricos em diversas áreas do conhecimento. No afã de compreender assertivamente o significado e os principais aspectos atinentes a esta revolução, optou-se pelo desenvolvimento de um produto que versasse de forma didática sobre os principais conceitos da Indústria 4.0.

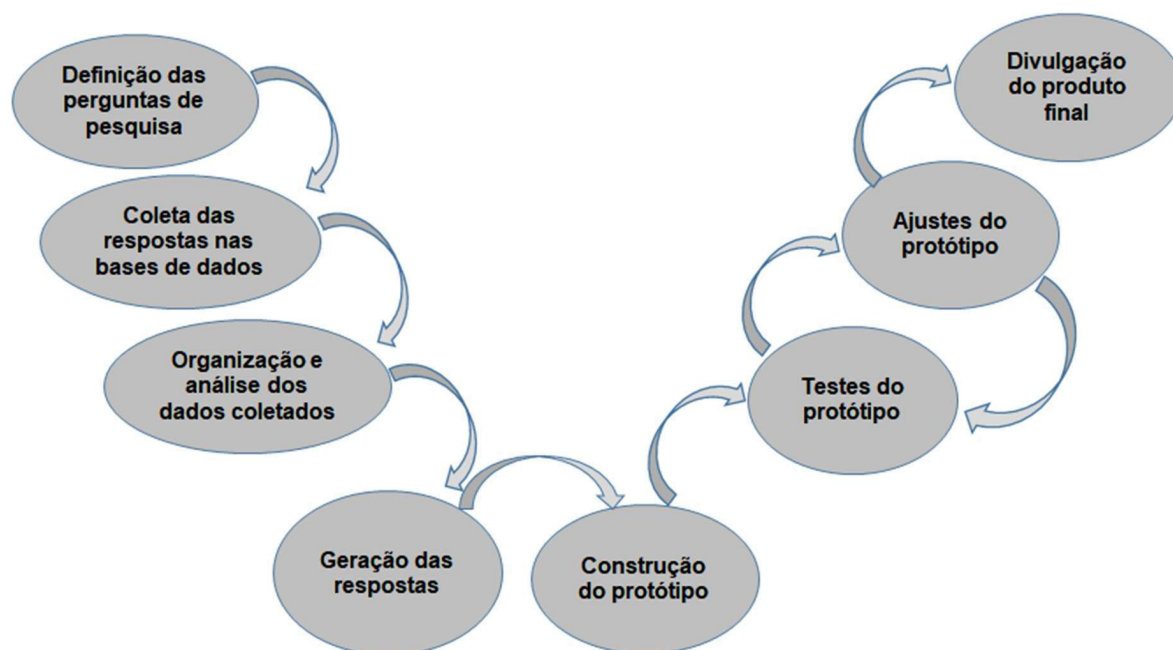
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A feitura de artefatos tecnológicos de base científica é dividida em duas fases distintas. A primeira delas consiste na dimensão científica, a qual é constituída por quatro etapas: a) definição das perguntas de pesquisa; b) coleta dos dados; c) organização e análise dos dados, e; d) geração das respostas para as perguntas de pesquisa (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019; SILVA et al., 2019). Através dessa sequência de ações foi possível identificar na literatura científica conceitos que permitiram o entendimento preciso sobre a temática da Indústria 4.0. Este material serviu para a construção do marco teórico da presente dissertação. Com vistas a atender o objetivo geral do estudo, fez-se uso do método científico-tecnológico.

3.1 Desenho do estudo

O presente estudo foi realizado com vistas a confirmar a hipótese anteriormente descrita de que um curso de extensão é uma forma viável de disseminar os conhecimentos concernentes a Indústria 4.0. Para o alcance desta finalidade, foi utilizado o método científico-tecnológico criado por Nascimento-e-Silva (2019), o qual possui lógica de execução processual e é dividido em duas grandes fases. A primeira delas é denominada como dimensão científica e consiste na geração dos conhecimentos científicos que serão encapsulados em um artefato conhecido como protótipo (SILVA et al., 2019), o qual para ser considerado como produto precisa ser aprovado nos testes de desempenho a que foi submetido. Esta etapa de prototipagem seguida dos testes, ajustes e divulgação do produto constituem a dimensão tecnológica da metodologia utilizada no presente estudo. A Figura 6 demonstra as etapas do método científico-tecnológico.

Figura 6: Etapas do método científico-tecnológico



Fonte: Silva (2019), com base em Nascimento-e-Silva (2019).

A dimensão científica da geração de tecnologias é composta por quatro fases distintas, o que dá ao método científico a característica de seguir uma lógica processual (ALBUQUERQUE et al., 2018; BRITO et al., 2016; SILVA, 2019). As etapas desta dimensão são: a) definição das perguntas de pesquisa; b) coleta dos dados; c) organização e análise dos dados, e; d) geração das respostas (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). Através da prática destes procedimentos de pesquisa, foi possível gerar os conhecimentos científicos que fundamentaram a proposta de produto apresentada no presente estudo.

A prática da primeira parte do método científico-tecnológico consistiu na procura pelos conceitos presentes na literatura científica a respeito dos temas concernentes a Indústria 4.0. Para tanto, as seguintes perguntas de pesquisa foram definidas: a) “O que é Indústria 4.0?”; b) “Quais são as principais características da Indústria 4.0?”; c) “Quais são as principais tecnologias da Indústria 4.0?”; d) “Quais são os prós e os contras da Indústria 4.0?”; e) “Quais os impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas?”. As bases de dados consultadas com o intuito de responder a estas questões foram o *Google Acadêmico*, o *Science Direct* e o Banco de Teses e Dissertações da Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Com as respostas devidamente catalogadas para cada uma das indagações de pesquisa, o próximo passo consistiu na organização e na análise dos dados. Para isso, utilizou-se um procedimento denominado massa de dados (NASCIMENTO-E-SILVA, 2012; 2019). Esta

técnica consiste na inclusão de uma planilha eletrônica em uma lauda em branco no modo paisagem no *Microsoft Word*, na qual cada uma das respostas é redigida em sua forma literal. Através da análise dos termos de equivalência (NASCIMENTO-E-SILVA, 2012; 2019) existentes em cada afirmativa coletada, foi possível finalizar a dimensão científica do estudo com a produção das respostas para cada questão norteadora. As respostas coletadas foram devidamente interpretadas e referenciadas. Este material serviu para embasar o marco teórico do presente estudo.

A dimensão tecnológica da geração de tecnologias também é estruturada em quatro partes: a) geração do protótipo; b) testes do protótipo; c) ajustes no protótipo; e; d) divulgação da versão final do produto (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). Nesta etapa, a primeira decisão tomada consistiu na forma através da qual os conhecimentos gerados anteriormente na dimensão científica seriam encapsulados em um artefato tecnológico. Para tanto, optou-se pela criação de um curso de extensão, que é uma das categorias de produto educacional definida pela CAPES (CAPES, 2013; GONÇALVES et al., 2019).

A opção pela idealização de um curso de extensão teve como enfoque a seguinte lógica: apresentar os conteúdos pertinentes a Indústria 4.0 de uma maneira sequencial e didática, de uma forma tal que pessoas leigas quanto aos principais aspectos desta temática possam aprender sobre o significado, as características, os prós e contras e os efeitos da Indústria 4.0 na vida das pessoas. Além disso, conforme os estudos de Floriano et al. (2017) e Oliveira (2019), através dos cursos de extensão as instituições universitárias podem estreitar a sua relação com a comunidade, uma vez que esta frente de trabalho dessas organizações propicia o aprendizado para a comunidade externa, o que perfaz uma relação dialógica entre a instituição e os seus públicos de interesse. Para a materialização do curso de extensão sobre Indústria 4.0 foi utilizado o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) da Escola Virtual do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, cuja gestão e organização fica localizada em sua reitoria que também é localizada na cidade de Manaus.

A prática da dimensão tecnológica prosseguiu com a realização de testes junto aos respondentes do estudo. Através da aplicação destes testes foi possível obter o *feedback* dos participantes, tanto no que se refere aos componentes do curso de extensão como também dos itens que compõem o livro digital produzido para a aplicação do curso. Isso possibilitou uma visualização dos pontos em que a extensão proposta mostrou desempenho de acordo com o planejado e os itens que careciam de reforço. Com o proceder das correções no curso de extensão, o protótipo pode então ser considerado como produto e assim ser divulgado em sua versão final para seus públicos de interesse.

3.2 Dimensão científica do estudo

A dimensão científica de uma investigação deve ser praticada com vistas a responder as perguntas de pesquisa inicialmente definidas pelo cientista (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). Este trecho do estudo descreve como foram realizados os procedimentos metodológicos concernentes a concepção, materialização, testes, ajustes e divulgação da versão final do curso de extensão denominado “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”.

3.2.1 População e amostra

A população do estudo foi composta por 20 sujeitos das mais variadas áreas de atuação. A decisão da aplicação dos testes do curso de extensão produzido sobre Indústria 4.0 teve como justificativa o fato de o protótipo gerado ser de cunho introdutório. Isto significa que o curso criado a partir da presente dissertação não é focalizado especificamente para docentes ou discentes. A ideia principal com a criação do curso de extensão materializado neste estudo é que indivíduos de qualquer segmento que pouco conhecem ou nunca ouviram falar sobre Indústria 4.0. Passem a conhecer os fundamentos básicos atinentes a este fenômeno, visto que seus impactos não se restringem somente ao âmbito fabril e abarcam áreas como saúde e educação (ALARCON et al., 2018; MASSOLA; PINTO, 2018).

3.2.2 Instrumento de coleta de dados

Para a dimensão científica, utilizou-se como instrumento de coleta de dados o procedimento intitulado como massa de dados. Este método serve para organizar os conceitos coletados anteriormente em um quadro de referência. Este quadro é composto por duas colunas. Na primeira delas são listadas todas as referências dos estudos consultados conforme as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Na segunda coluna são transcritas de forma literal todas as respostas para as perguntas de pesquisa entre aspas e acompanhadas dos seus respectivos números de página (NASCIMENTO-E-SILVA, 2012; 2019). Todos os conhecimentos necessários para estruturar o curso de extensão foram localizados nas bases de dados já mencionadas anteriormente. É conveniente frisar que ao proceder com as pesquisas que fundamentaram a criação do curso de extensão, a ideia principal consistiu na organização dos conceitos de uma maneira lógica e compreensível, de maneira que

os usuários do produto pudessem dominar os conhecimentos básicos a respeito da Indústria 4.0. Por essa razão, esta fase da coleta de dados foi subdividida em cinco partes:

- O que é Indústria 4.0;
- Características da Indústria 4.0;
- Principais tecnologias da Indústria 4.0;
- Os pontos positivos e negativos da Indústria 4.0, e;
- Os impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas.

É relevante observar que a disposição destes conteúdos produzidos na dimensão científica foi realizada com o intento de proporcionar aos alunos do curso uma visão geral sobre os temas concernentes a Indústria 4.0, a começar pelo seu significado para depois finalizar com a explanação de como esse fenômeno tem influenciado a vida das pessoas em meios de atuação alheios ao ambiente das organizações fabris.

3.2.3 Estratégia de coleta de dados

Para a geração de produtos tecnológicos, há duas possibilidades a serem aventadas. A primeira delas é a de que os conhecimentos científicos necessários para o seu embasamento já existem na literatura científica e só precisam ser organizados de uma forma que os usuários compreendam de maneira inequívoca os temas que lhe são afetos. A segunda possibilidade é a de que os conhecimentos ainda não existem, o que confere ao produto o aspecto do ineditismo. Por esse motivo o pesquisador precisa elaborar um plano de pesquisa com vistas a gerar os conhecimentos necessários para embasar o seu artefato tecnológico (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019).

No caso específico do curso de extensão destacado no presente estudo, os conhecimentos sobre Indústria 4.0 já existiam na literatura científica. Entretanto, estes saberes estavam esparsos e precisavam ser coletados, organizados e interpretados de uma forma que os usuários do curso de extensão pudessem entender e assimilar os conhecimentos a eles transmitidos. A base teórica que dá sustentação ao produto a que se refere o presente estudo foi composta por artigos científicos localizados em anais de eventos e periódicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Preferencialmente, os conhecimentos deveriam ser datados entre o período que compreende os anos de 2014 e 2019.

Para a etapa do curso de extensão que aborda sobre os prós e contras da Indústria 4.0 foi necessário ampliar este espaço temporal, uma vez que os conhecimentos presentes em

Antunes (2009), Couto et al. (2011) e Oltramari e Piccinini (2006) demonstravam em seu teor o contraponto necessário para fundamentar este tópico do curso de extensão.

3.2.4 Estratégia de organização e análise de dados.

Após a coleta dos dados nas bases de dados, o próximo item executado foi a organização e análise do material catalogado. Este processo de análise se deu através da detecção de termos de equivalência (NASCIMENTO-E-SILVA, 2012; 2019). Por exemplo: a maioria dos estudos coletados destacava que a Indústria 4.0 é um movimento disruptivo que se notabiliza por utilizar diversas tecnologias de forma sincronizada, as quais elevam de forma substancial a qualidade e a produtividade das empresas industriais (SCHWAB, 2017). De maneira sintetizada, a análise dos dados consiste em identificar quais são os elementos e aspectos que mais se repetem em meio ao agrupamento de respostas que fora coletado pelo cientista. De posse desse resultado, foi possível proceder com a interpretação das respostas obtidas nas fases anteriores do método científico-tecnológico.

3.2.5 Estratégia de interpretação dos dados e apresentação dos resultados

De posse de cada resposta angariada e da compreensão dos termos de equivalência (NASCIMENTO-E-SILVA, 2012; 2019), o próximo passo foi a interpretação dos dados. Cada conceito obtido foi compreendido quanto ao seu sentido e interpretado na forma de ensaios teóricos que sucederam a escrita da presente dissertação. Foram produzidos ao todo cinco ensaios concernentes aos temas abordados neste estudo:

- Indústria 4.0: escopo conceitual;
- Características da Indústria 4.0;
- A Indústria 4.0 e suas principais tecnologias;
- Os prós e contras da Quarta Revolução Industrial;
- Os impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas, e;
- Extensão: definição, características e finalidades.

A opção pela produção deste último ensaio acima relacionado foi a de compreender de maneira assertiva o significado, os principais aspectos e a quais objetivos um curso de extensão deve se propor a atender. Os resultados demonstraram que um curso de extensão é uma forma que as instituições universitárias têm de externar os conhecimentos por elas produzidos a sua comunidade externa através de uma relação dialógica com este público específico (FLORIANO

et al., 2017; OLIVEIRA, 2019). Além do material textual produzido, os resultados foram apresentados através de quadros conceituais, os quais na primeira coluna traziam o sobrenome do(s) autor(es) e o ano de publicação e na segunda coluna uma síntese dos principais aspectos existentes nas respostas coletadas.

3.3 Dimensão tecnológica do estudo

A dimensão tecnológica da geração de tecnologias consiste na materialização dos saberes científicos que anteriormente foram selecionados com vistas a suprir de maneira eficiente e eficaz a uma pergunta de pesquisa inicialmente definida no início da investigação (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). No caso específico do presente estudo, todo o agrupamento de conceitos escolhidos e interpretados foi organizado de maneira lógica para formar a sequência didática que estruturou o curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”.

Os protótipos são versões ainda não finalizadas dos produtos, as quais de maneira obrigatória devem passar por testes de performance (SILVA et al., 2019). Para serem considerados como produtos, a condição necessária a ser atendida é a sua aprovação, o que sinaliza que o artefato gerado pode então ser divulgado aos seus respectivos públicos de interesse (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). Para a materialização do curso de extensão sobre Indústria 4.0, optou-se por adotar como material didático um livro digital com estrutura de cinco capítulos, conforme abaixo:

- Revoluções industriais;
- Indústria 4.0;
- Características da Indústria 4.0;
- Prós e contras da Indústria 4.0;
- Impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas.

Após a definição dos módulos, o segundo passo executado foi a materialização do *e-book*. Para tanto, percebeu-se a necessidade de se tomar algumas decisões concernentes a capa, sumário, tamanho da fonte dos textos e quantidade de parágrafos. A Figura 7 demonstra a capa do livro digital que foi disponibilizado para teste junto aos participantes do estudo.

Figura 7: Capa do protótipo do *e-book*

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

É apropriado informar que a primeira versão do livro digital continha o nome provisório do curso de extensão, até então denominado como “Conhecendo a Indústria 4.0”. Após a elaboração da capa, os procedimentos seguintes englobaram a organização e formatação dos textos, a escolha das figuras e a redação dos capítulos com vistas a finalizar a parte interna do *e-book* (SILVA et al., 2020a). Buscou-se através dessas ações propiciar uma leitura agradável e instrutiva para os usuários do curso de extensão proposto.

O quarto próximo passo realizado consistiu na estruturação da extensão em um ambiente virtual de aprendizagem (BIANCAMANO; FLORES, 2019). Para tanto, com a devida autorização do setor de educação a distância da Reitoria do Instituto Federal do Amazonas –

IFAM, houve a disponibilização de uma sala virtual para alocar os materiais do curso de extensão. Isso foi positivo por conta dos recursos interativos que a plataforma virtual disponibiliza para seus tutores. Cada capítulo do livro digital foi transformado em um módulo na sala virtual do curso.

O último procedimento adotado para a materialização do protótipo foi a escolha da forma da avaliação de aprendizagem dos usuários do curso. Ao final de cada módulo, foi proposto aos participantes da pesquisa um teste com cinco perguntas no estilo “verdadeiro ou falso” para avaliar a aprendizagem sobre os conteúdos transmitidos no decurso da extensão.

