

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Tese de Doutorado

FIGUEIREDO ARTUR Muinge

**EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E INDÚSTRIA 4.0 (I.4.0): AGENDAS E
TENSÕES A PARTIR DOS PRESSUPOSTOS CTS**

SÃO CARLOS

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E SOCIEDADE

FIGUEIREDO ARTUR Muinge

**EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E INDÚSTRIA 4.0 (I.4.0): AGENDAS E
TENSÕES A PARTIR DOS PRESSUPOSTOS CTS**

Tese a ser apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciência, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal
de São Carlos-SP, como requisito para obtenção do título
de Doutor em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Orientador: Prof. Dr. Cidoval Morais de Sousa.

Linha de Pesquisa: Dimensões Sociais da Ciência e da
Tecnologia.

SÃO CARLOS

2022

Figueiredo Artur, MUINGE

Educação tecnológica e indústria 4.0 (I.4.0): agendas e tensões a partir dos pressupostos CTS / MUINGE
Figueiredo Artur -- 2022.
161f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos,
campus São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Prof. Dr. Cidoval Morais de Sousa
Banca Examinadora: Prof. Dr. Cidoval Morais de Sousa.,
Prof. Dr. Vinício Carrilho Matinez., Profa. Dra. Karina
Gomes de Assis., Prof. Dr. Ivo Marcos Theis., : Prof. Dr.
José Luciano Albino Barbosa.

Bibliografia

1. 1. Indústria 4.0 . 2. 2. Ciência, tecnologia e sociedade.
. 3. 3. Educação tecnológica. . I. Figueiredo Artur,
MUINGE. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Educação e Ciências Humanas
Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Folha de Aprovação

Defesa de Tese de Doutorado do candidato Figueiredo Artur Muinge, realizada em 16/12/2022.

Comissão Julgadora:

Cidoval Moraes de Sousa
Prof. Dr. Cidoval Moraes de Sousa (UEPB)

Prof. Dr. Vinício Carrilho Martinez (UFSCar)

Karina Gomes de Assis
Profa. Dra. Karina Gomes de Assis (UFSCar)

Ivo Marcos Theis
Prof. Dr. Ivo Marcos Theis (FURB)

José Luciano Albino Barbosa
Prof. Dr. José Luciano Albino Barbosa (UEFS)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese aos meus pais, Artur Muinge Ismael e Belinha Domingos Mulima, à minha esposa, Paula Figueiredo Muinge, e aos meus filhos, Mézbell, Kyara e Figueiredo Artur Muinge Filho (Júnior), pelo apoio, amor incondicional e pelos momentos de alegria.

Meu Pai! Acredito que, se fosse possível, me ligaria para dizer o quão estás orgulhoso de mim. E eu, deste lado, em meio às lágrimas de felicidade, apenas diria:

Saudades de você, meu PAI!!!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai do universo, por iluminar meus caminhos, guiar meus passos e pela proteção divina.

À CAPES, pela bolsa concedida durante o período da minha formação; ao meu orientador, Professor Doutor Cidoval Moraes de Sousa, pela orientação sábia e imensurável, e pela disponibilidade em todos os momentos. Você será sempre especial na minha vida, tanto profissional como pessoal. Muitíssimo obrigado, professor, por tudo!

Aos meus professores, pelos ensinamentos e pela paciência que tiveram ao longo da minha formação.

Ao meu colega e amigo (amigão) Igor Savenhago e a sua esposa Tati Savenhago, pelo apoio e pela ajuda incondicionais. Muitíssimo obrigado.

Aos meus colegas da turma de Doutorado e de Mestrado de 2019, pelo carinho e amizade.

Aos meus pais, Artur Muinge Ismael e Belinha Domingos Mulima, pela vida, por me mostrarem o caminho acadêmico e pelo incentivo, bem como insistência desde o primeiro ano de escola. No meio de tantas dificuldades, sempre pautaram pela formação dos seus descendentes. Obrigado é pouco perante tudo que fizeram por mim.

Agradecimento especial endereço à minha esposa, pelo suporte, apoio, pelo companheirismo em todos os momentos. Você foi minha bengala que, sempre disponível e acessível para me levantar dos momentos de queda que tive, nunca esquecerei. Aos meus filhos, Mézbell da Paula Figueiredo Muinge, Kyara Figueiredo Muinge e Figueiredo Artur Muinge filho (Júnior), pelos momentos de alegria e de distração rumo ao alcance do objetivo que me fez atravessar o Oceano Atlântico.

De um modo geral, digo muitíssimo obrigado a todos e todas!

RESUMO

A Indústria 4.0 é um novo conceito de indústria no qual predominam sistemas de automação, ciberfísicos, Big data e Internet das coisas. É o contexto das fábricas inteligentes que podem prever erros e solucioná-los automaticamente sem intervenção humana e com uma cópia de fábrica virtual em nuvem por questões de segurança. Com isso, já se anunciam mais desemprego e a extinção de muitas profissões. O mercado passa a exigir novas competências profissionais, desafiando, sobretudo, a educação de viés tecnológico. Questiona-se, de um lado, o papel das universidades (formar para o mercado?) e, de outro, o modelo de educação demandado para enfrentar o desafio (educação instrumental ou cidadã?). O presente estudo, de natureza bibliográfica e documental, analisa o Plano de Desenvolvimento Institucional e os Projetos Pedagógicos de cursos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), à luz dos enfoques CTS, confrontando demandas da I.4.0 e perfil de formação previsto pela universidade. Os resultados mostram que o perfil multidisciplinar é requerido para fazer face à demanda da Indústria 4.0; e que a universidade tem um papel importante na redução dos impactos que a desestruturação socioprofissional prevista com a implantação da Revolução Industrial 4.0 poderá causar na sociedade. Mostram, ainda, a universidade como observador e agente da dinâmica da sociedade, ou seja, observa as mudanças socioeconômicas, socioculturais, sociopolíticas, tecnológicas, ambientais e age de modo a oferecer respostas para os diferentes problemas que atingem e desafiam a sociedade. No confronto entre “demanda e oferta”, há desconexões entre os interesses do mercado e o perfil de profissional que a universidade promete entregar à sociedade, apesar da prevalência do caráter instrumental dos processos formativos em curso.

Palavras-chave: 1. Indústria 4.0; 2. Automação; 3. Ciência, Tecnologia e Sociedade; 4. Papel das universidades; 5. Educação Tecnológica.

ABSTRACT

Industry 4.0 is a new concept of industry in which automation, cyber-physical, Big Data and Internet of Things systems predominate. It's the context of smart factories that can predict errors and fix them automatically without human intervention and with a virtual cloud factory copy for security reasons. With that, more unemployment and the extinction of many professions are already announced. The market starts to demand new professional skills, challenging, above all, education with a technological bias. It questions, on the one hand, the role of universities (training for the market?), and, on the other, the education model required to face the challenge (instrumental or Citizen education?). This bibliographical and documentary study analyzes the Institutional Development Plan and the Pedagogical Projects of UFRGS courses (Automation Control Engineering; Production Engineering; Computer Engineering; Electrical Engineering; Chemical Engineering; Physical Engineering; Civil Engineering ; Materials Engineering; Mechanical Engineering; Environmental Engineering; Metallurgical Engineering; Administration; Public and social administration; Public policies; Social sciences; Public relations; Regional development), in light of the STS approaches, confronting the demands of I.4.0 and training profile provided by the university. This is a case study with a comprehensive method, data collection and analysis. The results show that a multidisciplinary profile is required to meet the demand of Industry 4.0; and that the university has an important role in reducing the impacts that the socio-professional disruption foreseen with the implantation of the Industrial Revolution 4.0 could cause in society. It is understood the university, committed to the society in which it is integrated, plays the role of observer of the dynamics of society, that is, it observes socioeconomic, sociocultural, sociopolitical, technological, environmental changes and acts in a way that offers answers to the different problems affects and challenge society. In the confrontation between “demand and supply”, there are disconnects between the interests of the market and the professional profile that the university promises to deliver to society, despite the prevalence of the instrumental character of the training processes in progress.

Keywords: 1. Industry 4.0; 2. Automation; 3. Science, Technology and Society; 4. Role of universities; 5. Technological Education.

LISTA DE QUADROS

Quadro representativo das principais consequências da primeira Revolução Industrial.....	24
Quadro-resumo das revoluções industriais.....	41
Quadro representativo dos resultados dos cursos das engenharias.....	99
Quadro representativo dos resultados das ciências sociais e sociais aplicadas.....	104

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
METODOLOGIA.....	18
Capítulo 1. REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E O SURGIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0	23
1.1. Primeira Revolução Industrial.....	23
1.2. Segunda Revolução Industrial.....	27
1.3. Terceira Revolução Industrial.....	28
1.4. A Indústria 4.0 ou 4ª Revolução industrial.....	29
1.4.1. Características da Indústria 4.0.....	31
1.4.2. Desafios da Indústria 4.0.....	31
1.4.3. Impactos da Indústria 4.0.....	35
1.4.4. Competências profissionais exigidas pela Indústria 4.0.....	36
1.4.4.5. Indústria 4.0 no Brasil.....	43
Capítulo 2. UNIVERSIDADE E A FORMAÇÃO PROFISSIONAL NO SISTEMA CAPITALISTA	47
2.1. Enfoques CTS para a educação tecnológica.....	63
Capítulo 3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	56
3.1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	86
3.2. Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da UFRGS	87
3.3. Projetos Pedagógicos (PP)	94
3.3.1. Bloco de resultados de pesquisa feita aos cursos de engenharias.....	94
3.3.2. Bloco de resultados de pesquisa feita aos cursos de ciências sociais e sociais aplicadas.....	100
4. Discussão dos resultados	105
CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
REFERÊNCIAS.....	124
ANEXOS.....	148

INTRODUÇÃO

Indústria 4.0 é um novo conceito no qual predominam sistemas de automação, sistemas ciberfísicos, sistema Big data, Internet das coisas, o que coloca a indústria no contexto das chamadas fábricas inteligentes com capacidade de prever erros e solucioná-los automaticamente, sem intervenção humana e com uma cópia de fábrica virtual em nuvem, por questões de segurança.

Segundo Hermann, Pentek e Otto (2016, p. 3928), Indústria 4.0 é um termo coletivo para tecnologias e conceitos de valor no contexto organizacional. Sua estruturação é possível a partir do uso de sistemas ciberfísicos, que criam uma cópia virtual do mundo físico para poder monitorá-lo e agir, e, sobretudo, que o compõem por meio da Internet das coisas e da comunicação entre todos os participantes da cadeia de valor, incluindo pessoas e máquinas. Trata-se de um conceito cuja formatação e divulgação datam de 2011, devido a uma iniciativa do governo alemão, que criou um grupo de trabalho para alicerçar, conceitual e metodologicamente, as bases que as empresas alemãs deveriam adotar para se manterem como líderes da produção industrial.

Este novo conceito industrial nos remete ao “*modus operandi*” do capitalismo, no sentido de massificar a produtividade sem considerar os riscos que possam advir sobre a sociedade. Em outras palavras, mais uma ilustração de que o capitalismo se reinventa a todo momento com vistas a alcançar os seus interesses particulares, que, na maioria das vezes, ameaçam a sociedade e o mundo.

O trabalho de criar e disseminar a Indústria 4.0, iniciado dois anos antes, por volta de 2009, culminou com o Relatório Final de Recomendações para Implementação da Iniciativa Estratégica Indústria 4.0 (Kagermann; Wahister; Helbig, 2013). Desde então, o documento tem sido um importante marco para iniciativas na Alemanha, ao mesmo tempo em que serve de referencial para outras ações ao redor do mundo. Conforme Liao *et al.* (2018), diversos países têm se destacado no contexto internacional, adotando estratégias e iniciativas semelhantes, tais como: China (*Made in China 2025*), Europa (Factories of the Future from Europe), Estados Unidos da América (Advanced Manufacturing Partnership), Holanda (Smart Industry), Espanha (Industria Conectada 4.0), Malásia (Eleventh Malaysia Plan), França (La Nouvelle France Industrielle), Reino Unido (Future of Manufacturing), Itália (Piano Nazionale Industria 4.0) e South Korea (Manufacturing Innovation 3.0).

Como podemos perceber, o capitalismo não tem apenas a capacidade de se reinventar para alcançar os seus interesses ocultos e particulares, mas também tem a capacidade de manipular e influenciar a sociedade e o mundo para a adesão das suas agendas, também particulares e ocultas. Assim, o WBCSD-World Business Council for Sustainable Development (2010) nos informa que o capitalismo enquanto sistema econômico assente na livre iniciativa, na propriedade privada dos meios de produção e na prossecução do lucro, se reinventa a todo momento, principalmente em momentos de crise, o que significa que o capitalismo sempre sofreu transformações.

Para Schwab (2016), a Indústria 4.0 é o resultado direto de um período de intensas mudanças denominado de 4ª Revolução Industrial. Sua perspectiva considera que, enquanto a 1ª, 2ª e 3ª Revoluções Industriais tiveram como marco inicial a mecanização, a eletricidade e a automação respectivamente, o novo movimento teve início na virada do século XXI, tratando-se de um período caracterizado por grande velocidade, amplitude e impacto causados, principalmente, pela inteligência artificial e aumento na velocidade de transmissão de dados. Além disso, considera que se trata de uma era que estabelece profundas diferenças com os movimentos anteriores, por se fundamentar não apenas na fusão entre todas as tecnologias existentes, mas também na completa interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos. Essa perspectiva de que a humanidade iniciou uma nova revolução industrial pode ser ratificada ao se analisar o *National Strategic Plan for Advanced Manufacturing* (2012) do governo dos Estados Unidos da América, no qual a manufatura avançada é conceituada como um conjunto de atividades que dependem de informações, automação, sensoriamento, redes e capacidades emergentes em ciências físicas e biológicas.

Este entendimento é também ratificado por Alojz, Meskoe Roblek (2016), que definem a Indústria 4.0 sob a perspectiva de quatro elementos: Sistemas Ciberfísicos (Cyber Physical System – CPS), Internet das coisas (IoT), a Internet de Serviços (IoS) e a Fábrica Inteligente (Smart Factory). A esses elementos, somam-se as considerações de Hermann, Pentek e Otto (2015) que elencam interoperabilidade, virtualização, descentralização, capacidade em tempo real, orientação para o serviço e modularidade como os princípios de *design* que fundamentam a Indústria 4.0.

A multiplicidade de novos conceitos e tecnologias evidenciam que a humanidade atravessa um período de mudanças. Assim, apesar da velocidade com que os fatos vêm se processando, ainda são necessários aprofundamentos substanciais para que o domínio de suas potencialidades seja ampliado e consolidado.

As diferentes nomenclaturas que alguns países dão a seus respectivos programas, por si só, já evidenciam visões diversificadas sobre o fenômeno e como ele se processa. Mittal *et al.* (2017), por exemplo, contestam o uso dos termos manufatura avançada e manufatura inteligente como sinônimos, ao afirmar que, enquanto a primeira está ligada à produção física, a segunda guarda relação apenas com as bases de softwares para a produção. Nessa mesma linha, Ahuett-Garza e Kurfess (2018) trazem conceitos importantes para a diferenciação de algumas dessas tecnologias, incluindo-se: Big data, simuladores, robótica, modelagem, realidade virtual, nanotecnologia, comunicação móvel, realidade aumentada, computação em nuvem e impressão 3D.

Considera-se que, apesar de a Indústria 4.0 ser um processo de inovação em consolidação, os avanços tecnológicos são seus principais reflexos e estão alterando substancialmente o mundo dos negócios e o modo como as pessoas se relacionam (NAKAYAMA, 2017). Elevada conectividade, capacidade de processamento e comunicação autônoma entre máquinas, produtos e sistemas são conceitos e práticas que não se limitam apenas em novos modos de produção, mas também no modo de vida das pessoas. Para Antsaklis (2014), a manufatura avançada, também denominada indústria inteligente ou Indústria 4.0, adotada pelos alemães, refere-se à 4ª Revolução Industrial, caracterizada pela integração e o controle remoto da produção, a partir de sensores e equipamentos conectados em rede, associados a sistemas ciberfísicos, dados e serviços inteligentes de internet. É entendida como o futuro da produção, dentro de um esforço para revitalização das empresas e pela busca de liderança tecnológica e, conseqüentemente, de mercados globais cada vez mais competitivos.

O atual ambiente de negócios, dinâmico e complexo, determina que as empresas tomem decisões rápidas e melhores se quiserem permanecer competitivas em longo prazo. Práticas comerciais convencionais raramente solucionam esse desafio, contribuindo com o risco de perder o controle de seus negócios. Nessas práticas, os processos de decisão podem demorar longos períodos e as decisões adotadas são muitas vezes baseadas em percepção intuitiva e não em dados e informações reais e apropriados.

Diante dos avanços tecnológicos, as empresas estão preocupadas em como se integrar no novo conceito de indústria para acumulação de lucros e a sua sobrevivência, mas não pensam o que fazer para não deixar os seus trabalhadores à deriva, considerando o trabalho como meio de sobrevivência e que muitas profissões deixarão de existir e obviamente haverá alteração na estrutura social. É pertinente pensar na sociedade e no meio ambiente que o rodeia porque a ciência e a tecnologia são desenvolvidas pelos seres humanos. Não faz sentido criar tecnologias para o próprio homem submeter-se ou ser controlado por elas.

Nesse contexto, Winner (1986) afirma que os artefatos têm política, na medida em que na maioria das vezes são usados para satisfazer interesses capitalistas por intermédio político em detrimento da sociedade. Esse autor sugere que se adotem tecnologias compatíveis com os interesses sociais e não tecnologias que ordenem o mundo.

Num contexto de grandes mudanças, novas estratégias empresariais e políticas públicas se fazem necessárias. No Brasil, de acordo com o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Manufatura Avançada, é preciso “aplicar esforços em inovação de produtos e processos integrados e em educação para manufatura avançada” como a principal forma de alavancar a produtividade das empresas (BRASIL, 2017, p. 43). Entende-se, portanto, que o conceito de Indústria 4.0 ou Manufatura Avançada demanda forte investimento em educação e inovação para que se possa contribuir com a difusão de conhecimentos que possibilitem compreender seu real impacto sobre os processos produtivos e as mudanças na economia.

O Plano é uma iniciativa que estabelece os objetivos tecnológicos, econômicos e sociais para a melhoria da produtividade e competitividade das empresas do país (BRASIL, 2017). O documento também aborda os principais referenciais conceituais que servem de sustentação para a superação dos desafios atrelados ao conceito de tecnologias, recursos humanos, cadeias produtivas, infraestrutura e regulação, elencadas pelo governo, e traz, neste cenário, o termo manufatura avançada como sinônimo de Indústria 4.0 ou indústria inteligente.

Todavia, a Indústria 4.0 traz consigo novos conceitos e métodos de trabalho que causam mudanças na estrutura social e, conseqüentemente, demandam novas competências profissionais que implicam em reformulação das Políticas Públicas de Ciência e Tecnologia (PPCT), refletidas nos Planos de Desenvolvimento Institucional e nos Projetos Pedagógicos de diferentes cursos, adaptando-os às novas realidades, sobretudo nas universidades de natureza pública. O que e como fazer é a grande questão que se coloca nesta tese. Há pelo menos dois modelos em confronto: a perspectiva instrumental e a educação cidadã, democrática, inclusiva e emancipatória.

Freire (1981) e Demo (1996) propõem a concepção de uma educação transformadora focada no desenvolvimento e na autonomia do indivíduo para construir uma sociedade mais participativa, mais justa. Assim, a educação deve ser um processo que contribui para a formação e para responsabilidade social e política. Segundo Carvalho (2015), a cidadania é um conjunto de direitos e deveres que garantem ao cidadão a participação e a responsabilidade com a vida em sociedade. Assim, cidadania passa a ser o exercício pleno dos direitos civis, políticos e sociais em uma sociedade que combine liberdade completa de participação na sociedade.

Adorno (1995A) entende a emancipação como a conscientização, a saída de um estágio de ignorância por meio do esclarecimento.

Freire (2001, p. 97) defende que uma educação para o desenvolvimento e para a democracia deve oferecer ao educando “instrumentos com que resistisse aos poderes do desenraizamento” da civilização industrial. A emancipação e a transformação social exigem o conhecimento da realidade, portanto, deve se considerar o homem, segundo Freire (2001), um ser de relações que não apenas está no mundo, mas, também, como o mundo. Deste modo, a leitura da realidade para Demo (1999, p. 66) se constitui a partir da construção da consciência crítica, portanto “ler a realidade implica saber intervir, usando como base instrumental o conhecimento reconstruído, e, como base ética, a capacidade de redirecionar a história, sendo dela sujeito”.

Segundo Goergen (2010), não cabe à universidade promover uma educação instrumental focada apenas na adaptação dos estudantes à realidade socioeconômica, mas também formar cidadãos autônomos, críticos e reflexivos, socialmente competentes, ou seja, a tarefa central da educação corresponde tanto à habilitação do indivíduo para a atuação no contexto social quanto ao desenvolvimento da capacidade reflexiva crítica do próprio sujeito.

Os estudos feitos pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2019) mostram que, no Brasil, apenas 2% das empresas demonstram interesse em adotar o conceito de Indústria 4.0. Em países como Alemanha, Estados Unidos e Israel, aproximadamente 15% das empresas já estão adotando práticas que envolvem o conceito.

Na atualidade, o discurso sobre aprendizagem, escola e educação devem estar conectados com o cenário da indústria, da tecnologia e da inovação social, pois vivemos em uma sociedade em rede (CASTELLS, 2010), em que é preciso capacitar futuros profissionais e requalificar os atuais, em função das novas demandas do mundo do trabalho. Neste sentido, os processos de aprendizagem devem estar mais focados na formação de competências relacionadas a criatividade, inovação, empreendedorismo, raciocínio lógico e resolução de problemas. O caminho da sociedade em rede, proposta por Castells (1996), com a cultura da virtualidade ou cibercultura (LÉVY, 1999), demonstra que a vida socialmente conectada pela internet convoca os sujeitos a ocupar novas posições diante do mundo.

Nessa perspectiva, Schwab (2016) pontua que a Indústria 4.0 mudará significativamente a natureza do trabalho em todos os setores e ocupações. Assim, diversas categorias de trabalho serão atingidas, principalmente aquelas que realizam o trabalho mecânico repetitivo ou o trabalho manual de precisão. O trabalho humano requerido por esta revolução incidirá sobre as habilidades de resolução de problemas complexos e competências sociais.

Segundo o *World Economic Forum – WEF* (2016), durante as revoluções industriais anteriores, muitas vezes as empresas levavam décadas para construir um sistema de treinamento para desenvolver grandes conjuntos de habilidades. Nesse sentido, para a Revolução Industrial 4.0, pode-se dizer que, quanto mais tempo durar para se tomar uma atitude de treinamento ou criação de novas profissões e habilidades, mais riscos e impactos negativos se farão sentir na sociedade.

De acordo com Leopoldo *et. al.* (2019), os impactos da Indústria 4.0 sobre o emprego ainda requerem mais estudos, mas a automação da produção e a substituição dos trabalhadores já nos mostram algumas profissões que sofrerão mudanças.

Para a CNI (2017), o estudo encomendado pelo governo alemão ilustra que a digitalização da indústria poderá ter um impacto positivo na criação de postos de trabalho. Acredita-se que 260 mil empregos podem ser criados até 2030, contra 23 mil que serão fechados, produzindo um saldo positivo de cerca de 240 mil. O que se nota nesse estudo é que não se faz menção a como isso será possível, ou seja, que políticas públicas serão formuladas para atingir esse feito, tendo em conta que muitas profissões deixarão de existir e novas habilidades serão exigidas, o que pode gerar desemprego massivo e criar uma desestruturação laboral, havendo a necessidade de se pensar em novas profissões ou aperfeiçoar as já existentes.

Leopoldo *et. al.* (2019) sustentam que o “novo trabalho” será estruturado em uma matriz completamente distinta das competências e habilidades exigidas nas revoluções anteriores. E, nesse contexto, segundo Araújo e Silva (2012, p.110), a “ciência e tecnologia ganham cada vez mais relevância, assim como o seu ensino, com implicações econômicas, sociais e ambientais, tornando-se questão crucial na educação”.

É nesse sentido que Dias e Gonçalves (2005) afirmam que deve existir uma nova proposta pedagógica que leve à construção de um currículo com ênfase no ensino interdisciplinar e temas transversais.

As competências profissionais estão ligadas ao aprendizado que se adquire ao longo da vida, uma vez que capacita as pessoas, dotando-as de um manancial de saberes que habilita para atingir suas metas individuais ou coletivas na sociedade.

Pode-se dizer que o aprendizado prepara os indivíduos, as comunidades e as nações a atingir suas metas e a aproveitar as oportunidades que surgem para enfrentar os desafios tecnológicos, econômicos e sociais para reverter a desvantagem e garantir o bem-estar de todos.

Segundo Goergen (2010), como já sinalizado acima, não cabe à universidade promover uma educação instrumental focada apenas na adaptação dos estudantes à realidade

socioeconômica, mas também formar cidadãos autônomos, críticos e reflexivos, socialmente competentes.

A educação instrumental, que será discutida mais adiante, aqui pode ser entendida tanto em um sentido predominantemente negativo na acepção dos críticos, quanto positivo para os defensores do modelo social e educacional vigentes. Já a formação cidadã, em certos contextos, é entendida como educação favorável à integração social e noutros como educação para a autonomia e distanciamento entre indivíduo e sociedade. Há uma pertinência social que designa a submissão adequada da universidade às exigências do mercado e contribuição crítico-construtiva da universidade para a construção de uma sociedade melhor.

Dagnino (2018) pontua a necessidade de se pensar em políticas cognitivas, ou seja, políticas de Educação, Ciência, Tecnologia e Inovação como um todo de forma sistêmica para os países periféricos, tendo em consideração que podem impulsionar e desenvolver movimentos sociais, populares e de esquerda. A dimensão deste desafio exige adoção de uma conduta semelhante à adotada pelos países do capitalismo avançado para alcançar a chamada sociedade do conhecimento.

De Oliveira *et al.* (2021) destacam que, ao se refletir sobre o progresso tecnológico e à inovação como linhas relevantes da história da humanidade, nota-se que a sociedade se estrutura e dinamiza como ondas resultantes do impacto tecnológico em um determinado tempo.

Abernathy e Clark (1985) afirmam que a inovação tecnológica tem a capacidade de influenciar uma variedade de atores econômicos de diversas maneiras.

Desse modo, a importância histórica da política científica e tecnológica-PCT, essencial para construção da capacitação inovativa dos países, é demonstrada por Freeman (1995), quando apresenta que, já em meados do século XIX, havia bastante clareza para autores como List (no caso da Alemanha) e Hamilton (no caso dos Estados Unidos, ainda mais precocemente) quanto à importância da realização de esforços coordenados, entre Estado, empresas e instituições científicas e de treinamento, para a construção da base científica e tecnológica das nações (ou seja, o aprimoramento das capacidades de acumular e criar novos conhecimentos) – essencial, tanto quanto a dimensão do “capital material”, ao seu desenvolvimento.

Mais recentemente, como introduzido por Lundvall (1985) e explorado, posteriormente, por diversos autores, essa perspectiva passou por avanços metodológicos, em que os Sistemas de Inovação (que ganharam o adjetivo de nacionais mais adiante – os SNI), em seus diversos elementos, que interagem de forma complexa e dinâmica, passam a ser vistos como essenciais para o amparo ao desenvolvimento da estrutura produtiva e social dos países (FREEMAN, 1995; LUNDVALL *et al.*, 2002). A educação científica e tecnológica pode auxiliar na

construção de conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões relativas às ciências e às tecnologias na sociedade e atuar na resolução de problemas. (ARAÚJO, 2012; AULER, 2011; BARBOSA, 2011)

Desse modo, uma educação com enfoque em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pode despertar o interesse dos estudantes quanto às questões científico-tecnológicas, relacionando os fatos da vida cotidiana, a ciência e a tecnologia, problematizar as questões sociais e éticas relacionadas a uso da tecnologia, favorecer a compreensão da natureza da ciência e do trabalho dos cientistas, contribuir para a formação do cidadão, para a tomada consciente de decisões responsáveis (AULER, 1998; SANTOS, 1999). Portanto, esse tipo de educação permite a busca de soluções para problemas que envolvem a Ciência e Tecnologia (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Para o efeito deste estudo, questiona-se: Quais são os pressupostos da educação e o perfil profissional desejado pela Revolução Industrial 4.0? Que respostas as universidades sinalizam para as demandas da I.4.0? Como as questões da I.4.0 aparecem em documentos como Planos de Desenvolvimento e Projetos Pedagógicos? Há tensões entre os pressupostos do modelo desejado pelo mercado e a oferta disponível nas universidades?

Considerando as questões levantadas, a presente tese buscou, como objetivo geral, analisar as demandas de formação requeridas pelo novo modelo de produção capitalista denominado de Indústria 4.0 e investigar se elas (as demandas) estão pressionando e produzindo mudanças na agenda dos cursos superiores. Em outras palavras, o que se pretendeu foi confrontar, à luz dos pressupostos CTS, o perfil profissional desejado pelo mercado e aquele que a universidade, sobretudo a de natureza pública, está se propondo a oferecer. De modo mais específico, a investigação buscou:

(1) Compreender se e como a universidade percebe a revolução industrial 4.0 em seus documentos fundamentais como o Plano de Desenvolvimento Institucional e Projetos Pedagógicos; (2) Identificar o perfil do profissional desejado pela Indústria 4.0 e confrontá-lo com o perfil proposto pela universidade; (3) Analisar e problematizar o resultado desse confronto a partir dos pressupostos da educação CTS.

Partiu-se, portanto, do pressuposto que a formação desejada pela RI 4.0, por seu viés instrumental, conflita, em forma e conteúdo, com o perfil da educação tecnológica ofertada atualmente nas universidades públicas, que deseja mais que uma expertise: deseja um cidadão.

Há uma expectativa que, na migração do sistema industrial atual para o modelo 4.0, haja um aumento do desemprego, já que a proposta da Indústria 4.0 é ser autocontrolável, autônoma, ou seja, funcione independentemente de mão de obra humana. Nessa perspectiva, diversas

categorias de trabalho serão atingidas, principalmente aquelas que realizam o trabalho mecânico repetitivo ou o trabalho manual de precisão. Já o trabalho humano requerido por esta revolução incidirá sobre as habilidades de resolução de problemas complexos e competências sociais.

Dos Santos (2012) é do entendimento que o propósito central da educação CTS é educação para cidadania e tem em vista o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e o desenvolvimento de valores. Também aponta como pressupostos de Educação CTS: a) Preparação para a cidadania; b) Atenção para vários conhecimentos; c) Abordagem múltipla da ciência, refletindo perspectivas internacionais; d) Conhecimento sobre ciência e cientistas; e) Integração do raciocínio moral com valores, preocupações humanas e razão científica; f) Visão do mundo por meio do olhar dos estudantes e da perspectiva dos adultos.

Pode se dizer que a estruturação curricular na perspectiva de Educação CTS ocorre de forma intrínseca aos temas sócio-científicos ou sociotecnológicos. Os temas, conforme Solomon (1993), sinalizam se a prática docente e a concepção de Educação CTS estão alinhadas. De forma que, para identificar se o tema escolhido possui significado para os estudantes, é necessário fazer os seguintes questionamentos: 1) O assunto é relevante para os alunos e para a sociedade em que eles vivem? 2) Cria novo interesse em ciência e tecnologia? 3) Ele oferece uma preparação para viver em nossa sociedade cada vez mais tecnológica, em que os menos informados podem facilmente se tornar capazes? 4) Faz com que os alunos pensem, discutam e questionem?

Pressupõe-se que o estabelecimento de políticas públicas em Ciência, Tecnologia e Sociedade baseadas em princípios democráticos na tomada de decisões tecnocientíficas seja a chave para o exercício sustentável da Ciência e Tecnologia. O investimento na Educação CTS é um fator determinante para o desenvolvimento científico-tecnológico sustentável, pois coloca a sociedade no contexto do desenvolvimento científico-tecnológico, podendo ela participar de forma acertada na tomada de decisões e minimizar os riscos que possam advir do desenvolvimento de tecnologias.

METODOLOGIA

Para o efeito desta tese, escolheu-se como local de estudo a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, uma instituição de ensino superior pública brasileira, mantida pelo Governo Federal do Brasil. Fundada em 1934, situa-se em Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, com uma área de aproximadamente 22 km².

Segundo a RUF-ranking universitário (2016), em 2016 a UFRGS aparecia na 5ª posição nacional na classificação acadêmica das universidades mundiais elaborada pela Shanghai Jiao Tong University e na 4ª posição nacional no *QS World University Rankings* publicado pela Quacquarelli Symonds do Reino Unido. Em um ranking organizado pelo Ministério da Educação da Espanha, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul aparece em 152º lugar, entre 17 mil instituições pesquisadas, e na 3ª posição entre as melhores da América latina (*Internet Archiv – Way Back Machine, 2016*). De 2012 a 2019, a UFRGS foi a melhor universidade federal do Brasil, com o maior índice geral dos cursos (IGC), contínuo na avaliação do MEC, tendo sido, também, a melhor entre todas as universidades nos anos de 2012, 2013 e 2014.

O estudo se estrutura como pesquisa bibliográfica e análise documental. Tendo em conta a abordagem do problema, considerou-se pesquisa qualitativa, segundo Minayo (2001, p. 14): “A pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis”. Objetivamente, a pesquisa busca produzir informações aprofundadas e ilustrativas, independentemente do tamanho da amostra. Portanto, preocupa-se com aspectos da realidade que podem ou não ser quantificados, centrando-se na compreensão e na explicação da dinâmica das relações sociais.

Em função da natureza do tema, das hipóteses e dos objetivos, optou pela pesquisa bibliográfica, tendo em conta que pode fornecer o manancial teórico necessário para sustentar a tese, e baseou-se nas leituras feitas em livros, artigos científicos e teses, consultados em bibliotecas físicas e virtuais, em um período que começou de 2019 a 2021. Segundo Pizzani *et al.* (2012, p. 54), a pesquisa bibliográfica pode ser entendida como “[...] a revisão de literatura sobre as principais teorias que norteiam o trabalho científico” e o levantamento bibliográfico pode ser realizado “[...] em livros, periódicos, artigo de jornais, sites da Internet entre outras fontes”.

Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 54), a pesquisa bibliográfica coloca o pesquisador em contato direto com toda a produção escrita sobre a temática que está sendo estudada. Para estes autores, “na pesquisa bibliográfica, é importante que o pesquisador verifique a veracidade dos dados obtidos, observando as possíveis incoerências ou contradições que as obras possam apresentar”. Nessa perspectiva, Gil (1999, p. 65) explica que a principal vantagem da pesquisa bibliográfica está relacionada ao fato de permitir “[...] ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”. Isso facilitará a vida do pesquisador quando tiver que lidar com um problema de pesquisa que

ênfatiza determinadas informações e dados que se encontram muitas vezes dispersos ou fragmentados.

Para o conhecimento do papel da universidade, recorreu-se, basicamente, aos documentos Plano de Desenvolvimento Institucional e aos Projetos Pedagógicos dos Cursos, contidos no site oficial da UFRGS. Segundo Flick, (2009), pesquisa documental é aquela em que os dados obtidos são provenientes de documentos, com o objetivo de extrair informações neles contidos, a fim de compreender um fenômeno; é um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos.

A pesquisa baseou-se em unidade de análise, dimensões de análise, conceitos/teorias e indicadores conforme a indicação a seguir. **1. Unidades de análise:** o Plano de Desenvolvimento Institucional e os Projetos Pedagógicos dos cursos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como: Engenharia de Controle e Automação; Engenharia de Produção; Engenharia de Computação; Engenharia Elétrica; Engenharia Química; Engenharia Física; Engenharia Civil; Engenharia de Materiais; Engenharia Mecânica; Engenharia Ambiental; Engenharia Metalúrgica; Administração; Administração pública e social; Políticas públicas; Ciências sociais; Relações públicas; Desenvolvimento regional, tendo em conta que estes definem as matrizes das disciplinas. **2. As dimensões de análise são:** a compreensão da Revolução Industrial 4.0; impactos da Indústria 4.0; o papel das universidades diante da Indústria 4.0; reação e/ou adequação sociotécnica dos currículos acadêmicos às demandas da Indústria 4.0; educação tecnológica e o debate entre o modelo instrumental e a educação cidadã; pressupostos da educação CTS; **3. Conceitos/teorias de fundamentação:** a) “**Razão instrumental**”, enquanto processo de submissão e objetualização do conhecimento humano, Adorno e Horkheimer (1947); b) “**Educação para o desenvolvimento e para a democracia**”, Freire (2001); c) **Emancipação**, no sentido de conscientização, a saída de um estágio de ignorância por meio do esclarecimento, Adorno (1995a); d) **Cidadania**, enquanto conjunto de direitos e deveres que garantem ao cidadão a participação e a responsabilidade com a vida em sociedade, Carvalho (2015). Os conceitos foram operacionalizados numa perspectiva de complementaridade. **4. Indicadores:** impactos tecnológicos; educação CTS; currículos universitários; políticas públicas em ciência e tecnologia; autonomia tecnológica. Nesse contexto, para o alcance dos objetivos e a verificação da hipótese, também se fez o uso do roteiro da análise documental.

Estruturalmente, a tese se desdobra em três capítulos, para além da introdução, justificativa, problema, objetivos, hipóteses e metodologia, conforme a ilustração a seguir:

Capítulo 1. Revoluções Industriais e o surgimento da Indústria 4.0: neste capítulo, faz-se uma abordagem sobre a Indústria 4.0, seu contexto de surgimento como consequência evolutiva das Revoluções Industriais anteriores, mas também como o *modus operandi* do capitalismo com vistas à massificação da produtividade e do aumento de lucros cada vez maiores sem se importar com as consequências que possam recair sobre a sociedade, não obstante os seus impactos sociais, ambientais e o surgimento de novas competências profissionais. Faz-se entender a necessidade de tomada de medidas políticas claras e específicas de inclusão social nos processos tecnocientíficos e industriais para acautelar os impactos negativos ou os riscos que delas possam emergir.

Capítulo 2. Universidade e seu papel social de formação profissional: nesse capítulo, faz-se uma abordagem sobre a percepção do papel das universidades face às demandas da Indústria 4.0, com enfoque na educação CTS para educação tecnológica como pressuposto para formação profissional, visto que educar o ser humano é investir no capital humano com vistas a capacitá-lo para lidar com as novas realidades sociais, políticas, econômicas e industriais, o que lhe permite participar na tomada de decisões científico-tecnológicas de maneira democrática, consciente e pelo respeito à dignidade humana. Também faz-se uma abordagem sobre a capacidade que o capitalismo tem de manipular e influenciar a sociedade e o mundo, por exemplo, a de instrumentalizar a educação com vistas a alcançar os seus interesses particulares em detrimento da sociedade no geral, não obstante a necessidade de uma educação cidadã, democrática e emancipadora para incluir a sociedade na tomada de decisões tecnológicas. Busca-se fazer perceber que o exercício público da Ciência e Tecnologia é uma forma de inclusão social com vistas a evitar o surgimento de práticas tecnológicas danosas à sociedade e ao meio ambiente.

Capítulo 3. Apresentação e discussão dos resultados: neste capítulo, faz-se a apresentação e discussão dos resultados provenientes da análise do Plano de Desenvolvimento Institucional e dos Projetos Pedagógicos dos cursos de “Engenharia de Controle e Automação; Engenharia de Produção; Engenharia de Computação; Engenharia Elétrica; Engenharia Química; Engenharia Física; Engenharia Civil; Engenharia de Materiais; Engenharia Mecânica; Engenharia Ambiental; Engenharia Metalúrgica; Administração; Administração pública e social; Políticas públicas; Ciências sociais; Relações públicas; Desenvolvimento regional, tendo em conta que estes definem as matrizes das disciplinas.

Capítulo 1. REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E O SURGIMENTO DA INDÚSTRIA 4.0

Neste capítulo fazemos uma abordagem sobre a Indústria 4.0. Seu contexto de surgimento como consequência evolutiva das Revoluções Industriais anteriores, os seus impactos sociais, ambientais e as demandas por novas competências profissionais são consequências da “superprodução industrial”, devido aos riscos que dela emergem.

O desenvolvimento tecnológico ganhou notoriedade com os avanços verificados nas Revoluções Industriais. Nessa perspectiva, Boettcher (2015) entende que as Revoluções Industriais aliadas aos grandes avanços tecnológicos culminaram no surgimento da Indústria 4.0 ou quarta Revolução Industrial.

Segundo Marson (2014), historicamente, a indústria foi o fator mais poderoso de aceleração do crescimento econômico. Nesse contexto, é pertinente conhecer os valores preconizados pelas indústrias, tendo em conta que estas se inserem em uma sociedade devidamente constituída e estruturalmente organizada. Isso nos leva a um questionamento por forma a saber se as Revoluções Industriais aliadas aos grandes avanços tecnológicos têm sido projetadas em uma perspectiva inclusiva relativamente à sociedade ou se se constata um determinismo tecnológico resultante da neutralidade tecnológica diante da sociedade, não obstante se, dentre os valores preconizados pela indústria, estão inclusos os valores sociais, ambientais e humanos. Essa observação permitirá uma tomada de decisões na escolha dos tipos de tecnologias almejadas pela sociedade, ou seja, permitirá a escolha de tecnologias com impactos socialmente almejados.

Ademais, a sociedade e o mundo precisam de estar em alerta máxima de modo a se repensar nas estratégias sociais, ambientais e humanas como forma de minimizar os efeitos deste novo conceito industrial.

1.1. Primeira Revolução Industrial

Antes do surgimento da indústria, vigorava a produção manual, o que tornava a produtividade menos impactante na sociedade, em um contexto de crescimento demográfico descontrolado. Porém, produzir mais rápido e em maior quantidade era a essência do capitalismo, que tinha como objetivo principal a obtenção de lucros (CAVALCANTE; SILVA, 2011). É por causa desse objetivo de obtenção de lucros de forma gananciosa e insaciável que reside o cerne do capitalismo, que, desde a sua fase de formação, pautou pela coerção e pela violência sem tréguas, que começou desde a expropriação de terras comuns sob o pretexto de cercamento: os pequenos camponeses foram expulsos das suas terras e, de forma ardilosa,

foram criadas leis que incriminavam os desempregados sob o pretexto de que eram vagabundos, mendigos e ladrões, quando, na verdade, já tinham construído seu grande império industrial e precisavam de mão de obra nas fábricas e nas terras. Assim, os camponeses que foram expropriados de suas terras sentiram-se obrigados a comprar alimentos do capitalista que o próprio camponês produzia. Por isso, Marx chamava de “processo de exploração e alienação” (MARX, 2004).

Desse modo, percebe-se que não era do interesse capitalista a produção manual, visto que poderia levar a um retrocesso na acumulação de lucros. Muito menos interessava ao capitalista as condições de trabalho submetidas aos trabalhadores para a obtenção de tais lucros.

Segundo Boettcher (2015), a 1ª Revolução Industrial ocorreu na Inglaterra, no final do século XVIII e início do século XIX, entre 1760 e 1860. Depois, se estendeu para outros países, como: França, Bélgica, Holanda, Rússia, Alemanha e Estados Unidos da América. Todavia, a Revolução Industrial ficou conhecida por proporcionar invenções tecnológicas importantes, que trouxeram a evolução do setor produtivo e de transporte. Assim, a ciência descobria a utilidade do carvão como fonte de energia, não obstante a descoberta da máquina a vapor e a locomotiva (VENTURELLI, 2017).

Segundo Boettcher (2015), na primeira Revolução Industrial, verificou-se o aperfeiçoamento da máquina a vapor por James Watt, quando a indústria têxtil foi a primeira a utilizar a nova tecnologia da máquina a vapor. Depois, outros setores resolveram utilizar o meio de automação de processos e assim inseriram máquinas a seus processos produtivos. A indústria têxtil passou a ser o símbolo da produção excedente. Portanto, a primeira Revolução Industrial foi uma motivação para o surgimento do capitalismo, que antes era meramente comercial e passou a ser industrial.

É nesse sentido que Cavalcante (2011) e Silva (2011) consideram que essa revolução mudou consideravelmente a vida das pessoas e até hoje seus reflexos podem ser vistos e continuam em processo de transformação.

Assim, a 1ª Revolução Industrial proporcionou mudanças significativas na estrutura social, econômica e política como forma de garantir a competitividade e comercial entre os países diretamente envolvidos nessa realidade, mas também trouxe principais consequências ilustradas no quadro seguinte:

Quadro representativo das principais consequências da primeira Revolução Industrial

Consequências sociais	Consequências políticas	Consequências econômicas	Consequências ambientais	Consequências laborais
Fortalecimento de duas classes: burguesia industrial e o proletariado fabril.	Expansão do imperialismo.	Fortalecimento político e econômico da burguesia.	Avanço dos impactos ambientais.	Divisão e especialização do trabalho.
Aumento das desigualdades sociais	Surgimento do Socialismo	Elevado crescimento econômico.	As cidades tornam-se grandes centros industriais.	Diminuição das corporações ligadas ao artesanato (manufaturas).
Concentração de renda na mão dos donos das indústrias.	Progresso científico e tecnológico.	Surgimento dos “ <i>Trade Union</i> ” (sindicatos).	Crescimento desordenado das cidades.	Avanço dos sistemas de comunicações e transporte.
Aumento do êxodo rural.	Expansão e consolidação do sistema capitalista.	Expansão do comércio e das atividades industriais.		Aumento do rendimento do trabalho.
Crescimento das cidades e da população.		Aumento da produtividade e do mercado consumidor.		Aumento das lutas operárias.
		Surgimento das linhas de montagem (Fordismo e Taylorismo).		Redução do custo de produção.
		Dinamização do processo industrial.		Substituição da manufatura para a maquinofatura.

Elaborado por: Figueiredo Artur Muinge

É de referir que o surgimento dessa Revolução constituiu um voo para o aumento da produtividade e a acumulação de lucros da camada social minoritária que já possuía um poderio financeiro e econômico altamente constituído. Mas também significou uma ameaça a maioria social desfavorecida financeiramente e economicamente e sem o poder decisório, que se sujeita ao *modus vivendi* dos industriais. Pressupõe-se que, devido à corrida pelo aumento da produtividade e de lucros, tenha se esquecido de se acautelar os impactos humanos que essa revolução poderia trazer, o que veio a colocar a sociedade em riscos por causa dos efeitos diretos e colaterais.

Nesse contexto, Beck (2010) ilustra que, dada à corrida pelo aumento crescente da “produtividade” e dos “lucros”, a humanidade, pós-revolução industrial, deparou-se com graves problemas ambientais, como: a) A acidificação do ar e do mar – por exemplo no Canadá, devido à concentração industrial; b) A morte das florestas nos extremos setentrionais da Escandinávia, devido à irradiação nuclear e contaminação por diversos poluentes na água, no ar e no solo; c) O alto teor de chumbo no leite materno e nas crianças; d) A identificação de metais pesados no peixe; e) O crescimento da utilização de fertilizantes sintéticos e de outros insumos químicos na agricultura, e pesticidas – o que coloca em risco diversas espécies vivas, as faunas e a flora; f) A maior catástrofe industrial da história (o acidente tóxico em Bhopal, na Índia), em que uma

nuvem venenosa vazou de uma indústria química espalhando-se por 65 quilômetros e matando milhares de pessoas e animais em menos tempo; g) O polvilhamento das pessoas pelo manuseio do DDT na Siri Lanka; h) A morte de milhares de pessoas na ilha caribenha de Trinidad, devido a pesticidas por elas usados; i) A queda de chuvas ácidas na Vila Parisi (na região de mangue), no Brasil, local escolhido pela Empresa Brasileira de Petróleo - Petrobrás para refinaria de petróleo. Logo em seguida, apareceram empresas como a Cosipa, grande siderúrgica brasileira, e a Copebrás - uma indústria americano-brasileira de fertilizantes, a multinacional FIATE, a Dow Chemical e a Carbiden, que colocam a sociedade daquela região em riscos, contraindo pústula – “pele de jacaré” na linguagem local, problemas de saúde nas crianças – asma, bronquite, inflamação na garganta e nas vias respiratórias, e eczema, não obstante o derrame de 700 mil litros de petróleo no mangue que abasteciam as palafitas da Vila Socó, onde, em menos de um minuto, irrompeu fogo, matando mais de 500 pessoas por incineração.

Por esta razão, Ulrich Beck faz uma análise à sociedade contemporânea e considera que os aspectos negativos ou riscos superam os aspectos positivos e escapam ao controle das instituições sociais. Portanto, para ele, os riscos constituem um produto histórico, uma imagem refletida das ações e das omissões humanas, um produto da modernidade em seu estado máximo de desenvolvimento que não respeita as fronteiras nacionais e muito menos a segmentação da sociedade em classes. Esses perigos que envolvem a sociedade não estão na ignorância, mas no conhecimento; não está na omissão humana, mas na ação humana, tendo em vista que é capaz de sistematizar decisões e restrições ideológicas e morais.

Parece que os objetivos dos progressos tecnológicos estão conectados diretamente com o aumento da produtividade, das vendas e dos lucros do capitalista industrial, em que se esquece que os processos tecnológicos ocorrem em contextos sociais dos quais estão inseridos. Para tal, seria melhor preparar essa sociedade nas diversas vertentes, de modo a não ser encontrada em contrapé. Até porque pensa-se que, estrategicamente, colocar a sociedade a par dos processos tecnológicos permite que ela possa escolher os tipos de tecnologias que tragam mais benefícios do que malefícios. Portanto, o desenvolvimento tecnológico precisa ser aceito e validado pela sociedade, sob pena de rejeição e contestação.

É nesse contexto que a Teoria Crítica da Tecnologia, criada por Feenberg (2004), defende a tese de que:

[...] onde quer que as relações sociais sejam mediadas pela tecnologia moderna, é possível introduzir controles mais democráticos e reformular a

tecnologia a fim de acolher maiores “*inputs*” de perícia e iniciativa (FEENBERG, 2004, p. 2-3).

Mas a literatura que versa sobre a matéria das Revoluções Industriais nos ilustra a ausência, se não o esquecimento dos valores sociais nos aspectos técnico-científicos, o que, na maioria das vezes, traz impactos não desejados pela sociedade.

Contudo, no decorrer dos anos, foram notáveis diversas invenções e inovações tecnológicas que culminaram com o surgimento da 2ª Revolução Industrial, que, a seguir, se fará menção.

1.2. Segunda Revolução Industrial

De acordo com Boettcher (2015), ao longo do processo da Revolução Industrial, o uso de novas tecnologias se tornou um fator fundamental para o crescimento e modernização, o que fez com que os donos das indústrias ficassem interessados em incrementar cada vez mais os seus lucros. Dessa forma, o modelo industrial desenvolvido inicialmente sofreu mudanças importantes, ou seja, em 1870, diante da nova demanda tecnológica aliada pelas inovações, surge então a 2ª Revolução Industrial. Pode-se notar, mais uma vez, a observância do caráter insaciável do capitalismo, tendo em conta o seu *modo operandi*, que, de forma contínua, arrasta a sociedade para o mundo de incertezas sob o pretexto do desenvolvimento.

Nessa perspectiva, Silva e Gasparin (2013) nos informam que a 2ª Revolução Industrial, diante das inovações tecnológicas, assumiu novas características, como: a) Descoberta da eletricidade; b) Transformação do ferro em aço; c) Surgimento e modernização dos meios de transporte; d) Avanço dos meios de comunicação; e) Desenvolvimento da indústria química e de outros setores.

Essa Revolução Industrial destacou-se pela busca de maiores lucros, especialização do trabalho e ampliação da produção.

Segundo Boettcher (2015), foi na 2ª Revolução Industrial que surgiu o “Fordismo”, um termo criado por Henry Ford em 1914 que se refere aos sistemas de produção em massa, que tinha em vistas a racionalização de produção capitalista por meio de inovações técnicas, em que, por um lado, se verificava a produção em massa e, por outro, o consumo em massa.

A Ford criou um processo semiautomatizado de produção que causou uma revolução na indústria automobilística. É nesse sentido que Silva e Gasparin, (2013) afirmam que, em 1914, Ford introduziu a primeira linha de montagem automatizada, com esteiras rolantes.

Segundo Boettcher (2015), diante dessas inovações, as indústrias alcançaram lucros cada vez maiores e qualificaram o processo desde a obtenção da matéria-prima até o consumidor final. Nessa perspectiva, um dos aspectos da 2ª Revolução Industrial considerado positivo foi o maior controle sobre os gastos, o que conseqüentemente ocasionava cálculos mais precisos a respeito das margens de lucro.

Nesse âmbito, o capitalismo tornou-se responsável pela aceleração e crescimento econômico mundial, em que países economicamente desenvolvidos, como Estados Unidos da América, Alemanha, Japão e França, tornaram-se líderes globais no que se refere a tecnologia. Mas também pode se dizer que o capitalismo é responsável pela desestruturação social, econômica e política, e que quase sempre anda de forma desalinhada aos princípios humanísticos, tendo em conta que mais prejuízos se dão em relação às vantagens. Mesmo com a clareza de que as técnicas usadas para o aumento da produtividade e acumulação de riquezas quase sempre trazem prejuízos, é constante o seu aprimoramento para satisfação dos interesses particulares que, às vezes, não se ajustam às políticas públicas.

Assim, a 2ª Revolução Industrial teve como principais conseqüências: a) O aumento da produção em massa em um curto espaço de tempo, o que também provocou um aumento do comércio; b) O crescimento das doenças, o desemprego e a maior disponibilidade de mão de obra mais barata.

Portanto, com a procura cada vez mais pelo lucro no mundo capitalista, foi notório o desenvolvimento da tecnologia, o que fez surgir dessa forma a 3ª Revolução Industrial, que, a seguir, se fará a respectiva abordagem.

1.3. Terceira Revolução Industrial

Segundo Silva *et al.*, (2002) a 3ª Revolução Industrial, que surge como conseqüência dos avanços tecnológicos dos séculos XX e XXI, trouxe uma renovação no processo econômico, político e social, com maior dinâmica e complexidade.

Boettcher (2015) afirma que, diante de grandes descobertas e inovações tecnológicas, a 3ª Revolução Industrial, também conhecida como Revolução Técnico-Científica e Informacional, é formada por meio de processos de inovação tecnológica, dos quais são marcados pelos avanços no campo da informática, robótica, das telecomunicações, dos transportes, da biotecnologia, química fina, além da nanotecnologia.

É nesse sentido que Silva *et al.*, (2002) consideram que diversas foram as características da 3ª Revolução Industrial, dentre as quais se destacam: a) A utilização de várias fontes de energia; b) O uso crescente de recursos da informática; c) O aumento da consciência ambiental;

d) A diminuição crescente do emprego, uma vez que a mão de obra passou a ser substituída por máquinas cada vez mais modernas; e) A ampliação dos direitos trabalhistas; f) A globalização; g) O surgimento de potências industriais; h) A massificação dos produtos tecnológicos.

Todavia, diante desses eventos científicos e tecnológicos, diversas mudanças foram visíveis no âmbito político, social, cultural e econômico, surgindo desse modo a 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0, que é parte de estudo dessa tese.

1.4. A Indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial

Segundo Kagermann *et al.* (2013), o termo Indústria 4.0 surgiu em 2011 na Alemanha, na feira de Hannover, como uma nova proposta de indústria, devido à necessidade de se fazer uma abordagem com vistas a fortalecer a competitividade da indústria manufatureira alemã.

Segundo Silveira (2017), em 2012 os criadores do projeto ministrado por Siegfried Dais (Robert Bosch GmbH) e Kagermann (Acatech) apresentaram um relatório de recomendações para o Governo Federal Alemão, como forma de planejar o modo ou a forma de implantação da Indústria 4.0, o que veio a acontecer em 2013 na feira de Hannover, no que se considera como edição final sobre essa nova perspectiva industrial.

Venturelli, (2017) esclarece que a Indústria 4.0 tem como foco a conectividade, ou seja, conectar toda uma indústria, desde a produção até o sistema de vendas.

Portanto, Oesterreich e Teuteberg (2016) são de entendimento que esse novo modelo industrial se baseia na digitalização e automação do ambiente de manufatura. Por essa razão, Silveira (2017) nos informa que a Indústria 4.0 se fundamenta na conexão das máquinas, sistemas e ativos, em que as empresas podem criar redes inteligentes e controlar os módulos de produção de forma autônoma. Nessa perspectiva e no âmbito do conceito da Indústria 4.0, os autores Zawadzki e Zywicki (2016) afirmam que esse novo modelo industrial é uma combinação das conquistas tecnológicas dos últimos anos com uma visão futurista de sistemas de produção inteligentes e automatizados, no qual o mundo real é ligado a virtual.

Khan e Turowski (2016b) entendem que essa é uma revolução habilitada pela aplicação generalizada de tecnologias avançadas no nível da produção para trazer novos valores e serviços para os clientes e para a própria organização. Na mesma perspectiva, Hermann *et al.* (2016) consideram a Indústria 4.0 um termo coletivo para tecnologias e conceitos de organização de cadeias de valor. Na perspectiva de Bitkom *et al.* (2016), a Indústria 4.0 representa a 4ª Revolução Industrial, a próxima etapa na organização e controle de todo o fluxo de valor ao longo do ciclo de vida do produto.

De um modo geral, percebe-se que a Indústria 4.0 representa mudanças no modo de produção das fábricas, nos modelos de negócios, no desenvolvimento das técnicas de produção e na gestão tecnológica organizacional, por forma a garantir a competitividade do mercado no mundo contemporâneo em que vivemos. Significa que acumulação de riqueza continua a ser a forma central de produção capitalista patente nesta revolução, constatando-se um dinamismo contínuo do sistema capitalista no sentido de que sempre inova para aumentar a produtividade e o lucro.

Com a Indústria 4.0, surgem as fábricas inteligentes (baseadas em automação, Internet das coisas, Sistemas ciberfísicos, Sistemas Big data, Inteligência Artificial, sistema de cópias de fábrica protegidas em sistemas de nuvem). Presume-se que as fábricas inteligentes possam funcionar de forma autônoma e em colaboração com o meio físico em que se contextualizam, através da Internet das coisas, em uma estrutura previamente montada. Assim, a identificação dos produtos será feita por chips RFID (RadioFrequency Identification), que fornecerão informações sobre sua localização, histórico, “*status*” e rotas, de modo que as informações permitam que as estações de trabalho conheçam as fases de fabricação a serem realizadas em cada produto e se adaptem à execução de determinadas tarefas.

Bahrin *et al.* (2016) consideram que a Internet das coisas conecta os dispositivos a uma rede de internet com vistas a permitir o intercâmbio de informações em tempo real. O que significa que os sistemas “*Big data*” e “*Cloud-computing*” possibilitarão a realização da coleta, armazenamento, bem como análise abrangente dos dados de diversas fontes e clientes com vistas a sustentar a tomada de decisões, a otimização das operações, a economizar a energia e a melhorar o desempenho do sistema, não obstante a permissão dada aos colaboradores para que possam acessá-los de qualquer lugar, através de um *tablet* ou smartphone. Portanto, nessa perspectiva, Hermann *et al.*, (2016) afirmam que os serviços de internet ao nível da indústria e das organizações a elas ligadas são fornecidos para a utilização pelos participantes da cadeia de valores.

Portanto, a Indústria 4.0, para além de se sustentar na Internet das coisas e nos sistemas ciberfísicos e Big data, também se apoia em princípios que a norteiam, traçando, dessa forma, um delineamento de atuação para a sua implementação, com vistas a atingir os objetivos almejados no contexto de mercados competitivos do mundo contemporâneo globalizado. Nesse contexto, vide no subcapítulo a seguir os referidos princípios que servem de modelo das fábricas inteligentes e que resultam da evolução tecnológica que tem sido registada desde a primeira Revolução Industrial.

1.4.1. Características da Indústria 4.0

Segundo Silveira (2017), a Indústria 4.0 é dotada de alguns princípios, dos quais seis são tidos como os mais importantes e que devem ser seguidos para a implementação da 4ª Revolução Industrial, nomeadamente:

- a) Capacidade de operação em tempo real - aquisição e tratamento de dados em tempo real, fator que possibilita que decisões sejam tomadas em tempo real;
- b) Virtualização - essa moderna proposta industrial possui uma cópia virtual das fábricas inteligentes, permitindo, assim, a rastreabilidade e o monitoramento remoto;
- c) Descentralização - as decisões podem ser feitas pelo sistema ciberfísico, como forma de atender às necessidades de produção em tempo real;
- d) Orientação de Serviços - utilização de arquiteturas de “*software*” orientada a serviços aliados ao conceito de “*Internet of Services*”;
- e) Modularidade - produção de acordo com a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. Essa mobilidade permite alterar as tarefas das máquinas facilmente;
- f) Interoperabilidade - Capacidade dos sistemas ciberfísicos (suportes de peças, postos de reunião e produtos), humanos e fábricas inteligentes de se comunicarem uns com os outros por intermédio da Internet das coisas e da Internet.

Diante dos princípios da Indústria 4.0, é possível notar algumas vantagens que obviamente serão objeto de análise para vislumbrar aspectos controversos e propor possíveis soluções para o efeito.

1.4.2. Desafios da Indústria 4.0

São apontadas como vantagens da Indústria 4.0: a) O aumento da produtividade por causa da automação e da otimização dos processos, redução de custos de ativos e melhorias na produção; b) Maior continuidade de negócios, devido à conectividade e supervisão baseada em Internet das coisas, que permite monitoramento e previsão dos problemas; c) Melhores condições de trabalho, devido ao exercício de atividades menos desgastantes e menor índice de acidente de trabalho; d) Personalização, devido à interação direta entre a empresa e o cliente através da customização de produtos e criação de soluções, o que traz vantagens competitivas; e) Agilidade por causa do uso da inteligência artificial, Big data, sistemas ciberfísicos e robótica.

Contudo, a Indústria 4.0 não só apresenta vantagens, mas também enfrenta alguns desafios que merecem uma atenção especial, para que não se coloquem em risco os interesses sociais ou da coletividade, visto que as fábricas inteligentes estão inseridas em um contexto

social e que também os interesses sociais devem ser acautelados. para se evitar que as práticas científico-tecnológicas não possam trazer prejuízos incomensuráveis ou incontroláveis.

Como já sinalizado acima, Beck (2010) afirma que a “Modernidade” é o salto tecnológico de racionalização e transformação do trabalho e da organização, incluindo mudanças sociais. Para o sociólogo, a produção social de riqueza é acompanhada pela produção social de riscos. Desta forma, o autor diz que a sociedade de escassez é sobreposta aos problemas que derivam da produção científica-tecnológica, pois pensa-se que o desenvolvimento tecnológico fará emergir riquezas recôndidas. No entanto, a distribuição de riqueza faz emergir a distribuição de riscos. Beck explica, ainda, que o desenvolvimento tecnológico no mundo contemporâneo se fundamenta na “superprodução industrial”. No entanto, a superprodução industrial acarreta problemas de conflito social, não obstante os seguintes riscos: 1 - O risco (pobreza) – pauperização de grande parte da população; 2 – Riscos de qualificação; 3 - Riscos de saúde; 4 - Riscos profissionais de industrialização; 5 – “*Big business*” – insaciedade econômica.

A distribuição e o incremento de riscos fazem com que surjam “situações sociais de ameaça” à propriedade, à legitimidade e ao lucro, que também trazem desníveis internacionais.

O interesse pelo lucro e propriedade impulsiona o processo de industrialização e suas diversas consequências ameaçadoras que comprometem e desapropriam o próprio lucro, a propriedade e a vida, o chamado “efeito Bumerangue”- o risco ameaça a todos sem escolha de ninguém e de nada.

A potencialização dos riscos faz com que a sociedade se reduza em comunidade de perigo. A sociedade de classe está preocupada com a riqueza e o poder, distanciando-se das ameaças do risco. É preciso criar políticas e medidas preventivas das ameaças dos riscos tecnológicos.

Nesse contexto, Feenberg (2001) nos informa que tecnologia é configurada de tal forma que reproduz a regra de poucos sobre muitos, o que significa que a ação técnica surge como um exercício de poder. Assim, a sociedade é organizada ao redor da tecnologia; o poder tecnológico é sua fonte de poder. Isso fica claro nos “*designs*” de equipamentos tecnológicos que estreitam a escala dos interesses e das preocupações que podem ser representados pelo funcionamento normal da tecnologia e das instituições dela dependentes. Esse estreitamento distorce a estrutura da experiência, causando sofrimento aos seres humanos e danos ao ambiente natural. Ademais, expandir a tecnologia para uma escala mais larga de interesses poderia conduzir a seu “*redesign*”, para uma maior compatibilidade com os limites humanos e naturais da ação técnica.

A transformação democrática desde as bases pode encurtar os laços de retorno na vida e na natureza humana danificadas e, assim, nortear uma reforma radical da esfera técnica.

Há dificuldades de encontro no que tange aos princípios morais, religiosas e políticos, como as reproduções “*in vitro*”, as preocupações com as questões ambientais, a segurança no trabalho e as experimentações com seres humanos, que não podem ser ignoradas, visto que possuem resultados diretos na vida e problemáticas em todas as instâncias sociais (FEENBERG, 2001).

Desse modo, percebe-se que o poder tecnológico exercido sobre a sociedade é um “poder de dominação”, pois coloca a tecnologia no centro das atenções, sob o controle e o domínio da sociedade. A continuar assim, os impactos tecnológicos negativos tenderão a continuar. Porém, o ideal seria que as atenções estivessem viradas à sociedade, uma vez que as tecnologias são criadas no contexto social e para a sociedade.

Contudo, esse poder de dominação trará impactos sociais na Indústria 4.0, que se farão sentir na força de trabalho, ou seja, na empregabilidade e na necessidade das pessoas aperfeiçoarem suas competências para lidar com todas as novas tecnologias e garantir sua empregabilidade, o que faz dessa maior exigência de qualificação, juntamente com as mudanças demográficas já em curso. Nessa perspectiva, a inclusão social nos processos tecnológicos. Não obstante, a criação de política públicas paralelas aos processos tecnológicos seria uma alternativa para minimizar os riscos tecnológicos.

Recentemente, estudos dos efeitos da automação e da inteligência artificial sobre os empregos convergem para as mesmas conclusões: em países como Estados Unidos, Japão, Reino Unido e Alemanha. A proporção de empregos em risco prevista para as próximas duas décadas gira entre 35 e 47%. O mais surpreendente dessa mudança é o perfil das ocupações que começam a ser substituídas pela automação como atividades intensivas em mão de obra nas indústrias de eletrônicos, confecções e construção civil, além de trabalhos qualificados no setor de serviços.

O uso de inteligência artificial em instituições financeiras, escritórios de advocacia, corretoras de imóveis, agências de viagem, empresas de contabilidade, de telecomunicações e de mídia e até mesmo nos serviços públicos deverá eliminar os empregos de grande parte da classe média. Alguns especialistas têm uma visão otimista dessas mudanças e acreditam que novas ocupações e oportunidades de negócios poderão abrigar os futuros desempregados da tecnologia. Mas competências necessárias serão novas. O trabalho humano que superará ainda por algum tempo o das máquinas será aquele baseado na criatividade, no empreendedorismo e na inovação. O que significa que a Indústria 4.0 demanda um novo modelo de produção que

exerce uma pressão sobre a sociedade no geral e em particular sobre instituições do ensino superior, podendo produzir mudanças na agenda dos cursos existentes.

É preciso grifar que, para além do desemprego em massa que surge como resultado do impacto da Revolução Industrial 4.0, existem outros impactos, como:

1 - Impactos éticos, nos quais Vinayak Dalmia e Kavi Sharma (2021), investidores em novas tecnologias, perguntam, em artigo publicado no site do Fórum Econômico Mundial, se estamos preparados para submeter a algoritmos decisões críticas da vida pessoal envolvendo a carreira, a escola dos filhos ou a escolha de um parceiro afetivo. Na medida em que máquinas adquirem a capacidade de tomar decisões autônomas, como quem contratar para uma vaga de emprego e como definir determinado tratamento médico, emergem questões éticas totalmente novas: Como serão definidas as regras para tais resoluções? Como julgar decisões tomadas por máquinas quando provocam danos às pessoas? Os algoritmos que controlam o uso do Facebook e do Google estão criando novos padrões de comportamento e de relacionamentos? O uso da psicométrica avançada, como a utilizada pela Cambridge Analytica, permite a identificação de perfis psicológicos com capacidade de prever decisões e comportamentos com alto grau de precisão? O emprego dessa tecnologia para fins comerciais e políticos levanta problemas éticos que não estão sendo discutidos pela sociedade e cuja regulação e direito ainda estão em fases muito iniciais?;

2 - No âmbito econômico, a 4ª Revolução Industrial provocará impactos monumentais em todas as variáveis macroeconômicas, como Produto Interno Bruto, investimentos, consumo, emprego, comércio e inflação (SCHWAB, 2016). Isso significa que uma enorme quantidade de investimentos será necessária. Nesse sentido, Davies, (2015) estima que somente a Alemanha deva investir, até 2020, 40 bilhões de euros anualmente no projeto, valor que pode chegar a 140 bilhões anuais em toda a Europa. Os EUA, segundo Buhr (2017), investirão 1,35 trilhão de dólares na Indústria 4.0 nos próximos 15 anos, totalizando 90 bilhões por ano;

3 - No âmbito industrial, a Indústria 4.0 possibilitará incríveis ganhos de produtividade, eficiência e flexibilidade em toda a cadeia produtiva, além de permitir a otimização da tomada de decisão e a rastreabilidade de ponta a ponta do processo (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). O BCG (2015a) estima que, somente na Alemanha, onde a Indústria 4.0 encontra-se mais avançada, os ganhos de produtividade irão variar de 15% a 25%.

Portanto, as novas tecnologias podem contribuir para tornar a produção industrial mais eficiente, com redução de uso de recursos naturais, de geração de resíduos e de consumo de energia. Contudo, as novas tecnologias, ao reduzir os custos de produção e distribuição, podem

induzir a um aumento significativo de consumo, gerando, desse modo, impactos ambientais negativos.

Nessa perspectiva, segundo o Global E-waste Monitor, o lixo eletrônico cresceu 8% entre 2014 e 2016, e a previsão é de que aumente 17% até 2021. Assim, cientistas que trabalham com biotecnologias alertam também sobre riscos de contaminação ambiental.

As tecnologias de “*blockchain*”, a Internet das coisas (IoT), a impressão em três dimensões (3D) e a Inteligência Artificial facilitam a formação de uma rede de mercados com base em plataformas de pequenas empresas. Desse modo, as tecnologias da 4ª Revolução Industrial podem formar grandes monopólios globais, pois reduzem drasticamente os custos marginais e permitem enormes economias de escala. Nesse contexto, o futuro da produtividade mostra que as empresas que investem mais em tecnologias digitais e se baseiam no conhecimento se distanciam da concorrência.

1.4.3. Impactos da Indústria 4.0

A Indústria 4.0 traz consigo uma nova forma de funcionamento, baseada em conectividade e em um grande volume de dados passíveis de serem geridos em tempo real, com objetivo de proporcionar resultados positivos na produção industrial. Porém, as empresas ainda enfrentam dificuldades para a sua implantação.

Silveira (2017) afirma que se pressupõe que um dos maiores impactos produzidos pela Indústria 4.0 seja a mudança trazida na sociedade. Essas mudanças consistem em novos modelos de negócio e um mercado cada vez mais exigente. Devido ao fator de rapidez da automação, os produtos podem ser customizados e esse fator tende a ser uma variável a mais no processo de manufatura, mas as fábricas inteligentes serão capazes de levar a personalização de cada cliente em consideração e se adaptarem às preferências.

Ademais, é perceptível que o outro impacto que a Indústria 4.0 possa trazer incidirá sobre a massa laboral, pois muitas profissões atuais deixarão de existir e haverá a necessidade de reinventar novas formações ou novos cursos (reformulação dos PDI e PP refletidos nos currículos escolares), para fazer face ao novo modelo de desenvolvimento econômico por meio das fábricas inteligentes.

Até porque, nessa perspectiva, os dados apresentados pela World Economic Forum, (2016) em Davos revelam perda de empregos em 7,1 milhões de empregos até 2020; mudanças socioeconômicas e demográficas; aumento da desigualdade; terrorismo cibernético resultante da possível vulnerabilidade do sistema de automação; possibilidade de os governos não terem projetos de longo prazo; possibilidade de existência de pessoas e profissionais sem preparação

para fazer face a Indústria 4.0; fim dos intermediários; surgimento de novas profissões ligadas aos drones, robôs, impressoras 3D.

Ainda segundo Silveira, (2017), um setor que tende a sofrer o impacto da Indústria 4.0 será o departamento dos campos de pesquisa e desenvolvimento de segurança da Tecnologia da Informação (TI) e, conseqüentemente, a confiabilidade do produto e a interação máquina-máquina. Como forma de conseguir atender a essa nova demanda e modelo de indústria, a tecnologia deve sofrer um processo de evolução contínua. É preciso, também, que os profissionais adequem sua capacidade de trabalho a essa nova realidade de grandes avanços tecnológicos. Capacitar esses empregados é uma das estratégias para atender as indústrias oriundas dessa nova Revolução Industrial, a Indústria 4.0.

Nesse contexto, pressupõe-se que os profissionais podem adequar as suas capacidades de trabalho através de aquisição de novos aprendizados (novos conhecimentos), ou seja, por meio de Educação, o que pode significar, de certa medida, a reestruturação dos PDI e PPI refletidos nos currículos escolares para o efeito.

1.4.4. Competências profissionais exigidas pela Indústria 4.0

Segundo CNI-Confederação Nacional de Indústrias (2016a), são competências requeridas do profissional da Indústria 4.0: ter conhecimento multidisciplinar; ter elevado nível de conhecimento técnico; ter capacidade de interação com outras áreas do conhecimento.

Conforme o WEF - World Economic Forum (2016) e Leopoldo *et. al.* (2019), a Indústria 4.0 demanda: **1 - Competências cognitivas:** flexibilidade cognitiva; criatividade; raciocínio lógico; sensibilidade para problemas; raciocínio matemático e visualização; **2 - Habilidades físicas:** força física e destreza manual, e precisão; **3 - Competências básicas de conteúdo:** aprendizagem ativa; expressão oral; compreensão de leitura; expressão escrita e formação em TIC; **4 - Competências básicas de processo:** escuta ativa; pensamento crítico; monitoramento próprio e dos outros; **5 - Competências transversais - sociais:** coordenação de equipe; inteligência emocional; negociação; persuasão; orientação de serviço; treinar e ensinar pessoas. **6 - Competências sistêmicas:** julgamento e tomada de decisão, e análise sistêmica; **7 - Competência de resolução de problemas complexos:** capacidade de resolver problemas complexos; **8 - Competências de gestão de recursos:** gestão de recursos financeiros; gestão de recursos materiais; gestão de pessoas e gestão de tempo; **9 - Competências técnicas:** manutenção e reparo de equipamentos; operação e controle de equipamentos; programação; controle de qualidade; design de tecnologia e experiência de usuário e solução de problemas.

Segundo Festo *apud* Leopoldo *et. al.* (2019), para responder a demanda da Indústria 4.0, é necessário ter formação multidisciplinar, conhecimento técnico para lidar com máquinas inteligentes, habilidade para aprender e se adaptar, observar e tomar decisões, não obstante a criatividade.

Diante do debate acima, percebe-se que, na discussão sobre a matéria da Indústria 4.0, é predominante a análise que gira em torno das vantagens e do impacto positivo dela. Nota-se um otimismo ligado ao seu surgimento no que se refere à suposta eficiência e eficácia das fábricas inteligentes. Contudo, pouco se faz menção sobre os desafios que a Indústria 4.0 pode enfrentar nos âmbitos de: 1 -Educação (formação e desenvolvimento técnico-profissional); 2- Trabalho (processos de organização da massa laboral); 3 - Segurança (proteção digital, inserção de Pequenas e Médias Empresas - PMEs no contexto da Indústria 4.0, não obstante investimentos para o efeito); 4 - O ajuste da base tecnológica relativamente aos trabalhadores; 5 - Orientações atinentes a investigações científicas e das leis, que também podem desempenhar um papel decisivo na regulação desse paradigmas.

Nesse contexto, segundo a Voz da Indústria (2020), existem cinco desafios da indústria 4.0, a saber: a) Falta de conhecimento aplicável na Indústria 4.0; b) Elevado custo de implantação; c) Qualificação dos funcionários; d) Ausência de infraestruturas e incentivos; e) Modernização das fábricas.

a) Falta de conhecimento aplicável na Indústria 4.0

O aperfeiçoamento das indústrias aliado ao surgimento de novas tecnologias faz com que surjam fábricas inteligentes, justificando, desse modo, a necessidade do aperfeiçoamento da massa laboral com vistas a capacitar os profissionais de habilidades atinentes a responder a demanda das fábricas inteligentes. Nesse sentido, as indústrias estão em um processo de adaptação diante das inovações trazidas pela Indústria 4.0. Porém, a ausência de cultura digital e de incentivos à modernização por parte das empresas pode retroceder o seu desenvolvimento, colocando em causa a sua competitividade no mercado globalizado. Pelo que se vê, há a necessidade de um alinhamento educacional dos currículos escolares face à Indústria 4.0.

b) Elevado custo de implantação

O alto custo de implantação pode constituir a principal barreira na transição das empresas para o cenário da Indústria 4.0, não obstante a ausência de linhas de financiamento específicas para investimentos das empresas de modo a auxiliar as indústrias a alcançarem o nível da demanda 4.0. Para o efeito, considera-se necessário o estabelecimento de políticas

públicas de Ciência, Tecnologia e Sociedade atinentes à redução de custos de implantação, o que seria possível com o ajustamento de tarifas aduaneiras de importação de tecnologias e regulamentação de alguns incentivos para o efeito.

c) Qualificação dos funcionários

Um dos maiores problemas que as empresas poderão enfrentar é a falta de mão de obra qualificada para o trabalho, uma vez que a Indústria 4.0 exige maior capacidade profissional para lidar com as grandes quantidades de dados processados, o que significa que as empresas devem ter o seu enfoque na formação e capacitação dos profissionais para melhor adequá-los à realidade da Indústria 4.0 - fábricas inteligentes, não obstante os currículos escolares que devem ser repensados nessa perspectiva. Presume-se que a qualificação dos funcionários poderá contribuir positivamente ao novo cenário industrial, na medida em que pode adequá-los de técnicas profissionais que podem trazer a eficácia e eficiência, minimizando em simultâneo o desemprego massivo que está à vista. Não só, mas também será uma forma de inclusão social no mundo tecnológico.

d) Ausência de infraestrutura e incentivos

Um dos problemas está relacionado à falta de infraestrutura para a utilização das tecnologias inteligentes demandadas pela Indústria 4.0, razão pela qual se mostra necessária a elaboração de políticas públicas nessa perspectiva.

e) Modernização das fábricas

Modernizar as fábricas é um desafio de grande importância, pois há necessidade de uso de tecnologias de ponta numa perspectiva interdisciplinar, tendo em conta que diversos departamentos das fábricas inteligentes operarão em conjunto em tempo real.