Por sua vez, os testes de protótipo existem para mensurar três aspectos: a) se o artefato funciona; b) como esse funcionamento acontece, e; c) detectar a existência de falhas que comprometam o funcionamento e a reputação da tecnologia gerada (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). A primeira decisão atinente aos testes do protótipo foi definir de que maneira os itens que compõem tanto as funcionalidades como também o material didático seriam avaliados. Foram atribuídas a cada item avaliado notas de 0 a 10. Considerou-se a seguinte escala ascendente para avaliação dos tópicos:

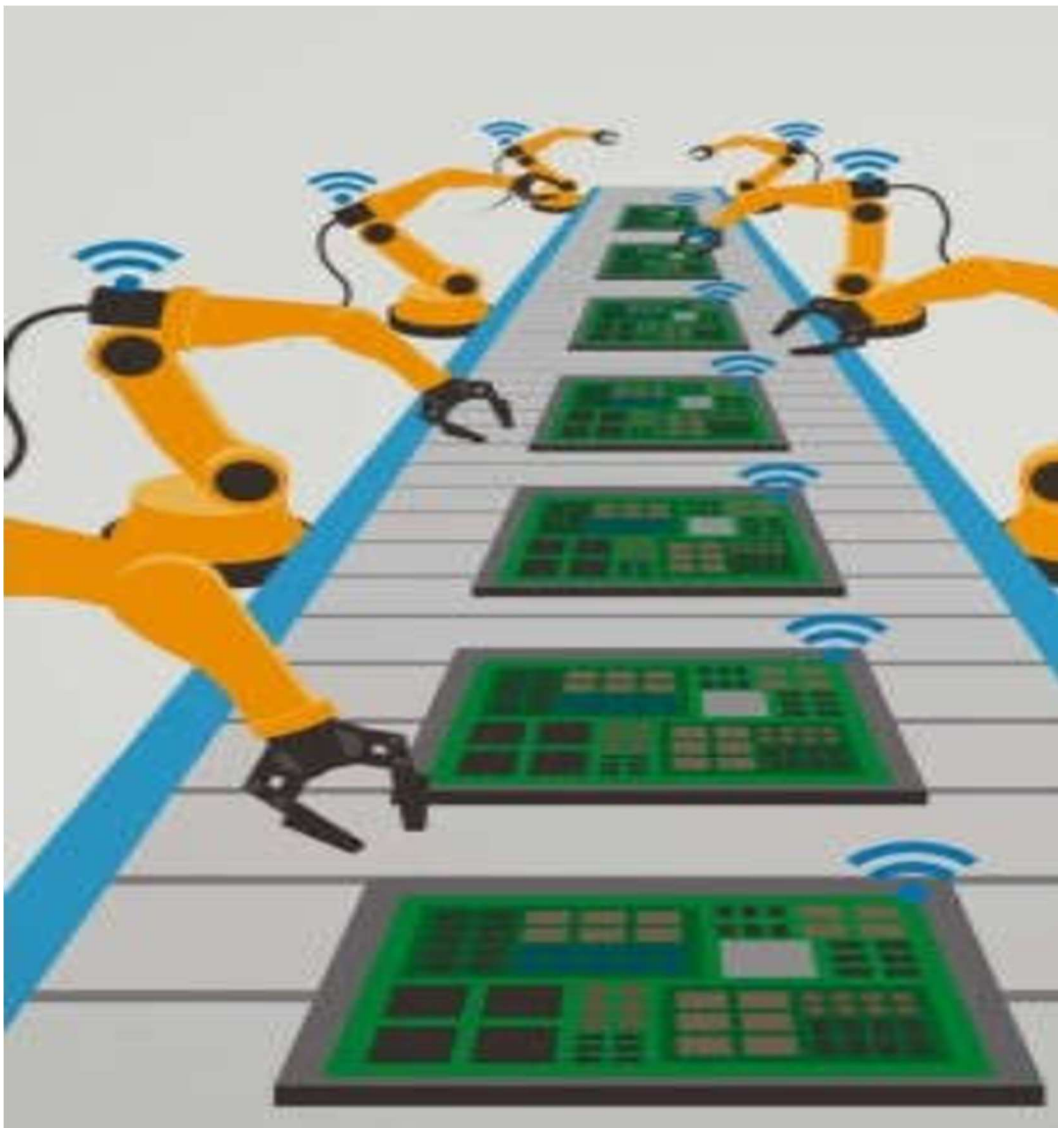
- Notas de 0 a 3: insuficiente;
- Notas de 4 a 6: regular;
- Notas de 7 a 8: bom;
- Nota 9: ótimo, e;
- Nota 10: excelente.

Após essa primeira definição, o segundo ponto trabalhado foi a definição de que itens seriam avaliados nos testes. Nesse sentido, o curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” foram avaliados sob duas perspectivas. A primeira delas averiguou a opinião dos respondentes a respeito das funcionalidades do curso, as quais abarcam desde a usabilidade do material didático, a confiabilidade dos conhecimentos disseminados no decurso da extensão e a congruência entre o que foi divulgado e o que os alunos aprenderam com o cumprimento dos módulos do curso.

A segunda parte do teste buscou aferir a percepção dos participantes da pesquisa sobre os componentes do *e-book* (SILVA et al., 2020a). Para isso, aspectos como o tamanho da fonte, quantidade de parágrafos, clareza e compreensão dos conteúdos e nitidez das figuras foram avaliados pelos respondentes. De posse do *feedback* gerado, foi possível visualizar com precisão quais itens do curso de extensão e do material didático careciam de melhorias, as quais foram providenciadas na fase de ajustes do protótipo.

De posse dos resultados da opinião dos respondentes, o próximo passo consistiu na avaliação da performance de cada item julgado. Optou-se pela manutenção dos itens que demonstraram notas acima de 8, como, por exemplo, a sequência didática do curso e a confiabilidade dos conhecimentos transmitidos na extensão. Em contrapartida, itens do livro digital receberam um grande número de notas 7, o que indicou a necessidade de aprimoramentos. Uma das desconformidades apontadas foi a qualidade de algumas figuras do *e-book* (SILVA et al., 2020a), as quais foram trocadas conforme demonstrado na Figura 8:

Figura 8: Figura da primeira versão do *e-book*



Fonte: In Soft Informática (2018).

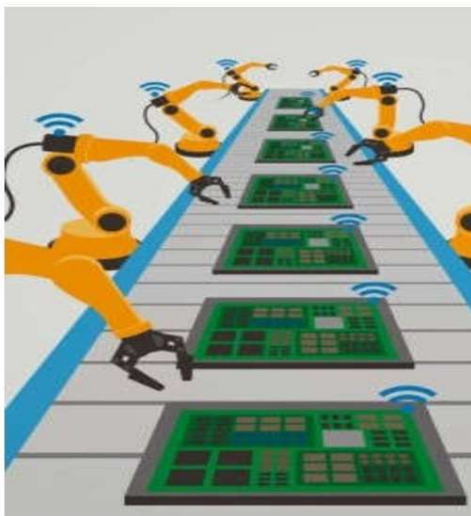
A Figura 8 demonstra um dos itens do material didático que carecia de aprimoramento. Isso reforça a relevância dos testes em materiais tecnológicos. São eles que situam o

pesquisador com relação aos ajustes que precisam ser realizados com o intuito de garantir tanto a integridade do produto como também passar credibilidade aos seus usuários (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019).

A retroalimentação produzida pelos sujeitos participantes do teste é a principal referência para que os ajustes sejam realizadas no processo de geração de tecnologias (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). A primeira providência tomada no que tange aos ajustes foi no campo textual. Ocorreram alterações no tamanho das letras, no tipo e no tamanho da fonte, na ortografia e na quantidade de parágrafos do livro digital. O grande número de notas 7 nesses quesitos evidenciou a necessidade de ajustes nesses itens do protótipo.

O segundo momento de alterações foi no campo visual. A capa precisou ser refeita para estar congruente com o nome definitivo do curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”. Além disso, figuras pouco nítidas foram substituídas por imagens mais legíveis, conforme demonstrado na Figura 9:

Figura 9: Demonstração de ajuste realizado no *e-book* do curso de extensão



Antes



Depois

Fonte: Elaborado pelo autor (2020), com base em Campi (2016) e In Soft Informática (2018).

Como os itens que sugeriam alteração eram todas relacionadas ao material didático do curso, ao final dessas mudanças o protótipo pode então ser considerado como produto. Essa é a condição preponderante para que uma tecnologia gerada com base científica possa ser disseminada para seu público de interesse. Realizados os ajustes, o passo seguinte consistiu na

última fase da dimensão tecnológica que é a divulgação do produto na sua versão final (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019).

No tocante as suas funcionalidades, o curso de extensão obteve avaliação positiva por parte de seus avaliadores. As notas atribuídas (em uma escala de 0 a 10, conforme já descrito anteriormente) pelos partícipes dos testes demonstraram não somente a boa aceitação do curso de extensão como também a confirmação da hipótese inicialmente aventada no início deste estudo. O curso de extensão se mostrou eficaz e eficiente na disseminação de conteúdos sobre Indústria 4.0 para o público que acessou os conhecimentos reunidos no artefato tecnológico.

Um dos itens mais relevantes da fase de testes e que foi confirmado pelos respondentes é a possibilidade de indicação do curso de extensão para outras pessoas. Nesse aspecto específico, a tecnologia apresentada aos 20 participantes dos testes teve nível elevado de aceitação. Isto não somente corrobora a qualidade do material selecionado para estruturar o curso de extensão sobre Indústria 4.0 como também atesta que a maneira pela qual os saberes sobre esta temática foram disseminados foi adequada e cumpriu com êxito aos propósitos inicialmente definido na idealização do presente estudo.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

Para que os conhecimentos necessários sobre Indústria 4.0 pudessem ser selecionados e organizados de maneira lógica e compreensível, percebeu-se a necessidade de se efetuar cinco descobertas sobre temáticas pertinentes a Indústria 4.0 seguindo os procedimentos do método científico-tecnológico (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). Para isso, foram definidos cinco frentes de trabalho realizadas de maneira sequenciada com o intuito de entender: a) o significado do termo Indústria 4.0 consoante os materiais existentes na literatura científica atinente a este tema; b) as principais características que fazem da Indústria 4.0 uma nova forma de se produzir coisas; c) as principais tecnologias que fazem com que as fábricas que resolvem aderir aos padrões da Quarta Revolução Industrial tenham níveis elevados de produtividade; d) os prós e contras que são intrínsecos a este evento de alcance mundial, e; e) os impactos que a Indústria 4.0 tem causado na vida das pessoas.

Além disso, efetuou-se um estudo a respeito de uma sexta descoberta, com vistas a identificar o significado, as características e a finalidade dos cursos de extensão. Isso serviu para detectar com precisão quais as partes necessárias para estruturar um curso de caráter

extensionista que se mostrasse congruente com os objetivos inicialmente definidos na idealização do presente estudo.

4.1 Resultados sobre o significado do termo Indústria 4.0

Indústria 4.0 é o termo que fora inicialmente mencionado na Alemanha com o intuito de se referir a um conjunto de tecnologias que quando empregadas nos processos produtivos tornam as organizações fabris mais competitivas através da elevação do grau de assertividade e de qualidade, as quais, por sua vez, contribuem para a que os níveis de produtividade passem por considerável aumento (SCHWAB, 2017). Nas revoluções industriais anteriores, as descobertas que mudaram de maneira substancial os padrões de produção foram o advento da mecanização nos processos produtivos, o surgimento e a utilização da eletricidade e o destaque dado a tecnologia da informação. Na Indústria 4.0 o protagonismo fica por conta da interação constante entre o mundo físico e virtual, a qual se dá através de objetos inteligentes que são capazes de receber, interpretar e transmitir informações a outros artefatos que também possuem essa capacidade (ACATECH, 2013; ASSAD NETO et al., 2018). O Quadro 2 evidencia as diferenças entre a Terceira e a Quarta Revolução Industrial.

Quadro 2: Comparativo entre a Terceira e a Quarta Revolução Industrial

Item	Terceira Revolução Industrial	Quarta Revolução Industrial
Linhas de produção	Interação entre homem e máquina	Predominância da máquina nos processos produtivos
Tarefas repetitivas e operacionais	Realizadas por humanos	Realizadas por robôs
Dados de produção	Alimentados manualmente em planilhas eletrônicas	Transmitidos em tempo real por objetos inteligentes
Desperdício	Reduzido através de programas de melhoria contínua	Reduzido pelo alto grau de assertividade dos robôs
Qualidade	Sujeita ao erro humano	Garantida através da programação dos robôs
Produtividade	Sujeita ao desempenho humano nas tarefas operacionais	Elevada com a redução de desperdícios e a performance dos robôs na produção

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Uma parte considerável dos diferenciais que a Indústria 4.0 possui com relação aos padrões de fabricação da Terceira Revolução Industrial se materializa através das inovações tecnológicas que integram a estrutura deste arranjo produtivo. O uso simultâneo das tecnologias que são correlatas a Indústria 4.0 é um fator capaz de tornar as empresas que aderem a este arranjo produtivo mais competitivas em seus respectivos ambientes de atuação. Anteriormente, o modelo de fabricação adotado na Indústria 3.0 produzia bens conforme as recomendações do setor de Pesquisa e Desenvolvimento, as quais resultavam em produtos padronizados que apresentavam diferenciais competitivos perante seus concorrentes. Com a Indústria 4.0 isso muda, a partir do momento em que se é possível fazer com que as linhas de produção sejam flexíveis e capazes de atender a ordens de produção menores e congruentes com os anseios individuais dos clientes (ACATECH, 2013; ASSAD NETO et al., 2018).

De maneira sintetizada, a Indústria 4.0 representa um grau elevado de agregação de inovações aos processos produtivos. Essas inovações trazem consigo diferenciais competitivos cujos resultados de aplicação justificam a sua adoção (NASCIMENTO-E-SILVA, 2017). Por sua vez, isso desencadeia em outras mudanças na maneira de se planejar e conceber produtos, tais como: a) desenvolvimento de bens em período menor que o habitual; b) atendimento de demandas de maneira individualizada; c) produção flexibilizada; d) tomada de decisões realizada em caráter descentralizado; e) maximização da eficiência econômica e ecológica na utilização dos recursos de produção, o que resulta na redução de desperdícios (BILLIG, 2016; LEE; KAO; YANG, 2014).

Na Indústria 3.0 a tecnologia já era um fator de sobrevivência nas organizações. Todavia, na chamada Quarta Revolução Industrial está significância se eleva de forma considerável, uma vez que é impossível que uma planta fabril consiga se adequar aos parâmetros desse movimento hodierno sem realizar os aportes financeiros necessários para investir na efetuação dos sistemas ciberfísicos (ASSAD NETO et al., 2018). Além disso, o contexto de surgimento e evolução da Indústria 4.0 propicia um ambiente favorável para o desenvolvimento de inovações, tanto no que se refere ao desenvolvimento de produtos como também o aprimoramento de serviços, os quais são fatores que contribuem para o fomento da competitividade das organizações (ANDERL et al. 2015; OTTONICAR, 2020).

4.2 Resultados sobre as características da Indústria 4.0

Nesta descoberta foi possível depreender que uma das características mais latentes da Indústria 4.0 é a utilização de diversas tecnologias de forma concomitante, tais como o *Big*

Data, a Internet das Coisas e a Computação em Nuvem (GOMES, 2018; KELLER, 2016; SUZUKI, 2016). Na Terceira Revolução Industrial, os dados que alimentavam os sistemas de informação eram inseridos de maneira manual, o que tornava esse processo suscetível ao erro humano. Na Quarta Revolução Industrial isso é reduzido de maneira considerável por conta da utilização de objetos inteligentes (ASSAD NETO et al., 2018). Enfatiza-se que nesse arranjo produtivo as máquinas também são autônomas e geram informações que são compartilhadas em tempo real, o que torna o processo produtivo mais assertivo e dinâmico (ACATECH, 2013).

A utilização de máquinas e de artefatos inteligentes faz com que os arranjos produtivos da Indústria 4.0 se notabilizem pela forte conectividade. Pessoas, objetos e máquinas são conectadas através do uso em larga escala da internet (CARMONA, 2017; SOUZA, 2018). Por sua vez, isso contribui para que os diversos sistemas que fazem parte da estrutura de uma configuração produtiva do tipo 4.0 funcionem de maneira integrada (AZEVEDO; GONTIJO; REIS, 2018).

O estudo demonstrou que a Indústria 4.0 representa a evolução dos processos produtivos, os quais tem sua base assentada na automação industrial. Isto somado com a otimização de processos e o funcionamento de maneira sincronizada de diversas inovações tecnológicas faz com que o modelo fabril concernente a Indústria 4.0 se notabilize pela maximização da eficiência acompanhada da redução de desperdícios (BILLIG, 2016; MAESTRI, 2018). Além disso, a digitalização de processos industriais tem contribuído para que as organizações fabris consigam alcançar os diferenciais competitivos atinentes a flexibilidade e a eficácia, além de obter também resultados positivos no que tange a redução de custos e gestão eficiente de recursos (OTTONICAR, 2020).

4.3 Resultados sobre as principais tecnologias da Indústria 4.0

Na Terceira Revolução Industrial, a internet já era utilizada para garantir o funcionamento dos sistemas de informação, tais como SAP, *Protheus* e *Winthor*. Entretanto, os dados imputados nesses sistemas eram inseridos de maneira manual. Em alguns casos, o uso de planilhas eletrônicas dotadas de comandos específicos para gerar relatórios também eram utilizadas para servir de suporte ao processo decisório de gerentes e analistas. Na configuração produtiva da Indústria 4.0 há um conjunto de tecnologias que são utilizadas concomitantemente com vistas a assegurar a eficiência e agilidade tanto do processo produtivo como também das tomadas de decisão, conforme evidenciado no Quadro 3.

201Quadro 3: Tecnologias da Indústria 4.0

Tecnologia	Descrição
Internet das Coisas	Objetos inteligentes que podem se comunicar com outros objetos similares e são capazes de receber, processar e interpretar informações oriundas dos processos produtivos.
<i>Big Data</i>	Tecnologia que garante o processamento em grandes volumes das informações transmitidas no decurso dos processos produtivos.
Computação em Nuvem	Interligação virtual de sistemas de computação
Robôs Autônomos	Artefatos que são capazes de se movimentar e tomar decisões de forma autônoma
Impressão 3D	Processo de fabricação de artefatos através de camadas que dão origem aos protótipos com o auxílio de um computador
Realidade aumentada	Interface entre o mundo real e ambientes virtuais, os quais são uma extensão do mundo físico.

Fonte: Dados obtidos pelo autor (2020).

É a utilização eficiente deste conjunto de tecnologias que faz com que os resultados de qualidade e de produtividade sejam positivos em fábricas que adotam este arranjo produtivo (SCHWAB, 2017). É por essa razão que a Indústria 4.0 tem sido um tema recorrente na formulação de políticas industriais das grandes nações (SANTOS; BELÉM, 2018). O emprego destas inovações tecnológicas fomenta a competitividade e sugere que as organizações que dispuserem de maior volume de recursos para poder investir na adequação de seus processos para o arranjo produtivo da Indústria 4.0 poderão se destacar em seus respectivos ambientes de atuação.

Na lista de tecnologias sumarizada no quadro 3 nota-se que os enfoques de sua utilização se dão tanto em processos como também no trato com a informação. Os objetos inteligentes tornam o fluxo de informação mais ágil, o que por sua vez propicia maior assertividade aos processos decisórios concernentes a produção. A utilização de robôs aumenta o nível de eficiência do processo produtivo, além de reduzir os desperdícios (BILLIG, 2016; MAESTRI, 2018). Assim, o emprego das tecnologias inovadoras que são correlatas a Indústria 4.0 fazem desse modelo fabril atrativo para as organizações, as quais sempre buscam maneiras de se diferenciar de seus concorrentes em seus respectivos ambientes de atuação.

4.4 Resultados sobre os prós e contras da Indústria 4.0

A opção por explicar sobre os pontos positivos e negativos da Indústria 4.0 teve o seguinte objetivo: proporcionar ao leitor do material didático do curso de extensão proposto duas visões divergentes a respeito da mesma temática. Desse modo, buscou-se no material científico consultado no decurso de pesquisa informações que pudessem fundamentar esta parte específica do produto demonstrado neste estudo. De maneira sintetizada, os resultados foram compilados no Quadro 4:

Quadro 4: Pontos positivos e negativos da Indústria 4.0

Pontos positivos	Pontos negativos
Uso eficiente dos recursos	Desemprego tecnológico
Tecnologias que não agridem o meio ambiente	Redução drástica dos postos operacionais
Fabricação de produtos personalizados	Qualificação corporativa com trabalho reduzido a emprego
Criação de empregos de alto valor agregado	Substituição do homem por robôs nos processos produtivos
Redução de custos e uso assertivo dos recursos	Logística de aquisição de recursos mais complexa
Ganhos em competitividade devido ao padrão tecnológico de fabricação	Alto valor agregado das tecnologias, que por sua vez demandam maiores investimentos iniciais

Fonte: Dados obtidos pelo autor (2020).

Como é possível observar, as grandes beneficiadas no contexto da Indústria 4.0 são as organizações industriais. A elevação da produtividade, o uso de múltiplas tecnologias e a redução dos desperdícios são fatores que favorecem o alcance da competitividade com a diminuição dos custos de produção e agregação de valor aos processos produtivos (BILLIG, 2016; MAESTRI, 2018; OTTONICAR, 2020; SCHWAB, 2017). O próprio *layout* de produção passa por grandes transformações ao utilizar robôs ao invés de humanos para as tarefas mais repetitivas e operacionais (TESSARINI JÚNIOR et al., 2018). Esta é uma situação que acentua

o desemprego tecnológico, com perdas consideráveis de postos de trabalho apesar da criação de novas profissões no contexto da Indústria 4.0 (SOUZA; NASCIMENTO-E-SILVA, 2020).