Nesse contexto, Perez (2010) afirma que as revoluções econômicas e industriais trazem consigo novos desafios, não obstante a determinação de novas abordagens nas organizações. Assim, pressupõe-se que a Indústria 4.0 esteja dotada de capacidades suficientes para fazer face aos desafios de modo a permitir uma melhor concorrência no mercado industrial.

Segundo a European Parliament (2016), para que haja um posicionamento aos desafios da Indústria 4.0, será necessário dar resposta às questões de: a) Segurança e proteção digital; b) Padronização das interfaces de comunicação; c) Processos e organização do trabalho; d) Disponibilidade de força de trabalho capacitada; e) Inserção das Pequenas e Médias Empresas

(PMEs); f) Formação e desenvolvimento profissional; g) Base tecnológica; h) Investigação e investimentos.

Para Deloitte (2015b), o aumento da digitalização nos sistemas de produção determina mudanças em toda a cadeia de valores, desde a forma como é realizada a aquisição das matérias-primas até o seu uso final e a recuperação. Desse modo, é fundamental que se observe a questão da segurança de dados para que não haja erros que comprometam o desempenho das fábricas inteligentes, pois, com a massificação de dispositivos “inteligentes” ligados à rede, os riscos relacionados com a segurança de dados também irão aumentar. No contexto industrial 4.0, onde a comunicação autônoma entre dispositivos desempenha um papel-chave para o funcionamento das fábricas inteligentes, devem ser estabelecidos procedimentos que garantam um nível de segurança adequado aos possíveis riscos que possam surgir e a natureza dos dados a serem protegidos.

Nessa perspectiva, a European Parliament (2016) entende que há necessidade de se salvaguardar a propriedade intelectual, dados pessoais, privacidade, operabilidade, proteção ambiental, saúde, não obstante a segurança dos trabalhadores e a exigência de colaboração entre governos, organizações especializadas em tecnologias de informação e indústrias, por forma a trabalharem em parceria na procura de soluções adequadas e na promoção das melhores práticas.

a) Padronização

Um dos desafios mais importantes na implementação da Indústria 4.0 é a padronização, pois, para garantir a interoperabilidade dos sistemas e alcançar todo o seu potencial, é fundamental a adoção de uma estrutura de referência que forneça uma descrição técnica de normas que possibilitem uma comunicação eficaz entre todos os utilizadores e processos para integrar na produção, nos sistemas e partes interessadas. É nessa perspectiva que Khan e Turowski (2016b) afirmam que, na última década, a introdução da Internet das coisas nos sistemas produtivos tem contribuído para a elevação da quantidade, heterogeneidade e velocidade dos dados gerados no nível de produção. Portanto, nesse sentido, a European Parliament, (2016) considera que, sem uma abordagem padronizada para analisar, processar e armazenar essas informações, os dados gerados em diferentes formatos permaneceriam incompatíveis a nível mundial, e a abordagem 4.0 estaria limitada à produção local, restrita à sua capacidade de realizar economias de escala e obter ganhos de produtividade.

b) Organização do trabalho

Produzir em um contexto da Revolução 4.0 trará mudanças no que diz respeito a organização do trabalho. Por esse motivo, o ambiente de produção deverá ser adaptável ao nível dos processos de automação por forma a suportar a flexibilidade necessária para fornecer produtos mais individualizados (personalizados) com custos reduzidos, o que significa que as empresas devem reconhecer a importância estratégica dos trabalhadores. Nessa perspectiva, as organizações ficam sujeitas ao fomento de criatividade e habilidades dos trabalhadores utilizando máquinas para a realização de tarefas repetitivas, não obstante o aproveitamento dos pontos fortes de cada um. Também será necessária a idealização de novas interfaces relacionais no sentido homem-máquina que permitam novos modos de interação. É nesse sentido que Fligstein (2001; 2007) afirma que os agentes são habilidosos na indução de cooperação e na captação de recursos, bem como na criação de ordens sociais e de regras em seu favor

c) Capacidade cognitiva

Segundo The Boston Consulting Group (2013), um dos desafios enfrentado pela Indústria 4.0 está diretamente ligado às pessoas, porque os novos cenários terão implicações significativas na natureza do trabalho, devido à transformação, à concepção, à fabricação, à operação dos produtos e serviços nos sistemas de produção.

É nessa perspectiva que Kagermann, (2013) considera que as transformações são resultados do aparecimento de sistemas tecnológicos altamente sofisticados e que vão exigir cada vez mais trabalhadores com habilidades específicas.

Portanto, uma das soluções para atenuar este problema pode ser a migração de trabalhadores de determinadas áreas para as áreas desejadas pela Indústria 4.0, não obstante o desenvolvimento de novas especializações por meio de novos aprendizados educacionais. Ademais, a integração de trabalhadores com culturas e competências educacionais diferentes trará desafios adicionais para as fábricas inteligentes. Isso significa que as empresas que estão comprometidas com o paradigma da Indústria 4.0 terão que investir em programas de formação contínua e desenvolvimento que capacitem os operadores para lidar com as novas ferramentas tecnológicas e que possibilitem a captura e reutilização sistemática do seu conhecimento, de forma a que estes permaneçam nos seus postos de trabalho.

Assim, a capacidade cognitiva resultante do aprendizado educacional dará à Indústria 4.0 uma outra dinâmica orientada à sua demanda.

d) Pequenas e Médias Empresas (PMEs)

As Pequenas e Médias Empresas desempenham um papel importante no setor produtivo, razão pela qual a sua presença na economia europeia é notória. Nesse sentido, Wadhwa (2012) afirma que as atividades de produção fornecem cerca de 20% do total dos postos de trabalho das indústrias na União Europeia, o que faz com que a indústria seja dominada, em grande parte, pelas Pequenas e Médias Empresas.

Nesse contexto, a European Commission (2016b) entende que existe uma necessidade de grande importância em facilitar a transição das Pequenas e Médias Empresas para o paradigma da Indústria 4.0, de forma a intensificar a sua integração em cadeias de valores digitais no mercado dominado pela concorrência globalizada, promovendo a adoção de serviços digitais especializados e aumentando a recolha de dados para monitorizar a produção.

Para a European Parliament (2016), a digitalização das Pequenas e Médias Empresas tem em vista a permissão dos parceiros ao longo da cadeia de abastecimento: a) Melhorar produtos e ou serviços; b) Reduzir custos; c) Gerir operações de forma mais eficiente, devido à monitorização do desempenho da produção; d) Melhorar a concorrência no sentido de acesso aos dados e informações úteis; e) Melhor resposta às necessidades do mercado. Dessa forma a European Parliament (2016) afirma que seria necessária a realização de atividades de sensibilização das Pequenas e Médias Empresas por forma a ilustrar as oportunidades que a Indústria 4.0 disponibiliza, principalmente o valor agregado resultante da cooperação entre elas. Assim, com vistas a firmarem suas ligações no âmbito da produtividade, as Pequenas e Médias Empresas podem se direcionar aos objetivos das grandes empresas ou mesmo das multinacionais, na medida em que adotariam suas tecnologias e formas de trabalhar.

Dificuldades na aquisição da tecnologia necessária, investimentos em desenvolvimento e na atração de pessoal especializado em Tecnologia de Informação podem ser superadas através de uma estratégia multifacetada. Nesse sentido, a European Parliament, (2016) entende que os softwares de serviços facilitam o acesso das Pequenas e Médias Empresas aos serviços digitais inovadores sem a necessidade de elevados investimentos em infraestruturas ou licenças dispendiosas.

Do exposto acima, se ilustra que a digitalização das Pequenas e Médias Empresas melhoraria o seu conhecimento produtivo, reduziria os riscos de produção e elas não se sentiriam perdidas no contexto de novos mercados tecnológicos que estão a emergir.

Quadro-resumo das Revoluções Industriais

Resumo das s revoluções industriais				
	1ª Revolução Industrial (1760 - 1860), Inglaterra	2ª Revolução Industrial/Revolução técnico-científica (1870), Inglaterra, Estados Unidos, Rússia, Alemanha, Japão.	3ª Revolução Industrial (1950), Estados Unidos, Japão e Alemanha	4ª Revolução Industrial (2011), iniciou na Alemanha. Expandiu-se para Cingapura, Finlândia, Noruega, Suécia, Estados Unidos, Holanda e Israel.
Principais características	<p>O surgimento da mecanização.</p> <p>A descoberta do ferro, carvão e energia a vapor.</p> <p>Descoberta de carvão como fonte de energia.</p> <p>Descoberta da máquina a vapor e da locomotiva.</p>	<p>Substituição da energia a vapor pela energia elétrica.</p> <p>Substituição do carvão pelo petróleo como fonte de energia.</p> <p>Surgimento do motor de combustão, a gasolina e a gás.</p> <p>Transformação do ferro em aço.</p> <p>Surgimento e modernização dos meios de transportes.</p> <p>Avanços dos meios de comunicação.</p> <p>Desenvolvimento da indústria química e de outros sectores.</p> <p>Aumento crescente de lucros.</p>	<p>Automação, avanços: na informática; na robótica; nas telecomunicações; nos transportes; na biotecnologia; na nanotecnologia; na genética e na química fina.</p>	<p>Surgimento de Inteligência Artificial.</p> <p>Aumento na velocidade de transmissão de dados.</p> <p>Surgimento das fábricas inteligentes baseadas em automação, Internet das coisas, sistema ciberfísico, sistema Big data.</p> <p>Sistema de cópias de fabricas protegidas em nuvem.</p> <p>Capacidade de operação das fábricas inteligentes em tempo real.</p> <p>Virtualização, rastreabilidade e o monitoramento remoto.</p> <p>Avanços na nanotecnologia, neurotecnologia, robótica, Inteligência Artificial, biotecnologia, impressora 3D, uso de drones.</p>
Principais consequências	<p>Fortalecimento da burguesia.</p> <p>Formação de uma elite industrial.</p> <p>Aumento do êxodo rural.</p> <p>Aumento de desigualdades sociais.</p> <p>Avanços dos impactos ambientais.</p> <p>Aumento da produtividade e do mercado consumidor.</p> <p>Aumento de lutas operárias.</p> <p>Expansão do imperialismo.</p>	<p>Aumento de produção em massa.</p> <p>Aumento de doenças.</p> <p>Aumento de desemprego.</p> <p>Maior disponibilidade de mão de obra barata.</p> <p>Concentração do capital e a desvalorização da mão de obra.</p> <p>Aumento de lixo eletrônico.</p>	<p>Diminuição crescente de emprego.</p> <p>Substituição da mão de obra pelas máquinas cada vez mais modernas.</p> <p>Ampliação dos direitos trabalhistas.</p> <p>Globalização.</p> <p>Surgimento de potências industriais.</p> <p>Massificação de produtos tecnológicos.</p>	<p>Impactos monumentais em todas as variáveis, como Produto Interno Bruto, investimentos, consumo, emprego, comércio e inflação.</p> <p>O desaparecimento de algumas profissões.</p> <p>Exigências de novas competências profissionais.</p> <p>Desemprego massivo.</p>

Elaborado por: Figueiredo Artur Muinge

1.4.4.5. Indústria 4.0 no Brasil

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (2016), há necessidade de se fazer uma integração digital nas empresas brasileiras ao longo das cadeias produtivas, pois trará ganhos e eficiência nas relações entre clientes e fornecedores, o que fará com que os processos industriais existentes se adaptem a novas realidades, com o desenvolvimento e incorporação de novas tecnologias. Isso significa que deve-se identificar cadeias produtivas que precisarão se adaptar a este novo paradigma num prazo mais curto, a fim de se manterem internacionalmente competitivas, independentemente do grau de autonomia na geração das tecnologias.

Portanto, um dos desafios do Brasil é estabelecer políticas de estímulo ao desenvolvimento tecnológico das empresas e à adaptação de seus produtos e serviços à realidade da Indústria 4.0, com vistas a garantir um espaço na economia mundial e evitar que seja ultrapassada demasiadamente pelas potências mundiais.

Nesse contexto, a Confederação Nacional da Indústria, (2016) propõe:

- a) Identificação de setores e tipos de empresas com maior potencial para adoção de tecnologias ligadas à Indústria 4.0;
- b) Identificação de setores ou tipos de empresas cuja pressão competitiva para a adoção destas tecnologias seja mais forte no curto e no médio prazos;
- c) Identificação de setores ou tipos de empresas onde possam ser gerados maiores efeitos e demonstração para outras empresas, não obstante maior impacto na competitividade ao longo da cadeia produtiva;
- d) Criação de programas para desenvolvimento de fornecedores de bens e serviços ligados às tecnologias digitais para as cadeias ou setores selecionados;
- e) Elaboração de planos estratégicos com vistas ao desenvolvimento das cadeias ou setores selecionados.

a) Mecanismos para induzir a adoção das tecnologias da Indústria 4.0

Assim, como resultado de baixo conhecimento sobre as tecnologias digitais e seus benefícios, há uma necessidade de se envidar esforços de disseminação de conhecimento sobre a Indústria 4.0. As tecnologias demandadas pela Indústria 4.0 dificultam a identificação das formas mais eficientes para atender suas necessidades. A complexidade do seu funcionamento exige alto grau de conhecimento, de modo a que os usuários possam empregá-las eficientemente, o que significa que o intercâmbio entre países visa acessar conhecimento e absorver tecnologias estrangeiras e viabilizar a produção competitiva de bens e serviços considerados estratégicos é pertinente.

Portanto, o outro desafio é a identificação dos instrumentos de política industrial capazes de viabilizar e induzir o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil.

Nessa perspectiva, a Confederação Nacional da Indústria, (2016) propõe: a) Criação de sistemas de demonstração das tecnologias associadas à Indústria 4.0 e aplicáveis aos setores prioritários; b) O aperfeiçoamento da tributação destinada aos setores selecionados, para que não seja um entrave ao investimento; c) Criação de mecanismos de financiamento em condições diferenciadas para o desenvolvimento e adoção das tecnologias.

b) Desenvolvimento tecnológico

Para que se tire proveito da Indústria 4.0, são fundamentais o desenvolvimento e o fortalecimento dos instrumentos de apoio ao desenvolvimento tecnológico das empresas locais. Assim, como desafio, a indústria e o governo devem identificar os pontos em que apresentem menores barreiras para entrada e os pontos que possibilitem maior desenvolvimento.

Para esse desafio, a Confederação Nacional da Indústria, (2016) propõe: a) O desenvolvimento de programas e serviços de prospecção tecnológica; b) A identificação de segmentos e pontos com maior espaço para o desenvolvimento tecnológico nacional; c) Criação de programas de desenvolvimento de tecnologias específicas para as necessidades brasileiras, como plataformas tecnológicas demonstrativas; d) O direcionamento do esforço das Tecnologias de Informação e comunicação à empresas para o desenvolvimento de determinadas tecnologias por meio de plataformas tecnológicas e outras possibilidades; d) Criação de programas com o objetivo facilitar o intercâmbio tecnológico e comercial, com países que lideram as tecnologias desejadas.

c) Infraestrutura

Na Indústria 4.0, os fluxos de informações são considerados a chave para o funcionamento da produção, o que torna pertinente a não limitação da infraestrutura de banda larga e rede móvel para se evitar desembarços. Dessa forma, a Confederação Nacional da Indústria (2016) propõe: a) O fortalecimento de programas de estímulo ao investimento em banda larga e rede móvel; b) A revisão do modelo de telecomunicações para que os recursos públicos sejam utilizados para viabilizar investimentos de infraestrutura de telecomunicação, independente do regime de prestação do serviço.

d) Regulação

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (2016), os avanços tecnológicos trazidos pela Indústria 4.0 demandam uma revisão da regulamentação dos serviços de internet no sentido de segmentá-los em infraestrutura física (cabos, satélites, dispositivos), lógica (padrões técnicos) e aplicações (conteúdos), não obstante a divisão dos atores em: a) Provedores de conexão; b) Provedores de aplicação; c) Provedores de infraestrutura de telecomunicações; d) Indústria de bens de informática; e) Indústria de bens de telecomunicações e de software; g) O setor empresarial usuário.

Assim, no entender da Confederação Nacional da Indústria, (2016), os provedores de conexão e provedores de infraestrutura de telecomunicações podem considerar como prioritária a reforma da Lei Geral de Telecomunicações; a indústria de software pode demandar maior proteção às suas criações intelectuais; os provedores de aplicações podem elencar como prioritárias as normas relativas ao tratamento de dados pessoais; o setor empresarial usuário pode demandar leis sobre cibersegurança. Nesse sentido, a regulamentação atuará como indutora da inovação e da mudança tecnológica. No que se refere à definição de padrões técnicos, destaca-se que o processo regulatório da governança da internet é caracterizado pela estrutura *bottom-up*, ou seja, a partir da deliberação em fóruns globais específicos, como W3C (*World Wide Web Consortium*), IETF (*Internet Engineering Task Force*), ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*) e IGF (*Internet Governantes Forum*).

Desse modo, são propostas: a) A revisão do modelo de telecomunicações, a fim de que os recursos públicos possam ser utilizados para viabilizar investimentos de infraestrutura de telecomunicação, independentemente do regime de prestação do serviço; b) Proteção intelectual adequada; c) Garantir que a legislação sobre tratamento de dados pessoais não impeça o fluxo de dados internacionais, muito menos a coleta e o tratamento de dados em sistemas máquina-máquina; d) Adoção de padrões de cibersegurança, a fim minimizar o número de ciberataques, bem como legislação adequada para prevenir e responder aos incidentes; e) Adoção de uma abordagem internacional relacionada à regulamentação técnica para minimizar eventuais efeitos negativos relacionados à falta de interoperabilidade.

e) Recursos humanos

A Indústria 4.0 demanda novas formas de produção, não obstante profissionais com formação diferente das existentes, devido à integração de diversas formas de conhecimento que caracterizam modo de produção. Mas também é notória a exigências de equipes

multidisciplinares com elevado nível de conhecimento técnico e com capacidade de interação de diferentes áreas de conhecimento.

Para o efeito, a Confederação Nacional da Indústria, (2016) propõe: a) A criação de novos cursos técnicos para atender necessidades específicas; b) A reformulação de cursos nas áreas de engenharia, administração e entre outros, para adequar as novas necessidades dessas tecnologias; c) A criação de cursos de gestão da produção multidisciplinar com ênfase em Indústria 4.0; d) Incentivar programas de competências tecnológicas nas empresas.

f) Articulação Institucional

A atuação coordenada entre os diversos atores públicos que lidam direta ou indiretamente com os temas ligados à digitalização da economia, bem como a articulação destas com associações e empresas privadas, será fundamental para que o Brasil consiga aproveitar todas as oportunidades associadas à incorporação e ao desenvolvimento de soluções no país.

A atuação coordenada associada aos instrumentos de políticas pode gerar ganhos e eficiência, não obstante viabilização de desenvolvimento de novas atividades ligadas à digitalização. Desse modo, a Confederação Nacional da Indústria, (2016) propõe: a) A participação e construção de grupos de trabalho, reunindo os diversos órgãos do governo envolvidos com o tema; b) Elaborar um plano conjunto, entre ministérios e instituições, para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil e determinação de um órgão gestor centralizado, como forma de explorar sinergias e integrar instrumentos de política sob o controle de diferentes órgãos; c) Promoção de feiras, seminários e congressos sobre o tema.

Portanto, a Indústria 4.0 é consequência evolutiva das Revoluções Industriais anteriores, os seus impactos sociais, ambientais e as demandas por novas competências profissionais são consequências da “superprodução industrial”, devido aos riscos que delas emergem, pelo que as demandas da Indústria 4.0, no contexto da hipótese desta tese, exercem pressão sobre as instituições do ensino superior, na medida em que há um risco iminente de extinção de algumas profissões e a necessidade de surgimento de novas para responder a essas demandas.

Capítulo 2. UNIVERSIDADE E A FORMAÇÃO PROFISSIONAL NO SISTEMA CAPITALISTA

Neste capítulo, faz-se uma abordagem sobre a percepção do papel social de formação profissional das universidades públicas, tomando como provocação as demandas da Indústria 4.0 e trazendo para o debate os pressupostos do campo CTS para a educação tecnológica.

O investimento na Educação CTS é um fator determinante para o desenvolvimento científico-tecnológico sustentável, pois coloca a sociedade no contexto do desenvolvimento científico-tecnológico, podendo ela participar de forma acertada na tomada de decisões e minimizar os riscos que possam advir do desenvolvimento de tecnologias.

Nessa perspectiva, Mollis (1994 p.114) afirma que "não pode haver fluxo de capital dos países ricos para os pobres se o nível do capital humano destes está muito aquém de desejar em relação aos primeiros. Um baixo nível de capital humano faz com que o capital físico seja menos produtivo". Afirma também que:

[...] a universidade produz e dissemina a ciência, a cultura e a tecnologia mediante procedimentos que lhe são próprios, desde a escolha dos temas de estudo até o ensino, a forma predominante de disseminação. (MOLLIS, 1994, pp. 70-71)

O processo de Revoluções Industriais que o mundo tem vivido traz avanços e mudanças tecnológicas, mas também a desestruturação massiva da sociedade, razão pela qual não seria ideal apenas disseminar essas tecnologias sem que antes houvesse um estudo de viabilidade desses projetos tecnológicos com objetivo de minimizar os riscos resultantes da desestruturação.

Nesse sentido, Baeta e Neves apresentam a percepção de que:

[...] as funções do ensino superior resultariam de combinações de demandas e postulações derivadas da dinâmica socioeconômica, política e cultural e das iniciativas espontâneas oriundas da atividade acadêmica em si mesma, da produção de conhecimento e da sua força transformadora." (BAETA; NEVES, 1992, p. 80)

Sabe-se que as revoluções industriais são marcas indeléveis do capitalismo, que objetivam acumular riquezas através do aumento da produtividade sem se importar das consequências sociais que possam advir. Será que é razoável que as universidades se adaptem

às demandas desses processos? Não estaríamos aqui diante de uma sujeição demasiada das universidades às indústrias, mesmo sabendo que os processos de Revoluções Industriais têm sido marcados de espírito de exclusão social? As universidades não podem colaborar com processos de exclusão social. Elas devem criar um ambiente de confiança na sociedade, na medida em que buscam soluções aos problemas de que a sociedade enferma.

Vieira (1989, pg.12) considera que "é preciso empenhar-se na defesa de uma universidade que possa beneficiar a maioria e não colabore no pacto de exclusão social dos despossuídos". Esse estudioso é de opinião que a universidade está comprometida com a transformação da sociedade, com o exercício da crítica livre, com a preservação do conhecimento, com a construção de um novo saber, com a beleza, com as artes, com a cultura, mas baseados em valores da ética da democracia, da justiça e da igualdade que nortearam a sociedade humana.

Realmente, as questões éticas, democráticas, de justiça social e de igualdade deveriam sempre ser levadas em consideração em processos de revoluções industriais, por forma a minimizar-se as suas consequências nefastas e garantir uma melhor participação tecnológica, ou seja, para uma inclusão social.

Belloni (1989, p.22) pontua que uma "universidade educativa" tem por objetivo principal uma educação para proporcionar maior participação na herança cultural da humanidade, na compreensão dos avanços científicos e tecnológicos, nas grandes decisões da sociedade e nos benefícios do desenvolvimento.

Pode-se afirmar que fazer um estudo de viabilidade em projetos tecnológicos e garantir a participação social significa dar um poder decisório à sociedade, que possivelmente terá o privilégio de escolher os tipos de tecnologias benéficas e excluir as maléficas.

Segundo Buron (2016), o papel das universidades no mundo extrapola a simples tarefa de formar jovens para o mercado de trabalho, incluindo em seus planos de ensino e suas metodologias a tarefa de atribuir a eles o senso crítico e prepará-los para uma sociedade em transformação, uma sociedade competitiva e capitalista. De outra necessidade, a de inovar através da pesquisa, surge então o empreendedorismo como forma de tornar úteis estas inovações. Isso significa que a universidade visa formar jovens para o mercado de trabalho, através do conhecimento formado e lapidado dentro dela mesma. Ela utiliza a pesquisa para gerar novos conhecimentos e qualificar os processos de ensino e aprendizagem.

Formar os jovens para o mercado de trabalho não pode ser uma regra para as universidades. É preciso focar-se em outras atribuições que façam com que a sociedade de um modo geral saia beneficiada, pois sabemos que, no mundo capitalista em que vivemos,

observam-se tendências de manipular e instrumentalizar o mercado de trabalho, de forma recorrente, e influenciar a sociedade no alcance dos objetivos particulares dos capitalistas, o que, de uma forma específica, instrumentaliza as universidades para o efeito.

Segundo Marx (2004, p. 73), “o trabalho assalariado constitui uma condição necessária para a formação do capital e se mantém como premissa necessária e permanente da produção capitalista”.

Tartaruga (2010) afirma que o papel da universidade não termina no primeiro ciclo de aprendizagem, que é a formação acadêmica. Este ciclo nunca encerra, pois o mercado de trabalho exige cada vez mais que a sociedade mude e se adapte aos novos cenários locais, regionais, nacionais e até mesmo globais, e a própria ciência é um organismo vivo que se supera a cada momento. São essas exigências do mercado que são consideradas tendenciosas e que recorrentemente instrumentalizam sistemas de ensino.

Portanto, é nesta perspectiva ilusória que se destaca o trabalho morto implícito na tecnologia e se utiliza do trabalho vivo como forma de explorar mais o processo de trabalho, objetivando a acumulação do capital e a sobrevivência do capitalismo. Porém, no desenvolvimento capitalista, a ciência positivou a construção do conhecimento em favor de uma minoria de homens, deixando à margem a massa de trabalhadores que produzem esse conhecimento.

As universidades têm atribuições específicas para o desenvolvimento dos territórios. Tanto do lado do ensino, formando mão de obra qualificada nas mais diferentes áreas e, também, requalificando a força de trabalho já inserida no mercado; quanto do lado das pesquisas desenvolvidas em seus laboratórios, centros e grupos de pesquisa, gerando novos conhecimentos em ciências básicas que, não raro, auxiliam no melhoramento de atividades produtivas (TARTARUGA, 2010).

Desse modo, percebe-se que o capitalismo transforma a relação do trabalhador com os donos dos meios de produção, o capitalista, tendo como característica principal a venda, pelo trabalhador, de sua força de trabalho, transformada então em mercadoria. O trabalho na sociedade capitalista é degradado, se converte em meio de subsistência. A força de trabalho é transformada em mercadoria, enquanto o trabalho torna-se sinônimo de obrigação, adquire sentido de penúria, causa estranhamento e alienação. O homem passa a estranhar seu semelhante, visto como simples meio para satisfação de fins privados (ANTUNES, 2011). Portanto, uma das características essenciais do capitalismo é transformar tudo em mercadoria, “coisificando” o trabalho, seu resultado e até mesmo o ser humano. O fetichismo capitalista consiste em negar a subjetividade humana. O trabalhador, na sociedade capitalista, não só deixa

de ter poder sobre o produto de seu trabalho como passa a lhe ser submisso, assumindo uma condição praticamente de escravo do próprio trabalho.

Nesta perspectiva, em meados da década de 1970, o capitalismo passa por um período de reestruturação, marcado pelo processo de acumulação flexível, em que a produção de mercadorias passa a ser vinculada à demanda, tendo como uma de suas premissas a necessidade de um mesmo trabalhador operar simultaneamente várias máquinas, como forma de responder à crise financeira, aumentando a produção sem elevar o número de trabalhadores, apoiando-se na flexibilidade dos processos de trabalho, dos mercados de trabalho, dos produtos e padrões de consumo (ANTUNES, 2011).

Com o processo de acumulação flexível, o capitalismo manifesta seu objetivo maior de alcançar o máximo de produtividade da força de trabalho com o mínimo de custo, ou seja, um processo de superexploração da força de trabalho para ampliar a taxa de mais-valia e de lucro, mas sem preocupação com o crescimento e com os efeitos de barbarização da vida social daí decorrentes (BEHRING, 2003, p. 40).

Neste sentido, entre as consequências do processo de acumulação flexível, destacam-se o desemprego estrutural, a precarização do trabalho, o enfraquecimento dos movimentos de reação sindical e política da classe trabalhadora, e a captura cada vez mais acentuada da subjetividade do trabalho pela lógica do capital. “A flexibilidade do trabalho, compreendida como sendo a plena capacidade de o capital tornar domável, complacente e submissa a força de trabalho, caracteriza o ‘momento predominante’ do complexo de reestruturação produtiva” (ALVES, 2008, p. 10).

O processo de acumulação flexível coincide com o acelerado desenvolvimento tecnológico, provocando grandes transformações no mundo do trabalho. O trabalhador é levado a realizar agora não mais uma única tarefa repetitiva, mas diversas atividades, reduzindo assim os níveis hierárquicos e a quantidade de trabalhadores necessária à produção. Além disso, passa a ter a incumbência de “gerenciar” suas equipes, inclusive mediante instrumentos de controle da velocidade e da quantidade de produção. Torna-se comum o estímulo da competitividade entre equipes de trabalho, a superação de metas, inclusive com benefício financeiro para o trabalhador. Cria-se no trabalhador a ilusão de que seu sobretrabalho o favorece (pois, de fato, implica uma remuneração um pouco maior), enquanto, na realidade, o capitalista é quem eleva seus ganhos por meio de uma exploração cada vez mais desumana do trabalhador.

Outra característica do trabalho no capitalismo refere-se ao seu caráter multifacetado, marcado por relações dialéticas, como a redução do trabalho vivo (aquele realizado pelo sujeito com o emprego de sua potencialidade natural) e progressiva ampliação do trabalho morto

(automatizado), a valorização do trabalho produtivo (com vistas a produzir mercadorias a fim de obter mais valia), e a dualidade entre trabalho intelectual (de natureza científica, envolvendo atividades de gestão e planejamento) e trabalho manual (aquele realizado pelo operário) (ANTUNES, 2005).

Segundo Buron (2016), a responsabilidade da universidade aumenta a partir do momento em que cria e concentra um grande número de conhecimentos essenciais para o desenvolvimento local e regional. A pesquisa passa a trazer benefícios à sociedade, e o conhecimento passa a ser epistemológico, gerando novas perspectivas sobre os mesmos fatos sociais, criando novos fatos e questionamentos a partir de uma sociedade em transformação, desenvolvendo, desta forma, o capital humano necessário ao desenvolvimento socioeconômico, do local para o regional, seguindo a lógica de que a transformação deva ocorrer de dentro para fora.

Assim, os benefícios sociais surgem indiretamente através das melhorias ocorridas nas empresas, nos seus processos produtivos através da pesquisa e no seu aumento de competitividade através da inovação. A geração de emprego e renda ainda é a base que sustenta a sociedade, e essa geração de renda provém do lucro, do *superávit* econômico local e regional. Portanto, o papel da universidade vai muito além da complexa tarefa de educar os jovens para o mercado de trabalho, para a sociedade e para a vida, exercendo influências diretas na qualificação das instituições em seu entorno. A identidade da universidade está inserida em sua representatividade na sociedade e sua participação nas transformações sociais.

Tartaruga (2010) destaca, ainda, como papel das universidades o ensino, a pesquisa e os serviços à comunidade, este último como externalização do conhecimento gerado e como forma de contribuição à sociedade em que está inserida, mas tendo como principal produto a formação profissional.

Segundo Buron (2016), o perfil profissional é uma soma de habilidades cognitivas, técnicas, e atitudinais e comportamentais de um sujeito, sendo de relevante importância para atender às necessidades de mercado. Ter habilidades e ter comportamento adequado ao que é exigido completam as capacidades necessárias à formação de um bom profissional. É nesse sentido que, aliado ao perfil profissional, encontramos a competência profissional que contempla conhecimentos, habilidades e atitudes, não obstante, o saber fazer - a dimensão prática, o saber ser - a dimensão do carácter e da personalidade e o saber agir - a dimensão da capacidade de trabalhar em equipe e de resolver problemas.

Do exposto até ao momento, percebe-se que o capitalismo modifica não só o trabalho em si, mas o conhecimento que o trabalhador tem a respeito de seu trabalho, o qual também é

reduzido e alienado. Uma das principais características do trabalho no capitalismo é sua fragmentação, separando as atividades de planejamento e execução.

A fragmentação do processo de trabalho e a cisão entre o momento teórico e o momento prático fazem com que os trabalhadores, responsáveis pela produção da riqueza, sejam impedidos de ter acesso a um saber que implique o conhecimento e o conseqüente domínio sobre a totalidade do processo produtivo. Dessa forma, a separação entre trabalho manual e trabalho intelectual se torna um instrumento de dominação do capital sobre o trabalho (TONET, 2012, p.55).

Assim, o resultado é a desqualificação do trabalhador, que em função da divisão do trabalho tem restringidas suas necessidades de qualificação (KUENZER, 2011). A tecnologia também inverte as relações, uma vez que a máquina não mais consiste em prolongamento das potencialidades humanas, mas assume uma posição central, onde o homem é que passa a ser usado pela máquina, a serviço do capital. O trabalhador torna-se mera engrenagem no sistema produtivo, inclusive submetendo-se ao controle de sua produtividade ou adequação às necessidades do capitalista.

Diante da reestruturação do capitalismo e o advento da produção flexível, ocorrem algumas transformações no campo da formação do trabalhador, exigindo-se do trabalhador na produção flexível novas competências, uma vez que seu trabalho não se restringe mais à execução de uma única tarefa, mas supõe uma atuação polivalente e que inclusive consiga desenvolver certas atividades de controle, essenciais para a produção.

A produção flexível tem como conseqüência uma proposta de educação dos trabalhadores, de quem se exige as capacidades de agir intelectualmente e pensar produtivamente. Exige-se do trabalhador a capacidade de se educar permanentemente e das habilidades de trabalhar independentemente, de criar métodos para enfrentar situações não previstas, de contribuir originalmente para resolver problemas complexos (KUENZER, 2012, p. 73).

A substituição progressiva dos processos rígidos, de base eletromecânica, pelos flexíveis, de base microeletrônica, cria novas demandas no mundo do trabalho e desloca a concepção de formação profissional dos modos de fazer para a articulação entre conhecimentos, atitudes e comportamentos, com ênfase em habilidades cognitivas, comunicativas e criativas (KUENZER, 2009).

Entretanto, toda esta capacitação não assegura o acesso ao emprego num mundo do trabalho cada vez mais excludente e competitivo, em que se exige uma formação cada vez mais

elevada, oferecendo salários cada vez menores, posto que as vagas são insuficientes para todos os trabalhadores.

A exploração capitalista no contexto da reestruturação produtiva manifesta-se, sobretudo, pela captura da subjetividade do trabalhador, estimulando o engajamento deste com os objetivos da empresa mediante inclusive premiações por desempenho, criando no trabalhador a ilusão de que, se a empresa cresce, ele cresce junto. A subsunção do trabalhador no processo de produção flexível ocorre de forma mais consensual, envolvente e, na verdade, mais manipulativa (ANTUNES, 2011).

A educação, segundo a lógica capitalista, é considerada fator fundamental no processo de reestruturação produtiva, responsável por formar os trabalhadores desejáveis para determinado momento histórico. Mais que promover a capacitação profissional, a Educação constitui uma forma eficiente de dominação, de disseminação da ideologia dominante e, até certo ponto, de “adestramento” da força de trabalho.

Especialmente na formação do trabalhador, a Educação tem um papel decisivo a cumprir, adequando esta formação às necessidades e exigências do mercado que, no contexto da produção flexível, é a de um trabalhador polivalente, capaz de executar diversas funções e, inclusive, auxiliar em processos de controle de qualidade ou na solução de problemas no processo produtivo.

O conhecimento, no capitalismo, é negado ou disponibilizado conforme as necessidades do mercado. A própria ampliação da oferta de escolarização nada mais é que uma estratégia para assegurar a formação de indivíduos capazes de atuar em processos de trabalho flexibilizados, executando diversas tarefas com diferentes níveis de complexidade. O maior nível de escolarização, todavia, não assegura o trabalho de cunho científico-intelectual; ao contrário, o indivíduo precisa ser polivalente ao ponto de exercer determinadas tarefas de gestão sem abandonar o trabalho operacional, especialmente aquele ligado ao manuseio de máquinas e equipamentos tecnológicos. O trabalhador, além de lutar pelos meios de vida, precisa lutar pela aquisição do trabalho (MARX, 2004).

Aqueles que não têm acesso a esta nova qualificação são excluídos do mundo do trabalho pelo desemprego ou estão sujeitos a trabalhos ainda mais precarizados e sub-remunerados. A Educação assume, neste contexto, a função de desenvolver competências, de educar para a “empregabilidade” e não necessariamente para o desempenho de uma profissão específica, mas para uma atuação polivalente, a depender inclusive do emprego que conseguir encontrar.

Importante frisar que toda esta dinâmica transfere para o sujeito a responsabilidade de uma pretensa ascensão social, em que, quanto mais qualificado e polivalente for o sujeito, maiores suas chances de obter êxito no mundo do trabalho, alcançando assim melhores condições de vida.

Como bem destaca Kuenzer (2011, p. 28), não é possível superar a ruptura entre o trabalho intelectual e instrumental dentro da escola, tendo em vista que “a sociedade continua perpassada pela divisão social e técnica do trabalho, de modo a assegurar a hegemonia do capital”.

Por outro lado, é necessário e urgente propiciar ao trabalhador uma educação que contribua para sua emancipação, a partir da consciência de classe e do acesso aos saberes tradicionalmente destinados à elite, favorecendo assim não só uma formação para o trabalho, mas a formação omnilateral, considerando o sujeito como ser integral.