Outra discussão concernente a Indústria 4.0 diz respeito aos seus impactos na educação. A tendência natural é que através das chamadas universidades corporativas os postulantes a uma vaga de trabalho nesse contexto consigam através de cursos de curta duração aprender os conhecimentos necessários para atuar nesse tipo específico de arranjo produtivo (SERAFIM, 2019). Entretanto, isto abre um novo precedente de discussão, principalmente no que se refere ao papel das organizações educacionais no que se refere a formação destes sujeitos para atender aos interesses da classe patronal em detrimento do que é preconizado na educação profissional e tecnológica, cuja uma das bases é a formação humana integral (ZEN; OLIVEIRA, 2018).

4.5 Resultados sobre o impacto da Indústria 4.0 na vida das pessoas

A construção desta etapa necessária para a materialização do curso de extensão teve como objetivo evidenciar aos usuários do protótipo que o alcance do fenômeno da Indústria 4.0 não se limita apenas ao universo das organizações fabris. Assim como ocorreu em todas as revoluções anteriores, as mudanças no modo como os bens são produzidos impactou de maneira significativa os costumes e as relações de consumo na sociedade. Na Primeira Revolução Industrial, a mecanização dos processos produtivos fez com que o modo artesanal de se produzir coisas entrasse em desuso. Na Segunda Revolução, a descoberta da eletricidade deu maior agilidade aos processos produtivos. Já a Terceira Revolução Industrial fez com que os sistemas de informação tornassem os processos decisórios mais eficientes e congruentes com os objetivos organizacionais (ASSAD NETO et al., 2018).

Com a Quarta Revolução Industrial, os arranjos produtivos passam a ser protagonizados pelas máquinas, as quais passam a desempenhar a maior parte das tarefas operacionais (HIRSCH-KREINSEN, 2016). As tarefas de monitoramento das máquinas permanecem sob a responsabilidade humana. Considera-se que no arranjo produtivo da Indústria 4.0 um mesmo operador poderá ser incumbido de supervisionar o desempenho de mais de uma máquina na produção de bens (SOUZA; NASCIMENTO-E-SILVA, 2020). O Quadro 5 evidencia as áreas de atuação onde a Indústria 4.0 já se mostra presente. Esta presença detectada no presente tende a ser a tendência a ser seguida pelas organizações atuantes em áreas como Saúde e Educação.

Quadro 5: Impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas

Área de atuação	Impacto
Saúde	Utilização do <i>Big Data</i> para acompanhar dados sobre a evolução de doenças e a prescrição de receitas; Uso de roupas conectadas a internet para registrar os dados do paciente.
Moda e Vestuário	Personalização de roupas e calçados; Utilização de espelho virtual para registrar as medidas do cliente.
Educação	Prevalência de saberes técnicos e habilidade para solucionar problemas
Agricultura	Melhora na eficiência da irrigação de solos

Fonte: Dados obtidos pelo autor (2020).

Com a compilação destas informações, foi possível evidenciar aos usuários do curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” que o fenômeno em destaque no presente estudo possui amplitude de alcance que ultrapassa os limites do âmbito fabril. Isso reforça a necessidade de disseminar conhecimentos válidos a respeito da Indústria 4.0 para o maior número possível de pessoas. Este foi mais um motivo que encorajou a realização do presente estudo, o qual buscou encapsular saberes oriundos de estudos científicos a respeito da Indústria 4.0 em um curso de extensão.

4.6 Resultados sobre o significado, as características e a finalidade dos cursos de extensão

A extensão é um dos elementos que constitui a tríade de desenvolvimento das instituições universitárias juntamente com o ensino e a pesquisa, o qual é previsto em legislação pertinente (BRASIL, 1996; 2004). Enfatiza-se que as práticas extensionistas representam uma oportunidade que as oportunidades tem de disseminar os conhecimentos produzidos por elas com públicos além de seu corpo discente. É por esse motivo que os cursos de extensão são considerados como práticas de responsabilidade social (RIBEIRO, 2011), pois, através deles é possível estabelecer um maior nível de interação com os integrantes da comunidade externa. É oportuno esclarecer que a extensão não deve ser confundida como prática de cunho assistencialista (MACHADO; AZEVEDO, 2015), mas sim como uma oportunidade de disseminar conhecimentos junto a outros públicos de interesse das instituições universitárias.

Pode-se depreender que a extensão é uma iniciativa de cunho institucional, a qual deve ser aglutinada com as práticas de ensino e de pesquisa (JESUS; GOMES; SANTOS, 2019). O principal enfoque dos programas extensionistas deve ser a formação do cidadão, através da propiciação de oportunidades de aprendizado para os sujeitos que normalmente não teriam

acesso aos saberes partilhados através da extensão. Isso sugere que as políticas de extensão devem se notabilizar por terem um viés transformador (RIBEIRO, 2011; SILVA; RODRIGUES; FRÓES, 2016) através do planejamento e execução dos projetos focalizados na disseminação de conteúdos para os indivíduos do ambiente externo.

No que se refere às características da extensão, os resultados da pesquisa apontaram que ela é composta por cursos de curta duração cuja carga horária pode ser de 15 a 40 horas com direito a certificação. Entende-se que a oferta de cursos extensionistas pode ocorrer tanto na forma presencial como também *on-line* (RODRIGUES, 2013). Além de ser prevista nas legislações educacionais pertinentes (BRASIL, 1996; 2004), as práticas de extensão precisam estar devidamente expressas tanto no Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) como também no Projeto Pedagógico de Curso (PPC) (NEZ et al., 2019). O fato de a extensão estar registrada nesses documentos sugere que a execução de projetos de extensão deve estar devidamente alinhada com os objetivos institucionais das organizações universitárias.

Através da oferta de cursos de extensão, as faculdades e centros universitários podem atender às necessidades de formação do ambiente externo (OLIVEIRA, 2019). Através disso, as lacunas de formação dos integrantes da comunidade externa podem ser preenchidas, o que, por sua vez, influencia de maneira positiva na qualidade de vida dos discentes (PIEROTTI, 2010). A consecução desse objetivo pode ser materializada através da articulação consistente entre teoria e prática (SOUZA, 2007). A extensão pode ser considerada como um instrumento de transformação social a qual se dá através da relação dialógica entre a instituição universitária e a comunidade (MEDEIROS, 2017).

Com relação às finalidades, as práticas concernentes à extensão visa a aglutinação de conhecimento para os sujeitos localizados no entorno da instituição universitária. Além disso, os saberes oriundos dessa população são válidos e podem ser agregados junto ao conjunto de conhecimento produzido pelas universidades (GADOTTI, 2017). É oportuno mencionar que estas organizações são sistemas que devem interagir com os atores que formam o seu ambiente externo. Para isso, faz-se necessário o fomento à participação da comunidade externa através da oferta de cursos de extensão (DALCIN; AUGUSTO, 2016; NEZ et al., 2019).

Através do estímulo a essa participação, a produção de saberes nas instituições universitárias é feita de maneira coletiva com a prática dos projetos de extensão (SANTOS JUNIOR, 2013). É necessário que a oferta de cursos de extensão seja realizada de maneira planejada. Para tanto, é preciso que as práticas extensionistas tenham metodologia e estratégias de avaliação bem definidas (INCROCCI; ANDRADE, 2018). Um dos efeitos esperados com a realização de cursos de extensão é a divulgação dos feitos científicos da instituição para a

sociedade (DALCIN; AUGUSTO, 2016). Mediante essas informações, o curso de extensão denominado “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” foi idealizado e testado junto ao público-alvo de 20 participantes do presente estudo.

5 CRIAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO “CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA”

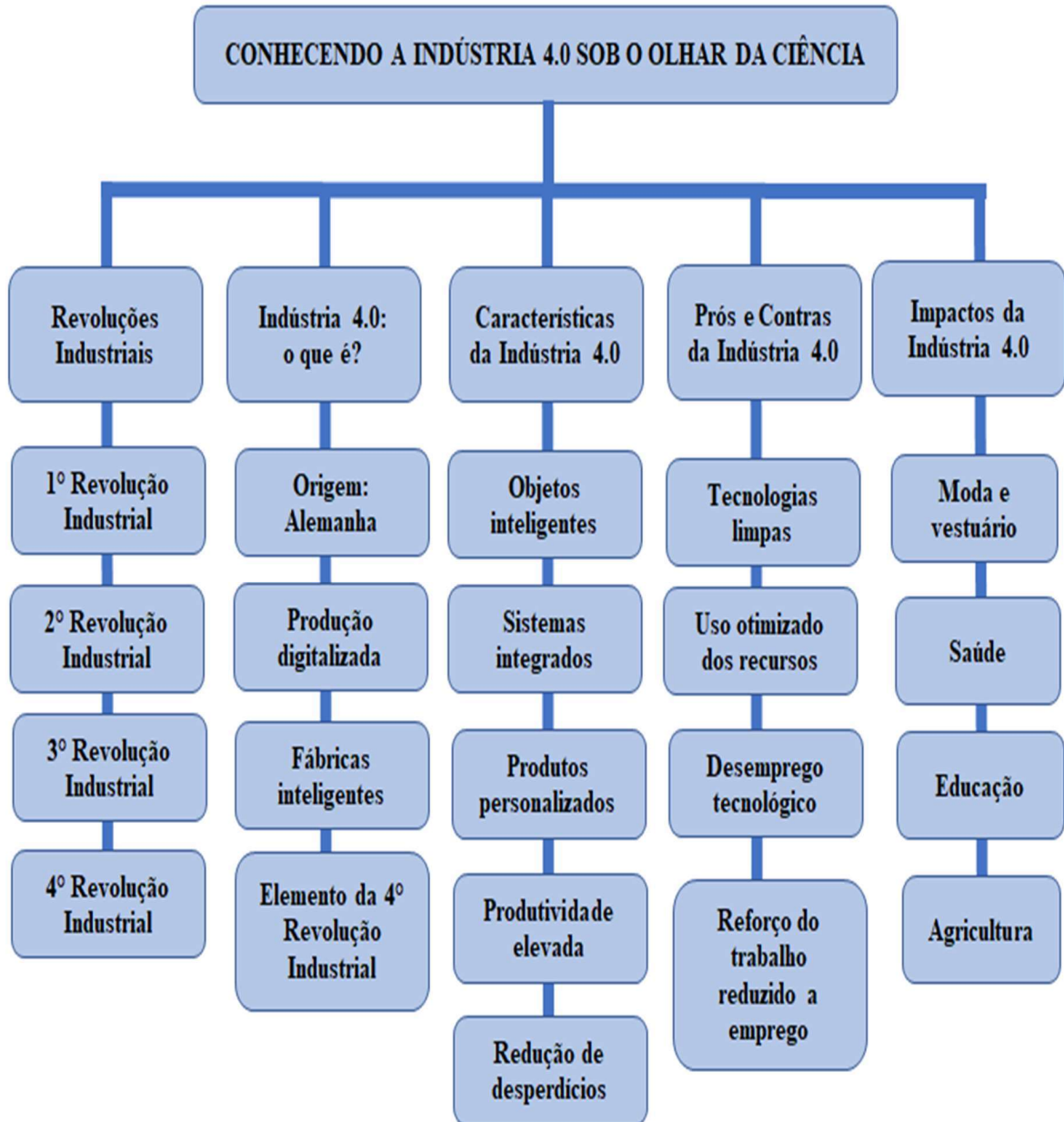
Para a concretização do curso de extensão intitulado “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”, utilizou-se os fundamentos da dimensão tecnológica do método científico-tecnológico desenvolvido por Nascimento-e-Silva (2019). Os conhecimentos necessários para estruturar a prática extensionista já existiam na literatura científica e foram organizados para que a sequência didática do curso pudesse ser compreensível e facilitasse o aprendizado dos participantes do teste do protótipo do produto educacional. Este trecho do estudo descreve os passos percorridos para que o curso de extensão deixasse de ser considerado como protótipo para poder ser visto como um produto aplicável para atender aos propósitos inicialmente traçados no decurso da pesquisa.

5.1 O protótipo do curso de extensão

Na dimensão tecnológica, o primeiro processo a ser executado é o encapsulamento dos conhecimentos obtidos durante a dimensão científica em um artefato denominado como protótipo (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019; ROGERS; SHARP; PREECE, 2013). De posse desta informação, procedeu-se com a organização dos temas de acordo com os seguintes tópicos: a) o que é Indústria 4.0; b) características da Indústria 4.0; c) tecnologias mais utilizadas na Indústria 4.0; d) prós e contras da Indústria 4.0; e) impacto da Indústria 4.0 na vida das pessoas, e; f) Significado, características e finalidade dos cursos de extensão. Para que a etapa de prototipagem pudesse ser executada, utilizou-se um instrumento utilizado no ramo das engenharias denominado como estrutura analítica do produto (EAP). A aplicabilidade deste item é relevante para a construção de materiais educacionais, uma vez que é através dela que o pesquisador consegue visualizar as partes que são necessárias para viabilizar a materialização do artefato pretendido. Isso gera uma lista de tarefas que ao serem executadas corretamente auxiliam para que o artefato pretendido seja gerado com êxito (COSTA; KOMESU;

BARCELOS, 2018). A Figura 10 evidencia a estrutura analítica do produto montada para a criação do curso de extensão destacado no presente estudo.

Figura 10: Estrutura analítica do produto



Fonte: Autoria própria (2020), com base em Nascimento-e-Silva (2019).

A estrutura de uma estrutura analítica de produto se assemelha com um organograma organizacional. Ao invés de cargos, são descritas as partes que irão compor o todo necessário para a realização da prototipagem. Nessa configuração, o protótipo é chamado de item pai e suas partes estruturantes são denominadas como itens filhos. Quanto mais complexo for a

tecnologia a ser gerada, mas itens filhos irão compor a EAP, chegando até a gerar itens netos (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019).

A Figura 10 exibe a sequência em que os conteúdos obtidos na etapa de dimensão científica foram organizados com vistas a estruturar o curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”. A construção do protótipo foi realizada primeiramente com a estruturação dos capítulos de um *e-book* (SILVA et al., 2020a). Entende-se que este material didático foi a melhor opção encontrada para a compilação dos temas abordados no curso de extensão. Os capítulos que compõem o livro digital são:

- Revoluções Industriais: nesse primeiro trecho é feita uma breve contextualização das revoluções industriais, desde a primeira até a quarta revolução. A opção por explicar de forma resumida estes eventos mundiais teve como intuito familiarizar os usuários do curso com o que significa uma revolução, bem como os seus impactos na sociedade.

- Indústria 4.0: o que é? nesse segundo capítulo é apresentado o movimento hodierno denominado como Indústria 4.0. Aqui são explicados tanto a origem como as razões que fazem com que este evento histórico seja considerado uma revolução na forma com que bens e serviços são produzidos para seus respectivos públicos de interesse.

- Características da Indústria 4.0: após apresentar ao alunado do curso de extensão o significado do termo Indústria 4.0, o passo seguinte consistiu na explanação das características desse movimento. Foram elencados tanto os principais aspectos como também as tecnologias que são necessárias para que uma fábrica possa ser considerada como inteligente.

- Prós e contras da Indústria 4.0: nesse trecho do curso são expostas duas visões diferentes a respeito da temática principal abordada. A primeira delas destaca os benefícios que a Indústria 4.0 gera, tanto para as organizações como também para a sociedade. Já a segunda evidencia os problemas oriundos dessa revolução, com destaque para a questão dos empregos, mais precisamente da perda em massa de milhões de postos de trabalho.

- Impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas: a intenção de finalizar o curso de extensão com esse tópico teve como intuito demonstrar para os participantes do teste de protótipo que os efeitos da Indústria 4.0 não se limitam somente ao âmbito das organizações fabris, uma vez que abrangem outros setores de atuação, como, por exemplo, a saúde, a educação, a agricultura e as relações de consumo.

Com a estruturação dos capítulos realizada, a etapa seguinte consistiu na redação do livro digital. Como os temas abordados no teor do *e-book* eram desconhecidos para a maioria dos participantes do teste de protótipo, optou-se por escrever textos com boa fluidez e que fossem de fácil assimilação com o auxílio de imagens ilustrativas. Com isso, objetivou-se fazer

com que o *e-book* desenvolvido propiciasse uma leitura que facilitasse o entendimento de cada parte que compõe o curso de extensão. Além dos textos, foram trabalhados outros aspectos que compõem os *e-books*, como, por exemplo, a capa, a qualidade das figuras e a sequência didática utilizada para a apresentação dos conteúdos (SILVA et al., 2020a).

A última decisão concernente a elaboração do protótipo do curso de extensão foi o seu local de divulgação. Para tanto, fez-se uso de um ambiente virtual de aprendizagem (BIAMANCANO; FLORES, 2019). Com o intuito de facilitar o acesso dos partícipes do teste aos assuntos do curso de extensão criado, fez-se uso de uma sala na Escola Virtual do Instituto Federal do Amazonas – IFAM. As autorizações para que isso pudesse ser possível foram obtidas junto ao setor responsável por cuidar desta plataforma, o qual se mostrou interessado em contribuir com esta parte do estudo, desde que a utilização da sala virtual cedida fosse em caráter experimental.

5.2 Testes realizados no curso de extensão

Após a operacionalização da fase de prototipagem, procedeu-se com a realização dos testes de desempenho com o intuito de saber se o curso de extensão cumpria ou não com os propósitos que motivaram a sua criação. De maneira sintetizada, a aplicação de testes em protótipos é feita com a intenção de saber: a) se a tecnologia funciona; b) como esse funcionamento acontece, e; c) se há a existência de alguma falha que comprometa a performance do artefato gerado (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). Este é um passo mandatório para que o pesquisador possa se certificar a respeito da efetividade da tecnologia gerada. Considera-se que a submissão do protótipo a testes seguida de sua aprovação é o fator preponderante para que o produto educacional seja disseminado junto ao seu público-alvo (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019; SILVA, 2019).

O primeiro passo executado consistiu na formalização de um convite junto a 20 industriários atuantes em empresas situadas na Zona Franca de Manaus. A razão que motivou a escolha por essa população, bem como sua amostra se deu por dois motivos. O primeiro deles tem a ver com a intenção do autor em partilhar o material produzido com profissionais que lidam diretamente com as rotinas industriais. Todavia, é conveniente dizer que o curso de extensão foi idealizado de maneira mais genérica, sem focalizar em um público específico. Tal decisão foi tomada com vistas a cumprir as finalidades de um curso de extensão vistas em Floriano et al. (2017), BRASIL (2004) e Oliveira et al. (2019): a de produzir saberes e compartilhá-los com a sociedade.

Os testes foram realizados juntamente a uma turma formada por 20 industriários atuantes em fábricas instaladas na Zona Franca de Manaus. A opção pela escolha deste público específico se deu por três razões. A primeira delas tem a ver com o fato de que os impactos da Indústria 4.0 é um assunto de interesse tanto dos industriários como também dos estudantes que pretendem no futuro atuar profissionalmente no ramo industrial. Já o segundo fator que justificou esta opção foi a relação indissociável existente entre trabalho e educação, as quais são ações humanas (SAVIANI, 2003). O terceiro motivo que fez com que estes 20 indivíduos atuantes na indústria participassem deste estudo diz respeito a influência da tecnologia, tanto nas atividades de produção de bens e serviços como também nas demais atividades cotidianas da humanidade, o que demonstra a forte influência da tecnologia na sociedade contemporânea (MOURA, 2012).

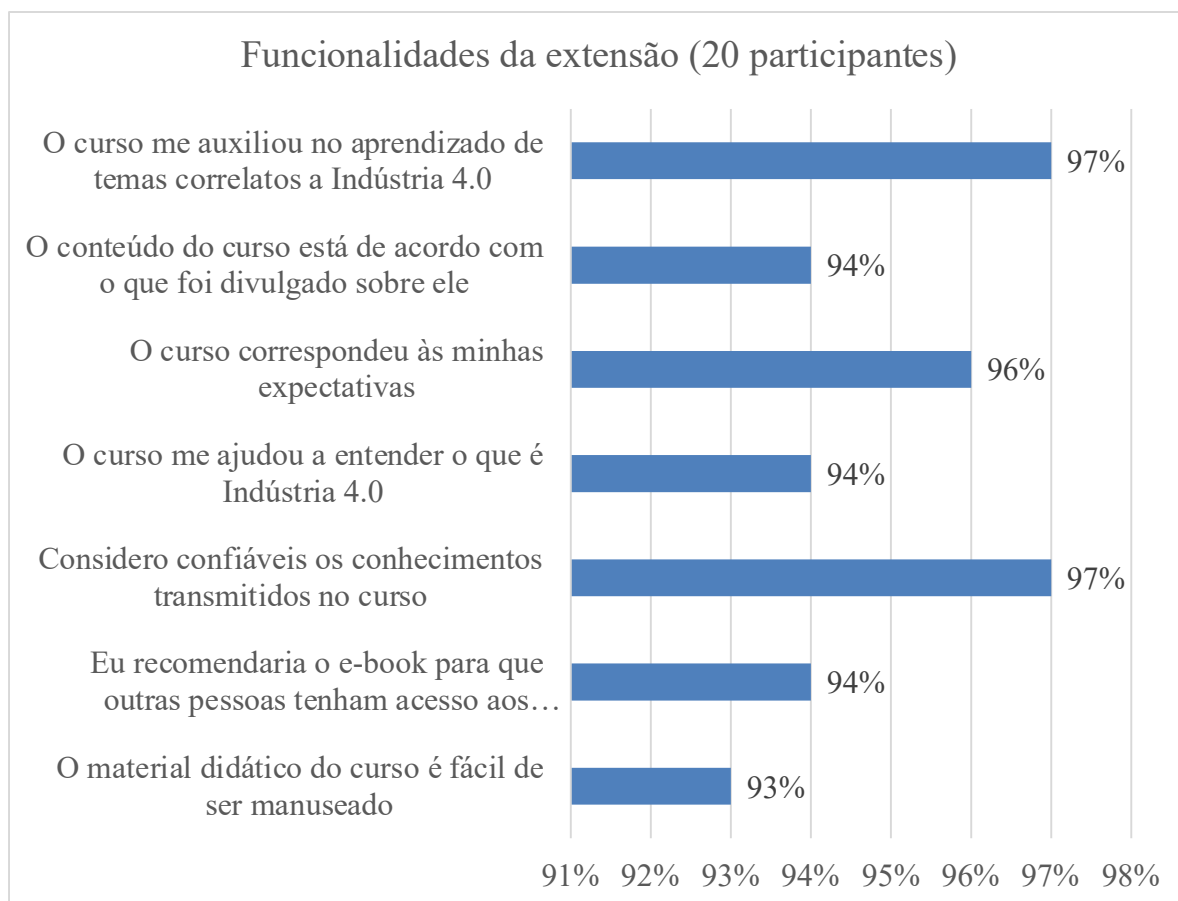
A terceira etapa de realização dos testes teve como enfoque decidir de que maneira os resultados seriam obtidos para posterior análise. Para tanto, utilizou-se um instrumento de avaliação aqui denominado como protocolo de pesquisa (SILVA et al., 2020b). Os testes foram divididos em duas partes. A primeira delas buscou avaliar as funcionalidades do curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”. Já a segunda fase dos testes teve como objetivo mensurar a efetividade dos componentes do livro digital utilizado na aplicação do curso junto aos partícipes.

Os participantes atribuíram notas de 0 a 10 para cada componente avaliado. As notas de todos os 20 industriários foram somadas e divididas por 200, quantidade esta que representa o máximo de pontos possíveis a serem obtidos em cada indicador. De posse dos resultados desta divisão, o passo seguinte consistiu em efetuar uma multiplicação simples no aplicativo *Microsoft Excel* com o intuito de localizar o percentual de aprovação de cada tópico avaliado. Para ser considerado como aprovado, cada indicador deveria demonstrar um resultado igual ou acima de 90%. Os resultados que fossem inferiores ao padrão definido sinalizaram que os itens julgados pelos participantes careciam de ajustes. Para a primeira parte dos testes, foram definidos os seguintes indicadores:

- a) Facilidade de manuseio do material didático;
- b) Recomendação do *e-book* para ser acessado por outras pessoas;
- c) Confiabilidade dos conhecimentos disseminados no curso;
- d) Entendimento do aluno sobre os conceitos transmitidos no curso;
- e) Correspondência das expectativas dos alunos quanto ao curso;
- f) Congruência do curso com a sua divulgação, e;
- g) Auxílio no aprendizado dos temas correlatos a Indústria 4.0.

O Gráfico 1 apresenta os resultados obtidos nesta primeira parte dos testes do protótipo.

Gráfico 1: Resultado dos testes das funcionalidades do curso de extensão



Dados obtidos pelo autor (2020).

Conforme é possível observar, na primeira parte dos testes o protótipo obteve um resultado positivo e foi bem aceito pelos partícipes do estudo. É oportuno salientar nessa primeira parte dos testes são os itens “O curso me auxiliou no aprendizado de temas correlatos a Indústria 4.0” e “Considero confiáveis os conhecimentos transmitidos nesse curso”. Outro item que foi muito bem avaliado pelos “O curso correspondeu às minhas expectativas”, com 96% de aprovação. A ótima aceitação nesses itens descritos é necessária não somente para confirmar a efetividade do protótipo como também para atestar a veracidade das informações transmitidas no decurso da extensão, visto que estes conhecimentos foram localizados em estudos presente na literatura científica, o que dá mais credibilidade ao protótipo testado.

De maneira semelhante, os itens “O conteúdo do curso está de acordo com o que foi divulgado sobre ele”; “O curso me ajudou a entender o que é Indústria 4.0” e “Eu recomendaria o *e-book* para que as outras pessoas tenham acesso aos assuntos abordados neste curso”

obtiveram um percentual de 94% de aprovação, o que representa um excelente resultado para um protótipo educacional. Isso corrobora com o estudo de Oliveira (2019), o qual aponta que a extensão é uma das formas que as universidades tem de compartilhar os saberes produzidos com a comunidade externa e que pode ajudar a suprir as carências de formação de pessoas que em condições normais não teriam acesso aos saberes disseminados nas práticas extensionistas.

É conveniente mencionar que os elevados índices de aprovação obtidos nesta primeira etapa dos testes junto ao seu público de interesse confirma tanto a assertividade dos conteúdos que estruturam o curso de extensão como também a objetividade na transmissão dos assuntos abordados. Todavia, apesar do teste ter sido realizado com profissionais da indústria, o público-alvo da extensão não se restringe ao âmbito industrial. O curso de extensão evidenciado neste estudo pode também ser acessado por estudantes, professores, profissionais liberais e os integrantes da comunidade externa ao IFAM.

Após esse primeiro momento do teste, a segunda etapa buscou averiguar se os itens que compõem o livro digital disponibilizado aos usuários do curso de extensão. Pode-se inferir que o *e-book* elaborado para servir de suporte didático aos participantes do teste é uma produção tecnológica que integra outra produção maior que é o curso “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” com seus respectivos objetivos e características. Nesse sentido, foram definidos como parâmetro de avaliação os seguintes tópicos:

- a) O texto do *e-book* está de acordo com os objetivos do curso;
- b) Fiquei satisfeito (a) com a ortografia e gramática do texto do *e-book*;
- c) Achei adequado o tamanho das letras (fontes) do *e-book*;
- d) As figuras do *e-book* estão bem visíveis;
- e) As figuras do *e-book* ajudam na compreensão do conteúdo do curso;
- f) A quantidade de parágrafos de cada parte do *e-book* está adequada;
- g) Achei suficiente a quantidade de páginas do *e-book* para apresentar o conteúdo do curso;
- i) A sequência didática facilita a compreensão do conteúdo do curso;
- j) A sequência de capítulos permite o atendimento da lógica de cada assunto abordado no curso.

Da mesma forma que ocorreu com os tópicos atinentes as funcionalidades do curso, os participantes atribuíram notas de 0 a 10 para cada item que estruturou essa etapa de teste do protótipo. Foram efetuados tanto a soma das notas atribuídas pelos 20 participantes como também a obtenção das porcentagens que representam o nível de aprovação obtido em cada

tópico avaliado. O Gráfico 2 exibe os resultados obtidos nesta segunda fase de testes do protótipo.

Gráfico 2: Resultado dos testes dos componentes do *e-book*



Fonte: Dados obtidos pelo autor (2020).

O Gráfico 2 demonstra que diferentemente do que ocorreu na avaliação das funcionalidades do curso, os resultados obtidos quanto aos componentes do livro digital suscitaram a realização de melhorias no material didático. Isso reforça a necessidade da realização de testes em protótipos de produtos educacionais. É através do *feedback* dos participantes do teste que o pesquisador consegue visualizar os itens da tecnologia gerada que carecem de aprimoramento (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019).

Dessa segunda parte do teste, os parâmetros mais bem avaliados na opinião dos 20 industriários participantes do teste foram os seguintes tópicos: a) “A sequência de capítulos permite o entendimento da lógica de cada assunto abordado no curso”, com 98%; b) “A sequência didática facilita a compreensão do conteúdo do curso”, com 96%, e; c) O texto do *e-book* está de acordo com os objetivos do curso”, com 94%. Isso evidencia que no que concerne

a sua produção científica, o livro digital conseguiu cumprir com as finalidades que justificaram a sua criação. A forma como a qual os capítulos foram organizados também foi bem aceita pelos participantes do teste de protótipo. Buscou-se através dessa organização contextualizar os conteúdos primeiramente através de explicações mais globais para depois focalizar nos temas correlatos a Indústria 4.0 e assim familiarizar os usuários do curso com os temas que estruturam a fundamentação teórica do protótipo testado.

Em contrapartida, itens como ortografia, tamanho das letras e fontes utilizadas na confecção do livro digital apresentaram resultados abaixo dos 90% inicialmente definidos como parâmetro de qualidade. Isso demonstrou que estes itens precisavam ser retrabalhados para poder atender aos propósitos da extensão criada no presente estudo. Isso corrobora com o estudo de Nascimento-e- Silva (2017), o qual ressalta a importância dos indicadores para a gestão tanto da ciência como também da tecnologia. A definição dos indicadores é necessária para que o pesquisador consiga perceber quais itens do processo científico estão de acordo com suas expectativas e os tópicos que necessitam ser reforçados.

5.3 Ajustes realizados no protótipo

A aplicação dos ajustes em artefatos tecnológicos é necessária para que a tecnologia gerada consiga apresentar um desempenho de qualidade ao ser apresentado para o seu público-alvo. Noutras palavras: o enfoque dos ajustes é a efetuação das correções necessárias nos itens cujo desempenho se mostrou abaixo do ideal. Isso é necessário para assegurar a credibilidade do protótipo junto aos seus potenciais usuários (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019).

Os ajustes focalizaram os itens do material didático que se mostraram carentes de reforço. O primeiro ajuste realizado consistiu na revisão da ortografia do texto do *e-book* (SILVA et al., 2020a). Situações concernentes a concordância verbal, pontuação e uso da vírgula foram retrabalhadas. Efetuou-se uma leitura lauda a lauda seguida da correção pontual dos itens que se mostravam deficitários no material didático analisado.

A segunda mudança ocorreu no tocante as letras contidas no livro digital, tanto na sua forma como no seu tamanho. Esse foi um dos itens que se mostrou carente de reforço e que foi modificado com vistas a atender pessoas que eventualmente tenham dificuldade de leitura por problemas de visão, como, por exemplo, miopia (SONODA; SILVA; NAVES, 2020). A fonte *Arial* foi substituída pela fonte *Times New Roman* e a fonte das letras foi aumentada de 12 para 14.

Com o aumento no tamanho das letras, o próximo passo executado foi a organização da quantidade de parágrafos do livro digital. Buscou-se fazer essa parte de forma que as figuras ficasse alocadas no teor das laudas sem deixar espaços ou buracos, o que comprometeria a estética interior do *e-book* (SILVA, 2020a). Para tanto, alguns trechos do material foram reescritos com vistas a deixar o livro digital com uma quantidade de parágrafos equilibrada em seus capítulos.

A quarta mudança focalizou na substituição das figuras que não estavam tão nítidas. Após uma busca na internet, optou-se pela escolha de imagens com melhor resolução e que complementassem a explicação dos conteúdos do *e-book* (SILVA, 2020a). Essa alteração foi relevante pois nem todos os futuros usuários do curso conhece ou tem domínio sobre os conceitos de Indústria 4.0. Essa alteração facilita o entendimento dos alunos e torna o aprendizado dos conteúdos do curso mais consistente e profícuo.

Como os itens que compõem as funcionalidades do curso foram bem avaliados nos testes, não houve a necessidade da realização de alterações no que tange a esta parte que estruturou os testes do protótipo. Além disso, procedeu-se com os ajustes sugeridos pela banca avaliadora do presente estudo, a qual foi composta por três professores doutores, sendo um deles o orientador da dissertação.

5.4 Divulgação da versão final do produto

No método científico-tecnológico, a divulgação da versão final da tecnologia gerada significa que o protótipo foi aprovado nos testes de desempenho. Esse é o fator condicionante para que o protótipo passe a ser considerado como produto e seja disponibilizado para utilização por parte de seu público de interesse (NASCIMENTO-E-SILVA, 2019). Após a realização dos testes e dos ajustes sugeridos tanto pelos participantes como também pelos integrantes da banca examinadora da dissertação, o produto pode então ser divulgado para a comunidade. A plataforma na qual o curso encontra-se disponível é a Escola Virtual do IFAM em caráter experimental.

6 CURSO DE EXTENSÃO “CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA”

O curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” está localizado no endereço <http://moodle.ifam.edu.br/escolavirtual/> (IFAM, 2020). Este *site* é fruto

do plano de ação desenvolvido pelo setor de educação a distância do Instituto Federal do Amazonas, o qual decidiu por reunir os cursos que compõem o seu portfólio em uma única plataforma virtual.

Para acessar a referida plataforma, é necessário que o usuário se cadastre com e-mail e certificado de pessoa física (CPF). Como a turma formada por 20 alunos que participou dos testes era formada por servidores, ocorreu o cadastro de cada participante junto ao setor de educação a distância do IFAM. Após a liberação do *login* e senha, os participantes puderam ter acesso aos assuntos do curso de extensão a eles ofertado.

Ao acessarem a plataforma da Escola Virtual e clicar no ícone do curso de extensão, os alunos foram direcionados a sala virtual disponibilizada para alocação dos conteúdos criados para a materialização do curso. Optou-se pela criação de um texto de apresentação para propiciar aos usuários uma contextualização dos temas abordados nos módulos que compõem tanto o material como a sequência didática da extensão. A Figura 11 exibe a visão geral do curso por parte dos internautas.

Figura 11: Visão geral do curso de extensão

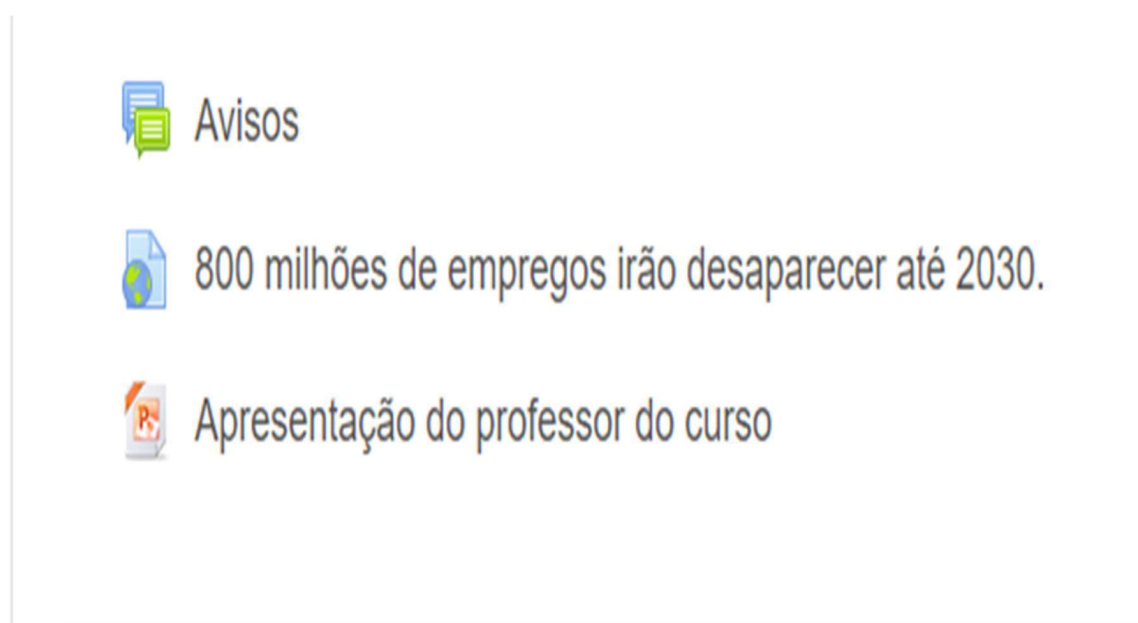
The screenshot shows the user interface of the IFAM platform. At the top, there is a green header with the IFAM logo and the text 'INSTITUTO FEDERAL Amazonas' on the left, and 'Português - Brasil (pt_br)' with a dropdown arrow on the right. Below the header, the main title of the course is 'Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência' in a large green font, followed by a gear icon and a dropdown arrow. Underneath the title is a breadcrumb trail: 'Página inicial / Meus cursos / EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA / CINDSOC'. The main content area is titled 'Geral' and contains a light blue box with the following text:

Bem-vindos(as)!
 Você já ouviu falar em Indústria 4.0? Conhece ou já ouviu falar em fábricas inteligentes? Você sabe o que significa Internet das Coisas, *Big Data*, Impressora 3D e Computação em Nuvem? O curso "Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência" tem por objetivo descrever o significado, as características, os prós e contras e o impacto da Quarta Revolução Industrial não somente no âmbito das organizações fabris como também em demais dimensões da vida humana.
 Espera-se que ao final deste curso o aluno saiba com precisão os principais aspectos relacionados a Indústria 4.0. Pedimos que faça o download do e-book "Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência", que é o material didático do curso.
 Ao final de cada módulo, você terá de fazer o teste de aprendizagem referente aos conteúdos vistos no e-book do curso. Após a finalização dos módulos pedimos que seja realizado o teste final sobre todos os assuntos abordados neste curso. Para que você possa se familiarizar com a temática do curso, lhe convidamos a assistir o vídeo abaixo sobre...
 A carga horária do presente curso é de 30 horas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

No texto de apresentação são dadas as boas-vindas aos alunos do curso. Também são feitas perguntas para mensurar o nível de conhecimento dos usuários a respeito de temas conexos a Indústria 4.0, como, por exemplo, Internet das Coisas, *Big Data*, Computação em Nuvem e fábricas inteligentes (AIRES; MOREIRA; FREIRE, 2017; GOMES, 2018; KELLER, 2016; SUZUKI, 2016). Após essas indagações, são feitas explicações quanto a dinâmica do curso, bem como sobre o manuseio do material didático, os testes existentes em cada módulo e a carga horária de 30 horas. Feitas essas considerações iniciais, são feitos avisos aos usuários a respeito da apresentação do professor e um vídeo ilustrativo sobre a temática do curso, conforme a Figura 12.