A formação do trabalhador na sociedade capitalista não pode desconsiderar sua necessidade de acesso ao emprego como forma de garantir sua sobrevivência e de sua família. Deste modo, não é possível desconsiderar por completo as exigências do capital em termos de capacitação. Mas também faz-se necessário, se entendemos a Educação numa perspectiva emancipatória, não restringir a formação do trabalhador à capacitação para o trabalho, mas proporcionar o acesso aos diversos tipos de saberes socialmente acumulados.

Neste contexto, De Paula (2007) releva a importância que Marx dá à formação, à Educação, compreendida em três dimensões: intelectual, física e técnico-científica, as quais combinadas possibilitam a elevação da classe operária acima das demais classes. Para ele, o futuro da classe operária depende da formação que há de vir, e alerta que, enquanto a escola for um produto da sociedade de classes, da divisão social do trabalho, ela contribui na manutenção da sociedade capitalista.

Apesar da impossibilidade de uma emancipação plena do trabalhador no seio de uma sociedade capitalista, julga-se imprescindível que a Educação contribua para a emancipação dos sujeitos por meio de uma formação que o considere como ser integral e não apenas restrito à figura do trabalhador.

O capitalismo reduz o sujeito ao seu papel no sistema produtivo, como se a vida do trabalhador se reduzisse ao trabalho, sendo desestimuladas as atividades de lazer ou quaisquer outras que, de algum modo, possam colocar em risco sua produtividade. Cria-se no trabalhador a ilusão de que, dedicando toda sua energia ao trabalho, tornar-se-á possível seu enriquecimento. A expectativa de elevação do salário impele o trabalhador ao sobretrabalho

(MARX, 2004), ainda que, para isto, tenha que sacrificar o tempo em família, o descanso, o lazer.

É papel da Educação conscientizar o trabalhador desta realidade e dos mecanismos de controle utilizados pelo capital para controlar não só o trabalho como também a vida do trabalhador fora do ambiente de trabalho. Conforme Meszáros (2008, p. 15), “o objetivo central dos que lutam contra a sociedade mercantil, a alienação e a intolerância é a emancipação humana”. Nesta perspectiva, cumpre romper com a educação transformada em mercadoria e como instrumento de controle e exploração nas mãos dos capitalistas.

O empreendimento societal por um trabalho cheio de sentido e pela vida autêntica fora do trabalho, por um tempo disponível para o trabalho e por um tempo verdadeiramente livre e autônomo fora do trabalho – ambos, portanto, fora do controle e comando opressivo do capital - convertem-se em elementos essenciais na construção de uma sociedade não mais regulada pelo sistema de metabolismo social do capital e seus mecanismos de subordinação (ANTUNES, 2011, p. 11).

Para Canielles e Oliveira (2011, p. 7), “a emancipação humana está no horizonte de toda a produção de Marx, é o princípio pelo qual haveria a possibilidade de rompimento e superação do modelo social do capital”. Esta emancipação, todavia, tem como condição o conhecimento amplo e profundo da realidade a ser transformada (TONET, 2012).

Marx admite a impossibilidade da emancipação humana plena e, neste contexto, considera a emancipação política não só uma necessidade, mas uma forma possível de emancipação:

Não há dúvida de que a emancipação política representa grande progresso. Embora não seja a última etapa da emancipação humana em geral, ela se caracteriza como a derradeira etapa da emancipação humana dentro do contexto do mundo atual (MARX, 2005, p.25).

A formação com vistas à emancipação humana supõe o reconhecimento do sujeito em sua integralidade, realizando-se, portanto, numa perspectiva omnilateral, isto é, contrapondo-se à unilateralidade decorrente da divisão social do trabalho no sistema capitalista. Tal formação pressupõe um ensino intelectual, físico e tecnológico para todos, considerando o homem como ser completo (MANACORDA, 2011).

É nesse sentido que Frigotto (2012, p. 265) afirma que uma educação omnilateral abrange “a concepção de educação ou de formação humana que busca levar em conta todas as

dimensões que constituem a especificidade do ser humano e as condições objetivas e subjetivas reais para seu pleno desenvolvimento histórico”.

Portanto, percebe-se que a educação emancipatória é voltada à emancipação humana em todas as suas dimensões. Significa o resgate da integralidade humana, do reconhecimento do sujeito enquanto ser social e não apenas como ser que trabalha. Se olharmos no campo da formação para o trabalho, implica a tomada de consciência da exploração a que o trabalhador está submetido, da necessidade de ampliar o conhecimento no seu campo de atuação profissional, quebrando as barreiras.

Assim, a escola não deveria ser hierarquizada por classes sociais, mas proporcionar uma educação que contemple a todos os indivíduos com as mesmas oportunidades de formação. Neste sentido, a formação deveria contemplar o indivíduo em sua totalidade, valorizando o aspecto intelectual, humano, cultural, e não apenas restringir-se à formação profissional, que também é importante, mas não pode ser a única preocupação na formação do trabalhador para satisfazer os interesses do mercado do trabalho capitalista.

Acredita-se que a educação com vistas à emancipação do trabalhador deve possibilitar a retomada do sentido ontológico do trabalho como produção da existência humana, como processo que possibilita o desenvolvimento das sociedades do ponto de vista científico e tecnológico, não para facilitar a exploração pelo capital, mas para melhorar a vida dos sujeitos, com vistas ao bem comum.

O trabalho em seu sentido ontológico é compreendido como produção da existência humana, vinculando-se basicamente às necessidades humanas. Nesta perspectiva, a Educação tem no trabalho seu princípio educativo, considerando a necessidade de que todo ser humano trabalhe para sobreviver.

Assim, o trabalho no capitalismo é alienado e o trabalhador perde o direito aos bens que produz, vê seu trabalho sendo fragmentado e é destituído inclusive do conhecimento que envolve seu trabalho. O trabalho, convertido em mercadoria, concebe o trabalhador como mera engrenagem no sistema produtivo, tal como funcionam os maquinários.

A formação do trabalhador, nesta perspectiva, é condicionada aos interesses do mercado, que dita em que medida deve ou não ser possibilitada a qualificação do trabalhador. A dualidade entre trabalho manual e intelectual determina os níveis de formação dos sujeitos, formação esta que não é suficiente sequer para assegurar o direito ao emprego.

A ruptura com esta educação vinculada aos interesses do mercado não é tarefa fácil, mas fundamental para a construção de uma sociedade mais justa. Para tanto, é importante que a Educação contribua para a emancipação dos sujeitos, por meio de uma formação omnilateral,

isto é, que abranja não só a formação para o trabalho como também a formação intelectual, ética e, sobretudo, a consciência de classe.

A emancipação plena do trabalhador ainda está distante de acontecer. É preciso investir naquela possível, isto é, na emancipação política, a qual depende essencialmente da consciência de classe. Mais que a conscientização, é preciso possibilitar ao trabalhador o acesso ao saber historicamente acumulado pela humanidade, favorecendo sua formação como ser integral e não apenas uma formação restrita ao trabalho ou ao desenvolvimento de aptidões desejáveis ao capital.

Ao considerarmos as universidades enquanto instituições que primam pelo humanismo e uma perspectiva mais crítica, holística, mais sustentável e integrada, é pertinente saber até que ponto elas se encontram preparadas ou estão se preparando para responder à demanda social de aquisição de novas habilidades, de modo a permitir a integração adequada ao mundo das da Indústria 4.0, ou seja, ao mundo das fábricas inteligentes.

Segundo Dorsa (2019), as universidades são espaços de produção e socialização do saber, local aglutinador e multiplicador de conhecimento através de práticas educativas eficientes, inovadoras, que buscam o desenvolvimento de novas tecnologias, bem como o encaminhamento de soluções para problemas sociais.

Diante dos problemas sociais que resultam da I.4.0 e que já começam a se fazer sentir em alguns pontos do mundo, em uma perspectiva de pressão exercida sobre indivíduos em seus postos de trabalho e que tendem a empurrar as universidades para a satisfação dos anseios capitalistas, espera-se que estas tomem iniciativas de uma educação emancipadora e não simplesmente instrumental.

Nesse contexto, Manã (2001) entende que a pressão exercida pelas novas tecnologias sobre indivíduos no seu local de trabalho não é algo novo. Historicamente, sempre os avanços tecnológicos têm forçado mudanças no funcionamento das organizações e da sociedade, isto é, desde a 1ª Revolução Industrial, com a organização de trabalho nas fábricas, que as organizações se constituíram no foco dessas mudanças sociais.

Entretanto, ao longo da história da humanidade, o distanciamento da produção científica que se queria objetiva das dinâmicas sociais ficou em volta de desconfiança por conta de uma abordagem da visão clássica, pela qual “a ciência só pode contribuir para maior bem-estar social se esquecer a sociedade e dedicar-se exclusivamente na busca de verdades” (PALACIOS *et al.*, 2001, p. 121). Essa visão clássica da ciência sofreu e tem sofrido diversas censuras por parte de alguns cientistas e acadêmicos no geral. Aliás, foi por conta dessas censuras que surgiu o novo

campo de estudo da Ciência, Tecnologia e Sociedade – CTS, para desmistificar esse mito da concepção linear.

É por essa razão que Bazzo (1998) afirma que os anos de 1960 e 1970 foram períodos em que o desenvolvimento científico-tecnológico tomou um outro rumo, passando do seu contexto habitual para o outro, indo do milagre à destruição. Desse modo, Cerezo (2003) pontua que, apesar do otimismo prometido pelo modelo linear, a Ciência e Tecnologia começam a entrar em decadência devido aos sucessivos desastres que aconteciam, entre os quais a poluição do meio ambiente com resíduos contaminantes, acidentes nucleares e bomba atômica, não obstante experiências laboratoriais insanas.

De acordo com Pinheiro (2005), emergem na Europa e nos Estados Unidos da América os primeiros indícios de desenvolvimento científico-tecnológico do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Segundo Pinheiro (2005), a Ciência, Tecnologia e Sociedade é um campo de estudo das inter-relações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade, que constitui um campo de trabalho voltado para investigação acadêmica e para políticas públicas. Este campo baseia-se em novas correntes de investigação em Filosofia e Sociologia da Ciência, também como reivindicação da população para a participação mais democrática nas decisões que atingem o contexto científico-tecnológico ao qual se enquadram. Portanto, nessa perspectiva, o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade procura perceber os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios trazidos quanto nas consequências sociais e ambientais que possam emergir.

Segundo Gomes, Santos e Campos (2018), do ponto de vista econômico a Indústria 4.0 impulsiona a produtividade e torna as indústrias mais eficientes, flexíveis, ágeis e aptas para enfrentar a competitividade do mercado.

Mais uma vez, isto nos mostra claramente que a I.4.0 carrega consigo o espírito capitalista de conquistar o mercado e aumentar a produtividade sem medir esforços sobre as consequências que possam emergir. Portanto, vincam-se repetidamente, nessa revolução, apenas as vantagens como uma forma de manipular a sociedade em prol dos interesses particulares.

Segundo Martins e Almeida (2018), os benefícios sociais trazidos pela Indústria 4.0 são o fato de os produtos se tornarem mais baratos, devido à rapidez na produção e eficiência dos métodos de produção.

Se prestarmos atenção, perceberemos que a essência do capitalismo é a massificação da produção através da redução possível dos custos e barateamento da mão de obra, e da desvalorização de conhecimentos dos trabalhadores com o surgimento de novas tecnologias,

não obstante a instrumentalização das instituições de ensino de um modo geral, e, em particular, as universidades. É fundamental que as universidades não percam o seu compromisso social.

Pesquisa feita pela Deloitte (2014), com base em 1.600 executivos em 19 países, que entrevistou 102 brasileiros, constatou uma grande expectativa relativamente à Indústria 4.0. Cerca de 39% dos entrevistados no Brasil consideram a tecnologia um diferencial competitivo, enquanto que 42% acreditam que ela permite grande mobilização na cadeia de operações a fim de entregar valor aos clientes. No entanto, cerca de 87% do total dos entrevistados acreditam que o novo formato industrial deve beneficiar o mercado empresarial e a população com igualdade social e estabilidade econômica.

Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2016), a estimativa anual de redução de custos industriais no Brasil, a partir da migração da indústria para o conceito 4.0, será de, no mínimo, R\$ 73 bilhões por ano. Isso envolve ganhos de eficiência, redução nos custos de manutenção de máquinas e consumo de energia.

Estudos feitos por Gomes, Santos e Campos, (2018) no contexto da Indústria 4.0 em uma das maiores empresas de fabrico de máquinas de cartões de créditos, placas-mães e decodificadores para televisores, discos rígidos e modems no POLO INDUSTRIAL DE MANAUS - Brasil, ilustram que, após a substituição dos operadores que testavam o produto manualmente, por máquinas e robôs para fazerem o mesmo serviço, os resultados obtidos foram significativos e satisfatórios., pelo que se constatou: a) Redução de *Manpower* nos testes; b) Mais confiança com relação aos clientes; c) Redução de custos; d) Redução do número de acidentes causados por repetitividade; e) Agilização da linha de produção com fluidez e estabilidade, aumentando o desempenho; f) Eliminação de falhas operacionais aumentando a taxa de rendimento.

O referido estudo conclui que a Indústria 4.0 traz grandes avanços tecnológicos que devem ser utilizados para integrar homem e máquina, em que o homem deixa de realizar atividades massivas e repetitivas para se preocupar com o planejamento da produção. Conclui-se, também, que todo o conceito da Indústria 4.0 é inovador, através da implementação da estratégia e aplicação dos seus princípios. Apesar de árduo, é possível se adaptar a esse novo conceito e, com isso, melhorar todos os setores de manufatura.

No Brasil, o conceito de Indústria 4.0 ainda não apresenta grandes avanços. O atraso brasileiro diante da integração das tecnologias físicas e digitais em todas as etapas de desenvolvimento de um produto é evidente. De acordo com pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), 43% das empresas não identificam quais

tecnologias têm potencial para alavancar a competitividade do setor industrial. Nas pequenas empresas, esse percentual sobe para 57%. Entre as grandes, a fatia recua para 32%.

A CNI (2016a) aponta como propostas para a capacitação dos profissionais da Indústria 4.0:

- a) A criação de novos cursos técnicos para atender necessidades específicas;
- b) Reformulação de cursos nas áreas de engenharia, administração, entre outros, para adequar as novas necessidades das tecnologias inteligentes;
- c) Criação de cursos de gestão da produção multidisciplinar com ênfase na Indústria 4.0 e incentivo a programas de competências tecnológicas nas empresas.

A indústria brasileira ainda está se familiarizando com a digitalização e com os impactos que esta pode ter sobre a competitividade. Para que haja crescimento desse setor no país, é preciso capacitar os gestores, analistas de sistema, lideranças e articuladores na indústria e níveis de investimentos relevantes.

Se prestarmos atenção, haveremos de perceber que os estudos sobre a I.4.0 acima ilustrados simplesmente fazem menção às vantagens, ou seja, são apologistas a I.4.0 e ao interesse particular capitalista. Em momento algum, mostram preocupação para com a sociedade. Afinal de contas, a I.4.0 não está inserida na sociedade? Os interesses particulares da minoria capitalista são mais importantes do que os da maioria social desfavorecida? Para onde o mundo caminha com esses olhares individualistas, excludentes, segregacionistas e instrumentalistas?

Na visão de Palácios *et al.* (2001), a Ciência, Tecnologia e Sociedade designam um campo de estudos que se preocupa com os aspectos sociais de ciência e tecnologia, instigando questionamentos do tipo: como o binômio ciência/tecnologia está imbricado com a sociedade? O campo, portanto, não reconhece apenas que existe uma relação direta, mas volta seu olhar para os processos, ou seja, como se dá a interferência da ciência e da tecnologia nas questões sociais e vice-versa. Outro questionamento que se pode fazer, a partir disso, é como as consequências sociais e ambientais da emergência e aplicação de novas tecnologias definem mudanças na própria produção científico-tecnológica.

É nesse contexto que Bazzo *et al.* (2003) afirma que os estudos e programas de Ciência, Tecnologia e Sociedade vêm se desenvolvendo desde o início em três perspectivas: a) No campo de pesquisa, surge como alternativas à reflexão acadêmica sobre Ciência e Tecnologia; b) No campo de políticas públicas, tem em vistas na promoção de diversos mecanismos

democráticos que facilitem aberturas de processos de tomada de decisão referentes a políticas científico-tecnológicas e no campo da Educação.

Moraes (2000) nos informa que, tanto no Brasil quanto em outros países periféricos, bem como nos países centrais do capitalismo, a Educação encontra-se relacionada ao conjunto de preocupações de ordem particularmente econômica e é convertida em resposta estratégica às necessidades impostas pelas aceleradas mudanças tecnológicas, não obstante pela nova ordem de competição internacional.

Mais uma vez, queremos ressaltar que o capitalismo modifica não só o trabalho em si, mas o conhecimento que o trabalhador tem a respeito de seu trabalho, o qual também é reduzido, alienado. Por que tanta instrumentalização do ensino ao serviço da ordem econômica particular? Até quando as universidades em particular poderão mudar o cenário? Esperamos que isso não coloque a sociedade demasiadamente desestruturada, as famílias sem rumo, e Educação emancipadora seja chamada à juízo como forma de minimizar os efeitos do sofrimento.

Segundo Tanguy (1986) *apud* Moraes (2000), devido à emergência de novos modelos de produção, levanta-se o debate sobre os novos requisitos de qualificação para o trabalho, provocando reformulações no conceito tradicional de formação profissional, o que leva a tentativas de redefinição das atribuições sociais da educação escolar, ao estabelecimento de “relações orgânicas entre escola e empresa”.

Moraes (2000) assinala que, no caso dos países latino-americanos, em processo de ajustamentos econômicos ao novo padrão de acumulação de riqueza, um “novo” paradigma educacional construído a partir das orientações de organismos internacionais, como o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Bird), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a Cepal ou Unesco, conforma as agendas dos governos da região, definindo metas e objetivos aos sistemas de Educação. Propõe como objetivo prioritário da Educação nacional o investimento na melhoria da qualidade da mão de obra para o mercado, ao mesmo tempo em que concebe a formação profissional como elemento constitutivo de uma política de emprego.

Considera-se urgente o posicionamento das universidades em relação ao processo de instrumentalização das mesmas diante do poder de influenciar que o sistema capitalista tem em detrimento da sociedade, porque a continuar inerte incorre na possibilidade de perder o seu mérito, a sua essência. Normalmente, o capitalismo cria essas organizações internacionais para influenciar as políticas públicas de estados ou países segundo as suas dinâmicas.

Alarcon *et al.* (2018) afirmam que atualmente o discurso sobre aprendizagem, escola e Educação deve estar ligado ao cenário da indústria, da tecnologia e da inovação social, pois, no

contexto atual em que a sociedade se insere, é pertinente capacitar futuros profissionais e requalificar os atuais, em função das novas demandas do mundo do trabalho, o que faz com que a Educação seja pensada como um processo de transformação ou uma estrutura em rede.

É nessa perspectiva que Gomez (2005, p. 189) entende que “a qualidade da educação em rede está na socialização e na solidariedade entre as dimensões técnicas, humanas e do conhecimento”.

Neste sentido, ao considerarmos a socialização e a solidariedade nas dimensões técnicas e humanas de conhecimento, estaríamos a elevar a Educação em um contexto de educação cidadã ou então educação emancipadora, o que seria mais benéfico para a sociedade, pois permitiria a sua participação em processos tecnológicos.

Segundo Alarcon *et. al.* (2018), o conceito de Educação em Rede passa a ser um amplo espaço interconectado para a construção e compartilhamento de conhecimentos voltados para a criação e o desenvolvimento de novas soluções tecnológicas provenientes da 4ª Revolução Industrial. Devido ao uso de Inteligência Artificial, Big data, Internet das coisas (IoT), robótica, sistemas ciberfísicos na Indústria 4.0, permite-se repensar o cenário de uma Educação em Rede, pela e na qual seja possível implementar uma manufatura avançada, em países em desenvolvimento, como no Brasil, onde se faz necessária a formação de pessoas em um nível mais abrangente de aplicação e inovação tecnológica industrial.

Nesse sentido, Aires *et. al.* (2017) entende que as competências mais demandadas são: criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos.

Desse modo, estudos feitos por Alarcon *et. al.* (2018) mostram que: a) Para se fazer face à demanda da Indústria 4.0, é pertinente que haja preparação de recursos humanos, na qual a Educação tradicional passa por transformações para o desenvolvimento de novas competências de futuras profissões advindas da 4ª Revolução Industrial; b) A Internet das coisas (IoT) se destaca tanto na produção como na Educação, bem como são evidenciados os espaços para o desenvolvimento da criatividade e da inovação, a partir dos laboratórios remotos de robótica e de experimentação para a inovação; c) Deve haver a transferência de conhecimento aberto das universidades para as empresas, incluindo a sociedade como um agente direto a ser impactado no processo de transformação digital, que deve ocorrer no ambiente acadêmico com ações que vão desde a adoção de um currículo intermultidisciplinar à criação de parques tecnológicos com foco no empreendedorismo e na inovação social.

2.1 Enfoques CTS para a educação tecnológica

Atualmente, o campo interdisciplinar de Estudos Sociais de Ciência e Tecnologia (ECTS) está explicitamente preocupado com questões políticas, ou seja, com a natureza da governabilidade e responsabilidade do Estado moderno, os direitos de tomada de decisão democrática e os problemas de participação versus representação, e a estrutura da esfera pública e da sociedade civil. Nesse sentido, as preocupações políticas sobre ECTS giraram em torno da formulação crítica ao liberalismo.

Assim, as “Grandes Tradições” na filosofia, história e sociologia da ciência – representadas, por exemplo, pelo Círculo de Viena e Karl Popper na Filosofia, George Sarton na História e Robert K. Merton na Sociologia - estavam todos de maneiras diferentes engajados na formulação de relatos da ciência como exemplo e sustentação de ideais e valores políticos liberais.

Nessa perspectiva, Thorpe (2008) faz uma observação sobre ECTS e o pensamento político para questionar e debater que tipo de política da ciência, constituição técnica ou parlamento das coisas é garantido por ideais democráticos.

Segundo Shapin & Schaffer (1985) *apud* Thorpe (2008), a teoria política da ciência surge no campo da Sociologia do conhecimento científico. Nesse sentido, a política científica deve ser vista como um elemento fundamental da atividade política do Estado. Para esses estudiosos, a noção de uma sociedade liberal como habitat natural da ciência tem sido uma legitimação fundamental para a política democrática liberal no século XX. A ciência forneceu uma solução para os principais problemas inerentes à ordem política democrática liberal através de um olhar atento do público que impede políticos e oficiais de buscarem interesses privados ou agendas ocultas sob o disfarce de autoridade pública. Assim, a ciência teve "funções políticas latentes no moderno Estado democrático-liberal" (EZRAHI, 1990, p. 96 *apud* THORPE, 2008, p. 65).

Hess *et al.* (2008) afirma que os problemas éticos e políticos dos ECTS fizeram com que pesquisadores examinassem como a participação democrática na ciência e na tecnologia poderia ser reforçada. Nesse contexto, surgem movimentos sociais com vistas à participação social na ciência, tornando desse modo os ECTS o centro das atenções.

Os movimentos sociais reforçaram a participação pública na ciência e na tomada de decisões técnicas, até mesmo no encorajamento de participação pública em áreas especializadas, o que contribuiu na tomada de decisões políticas, permitindo, assim, a participação de Organizações Não Governamentais (ONGs) e os demais cidadãos na ciência e na tecnologia, com base em estudos empíricos e teorias.

Para Hess *et al.* (2008), os movimentos sociais caracterizaram-se pelo seu esforço intencional coletivo com vistas a promover mudanças sociais. Esses movimentos sociais podem buscar benefícios além dos interesses imediatos de seus membros, como foi o caso de movimentos pela paz, movimentos de direitos humanos e, em muitos casos, movimentos ambientalistas. Esse acadêmico diz que a teoria contemporânea do movimento social parte de uma das três principais tradições: teoria de mobilização de recursos, análise de quadros e teoria do processo político ou oportunidade.

Na visão de McCarthy & Zald (1977) e Hess *et al.* (2008), a teoria da mobilização de recursos é a mais antiga das três estruturas e foi influente nos anos 70 e 80 nos países anglófonos. Essa teoria concentra-se na estratégia, agência e organizações, e examina problemas como a construção de filiação de massa, a competição entre organizações de movimentos sociais e as trajetórias de crescimento. Portanto, nesta perspectiva, a ciência e a tecnologia são vistas como um dos muitos recursos potenciais a que um movimento pode aceder.

Segundo Benford & Snow (2000) e Hess *et al.* (2008), a teoria de análise do quadro se concentra em questões de significado, as formas em que os líderes de movimento definem questões para atrair aderentes e os processos de difusão do quadro. Assim, Hess (2008) entende que, o ponto de vista de análise do quadro, a ciência e a tecnologia entram nas formas em que as questões são definidas e se tornam credíveis para os potenciais apoiantes.

Kitschelt (1986); McAdam (1982); Tilly (1978) e Hess *et al.* (2008) entendem que a teoria do processo político ou oportunidade chama atenção para as condições estruturais que tornam possível a mobilização dos movimentos sociais numa perspectiva comparativa. No que se refere à teoria da oportunidade política, a ciência e a tecnologia podem moldar as condições, incluindo riscos e perigos que criam espaços de mobilização e aumentam ou diminuem o sucesso de um movimento.

McAdam *et al.* (2001) e Hess *et al.*, (2008) nos informam que, na década de 1990, alguns dos principais pesquisadores de movimentos sociais desenvolveram um quarto quadro sintético que reuniu mobilização de recursos, enquadramento e estruturas de oportunidades políticas. A nova teoria sobre movimentos sociais fundamenta-se em elementos históricos, tendo em conta lutas contra colonização e para a democracia.

Halfmann (1999) e Hess *et al.* (2008) realçam que, com os riscos ou perigos associados à tecnologia industrial, não obstante as políticas neoliberais que não enxergavam os riscos da tecnologia, com fundamento de que os cidadãos apoiavam o Estado em troca da segurança e saúde, surgiram novos movimentos sociais, "movimentos de risco", o que significa que esses

movimentos de risco surgem pelo fato de o Estado neoliberal ter abandonado grande parte do potencial regulatório que ajudaria a controlar e reduzir os riscos associados às tecnologias emergentes. Em outras palavras, pode-se dizer que as regras de jogo em um campo de atuação são de extrema importância e merecem ser observadas devidamente, sob pena de colocar em risco a dinâmica de outras instituições.

Para Dale (1996); Mattelart (1980); Raboy (1984); Scalmer (2002) e Hess *et al.* (2008), o Estado neoliberal mantinha sua posição através da manipulação da mídia, o que levou os movimentos sociais a adotarem novas estratégias de mídia e informação para fazer face ao Estado.

Todavia, surgem assim os ECTS em oposição à Filosofia, História e Sociologia da ciência tradicional, que buscavam codificar e sustentar a ciência como um modelo ideal para a ordem política liberal. O surgimento do CTS se dá pela desconfiança na ciência diante do seu caráter inicial (universalismo, neutralidade, impessoalidade, etc) subjacente ao modelo liberal, ou seja, após um ataque intelectual sustentado aos fundamentos epistemológicos, sociológicos e históricos do modelo liberal da ciência.

Dewey (1966) e Thorpe (2008) consideram a ciência e democracia como atividades práticas, conjuntos de hábitos e não princípios abstratos. Nesse sentido, a democracia depende da extensão e difusão do método e dos hábitos científicos através da política. Portanto, a disseminação do conhecimento científico social através da imprensa e da educação tornaria o conhecimento compatível com a democracia.

É nesse sentido que Merton (2013) argumenta que ciência e democracia são valores culturais ligados, e que a sua combinação define um tipo particular de comunidade social e política.

Portanto, nessa perspectiva, Thorpe (2008) afirma que os marxistas anteriores, como Bernal, viam na ciência uma força de produção ideologicamente neutra. Nesse contexto, Hess *et al.* (2008) afirmam que os problemas éticos e políticos dos estudos de ciência e tecnologia fizeram com que pesquisadores examinassem como a participação democrática na C&T poderia ser reforçada. Assim, surgem movimentos sociais com vistas à participação social na ciência, tornando, desse modo, os Estudos de Ciência e Tecnologia (ECTS) o centro das atenções.

Em função desse pensamento, os estudos científicos desde os anos 1960 foram orientados para a crítica da "neutralidade" científica. Foi nesse contexto que surge a "Escola de Frankfurt", que intentava desmascarar os preconceitos sociais construídos em uma "razão instrumental" aparentemente neutra da ciência.

Shapin (2008) chama atenção ao dizer que, pelo menos, a partir do início do século XX, muitos cientistas físicos, mas não apenas físicos, afirmaram publicamente que não estavam na perspectiva da verdade absoluta da ciência. A tarefa deles não era a metafísica e não estavam a descobrir realidades últimas, pois tinham em vistas descobrir o que “funciona”, que imagem da natureza era coerente com as teorias e evidências existentes, e que imagem da natureza permitiria aos cientistas prever e controlar com mais poder. Em 1899, John Hopkins e Henry Rowland, não fazendo alusões ao pragmatismo ou a qualquer outra filosofia formal da ciência, contrastaram explicitamente que “não existe verdade absoluta e falsidade absoluta”.

Na década de 1920, Albert Einstein lembrava ao leitor geral que “é difícil atribuir um significado preciso ao termo verdade científica”, que significa que, atualmente, a autoridade da ciência se baseia cada vez mais não no que os cientistas sabem, mas no que podem ajudar a fazer acontecer. Antes, acreditava-se que um mundo saturado de tecnologia não seria apenas um mundo modernizado, mas um mundo secularizado. Esse pensamento entrou em descrédito, ou seja, tornou-se falso. A mera presença de tecnologia avançada em uma sociedade parece ter pouco ou nada a ver com o modo como as pessoas pensam e com o que valorizam, pois o sucesso da ciência tornou-se um problema para a sociedade. Portanto, esse estudioso diz que o lugar da ciência no mundo moderno é apenas o problema de descrever a maneira como vivemos agora, em que acreditar, em quem confiar e no que fazer.

Da mesma forma, surge a teoria crítica de Feenberg, com vistas a expor valores dominantes e sugerir a possibilidade de inscrever novos valores no desígnio tecnológico, não obstante encontrar formas de decidir democraticamente sobre os tipos de valores que se deseja incorporar na tecnologia, pois, tal como as sociedades têm uma constituição política, as tecnologias também têm uma constituição tecnológica e o enquadramento de ambas é uma questão de decisão humana. Daí a necessidade de democratização da tomada de decisão tecnológica. Portanto, imagens de neutralidade, universalidade e objetividade perderam o apoio dos intelectuais e cada vez mais despertam desconfiança do público.

Nessa ordem de pensamentos, Thorpe (2008) considera que a política científica precisa abordar os objetivos da ciência e da tecnologia e considerar a "política" como um problema democrático do público e não como um problema meramente burocrático para as elites, pois, atualmente, os estudos de ciência e tecnologia estão cada vez mais preocupados em teorizar e criar estruturas viáveis de participação pública na tomada de decisões científicas e tecnológicas. Este ponto ilustra que a literatura pouco trata sobre questões políticas da ciência.

Segundo Sismondo (2008), em 1962 Thomas Kuhn tornou-se o mentor da estrutura da revolução científica ao enfatizar uma base comunitária do conhecimento científico sólido e o

trabalho prático necessário para criá-lo. O seu livro ganhou notoriedade e possibilitou que a ciência fosse vista como uma atividade social. Para esse estudioso, a construção social da tecnologia depende da sua utilidade, ou seja, o seu sucesso depende da força e do tamanho dos grupos que promovem a sua utilização. Assim, a definição de uma tecnologia passa a ser o resultado da sua interpretação por grupos sociais relevantes.

Percebe-se que o sucesso da tecnociência se fundamenta tanto na construção dos fatos, artefatos, quanto nas sociedades que as aceitam, usam e validam.

Portanto, percebe-se também que o construtivismo da ciência fez com que a ciência e tecnologia passassem a ser consideradas instituições sociais e, conseqüentemente, há o surgimento da "Ciência, Tecnologia e Sociedade", tendo em conta que o projeto de compreensão da natureza social da ciência é contínuo com vistas à promoção de uma ciência socialmente responsável.

Para Rowe *et al.* (2004) e Sismondo (2008), a participação pública na tomada de decisões técnicas melhora o valor público, a qualidade da ciência e da tecnologia, na medida em que os participantes, de forma independente, representam a população, se envolvem com uma influência real em um processo transparente.

Segundo Sclove (2000) e Sismondo (2008), na década de 1980, houve a democratização da ciência e da tecnologia na Dinamarca, através da conferência de consenso, na qual foi constituído um painel de cidadãos encarregados de relatar e fazer recomendações não vinculativas ao parlamento sobre um tópico técnico específico.

Ademais, se considera que o mundo tecnocientífico contemporâneo está baseado em políticas públicas democráticas centradas no campo de Ciência Tecnologia e Sociedade, pois programas de CTS engajados em políticas importantes e claras colocam relações entre ciência, tecnologia e interesses públicos no centro de programas de pesquisa, em que as interações entre ciência, tecnologia, política e interesses públicos se tornaram tópicos importantes.

Dessa forma, percebe-se que o construtivismo científico fornece bases que contribuem grandemente na participação do público em C&T, pelo que permite os leigos possuírem e desenvolverem conhecimentos técnicos diversificados.

Nesse contexto, pode-se dizer que o desenvolvimento tecnológico sustentável não deve ser alheio às políticas científicas públicas claras e transparentes, pois políticas científicas públicas possibilitam aberturas para novos aprendizados, novos modos de saber ser, estar e atuar cientificamente aceitáveis em uma sociedade baseada em princípios democráticos. Até porque alguns países subdesenvolvidos conseguem superar a pobreza através de políticas científicas viradas à realidade concreta.

Nesse sentido, Cozzens *et. al.* (2008) nos ilustram que a pobreza nos países subdesenvolvidos pode ser superada mediante atividades de pesquisas e inovação, provimento de recursos que visem o desenvolvimento econômico, o domínio de novas tecnologias em particular as de informação. Ademais, as indústrias do conhecimento são consideradas principais fontes de riqueza, pois as teorias contemporâneas do crescimento econômico colocam a inovação tecnológica como o elemento fundamental do processo de crescimento. O forte papel da tecnologia na manutenção de mercados para as indústrias nacionais quanto internacionalmente é visto como um segundo desafio principal no uso da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento de projetos de competitividade.

No mundo contemporâneo os ECTS têm sido feitos numa perspectiva de análise direcionada à globalização, o que leva a globalização a ser vista como distribuição de meios produtivos na escala global, transformando a subsistência de países em desenvolvimento. Desse modo, a CTS contribui para o desenvolvimento por meio da liberdade de visualizar problemas e soluções de maneira local, sem a imposição.

No contexto do desenvolvimento, surge a teoria do crescimento que remonta a Adam Smith, e sua análise do papel da divisão do trabalho na expansão da atividade econômica, e a Karl Marx, que via os capitalistas e a tecnologia de produção - "os meios de produção" – como as forças motrizes de mudança na economia.

Cozzens *et. al.* (2008) entendem que a teoria do conhecimento visa aumentar o capital humano, ou seja, aumentar seu conhecimento e criatividade por meio da Educação. Assim, quem investe no desenvolvimento de novas tecnologias ganha recompensas econômicas, porque detém temporariamente o monopólio dos meios de fazer algo novo e mais produtivo. Isso significa que o crescimento econômico resulta dos retornos crescentes associados a novos conhecimentos. Nesse sentido, as instituições e culturas locais moldam os fluxos de conhecimento, o que torna o conhecimento tácito importante. Dessa forma, percebe-se que política científica clara e transparente, e o conhecimento aliado à inovação podem ser meios para o desenvolvimento.

Portanto, Cozzens *et. al.* (2008) entendem que a ciência, tecnologia e desenvolvimento baseiam-se nos conceitos de economia evolutiva e em redes de atores, não obstante nas relações entre eles nos países em desenvolvimento. Para o efeito, são considerados, como atores, as empresas, governo e instituições de pesquisa, incluindo laboratórios do setor público e universidades, não obstante outras formas de atores. Nesse sentido, as empresas estão no centro das redes, podem competir ou até colaborar entre elas.

Segundo a OCDE (2002) e Cozzens *et al.* (2008), o conhecimento é um elemento central no processo de inovação, pois é direcionado por um aprendizado que envolve acessar, acumular e aplicar conhecimento, reagir às mudanças no ambiente e usar o conhecimento gerado internamente para transformar o ambiente. Nessa perspectiva, o valor da rede no sistema é que ela aumenta o aprendizado por meio da interação e compartilhamento. Em princípio, as fontes de conhecimento em um sistema podem ser heterogêneas, embora na prática o conhecimento organizacional, comercial e técnico seja privilegiado no sistema de inovação. Assim, a nova teoria do crescimento se concentra no papel do Estado em garantir as condições para o crescimento econômico através do monopólio de novos conhecimentos comercialmente importantes.

Segundo Cozzens *et al.* (2008), na literatura sobre Educação e desenvolvimento, a educação em ciência e tecnologia é vista como meio que aumenta a produtividade, a inovação e resolve problemas sociais. O sucesso da economia japonesa e, mais recentemente, a dos tigres do leste asiático é citado como exemplo de que a Educação leva ao desenvolvimento dos países. Política educacional deve considerar fatores macroeconômicos e comerciais, não obstante instituições (sistemas jurídicos e políticos) e ambiente sociocultural. Desse modo, Kyle (1999), Zahur *et al.* (2002) e Cozzens *et al.* (2008) são de entendimento de que os cidadãos precisam de Educação para alcançar meios de subsistência estáveis e voz política, pois ela contribui significativamente para o aumento da democracia, justiça social e empoderamento individual. Nesse sentido, os recursos alocados à Educação pelo Estado tornam-se "investimentos em capital humano".

A terminologia do "capital humano" sugere que as políticas governamentais não devem apenas abordar a provisão direta de Educação e treinamento, mas também devem facilitar e incentivar o setor privado a desempenhar papéis ativos, como fizeram várias economias-modelo na Ásia.

Estudos feitos por Abiodun (1993), Rodrigo (2001), Balogun (2002) e Cozzens *et al.* (2008) mostram-nos que os centros regionais de Educação em Ciência e Tecnologia Espacial na África contribuem para o capital humano e o processo de desenvolvimento. Os estudos sobre Educação na Malásia e na Coreia mostram que, embora a Educação possa ser vista como uma condição necessária para o crescimento econômico, ela não é suficiente. São necessárias habilidades de nível superior em gestão, liderança política e burocracia.

É pertinente dizer que as empresas não inovam por si só. Primeiro, recebem conhecimentos, habilidades, suporte técnico, métodos e instrumentos de fora para poderem inovar. Por essa razão, Cozzens *et al.* (2008) é de entendimento que o crescimento econômico

é uma condição necessária para melhorar a vida cotidiana. Não é o acúmulo de riqueza, mas como a riqueza é usada. Pode-se dizer que políticas científicas, quando bem traçadas e implementadas, são a chave para o desenvolvimento social, não obstante para o crescimento econômico dos estados ou países.