Figura 12: Avisos do curso




Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Após as realizações dos avisos, o curso de extensão é iniciado com a apresentação dos módulos, consoante a seguinte sequência didática: a) Revoluções Industriais; b) Indústria 4.0: o que é? ; c) Características da Indústria 4.0; d) Prós e Contras da Indústria 4.0, e; e) Impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas. No módulo 1 é disponibilizado o *e-book* “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”, que é o principal material didático que serve como suporte para que os alunos da extensão acompanhem os conteúdos e respondam os testes existentes logo após o fim de cada um dos cinco módulos do curso. A Figura 13 demonstra a divisão dos módulos da extensão.

Figura 13: Divisão dos módulos do curso de extensão

Revoluções Industriais

 E-book Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência

 Exercício módulo 1

Indústria 4.0: o que é?

 Exercício módulo 2

Características da Indústria 4.0

 Exercício módulo 3

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Ao final de cada módulo do curso de extensão existe um teste de aprendizagem a respeito dos assuntos abordados nos capítulos do material didático. Cada teste é composto por 5 perguntas no estilo verdadeiro e falso. Essa é uma das funcionalidades que a plataforma Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) disponibiliza para os tutores de curso. Enfatiza-se que para ter acesso ao conteúdo do módulo seguinte, o usuário precisa mandatoriamente realizar o teste de aprendizagem proposto no módulo por ele estudado. A lógica de cada pergunta é a seguinte: uma frase afirmativa sobre os temas abordados acompanhada das opções “verdadeiro” ou “falso”. A Figura 14 exemplifica uma das questões que integram os testes de aprendizagem do curso de extensão.

Figura 14: Exemplo de questão dos testes de aprendizagem do curso

Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência

Página inicial / Meus cursos / EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA / CINDSOC / Revoluções Industriais / Exercício módulo 1
/ Visualização prévia

Questão 5

Ainda não respondida

Vale 1,00 ponto(s).

▼ Marcar questão

⚙ Editar questão

A Quarta Revolução Industrial é formada por elementos físicos e digitais, sem qualquer participação do elemento humano

Escolha uma opção:

Verdadeiro

Falso

Navegação Do Questionário

1 2 3 4 **5**

Finalizar tentativa ...

INICIAR NOVA VISUALIZAÇÃO

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Ao término dos módulos, os usuários da extensão devem responder ao teste final, o qual abarca todos os conteúdos ministrados nos capítulos do livro digital que integra o curso. Após cumprir com essa última etapa do curso e obtendo nota maior ou igual a 7, o aluno é considerado com aprovado no curso de extensão. A Figura 15 demonstra uma das perguntas utilizadas no teste final da extensão.

Figura 15: Teste final do curso

Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência

Página inicial / Meus cursos / EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA / CINDSOC / Impacto da Indústria 4.0 na vida das pessoas / Teste final
/ Visualização prévia

Questão 6

Ainda não respondida

Vale 1,00 ponto(s).

▼ Marcar questão

⚙ Editar questão

O termo Indústria 4.0 representa uma nova forma de pensar, as quais são refletidas em atitudes e comportamentos no cotidiano da humanidade.

Escolha uma opção:

Verdadeiro

Falso

Navegação Do Questionário

1 2 3 4 5 **6** 7 8

9 10

Finalizar tentativa ...

INICIAR NOVA VISUALIZAÇÃO

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Dessa forma, através da aplicação do método-científico tecnológico desenvolvido por Nascimento-e-Silva (2019), foi possível materializar o curso de extensão proposto no presente estudo. Através disso, foi possível cumprir com os propósitos que um curso de extensão se propõe a realizar. Os saberes obtidos na fase da dimensão científica foram manuseados e compartilhados com um público específico de sujeitos que até então não conheciam de maneira aprofundada os conteúdos correlatos a Indústria 4.0. A partir dessa primeira turma formada e certificada, espera-se que mais pessoas possam ter acesso a esse material e assim elevarem sua gama de conhecimento sobre esse movimento hodierno que impacta diretamente a vida de todo mundo em diversas áreas de atuação, inclusive a de educação.

CONCLUSÃO

O presente estudo descreveu as etapas de concepção e validação do curso de extensão denominado “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”. A execução sistematizada dos itens que compõem a dimensão científica e tecnológica do método científico-tecnológico possibilitou que o curso de extensão proposto nessa dissertação pudesse ser uma realidade. O bom resultado obtido na etapa de testes do protótipo confirma a efetividade do método, bem como a corroboração da hipótese inicialmente levantada de que um curso de extensão é capaz de disseminar os conhecimentos concernentes a Indústria 4.0 de forma lógica e didática

Para a indagação de pesquisa “O que é a Indústria 4.0?”, o estudo demonstrou que a primeira vez que esse verbete foi mencionado foi na Alemanha no início da década de 2010 e significa um novo modo de se produzir bens e serviços. Esse novo padrão de fabricação é identificado através da digitalização dos processos, integração de sistemas e uso de múltiplas tecnologias nos processos produtivos. Essa configuração faz com que as fábricas inteligentes sejam o novo modelo produtivo a ser seguido pelas organizações com vistas a se adequar ao padrão fabril da Quarta Revolução Industrial.

Atinente a questão “Quais as características da Indústria 4.0?”, a prática de pesquisa científica evidenciou que esse movimento é caracterizado pela utilização de robôs nos processos produtivos, a personalização de produtos, o atendimento a demandas específicas dos clientes e a presença de objetos inteligentes, os quais podem receber, interpretar e repassar informações que tornam a fabricação de bens elevada em níveis de qualidade e produtividade. Esses são fatores que resultam na redução de custos, bem como dos desperdícios. As informações sobre os resultados de produção são compartilhadas em tempo real e facilitam o processo decisório

dos gerentes, supervisores e demais profissionais envolvidos nas áreas de suporte ao processo produtivo.

Para a questão norteadora denominada “Quais as principais tecnologias da Indústria 4.0?”, o estudo identificou e descreveu as seguintes inovações tecnológicas: a) internet das coisas; b) *big data*; c) computação em nuvem; d) robôs autônomos; e) impressão 3D, e; f) realidade aumentada. Todas essas tecnologias são maneiras avançadas de se produzir ou gerar informações que são manuseadas de forma veloz e assertiva. Compreende-se que essas inovações tecnológicas representam o sustentáculo necessário para que uma fábrica possa ser considerada como inteligente. Isso demonstra a relação imbricada entre a Indústria 4.0 e a tecnologia, a qual é utilizada em larga escala nesses arranjos produtivos.

Para a pergunta de pesquisa “Quais são os prós e contras da Indústria 4.0?”, o estudo apontou que apesar de gerar benefícios, como, por exemplo, postos de trabalho com alto valor agregado e tecnologias mais limpas, a extinção de funções operacionais e a utilização de robôs nos processos produtivos irá acentuar o chamado desemprego tecnológico. Outro ponto de tensão detectado no estudo está relacionado a questão da educação, uma vez que para ingressar em fábricas inteligentes, os profissionais terão de se qualificar em cursos de curta duração em universidades corporativas. Isso suscita o debate da precarização do trabalho na atualidade em detrimento de uma formação humana integral que possa desenvolver as potencialidades humanas em suas múltiplas dimensões.

Com relação a indagação “Quais os impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas?”, o estudo demonstrou que além da área fabril, a moda, a saúde, a educação e a agricultura são outras áreas que são abrangidas pelos efeitos da Indústria 4.0. Esses efeitos abarcam desde as relações de consumo até a implementação das soluções tecnológicas da Quarta Revolução Industrial em áreas que são alheias ou desconexas ao universo fabril. Isso fez com que os participantes do curso de extensão em destaque no presente estudo percebessem a significância de se conhecer os temas correlatos a Indústria 4.0, visto que há uma revolução em curso cuja amplitude de alcance não se limita apenas aos processos produtivos.

Da resposta a estas questões norteadoras de pesquisa, surgiu a necessidade de se responder a uma sexta indagação: “Qual o significado, as características e as finalidades dos cursos de extensão?”. O estudo atestou que a extensão é um dos elementos que junto com a pesquisa e o ensino compõem relevantes frentes de trabalho das universidades brasileiras. Além de ser um item exigido pelas legislações pertinentes, as práticas extensionistas representam uma rica oportunidade de as organizações universitárias compartilharem o conhecimento produzido por elas com a comunidade externa que reside em seu entorno. Além disso, os programas de

extensão podem preencher as lacunas de formação dos integrantes da comunidade e propiciar uma relação dialógica entre as universidades e o alunado participante das iniciativas de extensão.

Na prática das fases da dimensão tecnológica, percebeu-se que a opção pelo curso de extensão para compilar os conhecimentos obtidos na fase de dimensão científica se mostrou acertada. A boa aceitação correlata as funcionalidades do curso atestou a estruturação correta do curso no que se refere a sua sequência lógica. Já no que tange aos componentes do *e-book*, foram identificados pontos de melhoria que foram prontamente corrigidos e permitiram que o protótipo testado pudesse ser considerado como produto.

Conforme fora mencionado anteriormente, a intenção de realização do estudo não teve como enfoque defender uma visão unilateral dos fatos. Noutras palavras, buscou-se demonstrar os pontos positivos e negativos da temática da Indústria 4.0, bem como a estruturação de um curso que abordasse os temas correlatos a este fenômeno sem focalizar em um público específico. Numa perspectiva de formação humana integral, entende-se que um dos itens que compõem essa vertente educacional é o conhecimento inequívoco dos fenômenos ocorridos na atualidade.

É necessário esclarecer que a proposta de curso de extensão demonstrada neste estudo buscou a realização de levantamentos sobre temas mais gerais sobre a Indústria 4.0 e sua influência na sociedade contemporânea. Com relação a interface entre a Quarta Revolução Industrial e a educação, elaborou-se uma subseção voltada para explicar de forma sintetizada a influência deste acontecimento de grandeza mundial no âmbito educacional. A própria criação de um curso de extensão focalizado na explicação dos principais temas atinentes a Indústria 4.0 já representa uma iniciativa relevante no campo da educação. Enfatiza-se que quanto mais pessoas conhecerem tanto os aspectos conceituais como também as principais características sobre esta temática, melhor será o nível de conhecimento dos sujeitos a respeito dos reais impactos que este movimento pode trazer para suas vidas.

Uma das principais conclusões obtidas neste estudo diz respeito a inegável influência que a Indústria 4.0 exerce em áreas além do âmbito fabril, com ênfase especial na educação. Este é um cenário propício para a realização de outras pesquisas a respeito da interface da Indústria 4.0 com atividades conexas a educação. Dentre estas frentes de trabalho, destacam-se a formulação dos projetos pedagógicos de curso (PPC), desenvolvimentos de Planos de Desenvolvimento Institucional (PDI), ensino, pesquisa, inovação e empreendedorismo. Com a atual pandemia de Covid-19, todos estes processos tiveram de ser refeitos. Um estudo com

vistas a identificar o grau de influência da Indústria 4.) nestas atividades seria importante para gerar conhecimentos válidos sobre a interação entre a tecnologia e a educação.

Outra possibilidade de trabalho futuro a partir desta pesquisa é a análise da Indústria 4.0 sob o enfoque da formação humana integral. Isto abarcaria desde as discussões históricas e sociais que permearam as estruturas produtivas, bem como as relações sociais existentes nestes meios como também a precarização do trabalho e a coisificação humana. Conforme dito no início deste estudo: o enfoque dado para a geração do produto conexo a esta dissertação foi o científico, porém nada impede que outras pesquisas a respeito do mesmo tema sejam realizadas tendo como objetivo os aspectos sociais, econômicos e políticos concernentes ao fenômeno denominado como Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

ABIT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. Indústria 4.0: começa a 4^o revolução industrial no setor têxtil. **Portal Abit**, 31 de outubro de 2018. Disponível em: <https://www.abit.org.br/noticias/industria-40-comeca-a-4-revolucao-industrial-no-setor-textil> . Acesso em: 19 fev. 2020.

ABREU, P.H.C. Perspectivas para a gestão do conhecimento no contexto da Indústria 4.0. **South American Development Society Journal**, v.4, n.10, p.126-145, 2018.

ACATECH. National Academy of Science and Engineering. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. 2013. Disponível em: <https://www.acatech.de/publikation/materialforschung-impulsgeber-natur/>. Acesso em: 30.09.2019.

AGUIAR, L.C.D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2016.

AIRES, R. W. A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. S. Indústria 4.0: competências requeridas ao profissional da quarta revolução industrial. *In: VII CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO. Anais...* Foz do Iguaçu, 11 e 12 de setembro de 2017.

ALARCON, D.; ROSA, L.Q.; SILVA, R.S.; MÜLLER, F.M.; SOUZA, M.V. Os desafios da educação em rede no contexto da Indústria 4.0. *In: VIII CONGRESO INTERNACIONAL DE CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN. Anais...* Guadalajara, 24 e 25 de setembro de 2019.

ALBUQUERQUE, A. S.F.; MORAIS, M.A. S.; LIMA; M.; NASCIMENTO-E-SILVA, D. Processo de institucionalização: um estudo sobre a experiência do espaço da cidadania ambiental (ECAM). **Review of Research**, v.7, n.9. p.1- 13, 2018.

ANDERL, R. et al. Guideline Industrie 4.0: guiding principles for the implementation of industrie 4.0 in small an medium sized business. *In: Vdma Forum Industrie*, 2015, p.1-31.

ANTONIO, D. S.; NASCIMENTO, G. A.; PLATERO, K. B.; SOUZA, M. L. R.; PAULA, R. M.; GERIBELLO, R. S.; AMARANTE, M. S. A indústria 4.0 e seus impactos na sociedade. **Pesquisa e Ação**, v.4, n.3, p.1-13, novembro de 2018.

- ANTUNES, R. O trabalho, sua morfologia e a era da precarização estrutural. **Theomai**, v.1, n.19, p.47-57, 2009.
- ARAÚJO, T.M.O.; FARIAS, M.F.; FERREIRA, L.V.F. Um estudo sobre modelo de gestão de negócios com ênfase no turismo 4.0. **Turismo Estudos & Práticas**, v.9, n.2, p.1-20, 2020.
- ARTIOLI, F.; BELONI, T. Diagnóstico do perfil do usuário de drones no agronegócio brasileiro. **Revista iPecege**, v.2, n.3, p.40-56, 2016.
- ASSAD NETO, A.; PEREIRA, G. B.; DROZDA, F. O.; SANTOS, A. P. L. A busca de uma identidade para a indústria 4.0. *In: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais...Joinville*, 10 a 13 de outubro de 2017.
- ASSAD NETO, A et al. A busca de uma identidade para a indústria 4.0. **Brazilian Journal of Business**, v.4, n.4, p.1379-1395, 2018.
- AZEVEDO, A. A.; GONTIJO, T. S.; REIS, I. L. Um estudo sobre a geração de relatórios de manutenção através do uso smartphones. **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 8, n. 1, p. 4173-4186, jan./mar. 2018. D.O.I: 10.7198/geintec.v8i1.1164
- AZUMA, R. et al. Recents advances in augmented reality. **Computer graphics and appliations, IEEE**, v.21, n.6, p.34-47, 2001.
- BÁLSAMO, Â. J.; LIMA, F.; FILEV, R. Estudo do protocolo OPC-UA na indústria 4.0. **Anais...VII SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, DIDÁTICA E AÇÕES SOCIAIS DA FEI**, São Bernardo do Campo, 29 a 30 jun. 2017.
- BAUR, C.; WEE, D. Manufacturing's next act. **McKinsey and Company** – 2015.
- BEIER, G. et al. Sustainability aspects of a digitalized industry – a comparative study from China and Germany. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technonology**, v.4, n.2, p.227-234, 2017.
- BIANCAMANO, M.R.; FLORES, A.P.P. O ambiente virtual como lócus da formação em Justiça Restaurativa: relato de uma experiência. **Informática na Educação: teoria e prática**, v.22, n.3, p.129-143, 2019.
- BILLIG, O. A. O. **Restrições e perdas no contexto do transporte rodoviário de cargas: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.
- BLANCO, R.; OLIVEIRA, J. C. Competências de gestores de projetos para a indústria 4.0. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. Anais... São Paulo*, 22 a 23 out. 2018.
- BOGNER, E.A. et al. Study based analysis on the current digitalization degree in the manufacturing industry in Germany. **Procedia CIRP**, v.57, p.14 – 19, 2016.
- BRASIL. **Lei n.9.394 de 20 de dezembro de 1996**. Dispõe sobre as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: BRASIL, 1996.
- BRASIL. **Lei nº 10.861 de 14 de abril de 2004**. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES e dá outras providências. Brasília; BRASIL, 2004.
- BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília: BRASIL, 2008.

BRITO, Z. M. et al. Processo Gerencial: uma análise para suporte à gestão em uma instituição federal de ensino. *In: Anais... XVI COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GESTIÓN UNIVERSITARIA – CIGU*. Arequipa, 23, 24 e 25 de novembro de 2016.

CABREIRA, V. **Avaliação dos parâmetros de processamento em impressão 3D nas propriedades do poliácido láctico**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

CAMPI, M. Indústria 4.0: pesquisa mostra falta de conhecimento entre fabricantes brasileiros. **Portal B!T Magazine**, 19 de janeiro de 2016. Disponível em: <https://www.bitmag.com.br/2016/01/industria-4-0-pesquisa-mostra-falta-de-conhecimento-entre-fabricantes-brasileiros/>. Acesso em: 7 jan. 2020.

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento de área 2013**. Brasília: CAPES, 2013.

CAPUTO, V. Como a indústria 4.0 mudará a sociedade e o consumo. **Revista Exame**, Tecnologia, 7 de janeiro de 2016. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/industria-4-0-tera-consumo-eproducao-conscientes/>. Acesso em: 18 fev. 2020.

CARMONA, A. L. M. **Análise dos impactos da indústria 4.0 na logística empresarial**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Transportes e Logística). Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017.

CASALINHO, G. D. O. O impacto do uso do *big data* na inteligência competitiva e na percepção do produto pelo cliente: desenvolvimento de proposições de pesquisa. **Estudo e Debate**, v.22, n.2, p.154-170, 2015.

CIAVATTA, M.; RAMOS, M. Ensino médio e educação profissional no Brasil: dualidade e fragmentação. **Retratos da Escola**, v.5, n.8, p.27-41, 2012.

COELHO, J. Turismo e realidade aumentada: a aplicação vizela RA. **ISLA Multidisciplinary e-Journal**, v.3, n.1, p.84-94, 2020.

COSTA, F. G. I. **Metodologia para avaliação da qualidade de experiência – QoE – de serviços em nuvem**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, julho de 2015.

COSTA, M.T.D.; KOMESU, A.H.; BARCELOS, B.F. Aplicação do MRP para o PCP de uma empresa de pré-moldados de concreto. **Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção**, v.6, n.9, p.91-110, 2018.

COUTO, J. M. et al. Desemprego tecnológico: Ricardo, Marx e o caso da indústria de transformação brasileira (1990-2007). **Economia e Sociedade**, v.20, n.2, p.299-327, 2011.

CUNHA, R. A máquina de tricô digital kniterate é uma impressora 3D para moda. **Portal Stylo Urbano**, coluna Tecnologia, 2 de abril de 2017. Disponível em: <https://www.stylourbano.com.br/a-maquina-de-trico-digitalkniterate-e-uma-impressora-3d-para-moda/>. Acesso em: 19 fev. 2020.

CUNHA, R.F. et al. Desafios da gestão de pessoas na indústria 4.0. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p.38862 – 38877, jun.2020.

DALCIN, L.; AUGUSTI, R.B. O princípio da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão como paradigma de uma universidade socialmente referenciada. **ELO Diálogos em Extensão**, v.5, n.3, p.38-49, dez. 2016.

- DALENOGARE, L. S. **A indústria 4.0 no Brasil: um estudo dos benefícios esperados e tecnologias habilitadoras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- DIAS, J. Automação Industrial: aplicações de robôs. **Portal Indústria 4.0**, Robótica, Pneumática e Hidráulica, 14 de abril de 2019. Disponível em: <https://industria4-0.com/automacao-industrial-aplicacoes-de-robos/>. Acesso em: 20 out. 2020.
- DIAS, K.C. **Internet das Coisa (IoT) para a produção de tomate rasteiro no sul goiano**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção). Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- FERRASI, F. A.; GALVANI, A.; ANDRADE, C. R.; MORGADO, E. M. Internet das coisas: uma possibilidade de aplicação das tecnologias móveis na educação. **Redin**, v.5, n.1, p.1-11, novembro de 2016.
- FERREIRA, I. V. et al. Proposta de um modelo para aplicação da internet das coisas industrial. **Anais... XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO INTELIGENTE**, Porto Alegre, 1 a 4 out. 2017.
- FLORIANO, M.D.P. et al. Extensão universitária: a percepção de acadêmicos de uma universidade federal do estado do Rio Grande do Sul. **Em Extensão**, v.16, n.1, p.9-35, 2017.
- FONSECA, E. S.; ARAÚJO JUNIOR, C. F. A evolução do aprendizado em uma disciplina semipresencial – análise baseada em conceito de mineração de dados. **Brazilian Journal of Technology**, v. 2, n.1, p.363-382, jan/mar. 2019.
- FREITAS, M.M.B.C.; FRAGA, M.A.F.; SOUZA, G.P.L. Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. **Cadernos PAIC**, v.17, n.1, p.237 – 261, 2016.
- FREY, C. B; OSBORNE, M. A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerization? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 114, p. 254-280, 2017.
- FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M. Trabalho como princípio educativo. *In*: SALETE, Roseli Caldart; PEREIRA, Isabel Brasil; PAULO, Alentejano; FRIGOTTO, Gaudêncio (Org). **Dicionário da educação no campo**. Rio de Janeiro: Escola Politécnica Joaquim Venâncio; São Paulo: Expressão Popular, p.748-759, 2012.
- FRIGOTTO, G.; CIAVATTA, M.; RAMOS, M. (Org.) **Ensino Médio Integrado: concepções e contradições**. 3. ed. São Paulo. Cortez, 2012.
- GADOTTI, M. **Extensão universitária: para quê?** São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2017.
- GALEGALE, G. P.; SIQUEIRA, E.; SILVA, C. B. H.; SOUZA, C. A. Internet das coisas aplicada a negócios – um estudo bibliométrico. **Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação**, v.13, n.3, p.423-438, 2016.
- GOECKS, L.S.; TELLES, E.S.; HABEKOST, A.F.; LARROSA, M.; BAIERLE, I.C. A gestão da cadeia e a indústria 4.0: suas interações. **Revista Tecnológica da FATEC Americana**, v.7, n.1, p.84 – 94, 2019.
- GOMES, J. C. **Modelo multi-estratégico de tolerância a falhas para ambiente de nuvem federada**. Dissertação (Mestrado em Informática). Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- GOMES, J.N. et al. Impressão 3D para vestuário: novos paradigmas de design e consumo. **ModaPalavra**, v.13, n.29, p. 136- 156, 2020.

GONÇALVES, C. F. B. et al. Um estudo sobre a influência da IOT no agronegócio. **Gestão, Inovação e Empreendedorismo**, v. 1, n. 1, p. 24-35, ago. 2018.

GONÇALVES, C.E.L.C. et al. (Alguns) desafios para os produtos educacionais nos mestrados profissionais nas áreas de Ensino e Educação. **Educitec**, v.5, n.10, p.74-87, 2019.

GOUVEIA, M.C.M. **Estudo e implementação de um algoritmo de localização baseado na correspondência de mapas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica). Universidade do Porto, Porto, 2008.

HASEEB, M. et al. Industry 4.0: a solution towards technology challenges of sustainable business performance. **Social Sciences**, v.8, n. 154, p.1-24, 2019.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. *In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES. Proceedings...* Koloa, Hawaii, março de 2016.

HERPICH, F. et al. Atividade educacional utilizando Realidade Aumentada para o ensino de Física no ensino superior. **Revista Iberoamericana de Tecnología y Educación em Tecnología**, n.25, p.68-77, 2020.

HIRSCH-KREINSEN, Hartmut. Digitalization of industrial work: development paths and prospects. **Journal of Labour Market Research**, v.49, n.1, p.1-14, 2016.

INCROCCI, L.M.; ANDRADE, T.H.N. O fortalecimento da extensão no campo científico: uma análise dos editais ProExt/MEC. **Revista Sociedade e Estado**, v. 33, n.1, p.189-214, jan.abr. 2018.

IN SOFT INFORMÁTICA TI + ERP. Indústria 4.0. **Blog In Soft Informática**, 19 de outubro de 2018. Disponível em: <https://www.insoftinformatica.com.br/post/industria-4-0>. Acesso em: 16 fev. 2020

JESUS, I.P.; GOMES, H. F.; SANTOS, R.R. Redes de colaboração entre a universidade e a comunidade: a relevância das ações de mediação da leitura na extensão universitária. *In: Anais...XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO*. FEPAB: Vitória, 1 a 4 de outubro de 2019.

KELLER, A. L. **Internet das coisas aplicada à indústria**: dispositivo para interoperabilidade de redes industriais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

KHUN, R.; MINUZZI, R.F. **Panorama da impressão 3D no design de moda**. Moda Documenta: Museu, Memória e Design, 2015.

LEE, J.; KAO, H.; YANG, S. Service innovation and smart analytics for Industry 4.0 and big data environment. **Procedia CIRP**, v.6, p.3-8. 2014.

LEMOS, A. **A comunicação das coisas**: teoria ator-rede e cibercultura. São Paulo: Annablume, 2013.

LOBO, L.C. Inteligência artificial, o futuro da medicina e a educação médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.42, n.3, p.3-8, 2018.

LOPES, E. M. C. **Novas tendências, o big data**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Software). Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco, março de 2016.

LOPES, L.M.D. et al. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. **EDUR Educação em Revista**, v.35e, e194703, p.1-33, 2019.

- MACHADO, A.M.; AZEVEDO, L.A. A atividade de extensão universitária, o jardim São Remo e uma instituição educacional – desafios na criação de um campo comum de trabalho. **Rev. Cult. e Ext.**, n.13, p.85-95, maio 2015.
- MACHADO JUNIOR, I.; VECE, J.P. Contribuições da computação em nuvem como ferramenta pedagógica na educação superior. **Journal of Chemical Engineering and Chemistry**, v.2, n.3, p.92-106, 2016.
- MACIEL, B.K. **Classificação de single board computer para embarque de sistemas ciberfísicos baseado na arquitetura 5C**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2019.
- MAESTRI, G. **Indústria 4.0 no setor têxtil: diagnóstico atual, desafios e oportunidades para o futuro digital**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Têxtil). Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2018.
- MAESTRI, G.; OLIVEIRA, F.R.; STEFFENS, F. Análise da Indústria 4.0 no segmento têxtil: a importância do investimento digital no setor. *In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais...* Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 5 a 7 de dezembro de 2018.
- MARTINS, A. B. et al. Gerenciamento da água com a internet das coisas (IoT): uma aplicação em plantas de saneamento. **Collectivus**, v. 4, n.2, p.124-140, 2017.
- MASSOLA, S.C.; PINTO, G.S. O uso da internet das coisas (IoT) a favor da saúde. **Interface Tecnológica**, v.15, n.2, p.124-137, 2018.
- MATOS, J. P. S. **Uma abordagem para integração de sistemas de manufatura num contexto de indústria 4.0**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, setembro de 2017.
- MEDEIROS, I.M. **A gênese e o desenvolvimento do Programa de Extensão – AFRID- da Faculdade de Educação Física da Universidade Federal de Uberlândia: de 1989 a 2014**. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.
- MEISSNER, H.; ILSSEN, R.; AURICH, J.C. Analysis of control architectures in the context of Industry 4.0. **Procedia CIRP**, n.62, p. 165 – 169, 2017.
- MELLO, R. G. S. **Utilização de big data analytics nos sistemas de medição de desempenho: estudo de caso**. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.
- MILAGRE, A. P. A. et al. Mapeamento do uso de tecnologias no agronegócio na microrregião de Frutal. **Gestão, Inovação e Empreendedorismo**, v. 1, n. 1, p. 9-23, ago. 2018.
- MOLL, J. O PNE e a educação integral: desafios da escola de tempo completo e formação integral. **Retratos da escola**, v. 8, n. 15, p. 369-381, 2014.
- MONOSTORI, L. Cyber-physical production systems: Roots, expectations and R&D challenges. **Procedia CIRP**, v.17, p.9-13, 2015.
- MONTEIRO, M.T.F. **A impressão 3D no meio produtivo e o design: um estudo na fabricação de joias**. Dissertação (Mestrado em Design). Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- MORSCH, J.A. Saúde 4.0: o que é e como se preparar para a evolução no atendimento médico. **Morsch**, 6 de agosto de 2018. Disponível em: <https://telemedicinamorsch.com.br/blog/saude-4-0>. Acesso em: 18 fev. 2020.

- MOURA, D. H. Ensino médio integrado: subsunção aos interesses do capital ou travessia para a formação humana integral? **Educação e Pesquisa**, v.39, n.3, p. 705-720, jul/set. 2013.
- MOURA, D.H. A organização curricular do ensino médio integrado a partir do eixo estruturante: trabalho, ciência, tecnologia e cultura. **Revista Labor**, v.1, n.7, p.1-19, 2012.
- NAKHAEINIA, D. et al. Safe close-proximity and physical human-robot interaction using industrial robots. *In*: 12th CONFERENCE ON COMPUTER AND ROBOT VISION. **Proceedings...** Halifax, Canadá, 2015.
- NASCIMENTO-E-SILVA, D. **Manual de redação para trabalhos acadêmicos: *position paper***, ensaios teóricos, artigos científicos, questões discursivas. São Paulo: Atlas, 2012.
- NASCIMENTO-E-SILVA, D. **Compreendendo o processo gerencial**. Manaus: IFAM, 2011.
- NASCIMENTO-E-SILVA, D. **Gestão de organizações de ciência e tecnologia: ferramentas e procedimentos básicos**. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2017.
- NASCIMENTO-E-SILVA, D. **Manual do método científico-tecnológico**. Florianópolis: DNS Editor, 2019.
- NEZ, E et al. Revista Multidisciplinar Panorâmica On-Line: atividade extensionista da UFMT/CUA. **Panorâmica**, edição especial, p.326-340, 2019.
- OLIVEIRA, E.S. **Criação de um portfólio de cursos de extensão para o Campus Itaituba da Universidade Federal do Oeste do Pará**. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2019.
- OLTRAMARI, A.P.; PICCININI, V.C. Reestruturação produtiva e formas de flexibilização do trabalho. **Organizações & Sociedade**, v.13, n.36, p.85-106, 2006.
- ONE, A. Com robótica e inteligência artificial, tecnologia muda cuidados de saúde. **Valor Econômico**, 10 de fevereiro de 2020.
- ORLOSKI, A. **Procedimento para a autolocalização de robôs em casas de vegetação utilizando descritores surf: implementação sequencial e paralela**. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.
- OTTONICAR, S.L.C. **Inteligência competitiva e competência em informação no contexto da Indústria 4.0 de *startups***: possibilidades interdisciplinares para a gestão empresarial da informação. Tese (Doutorado em Ciência da Informação). Universidade Estadual Paulista, Marília, 2020.
- PACHECO, F. B.; KLEIN, A. Z.; RIGHI, R. R. Modelos de negócio para produtos e serviços baseados em internet das coisas: uma revisão de literatura e oportunidades de pesquisas futuras. **Revista de Gestão**, v.23, n.1, p.41-51, 2016.
- PALAR, P.S. **Interface de controle por métodos de autonomia adaptável deslizante para robôs de inspeção**. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2020.
- PEREIRA, J.A. et al. Indústria 4.0 e a formação do perfil profissional contemporâneo. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – SIENPRO. **Anais...** Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, 28 a 30 de agosto de 2018.
- PIEROTTI, W.O. Questões controvertidas envolvendo a Lei 8.472/93. **Revista da AGU**, n.24, p.315-332, 2010.

- PIRES, J. C. B. **Extração e mineração de informação independente de domínios da web na língua portuguesa**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- PORTAL BTI. O Brasil está pronto para a Indústria 4.0? Software de ligação entre máquinas e sistemas pode ser a solução. **BTI**, Inovação Tecnológica, [s.d.]. Disponível em: <https://www.btiestrategica.com.br/obrasil-esta-pronto-para-industria-4-0/>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- PORTAL DO INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS - IFAM. **Escola Virtual**. Manaus, 2020. Disponível em: <http://moodle.ifam.edu.br/escolavirtual/>. Acesso em: 10 set. 2020.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. Editora Feevale: Novo Hamburgo, 2013.
- RAMOS, M.N. Concepção do ensino médio integrado. **Texto apresentado em seminário promovido pela Secretaria de Educação do Estado do Pará**, v.8, 2008.
- RIBEIRO, R. M. O. **Segurança em IoT: simulação de ataque em uma rede RPL utilizado Contiki**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações). Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 2018.
- RIBEIRO, R.M.C. A extensão universitária como indicativo de responsabilidade social. **Revista Diálogos**, v.5, n.1, p. 81-88, jul. 2011.
- RIBEIRO, J. G.; MARINHO, D. Y.; ESPINOSA, J. W. M. Agricultura 4.0: desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais...*Catalão, 28 a 30 de agosto de 2018.
- RODRIGUES, D.R.P. **Curso de extensão – atividades do cotidiano dos museus da UFPR**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação a Distância). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.
- RODRIGUES, J.C.; ALCÂNTARA, M.F.S. A indústria 4.0 introduzida na Alemanha aplicada no Brasil. *In: Anais... 3º CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO*. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso, Campus Rondonópolis, 4 a 6 de julho de 2019.
- ROMERO, D. et al. The Operator 4.0: Human Cyber-Physical Systems & Adaptive Automation towards Human-Automation Symbiosis Work Systems. *In: NÄÄS I. et al (Eds.) Advances in Production Management Systems. Initiatives for a sustainable world. APMS (Advances in Production Management Systems)*. Springer: Cham, v. 488, 2016.
- RUSSOM, P. Big data analytics. **TDWI Research**, TDWI Best Practices Report, 2011.
- SANTOS, R. C. **Proposta de modelo de avaliação da maturidade da Indústria 4.0**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial). Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, 2018.
- SANTOS, R.F. **Programação de robôs por demonstração utilizando modelos não lineares autorregressivos**. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.
- SANTOS JÚNIOR, A.L. **A extensão universitária e os entre-laços dos saberes**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.
- SANTOS, C. M.; BELÉM, J. F. Indústria 4.0 e manufatura aditiva: um estudo de caso com os consumidores de calçados produzidos nas indústrias de calçados de Juazeiro do Norte. **Id On Line Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 12, n. 42, p. 1059-1072, 2018.

- SANTOS, J.P.P.; SANTIAGO, D.T.F. Dispositivo de processamento de dados: placa microcontroladora Thompson. *In: Anais... XIX SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL E LOGÍSTICA DA MARINHA*, Rio de Janeiro, 6 a 8 de novembro de 2019.
- SAVIANI, D. O choque teórico da politecnicidade. *Trabalho, Educação e Saúde*, v.1, n.1, p.131 – 152, 2003.
- SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2017.
- SERAFIM, M.P. Como será o cenário da Educação Superior em 2030? *Avaliação*, v.24, n.3, p. 569-572, 2019.
- SHROUF, F.; ORDIERES, J.; MIRAGLIOTTA, G. Smart factories in industry 4.0: a review of the concept and energy management approached in production based on the internet of things paradigm. *In: Proceedings... INDUSTRIAL ENGINEERING MANAGEMENT – IEEM*, Bandar Sunway, 2014, p.697 – 701.
- SILTORI, P.F.S. **Análise dos impactos da Indústria 4.0 na sustentabilidade empresarial**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.
- SILVA, R.O. **Proposta de autocapacitação para coordenadores de graduação**. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2019.
- SILVA, R.O. et al. Aspectos relevantes na construção de produtos educacionais no contexto da educação profissional e tecnológica. *Revista de Produtos Educacionais e Pesquisa em Ensino – REPPE*, v.3, n.2, p. 105-119, 2019.
- SILVA, R.O. et al. *E-books* como produtos educacionais: definição e tópicos de construção segundo o método científico-tecnológico. *In: DICKANN, I. Mosaico Temático*. Chapecó: Editora Livrológica, vol.1, 2020, p.155-174.
- SILVA, R.O. et al. *Definition, elements and stages of elaboration of research protocols*. *Research, Science and Society*, v.9, n.10, p.1-20, 2020.
- SILVA, K.R.P.; RODRIGUES, L.V.A.; FRÓES, G.J. Práticas extensionistas: um relato experienciado no Programa Unimontes Solidária em Coração de Jesus – MG. *Revista Intercâmbio*, v.7, p.429-436, 2016.
- SILVEIRA, M.; MARCOLIN, C. B.; FREITAS, H. M. R. Uso corporativo do big data: uma revisão de literatura. *Revista de Gestão e Projetos*, v. 6, n.3, p.44-59, 2015.
- SONODA, R.T.; SILVA, F.K.; NAVES, L. Progressão das ametropias no município de São Bernardo do Campo e Santo André (SP) entre 2017-2019. *Diálogos Interdisciplinares*, v.9, n.3, p.1-5, 2020.
- SOUSA, E. S.; GASPARETTO, V. Características e impactos da indústria 4.0: percepção de estudantes de ciência contábeis. *Anais... XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS*, Vitória, 12 a 14 de nov. 2018.
- SOUZA, A. M. C. **Uma nova arquitetura para internet das coisas com análise e reconhecimento de padrões e processamento com big data**. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- SOUZA, C. A. Estratégia de dados e marketing digital: novas formas de aumentar receitas e diminuir custos. *Revista Inovação, Projetos e Tecnologias*, v.6, n.2, p.92-107, jul/dez. 2018.

- SOUZA, E. S. **Características e impactos da indústria 4.0**: percepção de estudantes de ciências contábeis. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- SOUZA; S.S.; NASCIMENTO-E-SILVA, D. A Indústria 4.0 e seus impactos no mundo do trabalho e na educação. *In*: FREITAS, P.G.; MELLO, R.G. **Educação em foco**: tecnologias digitais e inovação em práticas de ensino. Rio de Janeiro: Editora E-Publicar, 2020, p.27-43.
- SOUZA, N.V.D.O. et al. Atividade de extensão: estratégia para o intercâmbio de conhecimento entre os alunos de Enfermagem. **Esc Anna Nery R Enf.**, v.11, n.2, p.307-312, 2007.
- STOCK, T.; SELIGER, G. Opportunities of sustainable manufacturing in Industry 4.0. **Procedia CIRP**, v.40, p.536-541, 2016.
- SUZUKI, C. W. **Oportunidades e desafios para projetos de big data**: um estudo de caso da parceria Petrobras EMC². Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
- TAURION, C. **Cloud Computing: computação em nuvem**: transformando o mundo da tecnologia da informação. Rio de Janeiro: Brassport, 2009.
- TEIXEIRA, J. J. F. **Desenvolvimento de um sistema de transporte modular com auto-organização de componentes cyber-físicos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial). Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2016.
- TELES, D.K.; ZUCOLO, M.P.R.; GHISLENI, T.S. O uso da realidade aumentada aplicada em ensino. **Rev. Soc. Dev.**, v.8, n.7, p.1-20, 2019.
- TERNERO, I.; ELUI, V.M.C. O uso da técnica do espelho através da realidade aumentada com acompanhamento remoto. **Brazilian Journal of Health Review**, v.3, n.3, p.6697-6709, 2020.
- TESSARINI JÚNIOR, G.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. **Produção Online**, v.18, n.2. p. 743-769, 2018.
- TESSARINI JÚNIOR, G. et al. Indústria 4.0 e reestruturação produtiva: estratégias do capital e suas implicações para o trabalho. *In*: **Anais...VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, Ponta Grossa, 6 a 8 de dezembro de 2017.
- TORTORELLA, G.L.; FETTERMANN, D. Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies. **International Journal of Production Research**, v.56, n.8, p. 2975 – 2987, 2017.
- TROPIA, C. E. Z.; SILVA, P. P.; DIAS, A. V. C. Indústria 4.0: uma caracterização do sistema de produção. *In*: **Anais...XVII CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA**, Ciudad de México, 16 al 18 de octubre de 2017.
- VAYDIA, S.; AMBAD, P.; BHOSLE, S. Industry 4.0 – A glimpse. **Procedia Manufacturing**, v.20, p.233 – 238, 2018.
- VICTORINO, M. C. et al. Uma proposta de ecossistema de big data para a análise de dados abertos governamentais conectados. **Inf.&Soc.:Est.**, v.27, n.1, p.225-242, p.225-242, jan/abr. 2017.
- VIEIRA, D.V. Inovação em bibliotecas: considerações sobre a disponibilização de serviços de impressão 3D. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, v.13, n. esp., p.1106-1120, 2017.