Shapin (2008) diz que a ciência faz o mundo moderno e molda a cultura, pois a globalização, a sociedade em rede e a economia do conhecimento são resultados da ciência enquanto força motriz das mudanças sociais.

Do desenvolvimento deste debate teórico, percebe-se que, no que se refere à ciência, que a literatura dá ênfase aos aspectos da dinâmica da ciência e pouco aprofunda as questões de política científica do desenvolvimento sustentável. Contudo, as políticas científicas de desenvolvimento bem orientadas dinamizam o desenvolvimento sustentável, como é o caso do Japão e dos tigres do leste asiático.

Pode-se considerar que traçar políticas científicas para o desenvolvimento sustentável é uma responsabilidade dos estados a ser tomada no âmbito das estratégias de ciência e tecnologia em prol do bem-estar social, no qual os particulares e a sociedade no geral seguirão as linhas de atuação no processo de implementação. Mas também não se pode esquecer que vivemos em sociedades constituídas e regidas por normas éticas, morais, de trato social, jurídicas, entre outras. Essas normas são importantes, pois delimitam os modos de atuação para que não se fuja dos objetivos traçados e almejados pelos estados para com o seu povo e no contexto do mundo globalizado em que vivemos. As normas, quando baseadas em princípios democráticos e de justiça social, dão valor ao princípio do respeito pela humanidade com vistas a se evitar a criação de tecnologias maléficas ao ser humano e o meio ambiente que o rodeia.

As políticas científicas devem ser elaboradas observando-se não apenas a perspectiva política no geral, mas também as perspectivas social, cultural, econômica e de responsabilidade social, não obstante de maneira inclusiva e estimulantes a todas camadas sociais. É pertinente a existência de órgãos ou instituições de monitoramento do grau e do modo da sua implementação. As políticas científicas traçadas com base nesses princípios e regras conduzem ao desenvolvimento sustentável. Do contrário, comprometem não apenas o desenvolvimento nas suas diversas tipologias, mas também toda a humanidade.

Portanto, apresenta-se uma novidade pelo fato de que as políticas científicas baseadas em princípios democráticos, inclusão social, regras claras e transparentes, órgãos de monitoramento, novos aprendizados, capital humano qualificado, boas habilidades técnicas, instituições de financiamento, redes de colaboração e de interação sólidas, não obstante a

consciência pelo respeito da dignidade humana e no respeito pelo meio ambiente, são a chave para um desenvolvimento científico-tecnológico sustentável.

Linsingen (2007) afirma que a educação CTS trata de questões que envolvem vários aspectos das relações sociais e econômicas regionais, abarcando o campo das políticas públicas de C&T, por meio da explicitação de sua natureza social, cultural, política e econômica. Nessa perspectiva, ele nos informa que o processo de consolidação do campo CTS em países da América Latina emerge da reação ao modelo hegemônico de percepção das relações sociais da ciência e da tecnologia, com penetração significativa em distintos campos do saber e nas políticas públicas, e com notória filiação a diferentes linhas de pensamento e ideologias.

Na Educação, é perceptível a intensificação de abordagens alternativas no ensino de ciências e tecnologia e também a discussão de necessidades nos diferentes níveis de formação, considerando suas especificidades e finalidades, sob influência dos Estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS). Esse estudioso traz uma percepção da relevância educativa dos ECTS nos campos específicos do saber, no ensino fundamental e médio de ciências e tecnologia, no ensino tecnológico médio e pós-médio, e no ensino superior (tecnocientífico e de humanidades), que favoreça a construção de currículos contextualizados com CTS.

Os ECTS constituem um campo de trabalho interdisciplinar para o qual concorrem disciplinas como a Filosofia da Ciência e da Tecnologia, a Sociologia do conhecimento científico, a Teoria da Educação e a Economia da mudança tecnológica, que se caracterizam pelo seu olhar crítico à tradicional imagem essencialista da ciência e da tecnologia.

O caráter essencialista da tradicional ciência e tecnologia (os resultados da ciência e tecnologia seriam colocados à disposição da sociedade para que ela decidisse o seu uso) considera que a ciência estava despida de valores externos. Dessa relação, resultariam os instrumentos cognitivos e práticos que proporcionariam a melhoria contínua da vida humana e do bem-estar social (o instrumentalismo).

Segundo Bazzo, von Linsingen e Pereira (2003), e Linsingen (2007), o novo enfoque CTS é contrário à visão tradicional da CT, que era vista como autônoma, que se orienta exclusivamente por uma lógica interna e livre de valorações externas, na medida em que transfere o centro de responsabilidade da mudança científico-tecnológica para os fatores sociais – o fenômeno científico-tecnológico passa a ser entendido como processo ou produto inerentemente social, em que os elementos não epistêmicos ou técnicos (como valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas, etc) desempenham um papel decisivo na gênese e consolidação das ideias científicas e dos artefatos tecnológicos, o que significa que há um abandono do caráter instrumental da ciência.

Os estudos e programas CTS seguem três grandes direções: a) No campo da pesquisa, o programa CTS aparece como alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia, promovendo uma nova visão não-essencialista e socialmente contextualizada da atividade científica; b) No campo das políticas públicas, defende a regulação social da ciência e da tecnologia, promove a criação de mecanismos democráticos facilitadores da abertura dos processos de tomada de decisão sobre questões de políticas científico-tecnológicas; c) No campo da educação, promove a introdução de programas e disciplinas CTS no ensino médio e universitário, referidos à nova imagem da ciência e da tecnologia.

Desse modo, a Ciência, Tecnologia e Sociedade é vista sob duas direções tradicionais: 1 - A Ciência, Tecnologia e Sociedade na tradição europeia focaliza-se na pesquisa acadêmica dos antecedentes sociais da mudança científico-tecnológica, trata o desenvolvimento científico e tecnológico como um processo conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos. 2 - Na tradição americana, CTS se preocupa com consequências sociais e ambientais da mudança científico-tecnológica e com os problemas éticos e reguladores suscitados por tais consequências.

Segundo González García, Cerezo e Luján (1996) e Linsingen (2007), na tradição americana de Ciência, Tecnologia e Sociedade, há um compromisso democrático, no sentido de que se deve promover a avaliação e o controle social do desenvolvimento científico-tecnológico, o que significa construir as bases educativas para a participação social formada, assim como criar mecanismos institucionais para tornar possível tal participação.

Segundo Vaccarezza (1998), na América Latina, a origem do movimento CTS se encontra na reflexão da ciência e da tecnologia como uma competência das políticas públicas. Isso se configura como um pensamento latinoamericano em política científica e tecnológica, posteriormente identificado como “Pensamento Latinoamericano de Ciência, Tecnologia e Sociedade” (PLACTS). O objetivo é tornar a ciência e tecnologia um objeto de estudo público, um tópico ligado a estratégias de desenvolvimento social e econômico.

O propósito principal da Educação CTS é evitar o desenvolvimento de práticas tecnocientíficas perigosas - atitudes tecnófobas e tecnófilas, e a de dificultar a participação cidadã nos processos decisórios sobre mudança tecnológica. Nessa perspectiva, a Educação CTS faz surgir agências de proteção ambiental e escritórios de avaliação tecnológica.

Educar numa perspectiva CTS é possibilitar uma formação para maior inserção social das pessoas no sentido de se tornarem aptas a participar dos processos de tomadas de decisões conscientes e negociadas em assuntos que envolvam ciência e tecnologia. É favorecer um ensino de ou sobre ciência e tecnologia que vise à formação de indivíduos com a perspectiva

de se tornarem conscientes de seus papéis como participantes ativos da transformação da sociedade em que vivem. Também é apostar no fortalecimento e ampliação da participação democrática. Em outras palavras, educar para estabelecer relações de compromisso entre o conhecimento tecnocientífico e a formação para o exercício de uma cidadania responsável, visando à máxima participação democrática, o que implica criar condições para um ensino de ciências contextualizado, social e ambientalmente referenciado e comprometido.

A tecnologia não existe como coisa em si mesma autônoma e determinada, à qual os humanos devem se submeter, mas como algo sobre o que podem agir, decidir, controlar e definir rumos. É preciso definir quem, quais atores e contingências e emergências sociais poderão influir sobre os rumos tecnológicos e como a Educação pode contribuir para isso.

A ciência e a tecnologia não podem ser compreendidas fora do contexto sociocultural e político e nem ser imaginadas como atividades que se desenvolvem alheias aos códigos definidores das diferentes sociedades e culturas, o que significa que essas realidades são inseparáveis.

A educação em ciências e tecnologia assume um papel diferente do tradicional, estando muito mais comprometida com uma formação não para a ciência como coisa em si mesma, neutra e independente, mas como uma atividade social, com origem e fim social e, por coerência, também política, econômica e culturalmente comprometida e referenciada.

Desse modo, Fonseca (2007) afirma que a Educação CTS no Brasil deve contemplar diversos atores e diversas realidades sociais na produção e na aplicação da ciência, por forma a permitir a interação pública na produção científica, com vistas ao combate da desigualdade social existente. Portanto, a produção científica não deve ser vista como simples produção do conhecimento humano a partir de técnicas avançadas e lógicas específicas, pois ela se insere na sociedade onde é banhada de aspectos culturais, econômicos e políticos. É necessária a criação de mecanismos de divulgação da ciência, incluir o estudo de C&T nos cursos e currículos de todos os níveis de ensino.

Nesse contexto, esse estudioso é de entendimento que: a) O governo precisa induzir, financiar, regular, gerenciar e aplicar devidas políticas públicas; b) As universidades devem formar pessoal qualificado e socialmente comprometido, criar e fazer ciência básica aplicada responsavelmente, mediar e colaborar com indústria, governo e sociedade; c) As empresas devem investir na criação de tecnologia socialmente responsável, fazer pesquisa aplicada e comprometida socialmente, ganhar competitividade e demandar pessoal qualificado.

A Indústria 4.0 resulta da convergência entre Tecnologia de Informação (TI) e a Tecnologia de Operação (TO), mediante a colaboração entre pessoas, informação, máquinas e

o universo cibernético. Isso significa que haverá mudanças na estrutura de tomada de decisões na Indústria 4.0, tendo em conta que as atividades nas fábricas inteligentes serão feitas, majoritariamente, por máquinas e sistemas de softwares. Nesse contexto, surgirão novos problemas sociais mais relacionados aos tipos de trabalho, que demandarão o aperfeiçoamento do conhecimento dos trabalhadores, suas técnicas ou habilidades para fazer face às novas tendências industriais, não obstante grandes investimentos em Educação e pesquisas tecnológicas, o que nos leva a repensar em currículos escolares alinhados a esse propósito.

Nesse contexto, Schultz (1971), na sua “teoria do Capital Humano” considera que o investimento na capacidade humana implica o desenvolvimento na área econômica e no campo competitivo dos países, podendo aumentar ganhos produtivos do trabalhador (ganhos econômicos e sociais), ou seja, investe-se na Educação como forma de provocar mudanças sociais. A Educação é fundamental para “criar e aumentar” o capital humano. O processo educativo produz atitudes e conhecimentos que capacitam para o trabalho.

Deste modo, a Educação é vista como um dos fatores que auxiliam no desenvolvimento e na distribuição social de renda, considerando-se que investir nos indivíduos e promover o aumento de sua produtividade podem levar à mobilidade social e melhor distribuição de renda por meio da preparação adequada para o trabalho e melhorar a qualidade do agente humano, porque leva à especificação e à mensuração da qualidade tanto do capital humano quanto do capital não humano, respondendo pelo aumento da macroprodução econômica. Portanto, olhando a Educação como um meio emancipador, ou seja, uma educação cidadã e não instrumental como rezam os princípios capitalistas.

Freeman e Soete (2008) mostram-nos que Alemanha investiu fortemente na educação técnica, impulsionando o seu desenvolvimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), fazendo surgir grandes projetos de desenvolvimento econômico, ultrapassando, deste modo, a Grã-Bretanha no final da segunda metade do século XIX, tornando-se superior em termos de habilidades e da força de trabalho em muitos ramos. Os EUA fizeram um amplo fomento do ensino, tornando-se mais notável do que na Alemanha, através do projeto Manhattan, que teve, como resultados, o desenvolvimento de radares, computadores, foguetes e explosivos.

O que Freeman e Soete (2008) acima nos ilustram é uma prova clarividente do *modus operandi* do capitalismo, focado unicamente no aumento da produtividade sem medir as consequências sociais. É só olharmos para os prejuízos que o projeto Manhattan trouxe para o mundo e para o Japão em particular, com a bomba atômica. São irreparáveis no universo da humanidade, tudo em nome de avanços da tecnologia. Não é o que se pretende nos dias atuais. É necessário que haja um meio termo nos processos educacionais por forma a garantirmos uma

educação não instrumentalizada, mas uma educação cidadã e emancipadora, pela qual a sociedade esteja dotada de conhecimentos que permitem participar nos processos tecnológicos de forma democrática e com capacidade de negociar os tipos de tecnologias aceitáveis na sociedade.

De acordo com Vasconcellos (2000), o capital humano é o valor do ganho de renda potencial incorporado nos indivíduos, incluindo a habilidade inerente à pessoa e o talento, assim como a Educação e as habilidades adquiridas.

Educação é um processo, um meio e um fato social, que se impõe coercitivamente ao indivíduo, que, para o seu próprio bem, sofrerá a ação educacional, integrando-se e solidarizando-se com o sistema social em que vive.

É por esta razão que Durkheim (1973) dizia que o homem que a Educação deve realizar não é o homem que a natureza fez, mas o homem que a sociedade quer que ele seja, conforme o reclame da sua economia interna e o seu equilíbrio. Já Mannheim (1972) via a educação como processo de socialização dos indivíduos para uma sociedade racional, harmoniosa, democrática, controlada, planejada, mantida e reestruturada pelos próprios indivíduos que a compõem.

Deste modo, pode se dizer que a Educação é um fator chave e determinante no desenvolvimento econômico, uma vez que socializa o homem e o induz a uma cultura inovadora atinente à realização ou a prática de atos conducentes ao desenvolvimento, satisfazendo suas necessidades.

Schumpeter (1997), na sua “Teoria do Desenvolvimento Econômico”, explica o desenvolvimento econômico que se verifica no sistema capitalista, no sentido de que não é possível explicar uma mudança econômica somente através de condições econômicas prévias, uma vez que o estado econômico de um povo não emerge simplesmente de condições econômicas anteriores, mas de toda situação anterior – sendo o processo de produção uma “combinação de forças produtivas que incluem coisas materiais e imateriais”, considerando coisas materiais os fatores originais da produção (terra e trabalho), de onde procedem todos os bens, e forças imateriais como fatos técnicos e fatos de organização social, ou meio ambiente sociocultural, que representaria todo o complexo social, cultural e institucional da sociedade e informações econômicas. O desenvolvimento econômico decorre, necessariamente, das perturbações causadas pelos elementos “dinâmicos” ao “fluxo circular” do equilíbrio racional, podendo corresponder aos fenômenos das mudanças produtivas “revolucionárias” na vida econômica de uma sociedade.

De acordo com Pereira (2006), o desenvolvimento econômico é o processo histórico de crescimento sustentado da renda ou do valor adicionado por habitante, implicando a melhoria

do padrão de vida da população de um determinado estado nacional, que resulta da sistemática acumulação de capital e da incorporação de conhecimento ou progresso técnico à produção. Nestes termos, o desenvolvimento econômico é um processo de transformação que implica mudanças nos três níveis ou instâncias de uma sociedade: estrutural, institucional ou cultural.

No processo de desenvolvimento econômico, existe um objetivo geral claro por parte das nações e dos governos, que é a melhoria do padrão de vida da população. É por esta razão que o crescimento econômico como resultado das mudanças de estruturas e melhoria de indicadores econômicos e sociais é tratado como desenvolvimento econômico, ou seja, um processo de mudanças sociais e econômicas que ocorrem numa determinada região (SIEDENBERG, 2006).

Para Vasconcellos (2000), o desenvolvimento é um conceito mais qualitativo, incluindo as alterações da composição do produto e a alocação dos recursos pelos diferentes setores da economia, de forma a melhorar os indicadores de bem-estar econômico e social (pobreza, desemprego, desigualdade, condições de saúde, nutrição, moradia e educação). Deste modo, pode se dizer que o desenvolvimento econômico não se pode confundir com o crescimento econômico. Razão pela qual Jones (2000) destaca que o crescimento econômico é tido como a quantidade de trabalho e de capital disponível em um determinado país ou região, supondo os recursos naturais como dados (fixos), incorporando também um componente chamado taxa de progresso tecnológico.

Portanto, entende-se que os currículos escolares, quando alinhados às demandas educacionais da Indústria 4.0, mediante a aprendizagem baseada em conteúdos que façam face às fábricas inteligentes, podem melhorar as capacidades técnicas e profissionais dos trabalhadores, com vistas a garantir os seus postos de trabalho, não obstante a criação de um desenvolvimento econômico e social sustentável (práticas industriais e tecnológicas que não periguem ou que não coloquem em risco a sociedade).

Segundo Foursales (2018), estudos feitos pela “World Economic Forum” com base em entrevistas a 13 milhões de profissionais de nove grandes setores em 15 mercados emergentes e desenvolvidos, identificaram os seguintes indicadores: a internet móvel e tecnologia em nuvem – 34%; o crescimento no poder de computação e Big data – 26%; Novas fontes e tecnologias de energia – 22%; Internet das coisas – 14%; *Crowdsourcing* e economia de compartilhamento – 12%; Robótica avançada e transportes autônomos – 9%; Inteligência artificial – 7%; Produção avançada e impressão 3D – 6%; Materiais avançados, biotecnologia e genômica – 6%, como principais tecnologias que devem impulsionar as mudanças no futuro do trabalho.

O mesmo estudo também revelava que haveria uma queda de mais de 7,1 milhões de empregos devido a mudanças no mercado. Deste número, 2/3 estão concentrados em funções de escritório e áreas administrativas. Haveria, ainda de acordo com o estudo, um ganho de 2 milhões de empregos nas áreas relacionadas à computação e matemática, e engenharia de arquitetura.

Nesse sentido, o relatório aponta duas atividades que deverão ter destaque e uma demanda cada vez maior no mercado: 1 - Analista de dados: as organizações precisarão de especialistas para organizar e interpretar a quantidade de dados disponíveis em relação ao negócio, ao mercado e aos clientes. 2- Vendedores especializados: as empresas precisarão de profissionais especialistas para poderem se posicionar no mercado de forma estratégica, conseguindo atrair públicos específicos – seja para se destacar da concorrência, para apresentar com eficiência inovações ao mercado, ou as duas coisas ao mesmo tempo.

Portanto, percebe-se que, como consequência do surgimento da Indústria 4.0, o mundo observará crescentes níveis de desemprego devido à introdução de novas tecnologias na indústria (sistema ciberfísico, Big data, Internet das coisas, cópia virtual da fábricas inteligente em nuvens, monitoramento automatizado das fábricas e correção automática em tempo real dos possíveis erros tecnológicos) e o desaparecimento de algumas profissões antes existentes – o que, obviamente, pode desestruturar o trabalho e as profissões, fazendo com que surjam novas profissões e que haja a necessidade de uma reestruturação dos currículos escolares, de modo a dar lugar às novas profissões mais especializadas para responder as demandas da Indústria 4.0 e minimizar seus efeitos negativos para com a sociedade.

É sabido que o sistema capitalista passa por uma reestruturação, sempre que atravessa crises e convulsões sociais. Os capitalistas buscam sempre tirar proveito da situação, extraindo lucros e explorando oportunidades, sem se preocupar com questões éticas da humanidade. O trabalho manual do século XIX foi se modificando com o avanço da tecnologia e se reestruturando através de regimes e jornadas de trabalho. No século XXI, os movimentos de reestruturação do capitalismo, segundo Trindade (2020, p. 1), são: 1) elevação do desemprego tecnológico; 2) modificação da disposição territorial da estrutura produtiva; 3) expansão dos setores de serviços; 4) aumento das jornadas de trabalho e crescente precarização das condições de trabalho. Nos aspectos de elevação do desemprego tecnológico, o capitalismo ampliou sua exploração no mundo do trabalho, substituindo o trabalho vivo pelo trabalho “morto”, ou seja, extraindo o valor da força do trabalho e elevando a produtividade através das tecnologias. Essas relações acontecem em nível mundial, aumentando o desemprego e a decrescente oferta de empregos.

Conforme De Sales (2021), o modo de produção capitalista está em conflito permanente, em ciclo de destruição e deterioração da nossa humanidade. Em todo o planeta, insurgem movimentos fascistas, naturalizando a suspensão de direitos, o extermínio da “mãe terra”, a implantação de negócios de exploração inconsequentes, a deturpação da Educação para a perspectiva do acúmulo do capital e meritocracia, e o choque civilizatório. Nessa perspectiva, com essa tese se faz uma análise do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) de uma universidade – objeto deste estudo –, para que se verifique até que ponto elas estão preparadas para responder à demanda atual do desenvolvimento econômico proposto pela Indústria 4.0.

Em um contexto do mundo contemporâneo em que se verificam crescentes avanços tecnológicos e técnico-industriais, torna-se fundamental, cada vez mais a qualificação humana para suprir as lacunas resultantes de profissões que se tornam obsoletas nas indústrias. É assim que se entende fundamental o exercício público da ciência e tecnologia.

Nesse contexto, o exercício público da ciência e da tecnologia deveria ser colocado em prática mediante o estabelecimento de políticas públicas com enfoque na inclusão social no contexto da Indústria 4.0.

Segundo Dagnino (2010), o conhecimento científico-tecnológico é influenciado por valores sociais, culturais, econômicos, políticos e morais dominantes num dado contexto histórico-social. É nesse sentido que Weber (2019) afirmava que a marca da ciência moderna é a especialização, pois o mundo moderno é resultado de processos abrangentes de longos tempos associados a racionalização, desmitificação, intelectualização e especialização numa confluência de valores, com ajuda do politeísmo (eterna luta dos deuses centrismo). A ciência é uma instituição fortemente ligada aos valores da verdade e a verdade da ciência não fornece ponto de partida privilegiado para tomada de decisões.

Para Weber, a ciência é capaz de produzir clareza intelectual sobre adequação entre valores e ações naquele que a prática. Essa é uma contribuição moral. A ciência pode marcar um ponto importante para a vida. A ciência gera responsabilidade e estimula a clareza intelectual (virtude de harmonização), cumprindo, desse modo, uma tarefa moral.

É nesta perspectiva que Feenberg (2003) afirma que as tecnologias são guiadas por interesses políticos e econômicos dominantes da sociedade. Elas não são totalmente autônomas na determinação do seu próprio desenvolvimento, pois, como já evidenciado ao longo da história humana, a evolução das tecnologias se encontra dependente dos interesses sociais que as guiam, tornando-se meios adaptáveis da evolução tecnológica aos imperativos sociais e vice-versa.

Diante desse debate, é de realçar que a ciência e tecnologia são elementos fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico e industrial. Contudo, não se deve levar a cabo sob ponto alheio à sociedade, porque os seus efeitos recairão de algum modo sobre a sociedade. Desse modo, há necessidade de existência de políticas públicas de ciência e tecnologia baseadas em princípios democráticos racionalmente aceitos pela sociedade, com caráter participativo, com enfoque em princípios éticos e morais ambientalmente considerados. Merton (2013) entende que a democratização opera tanto para a eliminação progressiva das restrições ao exercício da ciência como para o desenvolvimento das capacidades socialmente valorizadas.

Contudo, a ciência, a tecnologia e a sociedade no mundo contemporâneo globalizado em que vivemos são indissociáveis, pelo que merece uma atenção especial pelo seu caráter interdisciplinar. Não só, mas também, pela complexidade das matérias tratadas. A sociedade precisa de fazer parte da ciência porque é para ela que a ciência e a tecnologia são desenvolvidas na Indústria 4.0.

Assim, pode se dizer que o exercício da ciência e da tecnologia são formas de expressar ou de exteriorizar o conhecimento e, conseqüentemente, uma forma de divulgação da informação científica.

Segundo Kakabadse *et al.* (2003), “conhecimento” e “informação” são termos utilizados de forma intercambiável, porém sua distinção é importante. A cadeia de conhecimento é um fluxo composto por dados – informação – realização – ação ou reflexão – sabedoria.

Nas organizações, o conhecimento é um ativo invisível que se acumula ao longo do tempo e representa a base, os alicerces do historial e da cultura da organização. Nesse contexto, quanto mais específico esse conhecimento for em relação à organização, mais estratégico ele se torna. Uma vez que pertence ao seu capital humano, existindo exclusivamente no cérebro das pessoas, esse conhecimento é o fundamento das competências essenciais da organização. Essas competências configuram o conjunto de conhecimentos tácito e coletivo, resultantes da aprendizagem e que produzem vantagem competitiva para a organização (SHINYASHIKI GT, TREVISAN MA, MENDES IAC, 2003).

O conhecimento é formado por dois componentes dicotômicos e aparentemente opostos, isto é, o conhecimento explícito e o conhecimento tácito, que formam a base da gestão do conhecimento organizacional. Assim, o conhecimento organizacional constitui o principal fator gerador de diferencial competitivo para as empresas, por meio da apropriação do conhecimento humano aplicado aos negócios da empresa (LIMA, 2011).

Segundo Davenport & Prusak (1998), “a única vantagem sustentável que uma empresa possui é aquilo que ela coletivamente sabe, a eficiência com que ela usa o que sabe e a prontidão com que ela adquire e usa novos conhecimentos” (aprendizagem).

Desta forma, a aprendizagem é vista como uma busca intencional para manter e melhorar a competitividade, produtividade e inovação em situações tecnológicas e mercadológicas incertas. Quanto maior forem as incertezas, maior a necessidade de aprendizagem (DODGSON, 1993).

Portanto, a prática de estratégias e processos de gestão do conhecimento, bem como a utilização de suas ferramentas no suporte à aprendizagem organizacional, pode ser um facilitador para a organização e, conseqüentemente, pode levá-la ao alcance de melhores resultados, dando sustentabilidade ao futuro dos seus negócios.

Segundo Sveiby (2001), a gestão do conhecimento surge a partir da experiência de três grupos que pesquisavam o tema de forma autônoma, nomeadamente: Nos Estados Unidos, o termo “gerenciando o conhecimento” surge no âmbito da inteligência artificial (mais conhecida como AI), em 1986; no Japão; surge através de um grupo de pesquisadores, no qual Ikujiro Nonaka se ocupava, desde o início dos anos 80, mediante temas da inovação, a como acelerar o seu processo nas grandes corporações japonesas. Em 1995, Nonaka e Takeuchi publicaram o livro intitulado “The Knowledge Creating Company”, que redefiniu o ramo da gestão do conhecimento. Nonaka contrasta seu conceito de criação do conhecimento com a gestão do conhecimento, que ele descreve como um termo “muito pobre”, bastante influenciado pelas tecnologias da informação; Na Suécia, é publicada a obra “Kunskapsledning” (Knowledge Management), por Karl-Erik Sveiby, em 1990, cujo propósito era mostrar uma abordagem estratégica para a gestão dos recursos do conhecimento, particularmente dos trabalhadores do conhecimento, sem referências à tecnologia da informação.

Para Davenport e Prusak (1998) e Da Rocha (2005), a gestão do conhecimento é um conjunto integrado de ações que visam identificar, capturar, gerenciar e compartilhar todo o ativo de informações de uma organização. Estas informações podem estar sob a forma de banco de dados, documentos impressos e outros meios, bem como em pessoas, através de suas experiências e habilidades. Esses estudiosos entendem que a gestão do conhecimento inclui a identificação e o mapeamento dos ativos intelectuais ligados à organização, a geração de novos conhecimentos para oferecer vantagens na competição pelo mercado e tornar acessíveis grandes quantidades de informações corporativas, compartilhando as melhores práticas e a tecnologias. Portanto, a gestão do conhecimento organizacional deve ser aplicada ajudando-as a transformar a informação em ação, de forma a incrementar a performance organizacional.

Conhecimento é uma mistura fluida de experiência condensada, valores, informação contextual e insight experimentado, a qual proporciona uma estrutura para a avaliação e incorporação de novas experiências e informações. Ele tem origem e é aplicado na mente dos conhecedores. Nas organizações, ele costuma estar embutido não só em documentos ou repositórios, mas também em rotinas, processos, práticas e normas organizacionais. (DAVENPORT, PRUSAK, 1998, p. 6).

A definição oferecida por esses autores demonstra que o conhecimento não é puro nem simples, mas é uma mistura de vários elementos e existe na mente das pessoas, nos documentos, nos processos, nos sistemas de informação etc, pelo que precisa ser gerido, tendo em conta que este é considerado um recurso econômico no mundo globalizado e da economia baseada no conhecimento por forma a impulsionar o crescimento econômico, social e organizacional.

Raramente, a gestão do conhecimento é implementada sem que práticas ligadas à gestão da informação estejam na pauta das ações relacionadas a externalização do conhecimento, ou seja, a transformação do conhecimento tácito para explícito (NONAKA, 2000, p. 31-36). Assim, a gestão da informação e a gestão do conhecimento estão fortemente ligadas, sendo a primeira um elemento imprescindível para a materialização da segunda. Contudo, fazer uma gestão da informação eficiente não implica necessariamente que a organização esteja fazendo gestão do conhecimento, e possuir profissionais da informação qualificados não é condição suficiente para desenvolvimento de programas sólidos de gestão conhecimento.

Todavia, acha-se pertinente a partilha de informação por meio de redes de interação entre os sujeitos no seio das organizações, no âmbito de gestão do conhecimento, porque pressupõe-se que possa trazer mais vantagens competitivas no seio da Indústria 4.0 na medida em que a referida partilha do conhecimento carrega consigo experiências diversas para o desenvolvimento de atividades inovadoras e empreendedoras que contribuam para o desenvolvimento socioeconômico e industrial no mundo global em que vivemos.

Portanto, nesse contexto, a gestão do conhecimento tecnológico existente nas fábricas inteligentes e levada a cabo pelos gestores desempenharia um papel importante com a criação de condições de partilha do conhecimento, mas também condição de cooperação e estabelecimento de sistemas de redes de interação e informação, com vistas a captar informações relevantes à prática de inovação e empreendedorismo.

De acordo com o modelo apresentado por Canals (2002), a gestão do conhecimento pode ser entendida como um tripé, composto pelos seguintes elementos que se inter-relacionam: Pessoas, Informação e Tecnologia. Em outros dizeres, pode-se frisar que, a partir da gestão do

conhecimento, é possível desenvolver mecanismos informacionais que sustentem o surgimento de mais tecnologias.

É nessa perspectiva que se pressupõe que a gestão do conhecimento contemple processos relacionados a partilha e atualização do conhecimento para adequá-lo à determinadas necessidades almejadas no seio da organização, processamento e aplicação do conhecimento. Esse processo está sujeito ao envolvimento de diversos atores e profissionais de diversas áreas de saberes. Nesta perspectiva, nota-se que a gestão do conhecimento apresenta um caráter multidisciplinar, que impõe a necessidade de atuação conjunta dos profissionais nas organizações, numa perspectiva colaborativa na busca de riquezas e valores.

Mas é importante o envolvimento da sociedade como forma de sua inclusão, tendo em conta que a sociedade dispõe de conhecimento tácito (relevante) e explícito, que pode ser obviamente aproveitado em benefício de todos, em um contexto emancipatório.

Assim, a gestão do conhecimento tem sido reconhecida por muitas organizações como uma estratégia necessária com vistas ao desenvolvimento de um diferencial competitivo, baseado principalmente na inovação.

Na óptica de Oliveira (2008) e do Manual de Oslo (2005), a inovação pode referir-se a mudanças na técnica que permitem produzir riqueza, a adoção de novos processos ou processos melhorados na fabricação de produtos, significando a introdução de novos equipamentos de produção, traduzindo-se no crescimento da produtividade, introdução no mercado de produtos novos ou melhorados. Alguns analistas, como Freeman (*apud* Lemos, 2001), consideram que existem dois tipos de inovação: a radical, que consiste no desenvolvimento e introdução de um novo produto, um processo ou forma de organização inteiramente nova, originando novas indústrias, setores e mercados, e a incremental, que consiste na introdução de melhoria em um produto, processo de organização de produção dentro de uma empresa sem alterar na estrutura industrial.

Observa-se que o processo de surgimento da Indústria 4.0 carrega consigo os dois tipos de inovação (a radical e a incremental). Normalmente, essas inovações trazem mudanças na sociedade, ou seja, alterações na estrutura social e com grande ênfase no trabalho, causando desemprego e sofrimento das famílias dependente do desempregado ou dos trabalhadores despedidos por conta dessas inovações radicais. Se essas inovações ocorridas na I.4.0 fossem levadas a cabo numa perspectiva de uma educação cidadã ou emancipatória, certamente que se poderia minimizar os riscos que dela resultam.

Drucker (1986) define inovação como a ferramenta dos empreendedores, o meio pelo qual os empreendedores exploram as mudanças como uma oportunidade para oferecer um novo

produto ou serviço. Os empreendedores, aqueles que inovam, devem não apenas buscar novas fontes, mas também aprender e aplicar princípios e práticas de uma inovação bem-sucedida.

A adoção de modelos de planejamento que consideram a gestão do capital intelectual como fator de sucesso organizacional tem contribuído para que a alta gerência reconheça a importância da adoção de práticas relacionadas a criação, retenção e compartilhamento do conhecimento. É nesse sentido que se acha pertinente perceber a importância do papel da gestão de conhecimento na indústria 4.0.

Segundo Fligstein (2007), as habilidades sociais dos agentes são normalmente relacionadas aos meios nos quais se movimenta e conhece as regras e táticas para desenvolver sua conduta prática, podendo variar de acordo com as diferenças sociais e culturais.

O currículo CTS está baseado na inter-relação entre a explicação científica, o planejamento tecnológico, a solução de problemas e a tomada de decisões. A partir desta inter-relação, seria possível a discussão de aspectos éticos, políticos e socioeconômicos na solução de problemas.

A tecnologia deve deixar de ser considerada somente pelo seu aspecto técnico. Deve ser relacionada aos sistemas socioeconômicos para que o cidadão possa entender a interferência desta sobre o comportamento humano, seus benefícios na produção de produtos tecnológicos e na tomada de decisão sobre o desenvolvimento tecnológico sustentável.

O movimento CTS direciona a necessidade de reflexão entre as relações entre homem, ciência, tecnologia e sociedade. As investigações educacionais nesse campo têm sido realizadas por autores espanhóis e portugueses e, no Brasil, vêm ganhando visibilidade por meio de autores como Auler, Bazzo (2001); Santos, Mortimer (2002); Pinheiro, Silveira, Bazzo (2007).

Segundo Bazzo *et al.* (2001) *apud* Vaz *et al.* (2009), as pesquisas e os programas CTS vêm se desenvolvendo desde o seu início em três grandes direções: no campo da pesquisa, sob a forma de reflexão acadêmica sobre a ciência e tecnologia; no campo da política pública, a fim de promover à criação de ferramentas democráticas que facilitem a abertura e processos de tomada de decisão em questões concernentes a política científico-tecnológica; e no campo da Educação (p.106).

Mortimer *et al.* (2002) refere-se às ênfases curriculares “Ciência no contexto social” e “CTS” como aquelas que tratam das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas, e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social.

Pode-se perceber, comumente, que estes currículos apresentam uma concepção de: (I) ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é

intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (II) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (III) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (IV) professor como aquele que desenvolve o conhecimento de comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (ROBERTS, 1991 *apud* SANTOS, 2008, p. 112).

Portanto, a I.4.0 é uma realidade que não se pode fugir e não se pode ignorar, pois ela é uma representação do sistema capitalista, que, mais uma vez, objetiva massificar a produtividade sem se importar com os riscos que possa trazer à sociedade, não obstante a exclusão social. Para a materialização dos objetivos da I.4.0, observa-se uma tendência de instrumentalização da Educação ou de sistemas de ensino e aprendizagens (com destaque às universidades), que se sentirão na obrigação de se adaptar a este novo fenômeno industrial, que, mais uma vez, causará desemprego em massa (considerando o trabalho como um meio de subsistência), motivado pelo repúdio das técnicas e habilidades de trabalho em vigor, diante de surgimento de novas demandas profissionais exigidas pela I.4.0 (muitas profissões desaparecerão e novas serão exigidas para fazer face a I.4.0).

É importante destacar que as tecnologias são guiadas por interesses políticos, econômicos, sociais e culturais patentes na sociedade, razão pela qual é pertinente incluir a sociedade nesse processo, para que se possa tomar decisões tecnológicas democráticas e humanamente aceitas, mas, também, ambientalmente acertadas, o que passaria por implementação de políticas públicas claras e transparentes que envolvessem cada vez mais a sociedade nos processos de industrialização. Nesse contexto, a educação tecnológica com viés em ciência, tecnologia e sociedade, dotado de um caráter de uma educação emancipadora e de educação cidadã, desempenharia um papel importante em relação à educação instrumental (com a cara de um processo de uma educação alienada).

Capítulo 3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, se faz apresentação e discussão dos resultados provenientes da análise do Plano de Desenvolvimento Institucional-PDI e dos Projetos Pedagógicos dos cursos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que serão apresentados em dois blocos, para posterior análise reflexiva: 1. **Bloco de resultados de pesquisa feita aos cursos de engenharias**, como Engenharia de Controle e Automação; Engenharia de Produção; Engenharia de Computação; Engenharia Elétrica; Engenharia Química; Engenharia Física; Engenharia Civil; Engenharia de Materiais; Engenharia Mecânica; Engenharia Ambiental; Engenharia Metalúrgica; 2. Bloco de resultados de pesquisa feita aos cursos de ciências sociais e sociais aplicadas: Administração; Administração pública e social; Políticas públicas; Ciências sociais; Relações públicas; Desenvolvimento regional.

3.1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

A Universidade Federal do rio Grande do Sul, como já destacado na introdução, é uma instituição de ensino superior pública brasileira constituída em 1934, gerida pelo Governo Federal. Localiza-se em Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, com uma área de aproximadamente 22 km². Ela conta com cinco campi no Rio Grande do Sul, entre eles quatro localizados em Porto Alegre (centro, vale, saúde e olímpico) e um em Tramandaí, cidade que dista cerca de 120 km da capital gaúcha. A sede da universidade localiza-se no campus centro, junto à biblioteca central, uma das 31 bibliotecas que a universidade possui, totalizando um acervo com mais de 750 mil exemplares. Possui dezenas de laboratórios de informática e laboratórios específicos para os cursos, mais de 20 empresas juniores atreladas a diferentes cursos e sete restaurantes universitários. Tem mais de 37.000 alunos inscritos, mais de 2.880 professores (92% de doutores), 100 cursos de graduação, mais de 100 cursos de pós-graduação stricto sensu, 65 unidades no estado do Rio Grande do Sul, um parque científico e tecnológico (Zenit), que incentiva o empreendedorismo na universidade, levando novas ideias ao setor produtivo.

Foi apontada como a quinta melhor universidade brasileira, segundo o *ranking internacional times higher education* de 2019. Aposta na internacionalização, na manutenção de um corpo docente qualificado e na aproximação com as empresas.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas e Estudos Educacionais Anísio Teixeira (2019), a UFRGS tinha mais de 29 mil alunos de graduação em 2019 e foi eleita pelo 8º ano consecutivo a melhor universidade federal do Brasil.

Segundo a *RUF-ranking* universitário (2016), em 2016 a UFRGS aparecia na 5ª posição nacional na classificação acadêmica das universidades mundiais elaborada pela Shanghai Jiao Tong University e na 4ª posição nacional no *QS World University Rankings* publicado pela Quacquarelli Symonds do Reino Unido. Em um ranking organizado pelo Ministério da Educação da Espanha, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul aparece em 152º lugar, entre 17 mil instituições pesquisadas, e na 3ª posição entre as melhores da América Latina (*Internet Archiv – Way Back Machine, 2016*). De 2012 a 2019, a UFRGS foi a melhor Universidade Federal do Brasil, com o maior Índice Geral dos Cursos (IGC), contínuo na avaliação do MEC, tendo sido, também, a melhor entre todas as universidades nos anos de 2012, 2013 e 2014. Nas suas atividades acadêmicas, a UFRGS toma em consideração o ambiente econômico, social e cultural, não obstante as variáveis políticas, científicas e tecnológicas. Mas também tem em vistas o desenvolvimento de uma educação superior com excelência, compromisso social, formando indivíduos, gerando conhecimento filosófico, científico, artístico e tecnológico, capazes de promover transformações na sociedade.

A universidade, conforme expresso em seu Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), baseia-se em princípios de responsabilidade social, transparência, inclusão, responsabilidade ambiental, promoção do bem-estar social, inovação, internacionalização e interdisciplinaridade, promove a flexibilização curricular (formação diversificada de profissionais), antecipa demandas que apontam para novas linhas de pesquisa, tecnologias, profissões e cursos, considerando as transformações da sociedade, e aperfeiçoa a política de pesquisa e inovação, reforçando a relação da universidade com os demais segmentos da sociedade.

3.2. Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) da UFRGS

Os resultados da análise documental mostram que:

1 - A UFRGS é detentora de um PDI com a vigência de 2016 a 2026, resultante da determinação legal, expressa no decreto nº 5.773, de 9 de maio 2006, expedido pela subchefia para assuntos jurídicos da Casa Civil da Presidência da República;

2 - O decreto que prevê a criação do PDI dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior (IES) e cursos superiores de graduação e sequenciais no sistema federal de ensino;

3 - Para o efeito da implementação, o PDI segue uma linha mestre, composta por: missão de “desenvolver a educação superior com excelência e compromisso social, formando indivíduos, gerando conhecimento filosófico, científico, artístico e tecnológico, capazes de

promover transformações na sociedade”; visão de “ser uma universidade reconhecida pela sociedade como de excelência em todas as áreas de conhecimento em âmbito nacional e internacional”; princípios de autonomia universitária e indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão; a ética, pluralidade e democracia; o respeito à dignidade da pessoa humana e seus direitos fundamentais; liberdade acadêmica; a excelência, diversidade, sustentabilidade; compromisso social; valorização de seus docentes, técnico-administrativos e discentes; valores de responsabilidade social; transparência; inclusão; responsabilidade ambiental; promoção do bem-estar social; inovação; internacionalização; interdisciplinaridade.

4 - O processo de planejamento do PDI define as diretrizes a serem seguidas por um período de 11 anos;

5 - Os pressupostos básicos estabelecidos para o PDI 2016-2026 estão relacionados ao método do processo de planejamento, ao horizonte de planejamento e ao formato de participação das contribuições;

6 - A estrutura do processo de planejamento começa com o relatório do PDI anterior até ao processo de avaliação da sua eficácia;

7 - Antever as mudanças e conhecer a situação atual aumentam as chances de um bom planejamento organizacional (análise situacional);

8 - É necessário a existência de um processo de planejamento, a análise de ambiente interno e externo através da avaliação do PDI anterior, de conferências, seminários, palestras técnicas, workshops e consulta pública;

9 - A estrutura da universidade é composta por: a) órgãos da administração central: conselho universitário (Consun), conselho de curadores (Concur), reitoria e o conselho de ensino, pesquisa e extensão (Cepe), por sua vez composto pela câmara de graduação, câmara de pós-graduação, câmara de pesquisa e câmara de extensão; b) hospital universitário; c) unidades universitárias: compostas pelo conselho da unidade, direção, departamentos, comissões de graduação, comissões de pós-graduação, comissões de pesquisa, comissões de extensão e órgãos auxiliares; d) institutos especializados; e) centros de estudos interdisciplinares; e f) campi fora de sede;

10 - A estrutura acadêmica é composta por atividades de ensino, pesquisa e extensão;

11 - O ensino de graduação visa à obtenção de qualificação universitária específica, sendo aberto a candidatos que tenham concluído o ensino médio ou equivalente e obtido classificação em processo seletivo, seja através de vagas universais ou de vagas reservadas a ações afirmativas;

12 - O ensino de pós-graduação contempla o nível de *stricto sensu* – cursos de mestrado, doutorado e mestrado profissional e o nível de *lato sensu* – cursos de especialização, inclusive de forma interdisciplinar e multidisciplinar, visando à integração das áreas de conhecimento e das atividades de ensino e extensão;

13 – As atividades acadêmicas de extensão são realizadas pela interação entre a universidade e a sociedade, visando o desenvolvimento mútuo, através de atividades de cunho científico, tecnológico, social, educacional, artístico, cultural e esportivo;

13 - A UFRGS oferece atendimento de ensino em nível fundamental e médio, pelo colégio de aplicação, possibilitando o estudo de metodologias de ensino, integrando-se com linhas de pesquisa em diversas áreas relacionadas ao ensino e à aprendizagem;

14 - São fatores relevantes para o futuro da universidade: financiamentos, parcerias, expansão, internacionalização, inovação científica e tecnológica, inovação acadêmica, qualidade, interdisciplinaridade, gestão (desburocratização e eficiência), comunicação (interna e externa), integração entre áreas de atuação (ensino, pesquisa e extensão), integração entre acadêmico e administrativo, integração entre áreas administrativas, autonomia, cultura para a diversidade, cultura para a integração, inclusão social;

15 – A UFRGS considera como oportunidades para universidade, o estabelecimento de alianças estratégicas, a expansão interdisciplinar nas diversas áreas de conhecimento, pesquisa e inovação, demanda social para novos perfis profissionais, integração com atividades de extensão, aumento de empresas de alta tecnologia;

16 – O PDI é uma referência para a gestão da universidade nos seus mais variados níveis, um documento norteador para a gestão acadêmica e administrativa;

17 – O PDI busca excelência e qualidade de ensino através de novas práticas de aprendizagem, novas iniciativas de internacionalização, expansão do conceito de interdisciplinaridade para o conceito de multidisciplinaridade, buscando integração entre as áreas de atuação e áreas de conhecimento;

18 – O PDI traz conceitos de expansão, eficiência desenvolvimento institucional e inclui a criação de novos espaços multidisciplinares, a implementação de novos cursos e ampliação de vagas, ou ainda pela criação de novos campi;

19 – Traz diretrizes para implementação de melhores práticas de gestão através de redistribuição de infraestrutura física e tecnológica e, também, da reforma da estrutura organizacional e institucionalização da gestão;

20 - O PDI caracteriza-se pela busca da transversalidade acadêmica e na promoção de questões culturais, esportivas, artísticas e a diversidade. Assim, como forma de materialização

do PDI enquanto um plano estratégico, surge o Projeto Pedagógico Institucional – PPI, que já prevê o cenário atual das tecnologias que trazem consigo mudanças na estrutura social.

O atual cenário global de constante desenvolvimento de novas tecnologias, de mudança de hábitos e até de cultura das populações frente às tecnologias, das facilidades nas comunicações, transportes que estreitam fronteiras, vem causando impacto nas organizações, especialmente com relação ao dinamismo, flexibilidade e inovação. A universidade, como lugar para ampliar a mente, para fazer contatos e aprender a aprender é um dos organismos impactados. Por isso, devem, periodicamente, repensar seus ideais acadêmicos e suas parcerias. Neste sentido, existe uma enorme oportunidade para ensinar indivíduos e instituições sobre tecnologias emergentes, seja por meio da aplicação dos conceitos em sala de aula ou de projetos de pesquisa. É na universidade que se concentram especialistas com domínio em campos como a biologia sintética, a nanotecnologia, a robótica, entre outros tantos temas para pesquisa. Tais parcerias podem compensar o financiamento em declínio dos governos para a pesquisa acadêmica. E estas parcerias não têm que ser uma barganha, pois ambos os parceiros podem se beneficiar (página 26 do PPI 2016-2026).

Nesse contexto, a UFRGS buscou contribuições, por meio de consulta pública, conferências, seminários e palestras técnicas, para a geração de ideias direcionadoras para o futuro de 11 anos, o que fomentou a construção de objetivos estratégicos a serem executados através de objetivos táticos posteriores, derivadas nos Planos de Gestão da Administração Central e Unidades Acadêmicas. Vale destacar a atenção dada ao conjunto de ações e metas descritas no PNE – Plano Nacional de Educação, que orientam em grandes linhas as ações de educação nacional.

O ambiente acadêmico institucional da UFRGS traz consigo o conceito de transversalidade acadêmica e busca inovações curriculares que proporcionem a flexibilidade na formação, inclusive com a oferta de atividades de caráter interdisciplinar e a promoção de programas e projetos que integrem alunos em todos os níveis e ambientes acadêmicos.

Em relação às políticas de ensino, incluindo ensino básico, de graduação, de pós-graduação e na modalidade ensino a distância, a universidade deverá estar sintonizada com o desenvolvimento das novas fronteiras científicas, com ênfase na interdisciplinaridade, consoante a sua política de internacionalização.

No que se refere à interdisciplinaridade, observamos articulação entre as áreas de conhecimento e os níveis de ensino oferecidos, bem como sua vinculação com a pesquisa e a extensão, para que a formação oferecida sirva de alicerce a um processo amplo de

desenvolvimento cultural, econômico, social e ambiental, evidenciando a necessidade de discussão sobre novas trajetórias de ensino, inovação curricular e de práticas de aprendizagem.

A universidade se insere na sociedade através da articulação do ensino com a produção do conhecimento por meio de ações e de pesquisa científica, tecnológica, artística e cultural.

A pesquisa na UFRGS é uma das marcas importantes do desenvolvimento acadêmico. As políticas de pesquisa apontam para a produção de pesquisas de forma integrada e de excelência entre todas as áreas de conhecimento, estreitando a vinculação com as áreas de ensino e extensão (interdisciplinaridade), fortalecendo a referência nacional e regional e ampliando o reconhecimento internacional.

Os reflexos dessa excelência trarão estímulos à pesquisa de forma colaborativa e à participação dos docentes em grupos de pesquisa interdisciplinares. Amplia o espectro da pesquisa básica, tanto nas áreas de conhecimento tradicionais quanto na interação com os diferentes níveis de ensino e com a extensão universitária. Isto aponta para a necessidade da ampliação da prática de laboratórios interdisciplinares visando à eficiência da utilização da infraestrutura em uma perspectiva integrativa.

A implantação do Parque Científico e Tecnológico ampliou o relacionamento com os demais segmentos da sociedade, beneficiando tanto organizações das áreas sociais quanto organizações dos setores públicos e privados. Além disso, os ambientes internos e externos da UFRGS mostram a necessidade de estimular uma cultura de empreendedorismo, bem como a possibilidade de adoção de novos modelos de interação, o que leva a relacionamentos de caráter inovador e com impacto social.

A UFRGS considera a extensão como um de seus alicerces, sendo a presença em todas as esferas do contexto social uma de suas marcas institucionais. A política de extensão busca ampliar a integração com todos os níveis e ambientes acadêmicos, tendo como linhas prioritárias o desenvolvimento de programas e projetos diretamente relacionados ao ensino e à pesquisa que se caracterizem como contribuição efetiva da universidade ao seu entorno social e que incentivem a produção e difusão da cultura sob as mais diversas formas de expressão.

Por meio das atividades de extensão, a UFRGS pretende ampliar a inclusão social dos diferentes segmentos da sociedade, estimulando o respeito à diversidade e às diferentes manifestações culturais, artísticas, esportivas e tecnológicas, bem como a programas e projetos que impliquem relações multidisciplinares ou interdisciplinares com setores da universidade e da sociedade, e ao incentivo a novos meios e processos de produção, inovação e transferência de conhecimentos, ampliando o acesso ao saber e o desenvolvimento tecnológico e social.

Todos os níveis do processo de gestão devem ser avaliados de forma constante, contínua e permanente, evidenciando a trajetória e permitindo ajustes e redirecionamentos, se necessários. Sendo assim, a avaliação institucional deverá estar consoante com as diretrizes do planejamento, analisando os indicadores de desempenho internos e externos, observando também o disposto na legislação vigente.

A Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) desempenha um papel essencial para o desenvolvimento institucional, pela natureza transversal que permeia todas as atividades acadêmicas e de administração. Por isso, a universidade deve, através de ferramentas tecnológicas, buscar desenvolver a gestão do conhecimento dos serviços prestados e dos processos de trabalho, para obter as informações necessárias que deverão ser base para a tomada eficiente de decisões. Tudo isso pautado em critérios que devem ser consolidados em legislação interna e em um Plano de Desenvolvimento de Tecnologia de Informação.

A universidade deve encarar a infraestrutura como um dos fatores críticos ao seu desenvolvimento e atendimento de vários objetivos estratégicos.

A universidade tem como característica fundamental um corpo docente qualificado com 90% de doutores ou pós-doutores, 87% com dedicação exclusiva. Nos últimos dez anos, houve uma renovação de mais de 40% do quadro docente. A docência no ensino superior é caracterizada pela atuação, tanto na graduação como na pós-graduação, e enseja a integração e interação entre os dois níveis, não só por projetos específicos e pelo incentivo à formação de grupos de pesquisa articulados com o ensino e extensão, mas também pela prática cotidiana do ensinar e do aprender.

No perfil desejado do corpo técnico, o PDI aponta que é essencial o comprometimento e proatividade diante dos processos de trabalho sob sua responsabilidade, de forma integrada e alinhada aos objetivos institucionais, de modo a alcançar uma atuação mais efetiva que vá ao encontro do interesse coletivo e que tenha como foco o desenvolvimento de ações em benefício da sociedade.

Quanto ao perfil desejado para o corpo discente, em todos os níveis de ensino, caracteriza-se por sua pluralidade e protagonismo, tanto em relação a suas trajetórias acadêmicas como em relação a sua participação em projetos e programas de ensino, pesquisa e extensão. A experiência universitária deve oferecer oportunidades de formação profissional diversificada em cooperação nacional, regional e internacional, apoiando iniciativas individuais e coletivas em diferentes perfis de atividade.

A responsabilidade social da UFRGS é intrínseca a sua condição de universidade pública, no seu compromisso com o ensino, a pesquisa e a extensão. Além disso, a universidade trabalha

fortemente em relação à inclusão social, ao desenvolvimento econômico, científico e social, à defesa do meio ambiente, da memória cultural, da produção artística, do patrimônio cultural e do conhecimento científico.

Destacaram-se como fatores chaves para o PDI: transversalidade, inovação acadêmica e pedagógica, interdisciplinaridade e multidisciplinaridade; inovação científica e tecnológica, interação e integração, inserção e inclusão, institucionalização dos relacionamentos e ampliação das atividades da UFRGS.

Buscando manter o foco na transversalidade, os objetivos estratégicos foram agrupados da seguinte forma: objetivos organizacionais, que envolvem o desenvolvimento da gestão com cultura, comunicação, infraestrutura, pessoas e sustentabilidade; objetivos acadêmicos e pedagógicos, que promovem a interação e integração, interdisciplinaridade, cursos, práticas de aprendizagem e espaços compartilhados; objetivos de inovação científica e tecnológica, que envolvem aspectos gerais sobre o Parque Científico e Tecnológico da UFRGS, alianças estratégicas, parcerias e modelos de interação; e objetivos de impacto social, que envolvem ECTS de interação com a sociedade, inserção internacional, inclusão social (responsabilidade institucional, acessibilidade, diversidade).

Procedimentos de avaliação do PDI são realizados para apoiar o monitoramento do efetivo atingimento dos indicadores associados aos objetivos estratégicos. Estas métricas contribuem para o bom desempenho de uma organização e, também, para a realização das ações. A avaliação do PDI é uma exigência da Lei do SINAES e de órgãos orientadores e auditores. Além disso, a avaliação deste PDI é um requisito do processo formal de planejamento estratégico adotado, em conformidade com os processos de governança pública.

A avaliação do PDI contemplará três abordagens: avaliação do atingimento dos objetivos estratégicos e metas estabelecidas; avaliação das ações do PDI identificadas a partir de consulta pública; e avaliações pertinentes constantes no Relatório de Autoavaliação Institucional (RAAI), elaborado anualmente pela CPA (Comissão Própria de Avaliação), em conformidade com a Lei 10.861/2004, que instituiu o SINAES. Estes procedimentos de avaliação permitirão redirecionamentos estratégicos ao longo do horizonte de planejamento estabelecido.

A avaliação dos objetivos estratégicos do PDI, estabelecidos a partir de consulta pública, será de longo prazo, ocorrendo durante sua vigência, podendo coincidir ou não com o final do período de cada Plano de Gestão do Reitorado.

3.3. Projetos Pedagógicos (PP)

Neste subcapítulo, passamos a apresentar os resultados da pesquisa feita aos PP, representados em “Bloco de resultados de pesquisa feita aos cursos de engenharias” e o “Bloco de resultados de pesquisa feita aos cursos de ciências sociais e sociais aplicadas”.

3.3.1. Bloco de resultados de pesquisa feita aos cursos de engenharias

Engenharia de Controle e Automação

Objetivos

Tem em vista a formação de engenheiros com habilidades e competências para a concepção e a manutenção de sistemas de automação e controle de processos industriais, aplicação crítica de métodos e ferramentas de engenharias, no projeto, integração, dimensionamento de dispositivos de controle automático e células automatizadas de produção, gerenciamento e execução de projetos de automação de processos industriais, bem como o desenvolvimento de pesquisas científicas e tecnológicas, com aptidão para atuar nas indústrias que utilizam tecnologias de automação industrial e sistemas de controle automáticos como de produção de equipamentos e software para automação industrial, não obstante em empresas de prestação de serviços em engenharia.

Perfil do egresso

Formação científica e profissional sólida e generalista, com capacidade de identificar, formular e solucionar problemas relacionados às atividades de projeto, construção, operação e gerenciamento de sistemas de produção de bens e serviços, baseado na sustentabilidade econômica, ambiental e social, com a visão ética e humanística no atendimento às demandas da sociedade.

Engenharia de Produção

Objetivos

Visa formar profissionais com habilidades no projeto, operação, gerenciamento e melhorias de sistemas de produção de bens e serviços, integrando ECTS humanos, econômicos, sociais e ambientais;

Perfil do egresso

Formação científica e profissional que capacite o engenheiro na identificação, prevenção e solução de problemas ligados aos projetos, operação, gestão e melhoria de sistemas de produção de bens e serviços, com fundamento em aspectos humanos, sociais, éticos, econômicos e ambientais, não obstante a capacidade de utilização de ferramental matemático e estatístico para modelar sistemas de produção e auxiliar na tomada de decisões através de planejamento e gerenciamento de sistemas produtivos de qualidade (saúde, segurança e organização do trabalho).

Engenharia de Computação

Objetivos

Objetiva a formação de profissionais que possam atuar em áreas de eletrônica e computação, mas também em outras áreas complementares, como sistemas microprocessadores, eletrônica embarcada, redes de comunicação de dados de automação industrial.

Perfil de egresso

Ser profissional capacitado para atuar em áreas tecnológicas com exigências de conhecimentos combinados da engenharia elétrica e da computação. Para tal, o aluno egresso receberá formação sólida em Matemática e Física, Fundamentos de Engenharia Elétrica e da Computação. Isso o habilitará para poder especificar, projetar, configurar, instalar, testar e dar manutenção aos equipamentos que contenham partes de *hardware* e *software* (computadores e redes de computadores), transmissão de dados, sistemas de automação comercial e industrial.

Engenharia Elétrica

Objetivos

Desenvolver um sujeito ético, autônomo, com iniciativa, criatividade e cidadania, através de uma formação profissional em áreas de automação e controle, eletrônica analógica e digital, instrumentação e processamento de sinais, sistemas de comunicação, sistemas de energia, acionamentos, interdisciplinaridade e complementaridade, permitindo assim que o egresso amplie a sua atuação.

Perfil de egresso

Forte formação em Matemática, Física e outras áreas básicas, ética e profissionalismo, autonomia na busca de soluções de problemas complexos de engenharia. Ter competências para atuar na análise, simulação, projeto, desenvolvimento e produção de sistemas e dispositivos eletrônicos. Qualificação para atuar em diversos segmentos de engenharia elétrica, energia, máquinas elétricas, eletrônica, instrumentação, controle e automação, multidisciplinaridade, criatividade e liderança, transmissão e distribuição de energia elétrica, sistemas de telecomunicações, controle, automação e robótica, instrumentação, eletroeletrônica, sistemas eletrônicos e microeletrônicos, desenvolvimento de produtos e serviços, gestão de equipes de produção, administração e vendas.

Engenharia Química

Objetivos

Tem em vista a formação de profissionais capacitados para pesquisar, analisar, projetar, operar e otimizar processos onde a matéria sofre alterações de fase, de estado físico, de tamanho ou forma, de conteúdo energético ou de composição. Estes processos existem, principalmente, nas indústrias de produtos químicos, de materiais, de alimentos, etc, bem como na avaliação e no controle de poluição. O engenheiro químico poderá atuar nas mais diversas áreas onde processos físicos, químicos ou físico-químicos estejam envolvidos na elaboração de produtos, como indústrias químicas e petroquímicas, alimentícias, de celulose e papel, cimento, cerâmica, meio ambiente, biotecnologia, química fina, etc.

Perfil de egresso

Possuir conhecimento profundo dos fundamentos da Engenharia Química e ser consciente das suas responsabilidades para com a sociedade, tanto do ponto de vista econômico, como no cuidado com o meio ambiente e no bem-estar social. Além disso, deve possuir capacidade efetiva de trabalhar em equipe, demonstrando boas habilidades de comunicação e com consciência da necessidade do aprendizado e da atualização contínuos.

Ter a formação técnico-científica ampla e geral, de forma a capacitá-lo a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando suas diferentes dimensões sociais. Mas também deverá ter: conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; ter visão e atuar em equipe multidisciplinar; conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos; realizar assistência, assessoria e consultoria; executar, fiscalizar e conduzir serviço

técnico; desenvolver ou utilizar novas ferramentas, técnicas e tecnologias; supervisionar e avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas e processos; avaliar o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental; assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Engenharia Física

Objetivos

Tem por objetivo de aprimorar e acelerar o desenvolvimento tecnológico local.

Perfil do egresso

Poder atuar na interface entre a Física e outros ramos tradicionais de engenharia para competitividade e crescimento industrial em um número crescente de áreas, para gerar emprego e renda, e melhorar a qualidade de vida para a população.

Engenharia Civil

Objetivos

Este curso tem como objetivos: a) contribuir para com o desenvolvimento da infraestrutura da sociedade; b) atender às demandas de profissionais com formação ampla e qualificada no setor da construção civil; c) atuar nos setores de desenvolvimento tecnológico e científico, como em universidades, centros e institutos de tecnologia; e d) promover o desenvolvimento de novas metodologias para a solução de problemas técnicos.

Perfil do egresso

Ter sólida formação científica e profissional geral, que deve caracterizar o engenheiro, de forma que este venha a ter uma formação generalista, crítica e reflexiva. Mas também o egresso deve possuir a capacidade para entender e desenvolver novas tecnologias, atuando na identificação e resolução de problemas, levando em conta os aspectos necessários ao atendimento das demandas da sociedade.

Engenharia de Materiais

Objetivos

Tem o objetivo de formar um Engenheiro de Materiais generalista, com sólida formação básica, pluralista em conhecimentos, capacitado a desenvolver atividades na área de materiais em campos diversos de atuação, como na pesquisa e no desenvolvimento de processos e

produtos, bem como na seleção, na fabricação, na transformação e na aplicação industrial de materiais tradicionais e avançados.

Perfil do egresso

Ter maior potencialidade de atuação profissional em: Ciência e Tecnologia dos Materiais; Caracterização e Seleção de Materiais; Indústria de Materiais; Metalurgia Física; Tecnologia dos Materiais empregados em diferentes campos e setores de engenharia, como: Construção Civil; Engenharia Sanitária; Materiais Elétricos, Eletrônicos, Magnéticos, Ópticos; Tecnologia Metalúrgica; Geração e Distribuição de Energia; Construção Mecânica; Indústria Automotiva; Naval e Oceânica; Aeronáutica e Espacial; Química e Petroquímica. Reciclagem de materiais, controle de resíduos e rejeitos industriais, adequação ambiental de empresas, estudos de impacto ambiental e relatórios de impacto ao meio ambiente no âmbito dos setores da indústria e da aplicação de materiais.

Engenharia Mecânica

Objetivos

A existência do curso visa atender à demanda das necessidades sociais, o desenvolvimento da região mediante o seu reconhecimento pela comunidade por causa da sua contribuição à inclusão social, da memória cultural e do patrimônio cultural.

Perfil do egresso

Ter formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando os seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Engenharia Ambiental

Objetivos

Objetiva-se manter a qualidade ambiental para as futuras gerações, trazer a consciência ambiental da população em geral, no sentido de enfrentar a preservação, a recuperação e o controle do meio ambiente, associados com a tomada de medidas preventivas e corretivas baseadas no conhecimento dos ciclos da natureza e dos dispositivos tecnológicos atuais. O

monitoramento, o diagnóstico, o gerenciamento e o planejamento ambiental são fundamentais para manutenção da qualidade da vida na terra.

Perfil do egresso

O perfil desejado para o egresso do curso é o de uma sólida formação científica e profissional geral que capacite o engenheiro ambiental a identificar, formular e solucionar problemas ligados às atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e de sistemas de produção de bens e/ou serviços, considerando seus aspectos humanos, econômicos, sociais e ambientais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

Engenharia de Minas

Objetivos

Este curso visa formar um engenheiro com uma sólida formação técnica, científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e busca de soluções para os problemas inerentes do setor mineral. O curso também tem como objetivo a formação de um egresso apto a trabalhar em equipes multidisciplinares e que pontue sua atuação com responsabilidade, considerando os aspectos referentes à ética, à segurança e aos impactos ambientais em qualquer uma das áreas citadas anteriormente.

Perfil do egresso

Ter inclinação para ciências exatas e da terra, disponibilidade para dedicação exclusiva ao curso, cooperativo, metódico, com iniciativa e dedicado aos estudos.

Deste modo, seguem os resultados da pesquisa feita aos cursos de engenharia, representados no seu respectivo quadro para melhor compreensão.

Quadro representativo dos resultados dos Cursos das engenharias

Cursos	Objetivos	Perfil do egresso
Engenharia de Controle e Automação	Formar profissionais com habilidades e competências para concepção e a manutenção de sistemas de automação e controle de processos industriais. Produção de equipamentos e software para automação industrial.	Capacidade de identificar, formular e solucionar problemas relacionados às atividades de projeto, construção, operação e gerenciamento de sistemas de produção de bens e serviços, baseado na sustentabilidade econômica, ambiental e social, com a visão ética e humanística no atendimento às demandas da sociedade.

Engenharia de Produção	Formar profissionais com habilidades no projeto, operação, gerenciamento e melhorias de sistemas de produção de bens e serviços, integrando ECTS, econômicos, sociais e ambientais.	Capacidade para identificação, prevenção e solução de problemas ligados aos projetos, operação, gestão e melhoria de sistemas de produção de bens e serviços, com fundamento em aspectos humanos, sociais, éticos, econômicos e ambientais.
Engenharia de Computação	Formar profissionais com habilidades em eletrônica, computação, sistemas microprocessadores, eletrônica embarcada, redes de comunicação de dados de automação industrial.	Capacidade para atuar em áreas tecnológicas, elétrica e da computação. Habilidades para especificar, projetar, configurar, instalar, testar e dar manutenção aos computadores. Ter capacidade de transmissão de dados, sistemas de automação comercial e industrial.
Engenharia Elétrica	Formar profissionais éticos, autônomos, com iniciativa, criatividade e cidadania, através de uma formação profissional em áreas de automação e controle, eletrônica analógica e digital, instrumentação e processamento de sinais, sistemas de comunicação, sistemas de energia, acionamentos, interdisciplinaridade e complementaridade.	Ter competências multidisciplinares para o desenvolvimento e produção de sistemas, dispositivos eletrônicos, controle e automação, transmissão e distribuição de energia elétrica, sistemas de telecomunicações, robótica, instrumentação e microeletrônicos, desenvolvimento de produtos e serviços, gestão de equipes de produção, administração e vendas.
Engenharia Química	Formar profissional para atuar em processos físicos, químicos que estejam envolvidos nas indústrias químicas e petroquímicas, alimentícias, de celulose e papel, cimento, cerâmica, meio ambiente, biotecnologia e química fina.	Ter conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia. Ter visão e atuar em equipe multidisciplinar. Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos. Avaliar o impacto das atividades de engenharia no contexto social e ambiental.
Engenharia Física	Aprimorar e acelerar o desenvolvimento tecnológico local.	Ter capacidade de atuar na interface entre a Física e outros ramos tradicionais de engenharia para competitividade e crescimento industrial para gerar emprego e renda, e melhorar a qualidade de vida para a população.
Engenharia Civil	Contribuir para o desenvolvimento da infraestrutura da sociedade. Atender às demandas de profissionais no setor da construção civil e atuar nos setores de desenvolvimento tecnológico e científico.	Possuir a capacidade para entender e desenvolver novas tecnologias, levando em conta os aspectos necessários ao atendimento das demandas da sociedade.
Engenharia de Materiais	Formar profissionais para desenvolver atividades na área de materiais, pesquisa, desenvolvimento de processos e produtos, bem como na seleção, fabricação, transformação e na aplicação industrial de materiais tradicionais e avançados.	Ter potencialidade de atuação profissional em ciência e tecnologia dos materiais. Estudos de impacto ambiental e relatórios de impacto ao meio ambiente no âmbito dos setores da indústria e da aplicação de materiais.
Engenharia Mecânica	Atender demandas sociais e a inclusão social.	Ter formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, com visão ética no atendimento das demandas da sociedade.
Engenharia Ambiental	Manter a qualidade ambiental para as futuras gerações. Trazer a consciência ambiental da população em geral.	Solucionar problemas ligados às atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e de sistemas de produção de bens e/ou serviços, considerando seus aspectos humanos, econômicos, sociais e ambientais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.
Engenharia de Minas	Garantir sólida formação técnica, científica e profissional que o capacite para trabalhar em equipes multidisciplinares e com responsabilidade, considerando a ética, segurança e aos impactos ambientais.	Ter inclinação para ciências exatas e da terra.

Elaborado por: Figueiredo Artur Muinge

Portanto, todos os cursos de engenharia que foram objeto de pesquisa apresentam alguns aspectos em comum, que são: a) Formar profissionais com habilidades e competências para concepção e a manutenção de sistemas de automação e controle de processos industriais; b)

Produção de equipamentos e *softwares* para automação industrial. c) Solucionar problemas ligados às atividades de projeto, operação e gerenciamento do trabalho e de sistemas de produção de bens e/ou serviços, considerando seus aspectos humanos, econômicos, sociais e ambientais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade; d) Garantir uma formação multidisciplinar.

Mas também apresentam características específicas, como ocorre com: a) Engenharia civil, que está mais preocupada com a construção de infraestruturas para a sociedade; b) Engenharia física, mais virada para o desenvolvimento local. c) Engenharia ambiental, que tem em vistas trazer a consciência ambiental à população em geral e garantir a qualidade ambiental de gerações atuais e futuras; d) Engenharia de materiais, que objetiva desenvolver processos e produtos industriais; e) Engenharia mecânica, que procura responder demandas sociais.

3.3.2. Bloco de resultados de pesquisa feita aos cursos de ciências sociais e sociais aplicadas

Administração

Objetivos

O objetivo é contribuir decisivamente para o desenvolvimento das organizações, pela construção de um contexto eficaz e pela sua transformação em oportunidades empreendedoras, sem perder de vista a sua inserção no processo de desenvolvimento socioeconômico, cultural e político da sociedade em que estas se inserem.

Perfil do egresso

O egresso deve ser capaz de: a) reconhecer e definir problemas, equacionar soluções, pensar estrategicamente, introduzir modificações no processo produtivo, atuar preventivamente, transferir e generalizar conhecimentos e exercer, em diferentes graus de complexidade, o processo da tomada de decisão; b) desenvolver expressão e comunicação compatíveis com o exercício profissional, inclusive nos processos de negociação e nas comunicações interpessoais ou intergrupais; c) refletir e atuar criticamente sobre a esfera da produção, compreendendo sua posição e função na estrutura produtiva sob seu controle e gerenciamento; d) desenvolver raciocínio lógico, crítico e analítico para operar com valores e formulações matemáticas presentes nas relações formais e causais entre fenômenos produtivos, administrativos e de controle, bem como expressar-se de modo crítico e criativo diante dos diferentes contextos organizacionais e sociais; e) ter iniciativa, criatividade, determinação, vontade política e administrativa, vontade de aprender, abertura às mudanças e consciência da

qualidade e das implicações éticas do seu exercício profissional; e) desenvolver capacidade de criar, sistematizar e transferir conhecimentos da vida e da experiência cotidianas para o ambiente de trabalho e do seu campo de atuação profissional, em diferentes modelos organizacionais, revelando-se profissional autônomo e adaptável; f) desenvolver capacidade para elaborar, implementar e consolidar projetos em organizações e desenvolver novas organizações; g) desenvolver capacidade para realizar consultoria em gestão e administração, pareceres e perícias administrativas, gerenciais, organizacionais, estratégicas e operacionais; h) ter capacidade para desenvolver boas relações sociais; i) desenvolver sensibilidade para diferenças culturais regionais, nacionais e internacionais; j) desenvolver uma formação humanística necessária ao exercício da liderança; k) desenvolver uma postura ética.

Administração Pública e Social

Objetivos

Visa formar profissionais com conhecimento de administração pública e de administração social, capazes de atuar com competência nas organizações governamentais e não-governamentais, de modo democrático e ético, visando à transformação e ao desenvolvimento da sociedade e do país.

Perfil de egresso

Ser capaz de problematizar e selecionar métodos e instrumentos apropriados para a administração de organizações públicas e não-governamentais, em nível local e regional, atuando como um agente orientado para a promoção do desenvolvimento de grupos e da sociedade na qual está inserido. Além disso, deverá ser capaz de desenvolver projetos voltados para o desenvolvimento social e loco-regional.

O egresso deve ter competências que lhe permitam: a) agir segundo princípios éticos, morais, legais e cívicos; b) pesquisar, analisar, planejar, implantar, coordenar e avaliar ações em organizações públicas e sociais, sempre considerando o valor do trabalho coletivo e a promoção dos seres humanos; c) enfrentar desafios e peculiaridades loco-regionais e do próprio mercado de trabalho, considerando a função social que deve exercer; d) atuar como administrador, em organizações públicas e sociais, bem como em organizações empresariais que executam ações sociais e ambientais responsáveis, envolvendo-se com decisões, estratégias e desafios.

Políticas públicas

Objetivos

Visa responder às demandas da sociedade por profissionais qualificados para a formulação de soluções a problemas sociais. O curso de Políticas públicas busca formar profissionais com papel estratégico no processo de mudanças que afetam o arranjo social atual, aptos a atuarem na administração pública, em organizações internacionais, da sociedade civil e do mercado, onde poderão vir a exercer as suas funções de forma flexível, descentralizada e criativa.

Perfil do egresso

Ser capaz de se posicionar sobre o papel do Estado, da sociedade civil e do mercado na provisão de bens e serviços públicos, sobre as mudanças nos padrões de emprego, a mundialização, a desindustrialização e o crescimento do setor de serviços; bem como estará preparado para compreender e dimensionar as demandas que a consolidação da democracia e da consciência dos direitos humanos, sociais, étnicos, sexuais e de gênero estão inscrevendo na agenda pública.

Ser habilitados a propor, monitorar e avaliar os resultados de políticas voltadas ao incremento do desempenho de instituições públicas, combinados à transparência e à efetividade de mecanismos de prestação de contas e de responsabilização governamentais. Estes profissionais poderão potencializar as capacidades estatais de modo a promover o desenvolvimento e reduzir as desigualdades sociais e, ao mesmo tempo, gerar mecanismos de transparência, publicitação do processo de tomada de decisões relativas à formulação e à implementação de políticas, programas, projetos e ações.

Ciências sociais

Objetivos

Tem por objetivo formar docentes-pesquisadores habilitados a atuarem nas áreas de: Sociologia, Antropologia e Ciência Política, nas séries finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Mas também o curso visa capacitar os estudantes para atuarem na elaboração de projetos, relatórios, materiais didático-pedagógicos e metodologias educativas relacionadas à área das Ciências Sociais, bem como em projetos interdisciplinares ligados ao contexto educativo.

Capacitar os estudantes para o exercício de atividades ligadas aos campos da pesquisa e extensão, em ações de planejamento, consultoria e formação, em instituições públicas ou

privadas, organizações não governamentais, governamentais, cooperativas, partidos políticos, movimentos sociais, etc, e na elaboração de projetos de intervenção social e de políticas públicas que tenham interconexões com a área das ciências sociais.

Perfil do egresso

Ser capaz de dominar e mobilizar as diferentes abordagens teóricas-metodológicas dos três grandes eixos que compõem as Ciências Sociais – Sociologia, Antropologia e Ciência Política, em especial em espaços de educação formal e não formal. O egresso deverá também ter a capacidade de converter os temas e discussões provenientes das múltiplas abordagens teóricas presentes neste campo em situações pedagógicas que possam contribuir com a construção da cidadania do educando, enquanto protagonista de seus direitos e deveres.

Relações públicas

Objetivos

Tem como objetivo formar profissionais de relações públicas, para atuar nos sistemas de comunicação e de relacionamento entre organização e públicos em perspectiva político-estratégica, articulando conhecimento teórico e prático, adequando-o à complexidade das dinâmicas ecossistêmicas, mantendo uma postura ética, humanista, reflexiva, crítica e de compromisso com a sociedade.

Perfil do egresso

Ter sólida formação humanista, reflexiva e crítica que permita compreender e interpretar a complexidade da realidade social e ser agente de mudança comprometido com os princípios sociais, culturais, ecológicos, políticos e econômicos (dinâmica ecossistêmica). O egresso deve possuir conhecimentos teóricos, técnicos e práticos para atuar em perspectiva político-estratégica, como gestor da comunicação organizacional, pautado por princípios éticos.

Desenvolvimento regional

Objetivos

Tem como objetivo formar profissionais com competências, habilidades e conhecimentos gerais necessários aos postos de trabalho que requerem educação superior em uma grande área do conhecimento, mas não formação profissional específica.

Perfil do egresso

Ter formação interdisciplinar, com visão ética, crítica, reflexiva e humanística, com capacidade de identificar e resolver problemas e desafios do mundo contemporâneo, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, em atendimento às demandas da sociedade.

Assim, para melhor compreensão, segue abaixo o quadro representativo dos resultados da pesquisa feita aos cursos das ciências sociais e sociais aplicadas.

Quadro representativo dos resultados das ciências sociais e sociais aplicadas

Cursos	Objetivos	Perfil dos egressos
Administração	Formar profissionais que possam contribuir decisivamente para o desenvolvimento das organizações.	Pensar de forma analítica, crítica e estratégica. Introduzir modificações no processo produtivo e atuar preventivamente no processo da tomada de decisões. Desenvolver uma formação ética e humanística necessária ao exercício da liderança.
Administração pública e social	Formar profissionais capazes de atuar com competência nas organizações governamentais e não-governamentais,	Desenvolver projetos sociais e agir com base em princípios éticos, morais, legais e cívicos. Administrar organizações públicas, sociais empresariais.
Políticas públicas	Formular soluções para problemas sociais. Formar profissionais para atuarem na administração pública, em organizações internacionais, da sociedade civil e do mercado, onde poderão vir a exercer as suas funções de forma flexível, descentralizada e criativa.	Ter domínio sobre o papel do Estado, da sociedade civil e do mercado na provisão de bens e serviços públicos, sobre mudanças nos padrões de emprego, a mundialização, a desindustrialização e o crescimento do setor de serviços. Promover o desenvolvimento e reduzir as desigualdades sociais.
Ciências sociais	Formar docentes e pesquisadores com habilidades em Sociologia, Antropologia e Ciência Política. Capacitar os estudantes na elaboração de projetos, relatórios, materiais didático-pedagógicos e projetos interdisciplinares.	Dominar e mobilizar as diferentes abordagens teóricas-metodológicas que compõem as Ciências Sociais. Ter a capacidade de construção da cidadania do educando, enquanto protagonista de seus direitos e deveres.
Relações públicas	Formar profissionais que atuem com postura ética, humanista, reflexiva, crítica e de compromisso com a sociedade.	Ter sólida formação humanista, reflexiva e crítica que permita compreender e interpretar a complexidade da realidade social.
Desenvolvimento regional	Formar profissionais com competências, habilidades e conhecimentos gerais necessários aos postos de trabalho.	Ter formação interdisciplinar, visão ética, crítica, reflexiva e humanística.

Elaborado por: Figueiredo Artur Muinge

Pode-se perceber que todos os cursos de ciências sociais e sociais aplicadas que são objeto desta pesquisa apresentam aspectos em comum, que são: a) Formação interdisciplinar com uma visão ética, crítica, reflexiva e humanista; b) Dotar os profissionais de competências para construção da cidadania; c) Promoção do desenvolvimento e redução das desigualdades sociais; d) Introduzir modificações no processo produtivo e atuar preventivamente no processo da tomada de decisões.

4. Discussão dos resultados

Kyle (1999), Zahur *et al.* (2002) e Cozzens *et al.* (2008) entendem que os cidadãos precisam de educação para alcançar meios de subsistência estáveis e voz política, pois ela contribui significativamente para o aumento da democracia, justiça social e empoderamento individual. Isso significa que a Educação é um elemento fundamental para a mudança comportamental e melhoria do estilo de vida e da consciência sobre a vida na sociedade.

Podemos dizer que a Educação, especialmente a cidadã ou emancipadora, transforma o indivíduo, dotando-o de conhecimentos que possam capacitá-lo para poder agir numa sociedade excludente, desigual, injusta e capitalista. Esse tipo de educação permite que o indivíduo saiba lutar por seus direitos, conheça seus deveres e seja crítico para que não seja manipulado no mundo de conflitos de interesses em que vivemos.

Por isso, Tonet (2005) afirma que é preciso entender a educação cidadã como uma cidadania ativa e crítica, que ensina direitos e deveres, mas também ensina a lutar e a ser capaz de intervir no seu meio e na busca de uma sociedade mais justa. No mundo capitalista em que vivemos, os direitos de cidadania não têm sido efetivados, apesar de ser uma conquista que garante legalmente os direitos e os deveres.

Segundo Martins e Mogarro (2010), a educação cidadã pressupõe: a) Promoção do desenvolvimento sócio-moral; b) Conhecimento de direitos e deveres do cidadão; c) Participação democrática na tomada de decisões com base em princípios éticos morais e humanísticos; d) Promoção da cultura de responsabilidade social e individual.

Isso nos mostra que a educação cidadã promove um desenvolvimento tecnológico sustentável, o que lhe torna uma “educação para o desenvolvimento e para a democracia” (FREIRE, 2001).

Pinheiro (2005) afirma que a Ciência, Tecnologia e Sociedade é um campo de estudo das inter-relações entre a ciência, tecnologia e a sociedade. Constitui um campo de trabalho voltado para a investigação acadêmica e para políticas públicas. Esse campo surge como reivindicação da população para a participação mais democrática nas decisões que atingem o contexto científico-tecnológico ao qual se enquadram. Portanto, o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade procura perceber os aspectos sociais do desenvolvimento tecnocientífico, tanto nos benefícios trazidos quanto nas consequências sociais e ambientais que possam emergir.

Bazzo *et al.* (2003) afirmam que a Ciência, Tecnologia e Sociedade promove diversos mecanismos democráticos que facilitam aberturas de processos de tomada de decisão referentes a políticas científico-tecnológicas e no campo da Educação.

Ao considerarmos a socialização e a solidariedade nas dimensões técnicas e humanas de conhecimento, estaríamos a elevar a Educação em um contexto de educação cidadã ou então educação emancipadora, o que seria mais benéfico para a sociedade, pois permitiria a sua participação em processos tecnológicos.

Segundo a *WEF-World Economic Forum* (2016) e Leopoldo *et. al.* (2019), a Indústria 4.0 demanda: **1 - Competências cognitivas:** flexibilidade cognitiva; criatividade; raciocínio lógico; sensibilidade para problemas; raciocínio matemático e visualização; **2 - Habilidades físicas:** força física e destreza manual, e precisão; **3 - Competências básicas de conteúdo:** aprendizagem ativa; expressão oral; compreensão de leitura; expressão escrita e formação em TIC; **4 - Competências básicas de processo:** escuta ativa; pensamento crítico; monitoramento próprio e dos outros; **5 - Competências transversais:** sociais: coordenação de equipe; inteligência emocional; negociação; persuasão; orientação de serviço; treinar e ensinar pessoas. **6 - Competências sistêmicas:** julgamento e tomada de decisão e análise sistêmica; **7 - Competência de resolução de problemas complexos:** capacidade de resolver problemas complexos; **8 - Competências de gestão de recursos:** gestão de recursos financeiros; gestão de recursos materiais; gestão de pessoas e gestão de tempo; **9 - Competências técnicas:** manutenção e reparo de equipamentos; operação e controle de equipamentos; programação; controle de qualidade; design de tecnologia e experiência de usuário e solução de problemas.

Ao analisarmos as demandas da Indústria 4.0., percebemos que estas exercem pressão às universidades na medida em que se traduzem em novas competências profissionais que fazem com que as universidades se sintam na obrigação de reformular os seus currículos acadêmicos que resultam dos Planos de Desenvolvimento Institucionais e Projetos Pedagógicos, e isso produz mudanças na agenda dos cursos superiores por razão “instrumental”, enquanto processo de submissão e objetualização do conhecimento humano (ADORNO; HORKHEIMER, 1947). Significa que o capitalismo, através das suas agendas particulares, tende a desvirtuar as universidades, fazendo com que estas se adaptem as suas agendas, perdendo, assim, a sua essência.

Festo *apud* Leopoldo *et. al.* (2019) nos informam que, para responder à demanda da Indústria 4.0, é necessário ter formação multidisciplinar, conhecimento técnico para lidar com máquinas inteligentes, habilidade para aprender e se adaptar, observar e tomar decisões, não obstante a criatividade.

Alarcon *et. al.* (2018) entendem que, para se fazer face à demanda da Indústria 4.0, é pertinente que haja preparação de recursos humanos, na qual a educação tradicional passa por

transformações para o desenvolvimento de novas competências de futuras profissões advindas da 4ª Revolução Industrial.

Ter esses novos conhecimentos demandados pela I.4.0. pressupõe alteração dos objetivos já tensionados alcançar nos Projetos Pedagógicos e Planos de Desenvolvimento Institucional das universidades para dar lugar a novas planificações que resultam de interesses particulares. Não é uma educação instrumental que se deseja em uma universidade, mas uma educação emancipadora, no sentido de conscientização, a saída de um estágio de ignorância por meio do esclarecimento (ADORNO, 1995a), a educação cidadã, olhando a cidadania enquanto conjunto de direitos e deveres que garantem ao cidadão a participação e a responsabilidade com a vida em sociedade (CARVALHO, 2015).

É fundamental pensar-se em uma educação tecnológica a ser materializada em função do papel das universidades, para que se possa precaver dos impactos indesejados da indústria 4.0. É assim que se pode afirmar que a educação tecnológica e profissional visa “responder também às necessidades do mundo do trabalho permeado pela presença da ciência e da tecnologia como forças produtivas, geradoras de valores, fontes de riqueza” (CIAVATTA, 2005, p. 3).

O planejamento estratégico é um processo utilizado para a formulação de estratégia organizacional de longo prazo, na qual se busca o conhecimento do ambiente ao qual a organização está inserida. Confere maior racionalidade às ações da instituição no alcance da sua visão de futuro e no cumprimento da sua missão institucional. A elaboração de um plano estratégico tem, como objetivo principal, fornecer direcionamento comum a ser seguido por toda a instituição, identificando responsabilidades, garantindo alinhamento e oferecendo meios para medição do sucesso da estratégia de modo focado, visando ao alcance dos objetivos institucionais. As universidades, por força da legislação ou pela busca de otimizar seu processo de gestão, adotam cada vez mais o planejamento estratégico, por considerar esse instrumento primordial no desenvolvimento de uma instituição social moderna (REBELO, 2004).

Bodini (1998, p. 2) faz algumas considerações sobre planejamento estratégico nas universidades: a) A metodologia tradicional para o planejamento estratégico é possível de ser implantada em universidades, porém deve-se levar em consideração que as mesmas são sistemas complexos e que, muitas vezes, adaptações individuais serão necessárias; b) Se a estrutura e a dinâmica podem ser de livre escolha, o mesmo não se pode dizer do ambiente externo, que define a finalidade do sistema. Isto porque a universidade está inserida no macrossistema nação e sua missão (ou finalidade) irá depender dos objetivos nacionais, recursos disponíveis, políticas industriais, tecnológicas, culturais e educacionais do país; c)

Deve-se reconhecer que o principal cliente do sistema é a sociedade, e que seus anseios de eficiência e eficácia devem ser monitorados permanentemente de forma a identificar desvios entre o almejado e o alcançado; d) As universidades podem dar início ao planejamento estratégico priorizando algumas de suas áreas, como ensino de graduação, e evoluindo gradativamente às outras; e) Implantar modelo participativo para administrar as mudanças; f) Transformar o planejamento em administração estratégica.

O Ministério de Educação (MEC), através da implantação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES), constatou a necessidade de incluir, como parte integrante do processo avaliativo das Instituições de Ensino Superior – IES, o seu planejamento estratégico, sintetizado no que se convencionou denominar de Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI). Por outro lado, conforme as diretrizes para a elaboração do PDI fornecido pelo MEC, a construção do PDI deverá se fazer de forma livre, sem, no entanto, deixar de contemplar os eixos temáticos essenciais do PDI.

O art. 16, do decreto 5773, de 09/05/06, que dispõe sobre o exercício das funções de regulação, supervisão e avaliação de instituições de educação superior e cursos superiores de graduação e sequenciais no sistema federal de ensino, elenca os elementos que devem fazer parte do Plano de Desenvolvimento Institucional, a saber (BRASIL, 2006): a) missão, objetivos e metas da instituição, em sua área de atuação, bem como seu histórico de implantação e desenvolvimento; b) projeto pedagógico da instituição; c) cronograma de implantação e desenvolvimento da instituição e de cada um de seus cursos, especificando-se a programação de abertura de cursos, aumento de vagas, ampliação das instalações físicas; d) organização didático-pedagógica da instituição, com a indicação de número de turmas previstas por curso, número de alunos por turma, locais e turnos de funcionamento, inovações consideradas significativas, especialmente quanto à flexibilidade dos componentes curriculares, oportunidades diferenciadas de integralização do curso, atividades práticas e estágios, desenvolvimento de materiais pedagógicos e incorporação de avanços tecnológicos; e) perfil do corpo docente, indicando requisitos da titulação, experiência no magistério superior e experiência profissional não acadêmica, bem como os critérios de seleção e contratação, a existência do plano de carreira, o regime de trabalho e os procedimentos para substituição eventual dos professores do quadro; f) organização administrativa da instituição, identificando as formas de participação dos professores e alunos nos órgãos colegiados responsáveis pela condução dos assuntos acadêmicos e os procedimentos de autoavaliação institucional e de atendimento de alunos; g) infraestrutura física; h) oferta de educação a distância; i) oferta de cursos e programas de mestrado e doutorado.

Conforme as informações disponibilizadas pelo MEC (BRASIL, 2006), o PDI consiste num documento em que se definem a missão da instituição de ensino superior e as estratégias para atingir suas metas e objetivos. Abrangendo um período de cinco anos, deverá contemplar o cronograma e a metodologia de implantação dos objetivos, metas e ações do plano da IES, observando a coerência e a articulação entre as diversas ações, a manutenção de padrões de qualidade e, quando pertinente, o orçamento. Deverá apresentar, ainda, um quadro-resumo contendo a relação dos principais indicadores de desempenho, que possibilite comparar, para cada um, a situação atual e futura (após a vigência do PDI), além de orientar as ações futuras da universidade. Torna-se um instrumento legal para a aferição da qualidade da gestão.

As instituições com o intuito de atender a essas demandas buscam construir um Plano de Desenvolvimento Institucional compatível com sua realidade e a complexidade do sistema ao qual está inserida, buscando otimizar os recursos disponibilizados pelos governos e, com isso, atender os anseios da sociedade por uma administração eficiente e eficaz dos recursos provenientes dela.

A partir da Lei Nº 10.861, de 14 de abril de 2004, que estabelece o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES, o Ministério da Educação brasileiro introduziu, como parte integrante do processo avaliativo das Instituições de Ensino Superior (IES), a prática do planejamento em instituições de educação superior, por meio do Plano de Desenvolvimento Institucional - PDI, visando à melhoria da educação superior brasileira. Dessa forma, o PDI é o mais importante instrumento de gestão resultante do Planejamento Estratégico Institucional (PEI).

Cada instituição de educação superior (IES) nasce com propósitos próprios e se organiza conforme seus dispositivos estatutários e regimentais.

A implementação e o controle da oferta das atividades educacionais a que se propõem exigem planejamento criterioso e intencional voltado para o cumprimento de sua função social.

O Projeto Pedagógico Institucional é um instrumento político, filosófico e teórico-metodológico que norteará as práticas acadêmicas da IES, tendo em vista sua trajetória histórica, inserção regional, vocação, missão, visão e objetivos gerais e específicos. Em sua fundamentação, o PPI deve expressar uma visão de mundo contemporâneo e do papel da educação superior em face da nova conjuntura globalizada e tecnológica, ao mesmo tempo em que deve explicitar, de modo abrangente, o papel da IES e sua contribuição social nos âmbitos local, regional e nacional, por meio do ensino, da pesquisa e da extensão como componentes essenciais à formação crítica do cidadão e do futuro profissional, na busca da articulação entre o real e o desejável.

Assim, buscar um rumo, uma direção, é uma ação intencional, com um sentido explícito, com um compromisso definido coletivamente. Trata-se de uma projeção dos valores originados da identidade da instituição, materializados no seu fazer específico, cuja natureza consiste em lidar com o conhecimento, e que deve delinear o horizonte de longo prazo, não se limitando a um período de gestão. A construção do conhecimento e o exercício da prática tecnocientífica devem ser articulados no espectro de valores humanísticos, de forma que sua dinâmica e realização se configurem a partir do entendimento de que a ciência e a técnica não se apresentam apenas como meio ou dispositivo, mas, principalmente, como modo de inserção na realidade, de ação e interação do homem com o mundo.

No documento de orientação acadêmica, devem constar, entre outros, o histórico da instituição; seus mecanismos de inserção regional; sua missão; âmbitos de atuação; princípios filosóficos gerais; as políticas de gestão, de ensino, de pesquisa e, quando for o caso, de extensão; perfil humano, perfil profissional; concepções de processos de ensino e de aprendizagem, de currículo, de avaliação de ensino e de planejamento e os diversos programas.

O Plano de Desenvolvimento Institucional, elaborado para um período determinado, é o instrumento de gestão que considera a identidade da IES, no que diz respeito à sua filosofia de trabalho, à missão a que se propõe, às diretrizes pedagógicas que orientam suas ações, à sua estrutura organizacional e às atividades acadêmicas e científicas que desenvolve ou que pretende desenvolver. Como um instrumento de gestão flexível, o PDI pauta-se por objetivos e metas e sua elaboração deve ser de caráter coletivo. Os seus referenciais devem levar em consideração os resultados da avaliação institucional. Articula-se ao PPI e apresenta necessariamente os seguintes eixos temáticos: perfil institucional; gestão institucional (organização administrativa, organização e gestão de pessoal, política de atendimento ao discente); organização acadêmica (organização didático-pedagógica, oferta de cursos e programas — presenciais e a distância); infraestrutura; aspectos financeiros e orçamentários, sustentabilidade econômica; avaliação e acompanhamento do desempenho institucional e cronograma de execução.

Os planos organizacionais são divididos em três níveis: estratégico, tático e operacional, do maior para o menor, quanto a sua amplitude e horizonte de tempo, e inversamente quanto a sua riqueza de detalhes e ligação as operações da organização (OLIVEIRA, 2008). Por causa dessa classificação, o PDI caracteriza-se como um plano estratégico. O processo de formulação de um plano estratégico pode ser separado em quatro grandes etapas: diagnóstico, formulação, implementação e controle (MEGGINSON, *et. al.* 1998).

Segundo Drucker (2002, p. 136), planejamento estratégico é o processo contínuo de, sistematicamente e com o maior conhecimento possível do futuro contido, tomar decisões atuais que envolvam riscos; organizar sistematicamente as atividades necessárias à execução dessas decisões e, por meio de uma retroalimentação organizada e sistemática, medir o resultado dessas decisões em confronto com as expectativas alimentadas.

Oliveira (2004, p. 35) conceitua o planejamento como “um processo desenvolvido para o alcance de uma situação desejada de um modo mais eficiente e efetivo, com a melhor concentração de esforços e recursos pela empresa. Oliveira (2004) distingue três tipos de planejamento: o estratégico, que possibilita estabelecer o rumo a ser seguido pela empresa para obtenção de um nível de otimização na relação com o meio ambiente em que atua; o tático, que objetiva otimizar determinada área de resultado e não a empresa como um todo; e o operacional, que é a formalização através de documentos escritos do plano de ação estabelecido.

O Planejamento Estratégico deve ser assumido pelos gestores da organização para ser bem implantado, porém “não é uma caixa de mágicas, nem um amontoado de técnicas, e não opera com decisões futuras, mas com o que há de futuro nas decisões atuais” (DRUCKER, 2002, p. 134). Para Mintzberg (2004), o planejamento estratégico é necessariamente um processo formal em que ocorre a separação da análise e da decisão em pequenas partes que posteriormente devem ser articuladas para formar um plano coeso e explícito, formal, sistematizado e escrito. Conforme Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2006), apesar de existirem diferentes modelos de planejamento estratégico, a maior parte se resume às mesmas ideias básicas: tome o modelo SWOT, análise das vantagens e desvantagens interna (forças e fraquezas) com os fatores positivos e negativos externos (oportunidades e ameaças), divida-o em etapas, articule cada uma destas com listas de verificação (*check lists*) e técnicas e dê atenção especial à fixação de objetivos, no início, e à elaboração de orçamentos e planos operacionais no final.

Segundo Costa (2006, p. 201), para um bom planejamento, cada organização “deve fazer uma seleção criteriosa dos itens, buscando aqueles que realmente façam sentido para sua realidade e para a profundidade do exercício realizado”. Oliveira (2004) acresce que, no desenvolvimento do planejamento estratégico, não se deve preocupar apenas com o conteúdo do plano. Costa (2006) afirma que se deve atribuir tanta importância ao processo quanto aos resultados finais, pois, conforme Meirelles e Gonçalves (2006), o planejamento não se resume apenas às ideias, planos, projetos e diretrizes. Deve, antes de tudo, se preocupar com a criação de dinâmicas apropriadas e com o estabelecimento de um ambiente propício à geração e implementação.

Fleury (2005) é de entendimento que planejamento é um dos pilares básicos da administração e a primeira função que orienta o gestor para desenvolver suas ações no intuito de atingir as metas. Por isso, tendo em conta o contexto, deve-se fazer o devido planejamento por forma a se evitar o cumprimento indevido das atividades, como forma de minimizar insucessos.

Branco (2014) afirma que o setor público brasileiro também adota técnicas de planejamento oriundas do setor privado, trazendo integração de todos os níveis da organização: estratégico, tático e operacional e de modo a alcançar objetivos e metas que permitem direcionar aos resultados almejados. Isso permite-nos perceber que, dada a importância do planejamento, as instituições do ensino superior precisam sempre fazer o planejamento das suas atividades.

Brasil, (2004) afirma que, nas Instituições de Ensino Superior (IES), adota-se o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), considerado um documento que deve ser claro, objetivo, coerente e ser construído com participação de toda a comunidade escolar, para nortear e apoiar estas instituições. Entende-se que não pode haver ambiguidade no Plano de Desenvolvimento Institucional, sob pena de haver ineficácia nos objetivos a serem alcançados.

Henn *et al.* (2016) considera que o PDI é um importante documento estratégico e necessário para atender às necessidades básicas do cliente-cidadão, ou seja, este planejamento estratégico proporciona o bem-estar social no âmbito da IES. Logo, não deve ter seus direcionamentos apenas aos processos e resultados.

Segundo Matias-Pereira (2011) e Rezende (2011), o planejamento estratégico consiste em um processo, um instrumento participativo, dinâmico e coletivo em que, a partir de ações estratégicas, possibilita racionalizar as decisões. Por este motivo, diversas organizações utilizam as boas práticas do planejamento estratégico, para analisar, monitorar e avaliar o desempenho institucional, auxiliando, dessa forma, na tomada de decisão (SOUSA; DIAS, 2016).

Como uma ferramenta administrativa, o planejamento pode ser elaborado em três níveis: o estratégico, o tático e o operacional. Os níveis têm relação com a hierarquia e estão relacionados para o curto, médio e longo prazo das ações pretendidas, sendo que os objetos e objetivos de análise são diferentes. Já o planejamento estratégico, segundo Almeida (2016), é composto de: (a) diagnóstico estratégico, que consiste no levantamento de informações sobre a instituição e do ambiente no qual está inserida; (b) construção de missão, visão, valores, objetivos e metas da organização, no intuito de retratar a posição desejada; (c) implementação do plano estratégico resultante; (d) controle dos resultados.

Para Poister (2010), o planejamento em organizações públicas pode fortalecer o desempenho, com melhorias e criação de valor público de diferentes maneiras. O pensamento estratégico identifica e potencializa o que é essencial para a produção de valor ou valor público, implicando o imperativo de os atores compartilharem uma compreensão sobre o que são os elementos ou processos essenciais para a geração daquilo que efetivamente caracteriza e legitima a organização ou o Estado como tal, perante a sociedade.

Para Reis (2019), o planejamento nas instituições públicas possibilita encontrar o caminho mais adequado para atingir os objetivos traçados, com maior eficiência.

Portanto, o planejamento estratégico tem muita relevância no contexto das instituições públicas, cuja gestão e inserção devem ir além das etapas de controle e avaliação, ou seja, é necessário ampliar a utilização de mecanismos de gestão adequados para que sua utilização, em conjunto, resulte em um sistema simplificado de execução da atividade institucional.

Glaserapp *et. al.* (2005) realizaram estudo empírico em uma empresa de produtos naturais em que verificaram que o contexto e o processo de formulação da estratégia afetaram modificando o conteúdo estratégico. Betlhem (2004) corrobora, afirmando que o processo estratégico possui duas etapas: 1) a definição do conteúdo, conjunto de políticas, planos e comportamentos, os conceitos e as formulações que serão usados nos planos estratégicos, 2) o processo, como se faz a elaboração e o desenvolvimento do plano, atividades para formar o grupo de pessoas e as utilizadas para desenvolver o conteúdo do plano. A separação entre conteúdo e processo estratégico é, para muitos teóricos, apenas para efeito didático, pois, na prática, ambas são indissociáveis e o processo estratégico pode ser decisivo para a estratégia gerada (BULGACOV *et. al.* 2007). Pode se dizer que a forma com que é conduzida a formulação da estratégia afeta o conteúdo da estratégia em si. Estratégias podem ser mais efetivas, reais, pertinentes ao ambiente e implementáveis se o processo de sua formulação for bem conduzido.

Costa (2006) entende a dinâmica de como se elaborar um planejamento estratégico como um evento especial, que envolve a alta e média administração e alguns elementos-chaves escolhidos dentre aqueles de alto potencial, com grupo de, no mínimo, 15 e, no máximo, 40 participantes, com diversidade e variedade de ideias, de experiências e de funções ou atividades nas equipes necessárias para um bom trabalho de criação. Este estudioso é de opinião que a etapa de preparação seja realizada em duas grandes atividades: 1) sensibilização e motivação, alertando aos participantes para a necessidade e os benefícios que dele pode esperar e para divulgar internamente os conceitos e metodologias adotadas; 2) diagnóstico, para avaliação da situação, da mentalidade e da prontidão estratégica da organização. Observa que, caso estas

etapas sejam insatisfatórias, há de se considerar o adiamento ou um encaminhamento mais demorado até que se consigam as condições mínimas de sucesso do projeto.

Quanto ao período, Oliveira (2004) considera que não existe período de tempo uniforme ou determinado. Deverá compreender o período necessário para, através de uma série de atividades, a satisfação de todos os compromissos envolvidos numa decisão. Já Costa (2006) recomenda que o tempo de duração não exceda a quatro dias em tempo integral, pois diluir o evento em vários módulos ou sessões curtas ao longo do tempo pode desmotivar os participantes. Além disso, que o processo seja conduzido por duas pessoas: o instrutor, profissional sem envolvimento direto com a organização, e o facilitador ou coordenador geral. Ao primeiro, caberá fazer a exposição conceitual e metodológica, o esclarecimento de dúvidas, o reforço e revisão de conceitos, e, ao segundo, a coordenação dos aspectos de aplicação prática das metodologias e dos exercícios e trabalhos em grupo.

Oliveira (2004) corrobora a Costa (2006) enfatiza que, no momento da estruturação do processo de planejamento, a empresa deverá escolher a metodologia e o profissional que irão auxiliá-la. Este profissional não deverá elaborar o planejamento, mas catalisar o processo de elaboração, que deverá ser efetuado pelos vários setores da empresa, pois o processo participativo proporciona maior riqueza de ideias, informações e visões sobre o futuro, com o objetivo de estimular maior interesse e aceitação quanto às estratégias geradas. Costa (2006) ainda esclarece que o compromisso da alta administração é de suma importância, desaconselhando a realização quando este compromisso não for alcançado. Por outro lado, Bulgacov *et al.* (2007, p. 16) acreditam que é cada vez mais comum as organizações buscarem aproveitar “a inteligência e o conhecimento coletivamente produzidos” por meio da descentralização do planejamento estratégico para todos os níveis organizacionais. Entretanto, os membros da organização são vão cooperar efetivamente e gerar um ambiente de aprendizagem se estiverem, de fato, motivados. É fundamental, principalmente, quando se busca uma mudança estratégica, que o planejamento estratégico tenha significado e representação positiva junto aos membros da organização (BULGACOV, *et al.*, 2007).

Para a realização da formulação do plano estratégico, Costa (2006) recomenda que o mesmo não seja feito no local cotidiano de trabalho e que ocorra a distribuição de material contendo cópias dos materiais a serem apresentados. Recomenda também que as exposições conceituais sejam realizadas em reuniões plenárias, com as melhores técnicas de comunicação audiovisual disponíveis, mas esclarece que alguns conceitos somente serão compreendidos durante ou após a realização dos exercícios em equipe. Bethlem (2004), por sua vez, divide o processo de formulação do planejamento estratégico em atividades intelectuais e

comportamentais e a elaboração do plano estratégico inicial. As atividades intelectuais e comportamentais têm o objetivo de atingir um nível de conhecimento do conteúdo do planejamento (conceitos, definições e técnicas) e desenvolver a confiança do grupo que irá conduzi-lo. Para esta tarefa, o autor enfatiza a necessidade de um “campeão de produto”, com profundo conhecimento no assunto, responsável por manter o processo funcionando - este poderá ser um consultor externo. Nesta fase, deverão ser realizados seminários e reuniões para aprendizagem de conteúdo e metodologia, com participação de todos os envolvidos no processo, para um nivelamento de conhecimento e total uniformidade de linguagem. Já na elaboração do plano estratégico, Bethlem (2004, p. 35) esclarece que o grupo pode “ser único, pode ser dividido em subgrupos, pode ser pequeno ou pode ser grande”. O que é significativamente importante é que todos tenham assimilado os conceitos e as metodologias da etapa inicial, que o planejamento tenha o apoio e o referendo da estrutura de poder da empresa e que os demais participantes de etapas futuras do processo sejam agregados e mantenham-se engajados. Oliveira (2004) corrobora a Bethlem sobre a difusão e o aprendizado dos conceitos no grupo de funcionários envolvidos na formulação do plano e ainda acrescenta que a participação da alta administração no processo, quando insuficiente, não dá força ao processo e, quando é demasiada, poderá ocorrer a centralização do processo decisório e o esquecimento dos problemas operacionais. Oliveira (2004) ainda afirma que, além da alta administração, deverá fazer parte do processo a média administração e os funcionários representativos da empresa, pois, sendo um processo de decisão, deve incluir todos os níveis e unidades organizacionais que têm alguma informação a fornecer para seu adequado funcionamento.

Tavares (2005) aponta suas considerações sobre o processo de formulação do plano estratégico, e corrobora com a maioria dos autores, inferindo que: a) quem planeja e quem executa deve participar diretamente no processo; b) o grupo deve ser constituído por pessoas que estejam diretamente envolvidas e comprometidas com o presente e com o futuro das organizações; c) serão estas pessoas que terão a responsabilidade de divulgar o processo em toda a organização, obter participação e envolvimento dos demais funcionários, indicar pessoas para participar em alguns momentos, e identificar e contribuir para eliminação de possíveis problemas.

As instituições de ensino, para cumprir sua missão e atingir seus objetivos, necessitam de um planejamento coerente com a realidade particular das instituições. Considerando o contexto das instituições de ensino, Soares, Catapan e Meza (2019, p. 1) são do entendimento que “o planejamento estratégico é de fundamental importância para a definição de suas ações

político-pedagógicas a curto, médio e longo prazo”. Assim, pode se afirmar que as instituições do ensino superior devem se orientar nos seus planos de desenvolvimento institucionais para puderem alcançar os objetivos almejados.

O planejamento desenvolvido por instituições de ensino prevê estimular a contribuição de toda comunidade acadêmica (docentes, discentes e técnicos administrativos em Educação) e, também, os demais envolvidos nos procedimentos desencadeados pela metodologia, colocando em prática estudos do ambiente interno e externo e medindo as oportunidades e ameaças, que podem ou não contribuir para o desenvolvimento da instituição (CHAGAS e CARDOSO, 2020).

O Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), no âmbito das Instituições de Educação Superior Federais, está previsto no Decreto nº 9.235/2017, que descreve os elementos que o compõem: missão; objetivos e metas da instituição; projeto pedagógico; cronograma de implantação e desenvolvimento de cada um de seus cursos; organização didático-pedagógica; oferta de cursos e programas de pós-graduação; perfil do corpo docente; organização administrativa da instituição e políticas de gestão; infraestrutura física e instalações acadêmicas (BRASIL, 2017).

Nesta perspectiva, o Plano de Desenvolvimento Institucional da UFRGS apresenta um compromisso social – formação de profissionais com habilidades técnicas e humanas, baseado na responsabilidade ambiental e social, na inclusão e na promoção do bem-estar social. Também promove o desenvolvimento de tecnologias sociais com base no aperfeiçoamento de políticas de pesquisa e inovação, reforçando, desse modo, a relação entre a universidade e a sociedade.

Nesse sentido, Cardoso (2004) e Barreto *et al.*, (2017) afirmam que o compromisso social das universidades pode ser feito por meio de adequação do ensino e da pesquisa às necessidades sociais, culturais e regionais do país, seja pela implantação de políticas públicas amplas eficazes de extensão e cultura, para as quais se reservará uma porcentagem fixa do seu orçamento.

Segundo Ferreira (2018), o compromisso social da educação superior deve ser assumido na perspectiva de que cabe a ela se materializar por meio da formação de profissionais críticos e formadores de opinião, na redução das desigualdades, na promoção da justiça, ética e cidadania, na preservação do meio-ambiente, entre outros aspectos.

Percebe-se que uma instituição de ensino superior comprometida para com a sociedade é aquela que valoriza a dignidade humana e o meio ambiente que o rodeia no seu todo, objetivando o bem-estar social. Portanto, a instituição superior comprometida com a sociedade

não compactua com atitudes de exclusão social e muito menos com atos de instrumentalização atinentes à massificação da produtividade.

Segundo Georgen (2006, p. 69), o foco do compromisso social deve recair sobre o que a instituição de ensino superior sabe, pode e deve fazer.

Pode se dizer que poder e dever saber fazer da instituição de ensino superior seriam o fato de ela criar condições para produção de conhecimentos e o saber que proporcione ao profissional as capacidades que se adequem ao novo fenômeno tecnológico e industrial, denominado por industrial 4.0, de modo que ele não se sinta excluído nesse processo e possa saber tomar decisões acertadas.

Com o exposto acima, não se pretende ser apologista da instrumentalização da Educação, mas ilustrar que os processos tecnológicos resultam dos avanços científicos, e a experiência nos mostra que os avanços tecnológicos têm sido direcionados e orientados numa perspectiva capitalista, objetivando a massificação da produtividade e o aumento crescente dos lucros, sem se importar aos imperativos humanísticos da vida na sociedade, causando, dessa forma, diversos riscos. Portanto, criar condições para a produção de conhecimentos e o saber que proporcione ao profissional as capacidades que se adequem ao novo fenômeno tecnológico e industrial denominado por industrial 4.0, seria o fato de as instituições de ensino se planejarem numa perspectiva de educação cidadã, mais inclusiva e emancipatória.

Freire (1981) e Demo (1996) apontam para a concepção de uma educação transformadora focada no desenvolvimento e na autonomia do indivíduo para construir uma sociedade mais participativa, mais justa.

Segundo Carvalho (2015), a cidadania é um conjunto de direitos e deveres que garantem ao cidadão a participação e a responsabilidade com a vida em sociedade. Assim, cidadania é o exercício pleno dos direitos civis, políticos e sociais em uma sociedade que combine liberdade completa de participação na sociedade.

Os direitos civis são os direitos fundamentais à vida, à liberdade, à propriedade, à igualdade perante a lei. Eles se desdobram na garantia do ir e vir, de escolher o trabalho, de manifestar o pensamento, de organizar-se, de ter respeitada a inviolabilidade do lar e da correspondência, de não ser preso a não ser pela autoridade competente de acordo com as leis, de não ser condenado sem processo legal regular (CARVALHO, 2015, p. 15).

Estes se referem à participação do cidadão no governo da sociedade. Seu exercício é limitado à parcela da população e consiste na capacidade de fazer demonstrações políticas, de organizar partidos, de votar, de ser votado (CARVALHO, 2015. p. 15).

Se os direitos civis garantem a vida em sociedade, se os direitos políticos garantem a participação no governo da sociedade, os direitos sociais garantem a participação na riqueza coletiva. Eles incluem o direito à educação, ao trabalho, ao salário justo, a saúde, à aposentadoria. [...] Os direitos sociais permitem as sociedades politicamente organizadas reduzir os excessos de desigualdade produzidos pelo capitalismo e garantir um mínimo de bem-estar para todos (Ibidem, p. 16).

Pinsky e Pinsky (2003, p. 9) também entendem que “os direitos civis e políticos não asseguram a democracia sem os direitos sociais, aqueles que garantem a participação do indivíduo na riqueza coletiva”. Por isso, para ser cidadão em um modelo democrático, é preciso ser titular dos três direitos (civis, políticos e sociais). Freire (2001, p. 97) defende que uma educação para o desenvolvimento e para a democracia deve oferecer ao educando “instrumentos com que resistisse aos poderes do desenraizamento” da civilização industrial. A emancipação e a transformação social exigem o conhecimento da realidade, portanto, deve-se considerar o homem, segundo Freire (2001), um ser de relações que não apenas está no mundo, mas também com o mundo. Deste modo, a leitura da realidade, para Demo (1999, p. 66), se constitui a partir da construção da consciência crítica. Portanto, “ler a realidade implica saber intervir, usando como base instrumental o conhecimento reconstruído, e como base ética a capacidade de redirecionar a história, sendo dela sujeito”.

Adorno (1995a) adverte que a educação não deve restringir-se apenas a uma estratégia de esclarecimento para não se prender a uma condição social inexistente que não contribuiria para a autonomia do indivíduo. “A formação, que por fim conduziria à autonomia dos homens, precisa levar em conta as condições a que se encontram subordinadas a produção e a reprodução da vida humana em sociedade e na relação com a natureza” (ADORNO, 1995a, p. 19).

No que se refere à emancipação, Demo (1999) afirma que a Educação é um fator decisivo para o desenvolvimento, porém, a relação entre a Educação e o desenvolvimento “será tanto menos fantasiosa quanto mais for mediada pela aprendizagem reconstrutiva de tessitura política, ligada à formação de um sujeito capaz de história própria, individual e coletiva, ou seja, emancipatória” (DEMO, 1999, p. 64).

Para Adorno (1995a), por sua vez, o termo emancipação significa conscientização, a saída de um estágio de ignorância por meio do esclarecimento. Este mesmo termo é utilizado por Adorno e Horkheimer como um processo de “desencantamento do mundo, pelo qual as pessoas se liberam do medo de uma natureza conhecida, a qual atribuem poderes ocultos para explicar seu desamparo em face dela” (ADORNO, 1995b, p. 7-8).

Vieira (1989, p. 12) considera que "é preciso empenhar-se na defesa de uma universidade que possa beneficiar a maioria e não colabore no pacto de exclusão social dos despossuídos". Esse estudioso é de opinião que a universidade está comprometida com a transformação da sociedade, com o exercício da crítica livre, com a preservação do conhecimento, com a construção de um novo saber, com a beleza, com as artes, com a cultura, baseados em valores da ética, da democracia, da justiça e da igualdade, que norteiam a sociedade humana.

Nesse contexto, Belloni (1989, p. 22) nos informa que uma "universidade educativa" tem, por objetivo principal, uma educação para proporcionar maior participação na herança cultural da humanidade, na compreensão dos avanços científicos e tecnológicos, nas grandes decisões da sociedade e nos benefícios do desenvolvimento.

A compreensão dos avanços científicos e tecnológicos não significa instrumentalização da Educação pela tecnologia, mas sim preparar a sociedade para poder saber tomar decisões acertadas sobre as tecnologias, não estar alheia a esses avanços e poder tomar decisões tecnológicas de forma democrática e participativa.

Segundo Buron (2016), o papel das universidades no mundo extrapola a simples tarefa de formar jovens para o mercado de trabalho, incluindo, em seus planos de ensino e suas metodologias, a tarefa de atribuir a eles o senso crítico e prepará-los para uma sociedade em transformação, uma sociedade competitiva e capitalista. De outra necessidade, a de inovar através da pesquisa, surge o empreendedorismo como forma de tornar úteis estas inovações.

A universidade não pode ser vista como um instrumento ao serviço dos interesses capitalistas, formar jovens para o mercado de trabalho. A universidade deve ser vista como um espaço aglutinador de saberes onde, através do conhecimento formado e lapidado dentro dela mesma, possa fazer-se a pesquisa para gerar novos conhecimentos e qualificar os processos de ensino e aprendizagem sob a perspectiva dos interesses de toda a sociedade (interesses humanamente e ambientalmente aceites pela sociedade).

Tartaruga (2010) afirma que o papel da universidade não termina no primeiro ciclo de aprendizagem, que é a formação acadêmica. Este ciclo nunca encerra, pois o mercado de trabalho exige cada vez mais que a sociedade mude e se adapte aos novos cenários locais, regionais, nacionais e até mesmo globais, e a própria ciência é um organismo vivo que se supera a cada momento.

As universidades têm atribuições específicas para o desenvolvimento dos territórios. Tanto do lado do ensino, formando mão-de-obra qualificada nas mais diferentes áreas, e, também, requalificando a força de trabalho já inserida no mercado; quanto do lado das

pesquisas desenvolvidas em seus laboratórios, centros e grupos de pesquisa, gerando novos conhecimentos em ciências básicas que, não raro, auxiliam no melhoramento de atividades produtivas (TARTARUGA, 2010).

Segundo Buron (2016), a responsabilidade da universidade aumenta a partir do momento que cria e concentra um grande número de conhecimentos essenciais para o desenvolvimento local e regional. A pesquisa passa a trazer benefícios à sociedade, e o conhecimento passa a ser epistemológico, gerando novas perspectivas sobre os mesmos fatos sociais, criando novos fatos e questionamentos a partir de uma sociedade em transformação, desenvolvendo, desta forma, o capital humano necessário ao desenvolvimento socioeconômico, do local para o regional, seguindo a lógica de que a transformação deva ocorrer de dentro para fora.

Assim, os benefícios sociais surgem indiretamente, através das melhorias ocorridas nas empresas, nos seus processos produtivos através da pesquisa e no seu aumento de competitividade através da inovação. A geração de emprego e renda ainda é a base que sustenta a sociedade, e essa geração de renda provém do lucro, do *superávit* econômico local e regional. Portanto, o papel da universidade vai muito além da complexa tarefa de educar os jovens para o mercado de trabalho, para a sociedade e para a vida, exercendo influências diretas na qualificação das instituições em seu entorno. A identidade da universidade está inserida em sua representatividade na sociedade e sua participação nas transformações sociais.

Tartaruga (2010) destaca ainda como o papel das universidades, o ensino, a pesquisa e os serviços à comunidade, este último como externalização do conhecimento gerado e como forma de contribuição à sociedade em que está inserida, mas tendo, como principal produto, a formação profissional.

De acordo com o PPI e o PDI da UFRGS, cada curso deve elaborar seu próprio projeto pedagógico, tendo em vista as especificidades da respectiva área de atuação a qual está relacionado. As políticas acadêmicas institucionais contidas no PPI ganham materialidade no Projeto Pedagógico de Curso. Este é a referência das ações e decisões de um determinado curso em articulação com a especificidade da área de conhecimento no contexto da respectiva evolução histórica do campo de saber. Deste modo, define a identidade formativa nos âmbitos humanos, científico e profissional, as concepções pedagógicas e as orientações metodológicas e estratégicas para o ensino e a aprendizagem e sua avaliação, o currículo e a estrutura acadêmica do seu funcionamento. Nesse documento de orientação acadêmica, devem constar, entre outros: o histórico do curso; sua contextualização na realidade social, o que possibilita articulá-lo às distintas demandas da sociedade; a aplicação das políticas institucionais de ensino,

de pesquisa, quando for o caso, e de extensão, bem como todos os elementos das Diretrizes Curriculares Nacionais, assegurando a expressão de sua identidade e inserção local e regional.

Os Planos Pedagógicos das unidades acadêmicas da UFRGS selecionadas para o estudo promovem a flexibilização dos currículos de acordo com a dinâmica do desenvolvimento tecnológico e industrial, baseando-se na multidisciplinaridade e em princípios ético-profissionais, na medida em que apresentam cursos que propõem a formação de profissionais alinhados às demandas da Revolução Industrial 4.0, com a valorização da sociedade no geral e as pessoas em particular, não obstante pelo respeito ao meio ambiente e a dignidade humana.

Nesse contexto, Figueiredo (1995) afirma que a Educação tem a obrigação de se voltar às necessidades das sociedades, pois o grande desafio é o de se adaptar às grandes mutações sociais, culturais e económicas criadas pela eclosão das novas tecnologias.

Percebe-se que a educação tem um papel fundamental de estar atento aos desafios que a sociedade enfrenta e buscar soluções para o efeito, mas essa busca de soluções não pode ser vista na perspectiva de instrumentalização da Educação. Deve ser vista sob a forma emancipatória da Educação, no sentido de uma educação cidadã e a democratização tecnológica diante da sociedade.

Estamos diante de agendas particulares levadas a cabo pelos capitalistas, que levantam tensões no mundo acadêmico e, em especial, nas universidades, e essas tensões precisam ser amenizadas de forma inteligente, para que se possa assegurar interesses sociais humanamente aceitos.

Estudos feitos pela Confederação Nacional de Indústria (2016a) apontam como propostas para a capacitação dos profissionais da Indústria 4.0:

- d) A criação de novos cursos técnicos para atender necessidades específicas;
- e) Reformulação de cursos nas áreas de engenharia, administração, entre outros, para adequar as novas necessidades das tecnologias inteligentes;
- f) Criação de cursos de gestão da produção multidisciplinar com ênfase na Indústria 4.0, e incentivo a programas de competências tecnológicas nas empresas.

A pesquisa levada a cabo nesta tese mostra que os ingressos dos cursos de Engenharias (de Controle a Automação, Engenharia de Produção, Engenharia de Computação, Engenharia Elétrica, Engenharia Química, Engenharia Física, Engenharia Cívil, Engenharia de Materiais, Engenharia Mecânica, Engenharia Ambiental e Engenharia Metalúrgica) apresentam:

- a) um perfil humanista com enfoque nas habilidades e competências para a concepção e a manutenção de sistemas de automação e controle de processos industriais;

b) um perfil técnico e interdisciplinar baseado na capacidade de absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando os seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, em atendimento às demandas da sociedade.

E os cursos de ciências sociais e sociais aplicadas (Administração, Administração pública e social, Políticas públicas, Ciências sociais, Sociologia, Antropologia e Ciências políticas), Relações públicas, Desenvolvimento regional) apresentam:

- a) Um perfil baseado no desenvolvimento de competências e criatividade para atuar nas organizações;
- b) Um perfil baseado na capacidade para solucionar problemas sociais e de sustentabilidade econômico e ambiental;
- c) Um perfil interdisciplinar com postura ética, humanista, reflexiva, crítica e de compromisso com a sociedade.

Nota-se a existência de um perfil multidisciplinar requerido para fazer face às demandas da Indústria 4.0, uma vez que, para além de se dever ter diversificadas habilidades e competências técnicas, há um dever de se ter conhecimentos humanísticos e éticos que se pressupõe acautelarem os aspectos sociais e da dignidade humana. Pode-se afirmar que, tendo em conta os resultados da pesquisa, há desconexões entre os interesses do mercado e o perfil de profissional que a universidade promete entregar à sociedade, apesar da prevalência do caráter instrumental dos processos formativos em curso.

Nessa perspectiva, o CNI (2016a) *apud* Leopoldo *et. al.* (2019) confirma que as competências requeridas do profissional da Indústria 4.0 são: ter conhecimento multidisciplinar; ter elevado nível de conhecimento técnico; ter capacidade de interação com outras áreas do conhecimento.

Segundo Buron (2016), o perfil profissional é a soma de habilidades cognitivas, técnicas e atitudinais e comportamentais de um sujeito, sendo de relevante importância para atender às necessidades de mercado. Ter habilidades e ter comportamento adequado ao que é exigido completam as capacidades necessárias à formação de um bom profissional. É nesse sentido que, aliado ao perfil profissional, encontramos a competência profissional que contempla conhecimentos, habilidades e atitudes, não obstante o saber fazer - a dimensão prática, o saber ser -, a dimensão do caráter e da personalidade, e o saber agir, que é a dimensão da capacidade de trabalhar em equipe e de resolver problemas.

Ao considerarmos as universidades enquanto instituições que primam pelo humanismo e uma perspectiva mais crítica, holística, mais sustentável e integrada, é pertinente saber até

que ponto elas se encontram preparadas ou estão se preparando para responder à demanda social de aquisição de novas habilidades de modo a permitir a integração adequada ao mundo das da Indústria 4.0, ou seja, ao mundo das fábricas inteligentes.

Segundo Dorsa (2019), as universidades são espaços de produção e socialização do saber, local aglutinador e multiplicador de conhecimento através de práticas educativas eficientes, inovadoras, que buscam o desenvolvimento de novas tecnologias, bem como o encaminhamento de soluções para problemas sociais.

Desse modo, estudos feitos por Alarcon *et. al.* (2018) mostram que: a) Para se fazer face à demanda da Indústria 4.0, é pertinente que haja preparação de recursos humanos, na qual a educação tradicional passa por transformações para o desenvolvimento de novas competências de futuras profissões advindas da 4ª Revolução Industrial; b) A Internet das coisas (IoT) se destaca tanto na produção como na Educação, bem como são evidenciados os espaços para o desenvolvimento da criatividade e da inovação, a partir dos laboratórios remotos de robótica e de experimentação para a inovação; c) Deve haver a transferência de conhecimento aberto das universidades para as empresas, incluindo a sociedade como um agente direto a ser impactado no processo de transformação digital, no qual deve ocorrer no ambiente acadêmico com ações que vão desde a adoção de um currículo intermultidisciplinar à criação de parques tecnológicos com foco no empreendedorismo e na inovação social.

Portanto, os Planos de Desenvolvimento Institucionais e os Projetos Pedagógicos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul não ilustram, de forma objetiva, o seu alinhamento com os objetivos da Indústria 4.0, na medida em que, tanto os cursos de engenharia quanto das ciências sociais e sociais aplicadas, apresentam alguns traços de demandas da I.4.0., o que pode atendê-las de forma parcial.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa pesquisa, são defendidas as seguintes teses: a) A indústria 4.0 surge como consequência evolutiva das Revoluções Industriais anteriores, os seus impactos sociais, ambientais e as demandas por novas competências profissionais são consequências da “superprodução industrial”, devido aos riscos que dela emergem. b) O investimento na Educação CTS é um fator determinante para o desenvolvimento científico-tecnológico sustentável, pois coloca a sociedade no contexto do desenvolvimento científico-tecnológico, podendo ela participar de forma acertada na tomada de decisões e minimizar os riscos que possam advir do desenvolvimento de tecnologias. c) A educação tecnológica com viés em ciência, tecnologia e sociedade, dotada de um caráter de uma educação emancipadora e de educação cidadã, desempenharia um papel importante em relação à educação instrumental.

De um modo geral, a pesquisa objetivou analisar as demandas de formação requeridas pelo novo modelo de produção capitalista denominado de Indústria 4.0 e investigar se elas (as demandas) estão pressionando e produzindo mudanças na agenda dos cursos superiores. Em outras palavras, o que se pretendeu foi confrontar, à luz dos pressupostos CTS, o perfil profissional desejado pelo mercado e aquele que a universidade, sobretudo a de natureza pública, está se propondo a oferecer. Especificamente, a investigação buscou: (1) Compreender se e como a universidade percebe a Revolução Industrial 4.0 em seus documentos fundamentais, como o Plano de Desenvolvimento Institucional e Projetos Pedagógicos; (2) Identificar o perfil do profissional desejado pela Indústria 4.0 e confrontá-lo com o perfil proposto pela universidade; (3) Analisar e problematizar o resultado desse confronto a partir dos pressupostos da educação CTS.

Esta pesquisa mostra:

a) A necessidade de existência de um perfil acadêmico multidisciplinar, que se espelhe na educação cidadã, democrática e emancipatória para fazer face à demanda da Indústria 4.0 e minimizar os seus riscos sobre a sociedade;

b) A necessidade de existência de diversificadas habilidades, competências técnicas, conhecimentos humanísticos e éticos que se pressupõem acautelarem os aspectos sociais e da dignidade humana;

d) Que a universidade comprometida com a sociedade na qual se integra desempenha o papel de observador da dinâmica da sociedade, ou seja, observa as mudanças socioeconômicas, socioculturais, sociopolíticas, tecnológicas e ambientais, de modo a suprir possíveis problemas ou dificuldades que possam emergir dessas mudanças.

e) A missão de “observador comprometido e reparador-proponente de mecanismos capazes de solucionar ou prevenir problemas que incidem ou que possam incidir sobre a sociedade” pode ser materializada mediante a reestruturação e adequação dos Planos de Desenvolvimento institucionais e Projetos Pedagógicos das unidades acadêmicas, formando ou capacitando profissionais, dando-lhes novos conhecimentos, novos saberes com vistas a garantir-lhes a contextualização na nova realidade industrial.

f) A universidade, ao se submeter aos interesses capitalistas, exerce e incentiva a educação instrumental.

g) A universidade, que é o objeto de estudo desta tese, vê a Revolução Industrial 4.0 como algo que pode trazer mudanças na estrutura da sociedade e causar grandes transformações na esfera profissional, social, cultural, política e econômica, razão pela qual os seus Projetos Pedagógicos estão parcialmente preparados para suprir à demanda da Indústria 4.0.

h) A universidade tem um papel importante na amenização do impacto que a desestruturação socioprofissional prevista com a implantação da Revolução Industrial 4.0 poderá causar na sociedade e os enfoques da educação CTS contribuem com a formação desse novo perfil profissional exigido pelo mercado 4.0.

No confronto entre “demanda e oferta”, há desconexões entre os interesses do mercado e o perfil de profissional que a universidade promete entregar à sociedade, apesar da prevalência do caráter instrumental dos processos formativos em curso.

Assim, pode se dizer que já é o momento para a sociedade e o mundo estarem em alerta máximo, de modo a se repensar nas estratégias sociais, ambientais e humanas como forma de minimizar os efeitos deste novo conceito industrial.

Ademais, pressupõe-se que o estabelecimento de políticas públicas em Ciência, Tecnologia e Sociedade baseadas em princípios democráticos na tomada de decisões tecnocientíficas sejam a chave para o exercício sustentável da ciência e da tecnologia.

O investimento na Educação CTS é um fator determinante para o desenvolvimento científico-tecnológico sustentável, pois coloca a sociedade no contexto do desenvolvimento científico-tecnológico, podendo ela participar de forma acertada na tomada de decisões e minimizar os riscos que possam advir do desenvolvimento de tecnologias.

Portanto, considera-se que os objetivos desse estudo foram alcançados e as hipóteses foram válidas. Recomenda-se que os Planos de Desenvolvimento Institucionais e os Projetos e Pedagógicos Institucionais expressem uma educação cidadã, democrática e emancipatória para melhor inclusão e participação social nos assuntos científicos e tecnológicos.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Ricardo. **Adeus ao trabalho? Ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade no mundo do trabalho.** 15 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

A VOZ DA INDÚSTRIA. **5 desafios da implantação da indústria 4.0:** Como superá-los. Disponível em:< <https://avozdaindustria.com.br/ind-stria-40-totvs/5-desafios-da-implanta-o-da-ind-stria-40-como-super-los> .>. Acesso em janeiro de 2020.

Acesso em 02 de junho de 2021.

ADBI-Agencia Brasileira de Desenvolvimento da Indústria Ministério da Indústria, Comércio e Serviços. Disponível em: <<http://www.industria40.gov.br>>. Acesso em 10 de Março de 2020.

ADORNO, Theodor W. **Educação e Emancipação.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995A.

ADORNO, Theodor W. **Educação e emancipação.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.

Aires, R., Kempner-Moreira, F., & Freire, P. (2017a). Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In **VII International Congress of Knowledge and Innovation - CIKI.**

Aires, R., Kempner-Moreira, F., & Freire, P. (2017b). **Indústria 4.0: desafios e tendências para a gestão do conhecimento.** SUCEG – Seminário de Universidade Corporativa e Escolas de Governo, 1(1), 224-247.

ALARCON, Dafne; ROSA, Luziana Quadros da; SILVEIRA, Robson Santos da; MULLER, Felipe de Matos; SOUZA, Márcio Vieira de. Os desafios da educação em rede no contexto da indústria 4.0. Hábitats de la inovacion y economia del conocimiento: una apuesta para el futuro. **Viii congresso internacional de conocimiento e inovacion.guadalajara:** 2018. 24 Y 25 DE SETIEMBRE. Disponível em:

<<http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/471/278>>. Acesso em 10 de Março de 2020.

ALMEIDA, Eduardo Viana, MARTINS, Nicholas Felipe. A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E A INDÚSTRIA 4.0: CONIC SEMESP. **Anais do Conic-Semesp** / Volume 6, 2018 – UNIP - Universidade Paulista: 2018 Disponível em: < <http://conic-semesp.org.br/anais/files/2018/trabalho-1000000129.pdf> > . Acesso em 10 de Março de 2020.

ALVES, Giovanni Antônio Pinto. **Trabalho e Subjetividade: o metabolismo social da reestruturação produtiva do capital**. São Paulo: Boitempo, 2008.

Antsaklis, P. (2014). Goals and Challenges in Cyber-Physical Systems Research Editorial of the Editor in Chief. **IEEE Transactions on Automatic Control**, 59(12), 3117-3119. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/journal/4776/477662440009/html/>> Acesso em de junho de 2021.

ANTUNES, Ricardo. **O caracol e sua concha: ensaios sobre a nova morfologia do trabalho**. São Paulo: Boitempo, 2005.

ARAÚJO, A. B.; SILVA, M. A. Ciência, tecnologia e sociedade; trabalho e educação: possibilidades de integração no currículo da educação profissional tecnológica. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 1, p.99-112, jan./abr., 2012.

ARWU-Academic Ranking of World Of Universities (2012). Disponível em: <<http://www.shanghairanking.com/ARWU2012.html>>. Acesso em 30 setembro de 2020.

AULER, D. **Articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e do movimento CTS: novos caminhos para a educação em ciências**. *Contexto e Educação*, v. 22, n. 77, p. 167-188, jan./jun, 2007.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, v. único, p. 73-97.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Educação**, v.7, n.1, pp. 1-13,2001.

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, (2018). **O futuro do temprego na indústria Indústria 4.0**. Disponível em: < <https://www.automacaoindustrial.info/o-futuro-do-emprego-na-industria-4-0/>>. Acesso em Dezembro de 2019.

BAETA NEVES, Clarissa E. "*Funções do ensino superior hoje*". IN: **Universidade e Educação**. Campinas: Papirus; SP: ANDE:ANPEd, 1992.(Coletânea CBE).

BARBOSA, L.G. C.; LIMA, M. E.C.C.; MACHADO, A.H. Controvérsias sobre o aquecimento global: circulação de vozes e de sentidos produzidos em sala de aula. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte. 14, n. 01, p.113-130, jan./abr.,2012.

BARBOSA, L. C.A. Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Educação Profissional e Tecnológica: a relevância do enfoque CTS para uma formação humanista e integral. In: **iv simpósio nacional de tecnologia e sociedade**. Anais, Curitiba, 2011.

BARRETO, S. et al.. **Assistência Universitária – compromisso social**. Universidade Federal de Goiás. 2017 . Disponível em:< https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=o+papel+do+compromisso+social+das+universidades&btnG= >. Acesso em: junho de 2020.

BAZZO, W. A Pertinência da abordagem CTS na educação tecnológica. **Revista Ibero-Americana de educação**, n. 28, 2002.

BAZZO, W. A. *et al.* **Introdução aos estudos CTS**. Cadernos de Ibero-América, ed. OEI, n. 1, p.172, 2003

BERING, Elaine Rossetti. **O Brasil em Contrarreforma: desestruturação do Estado e perda de direitos**. São Paulo: Cortez, 2003.

BITKOM; VDMA; ZVI. **Implementation strategy industrie 4.0: report on the results of the industrie 4.0 platform**. Frankfurt, Alemanha, 2016.

BOETTCHER, M. **Revolução Industrial - Um pouco de história da Indústria 1.0 até a Indústria 4.0**. LinkedIn. 26 nov. 2015. Disponível em: <

<https://pt.linkedin.com/pulse/revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-um-pouco-dehist%C3%B3ria-da-10-at%C3%A9-boettcher> > . Acesso em: 10 maio 2108.

BOURDIEU, P. Os usos sociais da ciência: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: Editora UNESP, 2004.

BURON, Roberto Montagner. **O papel da universidade na formação do perfil profissional.** Relatório técnico-científico: XXI Jornada de Pesquisa. 2016. Disponível em: <<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/7307>> . Acesso em: 23 de Abril de 2020.

Cadernos do cárcere. **Os intelectuais. O princípio educativo. Jornalismo.** Volume 2, Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.

CANALS, Agustí. **¿Quo vadis, KM? La complejidad como nuevo paradigma para la gestión del conocimiento.** FUOC, 2002. Disponível em <<https://www.uoc.edu/in3/dt/20006/20006.pdf>> . Acesso em: 14 fevereiro. 2020.

CANIELLES, Ariela dos Santos; OLIVEIRA, Avelino da Rosa. A emancipação humana: uma abordagem a partir de Karl Marx. In: **V Encontro Brasileiro de Educação e Marxismo: Marxismo, Educação e Emancipação Humana**, Florianópolis, 2011.

CARDOSO,S. **Universidade Pública democrática.** Folha de São Paulo, março de 2004.

CARVALHO, J. M. **Cidadania no Brasil: O longo caminho.** 19. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2015.

CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. da. A importância da Revolução Industrial no mundo da Tecnologia. In: **Encontro internacional de produção científica**, 7. 2011.

CEREZO, J. A. L. Ciência, tecnologia e sociedade: o estado da arte na Europa e nos Estados Unidos. In: SANTOS, L. W.*et al.* (org.). **Ciência, tecnologia e sociedade: o desafio da interação.** Londrina: IAPAR, 2002. p. 3-38.

CHAUÍ, Marilena. **Cultura e Democracia**. SP, Cortez, 6ª ed., 1993.

CIAVATTA, M. **A formação integrada**: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. *Trabalho necessário*. ano 3, n. 3, 2005.

CIAVATTA, M. Os Centros Federais de Educação Tecnológica e o ensino superior: duas lógicas em confronto. **Educação e Sociedade** [online], Campinas, vol. 27, n. 96 - Especial, p. 911-934, out. 2006.

CIAVATTA, M; RAMOS, M. Ensino Médio e Educação Profissional no Brasil: Dualidade e Fragmentação. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 5, n. 8, p. 27-41, jan./jun. 2011.

CIAVATTA, Maria. **A formação integrada**: a escola e o trabalho como lugares de memória e de identidade. *Trabalho Necessário*. Ano 3. n. 3. 2005.

CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise. A gênese do Decreto n. 5.154/2004: um debate no contexto controverso da democracia restrita. In: FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise (orgs.). **Ensino Médio Integrado: Concepção e Contradições**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2012.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **9 megatendências da inovação na Indústria 4.0**. 2017a. Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/agenciacni/noticias/2017/09/9-megatendencias-da-inovacao-na-industria-40/> >. Acesso em: 10 de março de 2020.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Desafios para a indústria 4.0 no Brasil**. 2016a. Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-paraindustria-40-no-brasil> >. Acesso em: 10 de março de 2020.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira**. 2016c. Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp66-industria-4-0/> >. Acesso em: 10 março de 2020.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. Inovação: **o desafio da indústria**. 2017b. Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/agenciacni/noticias/2017/11/inovacao-desafio-da-industria/> >. Acesso em: 10 de março de 2020.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Profissionais que dominarem competências da Indústria 4.0 vão ter mais chances no mercado**. 2018. Disponível em: < <https://noticias.portaldaindustria.com.br/entrevistas/rafael-lucchesi/profissionais-que-dominarem-competencias-da-industria-40-vao-ter-mais-chances-no-mercado/> >. Acesso em: 10 de março de 2020.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Relações trabalhistas no contexto da Indústria 4.0**. 2017c. Disponível em: < http://www.portaldaindustria.com.br/relacoesdotrabalho/media/publicacao/chamadas/Relacoes_trabalhistas_web.pdf >. Acesso em: 10 março. 2020.

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Sondagem especial: indústria 4.0**. 2016b. Disponível em: < https://bucket-gw-cni-static-cmssi.s3.amazonaws.com/media/filer_public/e0/aa/e0aab52-53ee-4fd8-82ba9a0ffd192db8/sondespecial_industria40_abril2016.pdf >. Acesso em: 10 março. 2020.

COZZENS, Suzan E. *et al.*. “Knowledge Development”. In Hackett *et al.* **The handbook of science and technology studies**. 3. ed. *Cambridge: The MIT Press*, ISBN 0-262-08364-7. Pg. 787-811, 2008.

Crítica da Filosofia do Direito de Hegel. **Tradução: Rubens Ederle e Leonardo de Deus**. São Paulo: Boitempo, 2005.

CUEVAS, Ana. **Conocimiento científico, ciudadanía y democracia**. Universidad de Salamanca, España. Revista CTS, nº10, vol.4, Pg. 67-83, Enero de 2008.

CUNHA, Luiz A. **Qual Universidade?** SP, Cortez/Autores Associados, 1989.

CUNHA, Luiz Antonio. **O ensino profissional na irradiação do industrialismo**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

DAGNINO. **Estudos Sociais da ciência e tecnologia & Política Científica e tecnológica**. Pg. 198-222, Campina Grande: EDUEPB, 2010.

DAGNINO; Renato. **Revista: Ciencia, Tecnología y Política** | Año 1 Número 1 | 2018. Disponível

em: <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/68894/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y >. Acesso em 02 de novembro de 2021.

DAVENPORT, Thomas H.; PRUSAK, Laurence. **Conhecimento Empresarial**; como as organizações gerenciam o seu capital intelectual. Pg. 237. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

DE OLIVEIRA; Gabriela Rocha Rodrigues. **Inovação, Sustentabilidade e Pandemia**. Encontro nacional de Economia Industrial e Inovação. FACE UFMGE. Disponível em: <<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/v-enei/689.pdf> >. Acesso em 02 de novembro de 2021.

DE PAULA, Douglas Ferreira. **A união do ensino com o trabalho produtivo**: a educação em Marx e Engels. Dissertação (Mestrado em Educação). São Paulo: USP, 2007.

DE SALES; Márcia Castilho. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 15, n. 32, p. 359-374, mai./ago. 2021. Disponível em: <<http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/1241> >. Acesso em de novembro de 2021.

DELOITTE. **A industria-4.0-estudo-da-deloitte.html. Industry 4.0 Challanges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies**. 2017. Disponível em: <<https://revista.fatECTSq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/642/433>> Acesso em: 12 de Março de 2020.

DELOITTE. **Industry 4.0: challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies**. Zurique, Suíça, 2015a. DELOITTE. **Industry 4.0: an introduction**, Holanda, 2015b.

Desafios teórico-metodológicos da relação trabalho- educação e o papel social da escola. In: FRIGOTTO, Gaudêncio (orgs.). **Educação e crise do trabalho**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

DIAS, C. M. S.; GONÇALVES, A. C. G. Práticas educativas no contexto Escolar e as Manifestações dos Princípios da Educação Ambiental. **Ambiente e Educação**, v. 10, p. 281-300, Rio Grande, 2005.

DORSA, Arlinda Cantero. Repensando o papel das universidades: caminhos iniciais. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 20, n. 2, p. 341-343, abr./jun. 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/famju/Downloads/2505-Texto%20do%20artigo-9916-1-10-20190805.pdf>. Acesso em 26 de abril de 2020.

DOS SANTOS; Wildson Luiz Pereira. Educação cts e cidadania: confluências e diferenças. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, V.9 – nº 17 - jul. 2012/dez. 2012, p.49-62.

DURKHEIM, Émile. **Educação e sociologia**. 3. ed. Tradução de Lourenço Filho. São Paulo : Melhoramentos, 1952.

ENGELS, Friedrich. **A ideologia alemã**: crítica da mais recente filosofia alemã em seus representantes Feuerbach, B. Bauer e Stirner, e do socialismo alemão em seus diferentes profetas (1845-1846). São Paulo: Boitempo, 2007.

Engenharia de Computação. Disponível em: < <http://www.engenharia.ufrgs.br/antigo/pagina/83-engenharia-da-computacao> >. Acesso em 30 de setembro de 2020.

Engenharia de Controle e Automação. Disponível em: < <http://www.engenharia.ufrgs.br/antigo/pagina/75-eng-de-controle-e-automacao#:~:text=O%20curso%20de%20Engenharia%20de%20Controle%20e%20Automa%C3%A7%C3%A3o%20tem%20como,projeto%2C%20integra%C3%A7%C3%A3o%20e%20dimensionamento%20de> >. Acesso em 30 de setembro de 2020.

Engenharia de Produção. Disponível em: < <http://www.engenharia.ufrgs.br/antigo/pagina/94-engenharia-de-producao> >. Acesso em 30 de setembro de 2020.

Engenharia elétrica. Disponível em: < <http://www.engenharia.ufrgs.br/antigo/pagina/76-engenharia-eletrica> >. Acesso em 30 de setembro de 2020.

Ensino Médio: **construindo uma proposta para os que vivem do trabalho**. São Paulo: Cortez, 2009.

EUROPEAN COMMISSION. **High performance production through 3D-printing**, 2016a. Disponível em:< <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/high-performance-production-through-3d-printing> >. Acesso em 12 abril 2017.

EUROPEAN COMMISSION. **Smes to the industry 4.0, 2016b**. Disponível em:< <http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/sme-integration-to-industry> >. Acesso em 12 abril 2017.
EUROPEAN PARLIAMENT. Industry 4.0. União Europeia, 2016.

FEENBERG, Andrew. **O que é a filosofia da tecnologia?** 2003.

FERREIRA, Jeferson Saccol. **Educação superior e compromisso social: caminhos para o desenvolvimento regional**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação – Departamento de Educação), universidade de passo Fundo, 2008 Disponível em: <<http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/651> >. Acesso em 22 de junho de 2020.

FIGUEIREDO, A. D. (1995). **O Futuro da Educação perante as Novas Tecnologias**. Entrevista a P. Banza para a revista Fórum Estudante. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Dias_de_Figueiredo/publication/281863901_O_Futuro_da_Educacao_perante_as_Novas_Tecnologias/links/55fc389a08aeba1d9f3c1379/O_Futuro-da-Educacao-perante-as-Novas-Tecnologias.pdf >. Acesso em 22 de junho de 2020

FIGUEIREDO, N.M.A. **Método e metodologia na pesquisa científica**. 2a ed. São Caetano do Sul, São Paulo, Yendis Editora, 2007.

Flick, U. 2009. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Trad. Joice Elias Costa. 3. ed., Porto Alegre: Artmed.

FONSECA, Alexandre Brasil . **Ciência, Tecnologia e desigualdade social no Brasil: contribuições da Sociologia do conhecimento para a educação em Ciências** .*Revista ELECTSrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 6, Nº 2, 364-377, 2007.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Universidade Estadual do Ceará, 2002. Disponível em < <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>> Acesso em: 01 agosto de 2019.

FOURSALES. **As previsões do Forum Econômico Mundial sobre o futuro do trabalho**. 2018. Disponível em: <<http://www.foursales.com.br/2018/01/12/as-previsoes-do-forum-economico-mundial-sobre-o-futuro-do-trabalho/>> Acesso em Dezembro de 2019.

FREEMAN, C. & SOETE, L.. A sociedade da informação e o emprego. In: **A economia da inovação industrial**. Campinas: Editora da Unicamp, p.675-704, 2008.

FREEMAN, C. & SOETE, L.. Os sistemas nacionais de inovação. In: **A economia da inovação industrial**. Campinas: Editora da Unicamp, pg. 503-539, 2008.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.

FRIGOTTO, Gaudêncio. Educação onmilateral. In: CALDART, Roseli; PEREIRA, Isabel Brasil; ALENTEJANO, Paulo; FRIGOTTO, Gaudêncio. (Orgs.). **Dicionário da Educação do Campo**. Rio de Janeiro, São Paulo: Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular, 2012.

GAIO, R.; CARVALHO, R.B.; SIMÕES, R. Métodos e técnicas de pesquisa: a metodologia em questão. In: GAIO, R. (org.). **Metodologia de pesquisa e produção de conhecimento**. Petrópolis, Vozes, 2008.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002. Disponível em < [http://urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como elaborar projeto de pesquisa - antonio carlos gil.pdf](http://urca.br/itec/images/pdfs/modulo%20v%20-%20como%20elaborar%20projeto%20de%20pesquisa%20-%20antonio%20carlos%20gil.pdf) > Acesso em: 01 20119.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em < <https://ayanrafael.files.wordpress.com/2011/08/gil-a-c-mc3a9todos-e-tc3a9cnicas-de-pesquisa-social.pdf> > Acesso em: 01 agosto de 2019.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. São Paulo, SP: Atlas, 1999.

GOERGEN, Pedro. **Educação instrumental e formação cidadã**: observações críticas sobre a pertinência social da universidade. *Educar*, Curitiba, n. 37, p. 59-76, maio/ago. 2010.

Editora UFPR. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/er/a/LTsnCXmXSvHJQGKrJBgQzpq/?format=pdf&lang=pt>>.

Acesso em 31 de Novembro de 2021.

GOMES, Gerlane Pereira; SANTOS, Wesley Pereira dos Santos; CAMPOS, Paola Souto. **Indústria 4.0: um novo conceito de gerenciamento nas indústrias**. 2018. Disponível em: < <https://semanaacademica.org.br/artigo/industria-40-um-novo-conceito-de-gerenciamento-nas-industrias> >. Acesso em 10 de março de 2020.

Gomez, M. V. (2005). **Educación em red**: una vision emancipadora para la información. México: Universidad de Guadalajara.

GRAMSCI, Antonio. **Os intelectuais e a organização da cultura**. Tradução de Carlos Nelson Coutinho. 8 ed. Rio de Janeiro-RJ: Civilização Brasileira, 1991.

HABOWSKI, A. C.; CONT, E. A teoria crítica da tecnologia em Andrew Feenberg. *In: Congresso internacional de educação e tecnologias*, 4., 2018, São Carlos, SP. Anais [...]. São Carlos, SP: UFSCar, 2018. p. 1-11. Disponível em: < <http://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/download/131/129/> >. Acesso em: 29 julho de 2019.

HARVEY, David. **Para entender o Capital. Tradução de Rubens Enderle.** São Paulo: Boitempo, 2013.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review. In: **Annual hawaii international conference on system sciences**, 49., 2016, Estados Unidos. Proceedings... Washington, DC: IEEE Computer Society, 2016. p. 3928–3937.

HESS, David, *at al.*. “Science, Technology, and Social Movements”. In Hackett *et al.* **The handbook of science and technology studies**. 3. ed. *Cambridge: The MIT Press*, ISBN 0-262-08364-7. Pg. 473-497, 2008.

HONNETH, Axel. **Reificación: un estudio en la teoría del reconocimiento.** Buenos Aires: Katz, 2007.

IASP -International Association Science Parks. Disponível em: <<http://www.iaspworld.org>>. Acesso em: setembro de 2017.

INEP-Istituto Nacional de Pesquisas e Estudos educacionais Anísio Teixeira (2019). Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ufrgs/noticias/ufrgs-e-a-melhor-universidade-federal-do-brasil-pelo-8o-ano-consecutivo>>. Acesso em 30 de setembro de 2020.

INTERNET ARCHIV – way back machine, 2016. Disponível em:<<http://www.universitario.com.br/noticias/n.php?i=8895>>. Acesso em 30 setembro de 2020.

KAGERMANN, H *et al.* **Recommendations for implementing the strategic iniative Industrie.** 2013.

KAGERMANN, H. Chancen von industrie 4.0 nutzen. In: Bauernhansl T.; ten Hompel M.; Vogel-Heuser B. (Eds). **Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik.** Wiesbaden, pg. p.603614. Alemanha: Springer Vieweg, 2014.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative industrie 4.0**: final report of the industrie 4.0. Frankfurt, Alemanha, 2013.

KHAN, A.; TUROWSKI, K. A survey of current challenges in manufacturing industry and preparation for industry 4.0. In: **international scientific conference “intelligent information technologies for industry (IITI’16)**, 1., 2016b, Sochi, Russia. Proceedings...[s.l]: Springer International Publishing, 2016, p.15–26.

KHAN, A.; TUROWSKI, K. A. PerspECTSive on industry 4.0: from challenges to opportunities in production systems. In: **international conference on internet of things and big data**, 2016a, Roma. Proceedings... IOTBD: Science and Technology Publications, [s.d.], p. 441–448.

KUENZER, Acacia Zeneida. Da dualidade assumida à dualidade negada: o discurso da flexibilização justifica a inclusão excludente. **Educação e Sociedade**, Campinas, vol. 28, n. 100 - Especial, p. 1153-1178, out. 2007.

LEOPOLDO, André Luis Silvério; ZILLI, Cesar Zilli; FREIRE, Patrícia de Sá. A percepção dos acadêmicos de administração e comércio exterior da unesc perante as competências e habilidades da indústria 4.0. III congresso sulcatarinense de administração e comércio exterior. **Gestão Contemporânea de negócios: PerspECTSivas ambientais**. 2019. Disponível em: <<http://periodicos.unesc.net/admcomex/article/view/5232>>. Acesso em: 11 de março de 2020.

LIMA, Michel Soares. **A importância da