VIEIRA, C. S.; MEIRELLES, F. S. Computação em nuvem: análise bibliométrica da produção científica sobre os fatores que influenciam as empresas no seu uso. **Revista Eletrônica Gestão e Serviços**, v.6, n.2, P.1215 – 1230, jul/dez. 2015.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The future of jobs: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution**. Report. Genebra, 2016.

YAGHOUBI, S. et al. Autonomous robots for agricultural tasks and farm assignment and future trends in agro robots. **International Journal of Mechanical Engineering**, v.13, n.3, p.1-6, 2013.

ZAPATA, O. S. M. **Desenvolvimento de uma estrutura para seleção de pedidos no contexto da indústria 4.0**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

ZEN, E. T.; OLIVEIRA, E. C. A práxis filosófica no Proeja: reflexões sobre as relações sociais capitalistas e a formação humana integral. **Educar em Revista**, v.34, n.69, p.231-244, mai/jun. 2018.

ZIKOPOULOS, P.; EATON, C.; DE ROSS; D.; LAPIS, G. **Understanding big data: analytics for enterprise class hadoop and streaming data**. McGrawl Osbourne Media, 2011.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL



CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA

*KNOWING INDUSTRY 4.0
UNDER THE LOOK OF SCIENCE*

**Silvestre Sales de Souza
Daniel Nascimento e Silva**



CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA

*KNOWING INDUSTRY 4.0
UNDER THE LOOK OF SCIENCE*

**Silvestre Sales de Souza
Daniel Nascimento e Silva**

Autores

Silvestre Sales de Souza
Daniel Nascimento e Silva

Capa e Imagens

Criadas com recursos do Freepik.com

Diagramação e Finalização

Michelle Costa e Lima

michellecdelima@gmail.com

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

- S729c Souza, Silvestre Sales de.
Conhecendo a ciência 4.0 sob o olhar da ciência = Knowing industry 4.0 under the look of science. / Silvestre Sales de Souza, Daniel Nascimento e Silva. – Manaus, 2021.
34 p. : il. color.
- Produto Educacional proveniente da Dissertação – Criação do curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência”. (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2021.
ISBN 978-65-88247-20-4
1. Educação profissional. 2. Indústria 4.0. 3. Tecnologia. 4. Inovação. I. Silva, Daniel Nascimento e. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas III. Título.

CDD 378.013

Elaborada por Márcia Auzier CRB 11/597

CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA



*KNOWING INDUSTRY 4.0 UNDER
THE LOOK OF SCIENCE*

**SILVESTRE SALES DE SOUZA
DANIEL NASCIMENTO E SILVA**

DESCRIÇÃO TÉCNICA DO PRODUTO

Origem do produto: Trabalho de Dissertação intitulado “Criação de um Curso de Extensão: Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”.

Área de conhecimento: Ensino

Público-alvo: Estudantes, professores, profissionais de educação e demais partes interessadas.

Categoria deste produto: Curso de extensão

Finalidade: Descrever o significado, as características, os prós e contras e o nível de impacto que a Indústria 4.0 tem causado no mundo todo.

Estruturação do produto: Encontra-se organizado em três partes, sendo a primeira voltada a explicar o que é o produto, seguida da segunda etapa que menciona os procedimentos adotados na construção do produto. No terceiro momento são demonstrados os benefícios do curso de extensão para o seu público-alvo.

Registro do produto: Biblioteca Paulo Sarmiento – IFAM Campus Manaus Centro.

Avaliação do produto: Feita por 20 profissionais atuantes em fábricas situadas na Zona Franca de Manaus e 3 professores doutores integrantes da banca examinadora.

Disponibilidade: Irrestrita

Divulgação: Meio digital

URL: <http://ww2.ifam.edu/profept>

Idioma: Português

Cidade: Manaus

País: Brasil

RESUMO

O presente produto é originado da dissertação “Criação de um curso de extensão: Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”. Entende-se que a chamada Quarta Revolução Industrial é um movimento recente, o qual tem ocasionado impactos não somente no ramo fabril, mas também em outros campos de atividade humana. Com vistas a proporcionar para a comunidade uma visão assertiva a respeito do significado, das características, dos pontos positivos e negativos e os impactos da Indústria 4.0 é que o curso de extensão aqui em destaque foi idealizado. Enfatiza-se que os conteúdos que compõem a estrutura são resultantes de pesquisas realizadas nas bases de dados recomendadas pela ciência. A validação do produto ocorreu junto a 20 trabalhadores de fábricas da Zona Franca de Manaus. O resultado obtido foi a criação do produto educacional exposto neste material, o qual foi concebido para demonstrar que os efeitos da Indústria 4.0 não estão restritos somente aos processos produtivos. Os impactos deste novo movimento mundial alcançam a todos de maneira inevitável, através da incorporação de novas tecnologias ao cotidiano da humanidade.

Palavras-chave: Revolução. Tecnologia. Inovação.

ABSTRACT

The present product originates from the dissertation "Creation of an extension course: Knowing the Industry 4.0 Under the Look of Science". It is understood that the so-called Fourth Industrial Revolution is a recent movement, which has caused impacts not only in the manufacturing sector, but also in other fields of human activity. In order to provide the community with an assertive vision regarding the meaning, characteristics, positive and negative points and the impact of Industry 4.0, the extension course here highlighted was designed. It is emphasized that the contents that make up the course structure are the result of research carried out in the databases recommended by science. The product was validated with 20 factory workers in the Manaus Free Trade Zone. The result was the creation of an educational product exposed in this material, which was designed to demonstrate that the effects of Industry 4.0 are not restricted to only productive processes. The impacts of this new worldwide movement inevitably reach everyone, though the incorporation of new technologies into the daily lives of humanity.

Key-words: Revolution; Technology. Innovation.

SUMÁRIO

Lista de figuras	09
Apresentação	10
Objetivo e público-alvo	12
A Indústria 4.0	14
O processo de construção do curso de extensão	20
Apresentação do curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência	25
Referências	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução das revoluções industriais	14
Figura 2: Tecnologias da Indústria	16
Figura 3: Capa do livro digital	21
Figura 4: Visão geral da Escola Virtual do IFAM	23
Figura 5: Catálogo de cursos	25
Figura 6: Visão geral do curso de extensão	26
Figura 7: Avisos do curso	27
Figura 8: Divisão dos módulos do curso de extensão	27
Figura 9: Exemplo de questão dos testes de aprendizagem do curso	28
Figura 10: Teste final do curso	29

APRESENTAÇÃO

O presente material tem por objetivo descrever a materialização de um produto educacional intitulado “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”. O produto consiste em um curso de extensão a ser utilizado por professores, alunos, demais profissionais de educação e a comunidade externa. O enfoque do curso desenvolvido é disseminar conhecimentos obtidos na literatura científica a respeito do significado, das características, dos prós e contras e dos impactos da Indústria 4.0 no cotidiano da humanidade. A realização deste material se deu com vistas a atender a um critério exigido pelo Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), mestrado em rede que tem como uma de suas unidades educacionais o Instituto Federal do Amazonas – IFAM.

O produto é resultante de pesquisas realizadas a respeito desse fenômeno latente dos dias atuais denominado como Indústria 4.0 (SCHWAB, 2017). Este termo foi mencionado pela primeira vez na

cidade de Hanoover na Alemanha no início da década de 2010 e está relacionado com a digitalização dos processos industriais com o intuito do alcance da competitividade (HIRSCH-KREISEN, 2016). Para disseminar os conhecimentos a respeito da conceituação, as características, os pontos positivos e negativos e os efeitos da Indústria 4.0 na vida das pessoas idealizou-se o produto tecnológico aqui apresentado na forma de um curso de extensão (FLORIANO et al., 2017; OLIVEIRA, 2019).

O presente material está estruturado em três partes. A primeira delas sumariza o escopo conceitual e demais temas pertinentes a Indústria 4.0. A segunda parte narra as etapas percorridas para a elaboração do curso de extensão intitulado “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência”. No terceiro momento do material é demonstrada a versão final do produto educacional gerado, o qual está disponibilizado na Escola Virtual do Instituto Federal do Amazonas – IFAM.



OBJETIVO E PÚBLICO-ALVO

O objetivo do presente material é evidenciar o produto desenvolvido com vistas a trazer à tona temas conexos ao fenômeno conhecido mundialmente como Indústria 4.0 (SCHWAB, 2017). A ideia principal quanto a idealização do produto considerou como hipótese que um curso de extensão estruturado com conhecimentos científicos atuais sobre essa temática seria efetivo o suficiente para explicar com precisão sobre as seguintes questões: a) O que é a Indústria 4.0? ; b) Quais são as principais características da Indústria 4.0?; c) Quais são os prós e contras da Indústria 4.0, e; d) Qual o impacto da Indústria 4.0 na vida das pessoas?

No que tange ao seu público-alvo, pode-se dizer que o presente produto não foi focalizado a um grupo específico de pessoas, sejam elas docentes ou discentes. O produto foi concebido de forma que qualquer pessoa que nunca ouviu falar ou que tem pouco conhecimento a respeito da temática da Indústria 4.0 pudesse acessar os conteúdos selecionados e organizados para materializar o curso de extensão em destaque no presente material. Isso remete aos estudos de Oliveira (2019) e Floriano et al. (2017), os quais apontam que as práticas de extensão representam uma excelente oportunidade que as instituições de educação profissional e tecnológica possuem de compartilhar os saberes por elas produzidos com a comunidade externa.




INDÚSTRIA 4.0

De maneira sintetizada, as revoluções industriais trazem consigo profundas mudanças advindas das inovações tecnológicas ocorridas em um dado momento. A adoção de uma inovação sugere o surgimento de novos métodos capazes de tornar a produção de um bem ou serviço mais rápida, o que justifica a adoção dessas novas formas de se produzir coisas (NASCIMENTO-E-SILVA, 2017). A figura 1 exibe uma linha do tempo com as principais mudanças ocorridas desde a Primeira Revolução Industrial até os dias atuais.

Figura 1: Evolução das Revoluções Industriais



Fonte: Maestri, Oliveira e Steffens (2018).



A temática da Indústria 4.0 tem sido objeto de estudos por conta das significativas transformações causadas tanto no ambiente fabril como também noutros campos de atuação. Pode-se dizer que a Indústria 4.0 representa uma evolução no modo como produtos e serviços são produzidos. Trata-se de um conceito surgido inicialmente na Alemanha, o qual faz menção a automatização e digitalização dos sistemas industriais, o que resulta na consecução de níveis elevados de produtividade. Tal arranjo produtivo propicia a adoção do modelo fabril conhecido como fábrica inteligente (smart manufacturing) (BEZERRA; SILVA; ARAÚJO, 2018; SCHWAB, 2017).

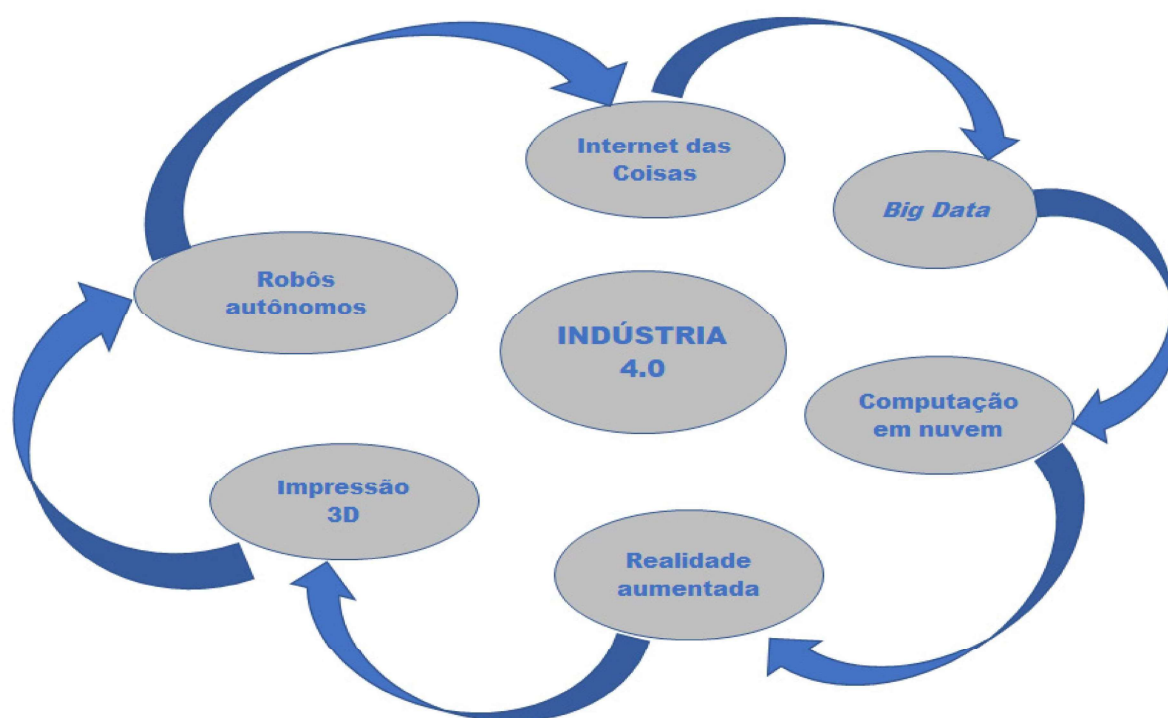
No campo produtivo da Indústria 4.0, os resultados concernentes à produtividade são maiores do que em um arranjo produtivo convencional por conta do elevado grau de precisão obtido nas tarefas repetitivas, as quais são feitas por robôs autônomos (PALAR, 2020). Isso reduz consideravelmente a ocorrência de desperdícios de recursos nos processos produtivos (BILLIG, 2016). Até a Terceira Revolução Industrial objetivos como qualidade e melhoria contínua já eram perseguidos pelas organizações. Todavia, com o advento da Indústria 4.0 a probabilidade de consecução desses intentos se eleva por conta da maximização da eficiência na execução das tarefas necessárias para a fabricação de bens e serviços.

Outro item que torna a Indústria 4.0 um acontecimento de destaque é a utilização de diversas tecnologias de maneira concomitante. Isso possibilita a integração dos diversos processos que integram um processo produtivo. Dentre as tecnologias que são conexas com a Indústria 4.0, destacam-se:

- **Internet das Coisas:** consiste em objetos inteligentes que são assim considerados por serem capazes de receber, processar e transmitir informações (KELLER, 2016).
- **Big Data:** recurso que permite o armazenamento de grandes volumes de dados com variedade, volume e velocidade (VICTORINO et al., 2017).
- **Computação em nuvem:** trata-se de sistemas computacionais cuja interação se dá de maneira virtual e que são um fator condicionante para a implementação da internet das coisas (MACHADO JUNIOR; VECE, 2016).


- **Robôs autônomos:** artefatos inteligentes que possuem esse atributo por serem autônomos no que se refere ao seu poder decisório sem intervenção humana (ORLOSKI, 2015).
- **Impressão 3D:** consiste na produção de artefatos através de um protótipo de forma automatizada a partir de um arquivo digital, através do qual os objetos são criados camada por camada com a utilização de um equipamento especializado (AGUIAR, 2016).
- **Realidade aumentada:** tecnologia que permite a interação de objetos virtuais com artefatos físicos (TERNERO; ELUI, 2020). A figura 2 demonstra a interface existente entre as tecnologias da Indústria 4.0.

Figura 2: Tecnologias da Indústria 4.0



Fonte: Dados obtidos pelos autores (2020).

Assim como acontece em toda revolução, a Indústria 4.0 possui pontos positivos e negativos. Com relação às benesses, pode-se afirmar que o elevado grau de assertividade na execução das tarefas, o que reduz de maneira significativa a ocorrência de desperdícios (BILLIG, 2016). Noutras palavras,



nesse arranjo produtivo as organizações irão utilizar somente o material necessário para a fabricação de produtos (SILTORI, 2020).

Outro ponto positivo a ser destacado é a personalização de produtos em massa (MAESTRI, 2018). Diferente do que ocorria até a Terceira Revolução Industrial, na Indústria 4.0 os artefatos podem ser personalizados conforme as necessidades da clientela. Isso influencia diretamente na utilização racional dos recursos empregados no processo produtivo (SILTORI, 2020).

Todavia, a Indústria 4.0 demonstra pontos de tensão que suscitam a realização de debates no campo científico. O ponto mais sensível é o que diz respeito a empregabilidade. Em um futuro próximo, algumas funções como operador de produção e operador de telemarketing deixarão de existir (SCHWAB, 2017). Isso fará com que os processos produtivos que até então contavam com um número razoável de operadores terão sua configuração alterada. No lugar dos humanos, os robôs passarão a executar tarefas repetitivas e operacionais (ORLOSKI, 2015). Tal situação remete a questão do desemprego tecnológico, no qual a interação entre homem e máquina passa por profundas transformações com a perda de postos operacionais nas unidades de produção (ANTUNES, 2009; TESSARINI JÚNIOR et al., 2017).

Assim como o trabalho, outro ponto de tensão concernente a Indústria 4.0 é o da educação. Os postulantes a cargos profissionais em empresas adeptas da Indústria 4.0 poderão se qualificar para o exercício de tais funções através de cursos rápidos ofertados pelas universidades corporativas (SERAFIM, 2019). Todavia, isso remete as bases conceituais da educação profissional e tecnológica, as quais questionam a visão apequenada do trabalho reduzido ao emprego em detrimento de uma formação humana integral que desenvolva as potencialidades do estudante (ZEN; OLIVEIRA, 2018).

A Indústria 4.0 já é uma realidade presente no âmbito organizacional e já é possível verificar seus efeitos em outras áreas de atuação. O quadro 1 enumera alguns exemplos de como a Indústria 4.0 tem causado impactos na vida das pessoas.

Quadro 1: Impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas

Área de atuação	Impacto
Saúde	Utilização do Big Data para acompanhar dados sobre a evolução de doenças e a prescrição de receitas; Uso de roupas conectadas a internet para registrar os dados do paciente.
Moda e Vestuário	Personalização de roupas e calçados; Utilização de espelho virtual para registrar as medidas do cliente.
Educação	Prevalência de saberes técnicos e habilidade para solucionar problemas
Agricultura	Melhora na eficiência da irrigação de solos

Fonte: Dados obtidos pelos autores (2020).

Como é possível observar, os efeitos da Indústria 4.0 não se limitam somente ao campo de atuação das organizações fabris. Nota-se que já é possível verificar a utilização de tecnologias concernentes a Indústria 4.0, como, por exemplo a Internet das Coisas e o Big Data em áreas como saúde e moda (KELLER, 2016; VICTORINO et al., 2017). Isso remete ao próprio sentido de tecnologia, a qual significa a aplicação dos conhecimentos científicos com o intuito de satisfazer as necessidades humanas (NASCIMENTO-E-SILVA, 2020).

Diante desse contexto descrito, optou-se por desenvolver um produto educacional embasado em saberes científicos atualizados sobre o escopo conceitual, as características, os prós e contras e os impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas.



O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO

A primeira deliberação necessária no que tange a construção de artefatos tecnológicos é a identificação da necessidade do ambiente externo (SILVA et al., 2019). Com o intuito de instruir pessoas das mais variadas classes profissionais com relação a temática da Indústria 4.0, criou-se um curso de extensão cujo enfoque principal foi explanar didaticamente sobre os aspectos conceituais e os atributos atinentes a Indústria 4.0 (SCHWAB, 2017).

As razões que motivaram a adoção de um curso de extensão como artefato educacional se mostram conexas com os estudos de Oliveira (2019) e Floriano et al. (2017). Na visão dos referidos autores, a extensão é uma frente de trabalho necessária para que as universidades consigam estabelecer uma relação dialógica com os integrantes da comunidade externa. Além disso, através dos programas extensionistas é possível suprir as lacunas de formação dos sujeitos que não integram o alunado das instituições universitárias. A prática de projetos extensionistas é um instrumento relevante que pode auxiliar na democratização do acesso aos saberes científicos produzidos pelas universidades (FERRAZA et al., 2017).

De posse da finalidade do produto educacional e de sua forma de apresentação, o passo seguinte consistiu na sua estruturação. Para isso, efetuou-se uma pesquisa nas bases de dados que são os locais onde estão situados os estudos recomendados pela ciência (NASCIMENTO-E-SILVA, 2020). Para estruturar o curso de extensão, a seguinte lógica foi utilizada: pesquisar primeiramente os itens mais genéricos para depois focalizar nos assuntos mais específicos atinentes a Indústria 4.0.

Como material didático a ser utilizado pelos usuários do curso, optou-se pela criação de um e-book (SILVA et al., 2020). A opção por esse material se deu tanto pela sua praticidade como também pela facilidade de armazenamento, o qual pode se dar em smartphones, pen drives e computadores pessoais. A figura 3 demonstra a capa do livro digital utilizado para a realização da extensão.

Figura 3: Capa do livro digital



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os capítulos do livro digital ficaram assim organizados:

- **Capítulo 1:** Revoluções Industriais – Nesse primeiro capítulo é feita uma breve contextualização das revoluções industriais que antecederam a Indústria 4.0. A ideia principal nesse capítulo foi explicar aos usuários que toda revolução ocasiona impactos na vida de todo mundo, não somente no âmbito industrial.
- **Capítulo 2:** Indústria 4.0: o que é? – A intenção com esse capítulo foi apresentar os conceitos concernentes a Indústria 4.0 com base em estudos presentes na literatura científica.
- **Capítulo 3:** Características da Indústria 4.0 – Capítulo criado para destacar as características principais que tornam a Indústria 4.0 uma evolução no modo de se produzir coisas.
- **Capítulo 4:** Prós e Contras da Indústria 4.0 – Trecho do livro digital que tem como intuito mostrar duas visões diferentes a respeito de um mesmo objeto de análise para que o usuário do curso compreenda o fenômeno demonstrado no curso de extensão, e;
- **Capítulo 5:** Impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas – Parte do material didático que demonstra os efeitos da Indústria 4.0 na saúde, na educação, na indústria da moda e na agricultura para demonstrar aos alunos da extensão que as revoluções industriais causam efeitos que atingem toda a humanidade.

O passo seguinte consistiu em definir o portal eletrônico para que os usuários conseguissem ter acesso aos conteúdos do curso de extensão. Mediante a obtenção de uma autorização junto ao setor de educação a distância da Reitoria do Instituto Federal do Amazonas, o curso “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” foi devidamente alocado na Escola Virtual do IFAM. Além de propiciar aos alunos do curso um ambiente virtual de aprendizagem interativo, a Escola Virtual se mostra como um espaço relevante para a obtenção de conhecimentos, o que corroborou com sua escolha para a propagação do curso de extensão.

Para acessar ao curso de extensão, o usuário deve efetuar o seu cadastro com o seu endereço de e-mail e seu certificado de pessoa física – CPF. Ao ser realizado esse procedimento, o aluno tem acesso aos conteúdos do produto educacional.

Com o curso integrado a plataforma de aprendizagem do IFAM, os capítulos do livro digital foram transformados em módulos da extensão. Ao final de cada módulo, os usuários do curso têm como tarefa responder a cinco perguntas no estilo verdadeiro ou falso sobre os assuntos debatidos no módulo.

Figura 4: Visão geral da Escola Virtual do IFAM



Fonte: Escola virtual do IFAM (2020).

Ao final dos cinco módulos, os alunos devem responder ao teste final composto com dez perguntas sobre todos os temas explanados no decurso da extensão para fins de certificação. A carga horária do curso é de 30 horas.



APRESENTAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO “CONHECENDO A INDÚSTRIA 4.0 SOB O OLHAR DA CIÊNCIA”

O curso de extensão denominado “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” é uma das opções disponíveis no catálogo de cursos da Escola Virtual do IFAM, conforme demonstrado na figura 5.

Figura 5: Catálogo de Cursos



Fonte: Escola Virtual do IFAM (2020).

Após efetuar o seu cadastro, o acesso aos conteúdos do curso de extensão é liberado na plataforma da Escola Virtual do IFAM. A primeira visão que o aluno possui é a de um texto explicativo, o qual faz uma contextualização a respeito das principais temáticas abordadas no decurso da extensão. A intenção com esse trecho introdutório é familiarizar o estudante com as temáticas que serão abordadas nos capítulos do material didático do curso, representado em formato de e-book (SILVA et al., 2020).

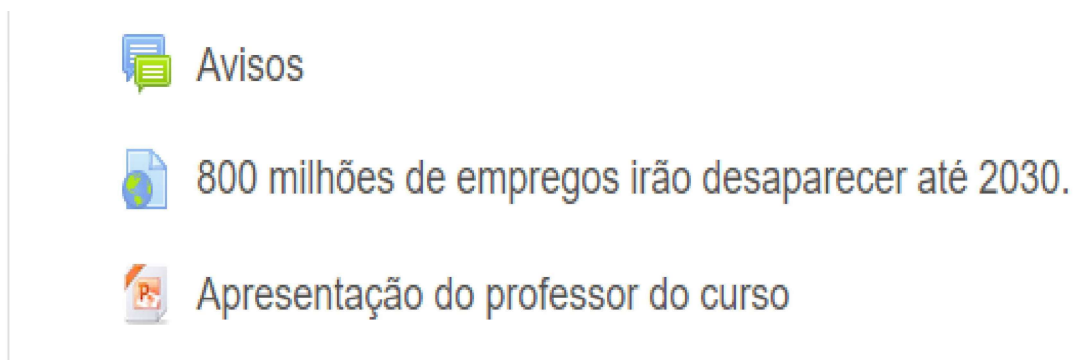
Figura 6: Visão geral do curso de extensão

The screenshot shows the top navigation bar of the IFAM platform with the logo and 'Português - Brasil (pt_br)' language selector. The main heading is 'Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência' with a gear icon. Below it is a breadcrumb trail: 'Página inicial / Meus cursos / EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA / CINDSOC'. A section titled 'Geral' contains a light blue box with the following text: 'Bem-vindos(as)! Você já ouviu falar em Indústria 4.0? Conhece ou já ouviu falar em fábricas inteligentes? Você sabe o que significa Internet das Coisas, Big Data, Impressora 3D e Computação em Nuvem? O curso "Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência" tem por objetivo descrever o significado, as características, os prós e contras e o impacto da Quarta Revolução Industrial não somente no âmbito das organizações fabris como também em demais dimensões da vida humana. Espera-se que ao final deste curso o aluno saiba com precisão os principais aspectos relacionados a Indústria 4.0. Pedimos que faça o download do e-book "Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência", que é o material didático do curso. Ao final de cada módulo, você terá de fazer o teste de aprendizagem referente aos conteúdos vistos no e-book do curso. Após a finalização dos módulos pedimos que seja realizado o teste final sobre todos os assuntos abordados neste curso. Para que você possa se familiarizar com a temática do curso, lhe convidamos a assistir o vídeo abaixo sobre... A carga horária do presente curso é de 30 horas.'

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Feitas as boas-vindas aos usuários do curso, outro trecho relevante diz respeito aos avisos referentes ao andamento da extensão. Nesse sentido, é disponibilizado aos alunos um link para acesso a um vídeo explicativo, o qual contextualiza as temáticas debatidas no curso. Outro aviso existente é uma apresentação no aplicativo Power Point, a qual traz uma breve apresentação do instrutor do curso de extensão.

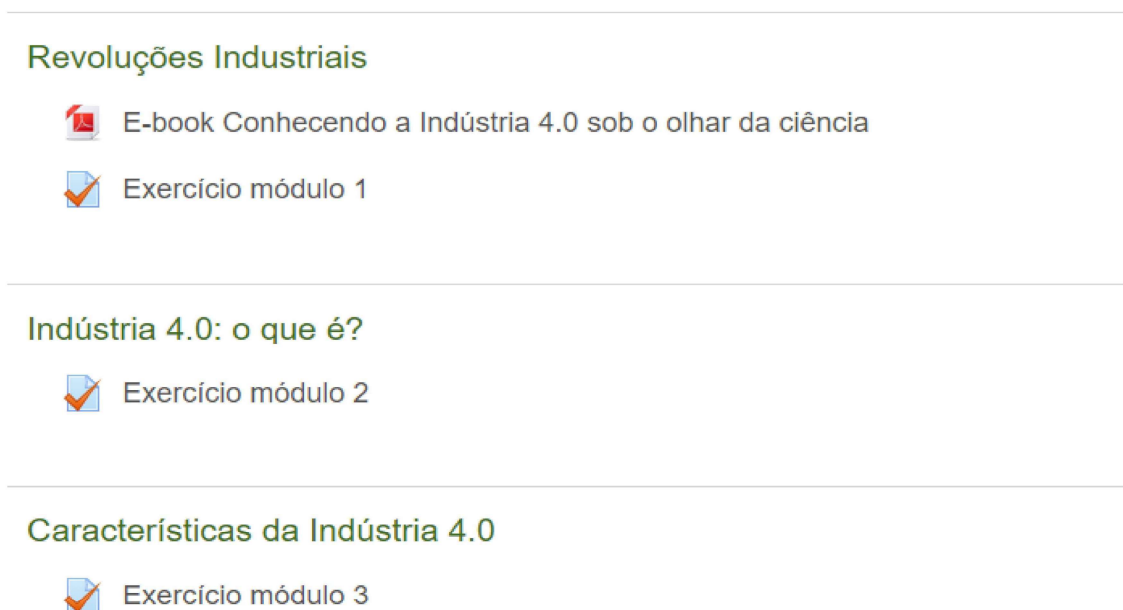
Figura 7: Avisos do curso



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Após proceder com os avisos, o passo seguinte da extensão é apresentação dos módulos do curso acompanhados de seus respectivos testes de aprendizagem. No módulo 1, o usuário pode fazer o download do livro digital para poder acessar aos conteúdos e poder responder aos questionários eletrônicos formados cada um por cinco perguntas no estilo verdadeiro ou falso.

Figura 8: Divisão dos módulos do curso de extensão



Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O principal material didático do curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” é o seu e-book (SILVA et al., 2020).

É oportuno mencionar que a Escola Virtual do IFAM utiliza a plataforma Moodle como ambiente de aprendizagem (BIANCAMANO; FLORES, 2019). A palavra Moodle é um acrônimo cujas siglas fazem menção aos seguintes verbetes: Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Um dos recursos disponíveis na referida plataforma é a possibilidade da criação de testes no estilo verdadeiro ou falso.

A razão para adotar um questionário de cinco perguntas ao final de cada módulo teve como base a seguinte ideia: para ter acesso aos assuntos do módulo seguinte, o usuário deve demonstrar que conseguiu internalizar os conteúdos demonstrados no módulo atual por ele acessado. A figura 6 exemplifica uma questão utilizada nas atividades de aprendizagem do curso de extensão.

Figura 9: Exemplo de questão dos testes de aprendizagem do curso

Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência

Página inicial / Meus cursos / EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA / CINDSOC / Revoluções Industriais / Exercício módulo 1
/ Visualização prévia

Questão 5

Ainda não respondida

Vale 1,00 ponto(s).

🚩 Marcar questão

⚙ Editar questão

A Quarta Revolução Industrial é formada por elementos físicos e digitais, sem qualquer participação do elemento humano

Escolha uma opção:

Verdadeiro

Falso

Navegação Do Questionário

1 2 3 4 **5**

Finalizar tentativa ...

INICIAR NOVA VISUALIZAÇÃO

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Após o cumprimento de todos os módulos do curso, pede-se ao usuário que responda as dez perguntas que compõem o teste final da extensão. Para efeito de avaliação, estabeleceu-se como patamar mínimo a obtenção de nota maior ou igual a 7.

Figura 10: Teste final do curso

Conhecendo a Indústria 4.0 sob o olhar da ciência

Página inicial / Meus cursos / EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA / CINDSOC / Impacto da Indústria 4.0 na vida das pessoas / Teste final / Visualização prévia

Questão 6
Ainda não respondida
Vale 1,00 ponto(s).
Marcar questão
Editar questão

O termo Indústria 4.0 representa uma nova forma de pensar, as quais são refletidas em atitudes e comportamentos no cotidiano da humanidade.

Escolha uma opção:

Verdadeiro
 Falso

Navegação Do Questionário

1 2 3 4 5 6 7 8
9 10

Finalizar tentativa ...

INICIAR NOVA VISUALIZAÇÃO

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Assim, o produto educacional destacado no presente material conseguiu cumprir com o seu propósito de explicar o significado, as características, os prós e contras e os impactos da Indústria 4.0 na vida das pessoas. É conveniente mencionar que os conhecimentos que originaram a versão final do curso já estavam disponíveis, porém esparsos. A organização da sequência didática no formato modular facilitou a aprendizagem da primeira turma de alunos do curso, a qual avaliou positivamente tanto a extensão em si como também o seu e-book (SILVA et al., 2020). Com isso, o objetivo principal de compartilhar conhecimentos referentes a Indústria 4.0 foi alcançado. Isso foi um fator preponderante para que o curso de extensão “Conhecendo a Indústria 4.0 Sob o Olhar da Ciência” apresentasse as características que se espera de uma iniciativa extensionista através da geração e partilha de saberes (FLORIANO et al., 2017; OLIVEIRA, 2019).

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L.C.D. Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2016.

ANTUNES, R. O trabalho, sua morfologia e a era da precarização estrutural. *Theomai*, v.1, n.19, p.47-57, 2009.


BEZERRA, I. V.; SILVA, E. C. C.; ARAÚJO, F. J. C. Redes inteligentes no contexto da indústria 4.0. In: Anais...IX SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA REGIÃO NORDESTE; VIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DO VALE DO RIO SÃO FRANCISCO, Juazeiro, 07 a 09 de março de 2018.

BIANCAMANO, M.R.; FLORES, A.P.P. O ambiente virtual como locus da formação em Justiça Restaurativa: relato de uma experiência. *Informática na Educação: teoria e prática*, v.22, n.3, p.129-143, 2019.

BILLIG, O.A.O. Restrições e perdas no contexto do transporte rodoviário de cargas: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

FERRAZ, R.C.S.N.; FERREIRA, L.G.; FERREIRA, L.G.; ALMEIDA, M.T. Saberes e experiência: formação de professores da rede pública em atividades extensionistas. *Revista Conexão UEPG*, v.13, n.3, p.390-401, 2017.

FLORIANO, M.D.P.; MATTA, I.B.; MONTEBLANCO, F.L.; ZULIANI, A.L.B. Extensão universitária: a percepção de acadêmicos de uma universidade federal do estado do Rio Grande do Sul. *Em Extensão*, v.16, n.1, p.9-35, 2017.



FERREIRA, I. V.; BIGHETI, J. A.; MANSANO, R. K.; GODOY, E. P. Proposta de um modelo para aplicação da internet das coisas industrial. Anais... XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AUTOMAÇÃO INTELIGENTE, Porto Alegre, 1 a 4 out. 2017.

HIRSCH-KREINSEN, Hartmut. Digitalization of industrial work: development paths and prospects. Journal of Labour Market Research, v.49, n.1, p.1-14, 2016.

KELLER, A. L. Internet das coisas aplicada à indústria: dispositivo para interoperabilidade de redes industriais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

MACHADO JUNIOR, I.; VECE, J.P. Contribuições da computação em nuvem como ferramenta pedagógica na educação superior. Journal of Chemical Engineering and Chemistry, v.2, n.3, p.92-106, 2016.

MAESTRI, G. Indústria 4.0 no setor têxtil: diagnóstico atual, desafios e oportunidades para o futuro digital. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Têxtil). Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2018.

MAESTRI, G.; OLIVEIRA, F.R.; STEFFENS, F. Análise da Indústria 4.0 no segmento têxtil: a importância do investimento digital no setor. In: Anais... VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 5 a 7 de dezembro de 2018.

NASCIMENTO-E-SILVA, D. Gestão de organizações de ciência e tecnologia: ferramentas e procedimentos básicos. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2017.

NASCIMENTO-E-SILVA, D. Manual do método científico-tecnológico: edição sintética. Florianópolis: Programa de Pós-Doutorado em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

OLIVEIRA, E.S. Criação de um portfólio de cursos de extensão para o Campus Itaituba da Universidade Federal do Oeste do Pará. Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2019.

ORLOSKI, A. Procedimento para a autolocalização de robôs em casas de vegetação utilizando descritores surf: implementação sequencial e paralela. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015.

PALAR, P.S. Interface de controle por métodos de autonomia adaptável deslizante para robôs de inspeção. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2020.

PORTAL DO INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS - IFAM. Escola Virtual. Manaus, 2020. Disponível em: <http://moodle.ifam.edu.br/escolavirtual/>. Acesso em: 10 set. 2020.

SCHWAB, K. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2017.

SERAFIM, M.P. Como será o cenário da Educação Superior em 2030? Avaliação, v.24, n.3, p. 569-572, 2019.

SILTORI, P.F.S. Análise dos impactos da Indústria 4.0 na sustentabilidade empresarial. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

SILVA, R.O; NASCIMENTO-E-SILVA, D.; FERREIRA, J.A.O.A.; SOUZA, S.S. Aspectos relevantes na construção de produtos educacionais no contexto da educação profissional e tecnológica. REPPE, v.3, n.2, p.105-119, 2019.

SILVA, R.O.; PASSOS, M.A.R.; RIVERA, J.A.; NASCIMENTO-E-SILVA, D. E-books como produtos educacionais: definição e tópicos de construção segundo o método científico-tecnológico. In: DICKMANN, I. Mosaico Temático. Chapecó: Editora Livrologia, v.1, p.155-181, 2020.

TERNERO, I.; ELUI, V.M.C. O uso da técnica do espelho através da realidade aumentada com acompanhamento remoto. *Brazilian Journal of Health Review*, v.3, n.3, p.6697-6709, 2020.

VICTORINO, M. C.; SHIESSL, M.; OLIVEIRA, E. C.; ISHIKAWA, E; HOLLANDA, M. T.; HOKAMA, M. L. Uma proposta de ecossistema de big data para a análise de dados abertos governamentais conectados. *Inf.&Soc.:Est.*, v.27, n.1, p.225-242, p.225-242, jan/abr. 2017.

ZEN, E. T.; OLIVEIRA, E. C. A práxis filosófica no Proeja: reflexões sobre as relações sociais capitalistas e a formação humana integral. *Educar em Revista*, v.34, n.69, p.231-244, mai/jun. 2018.

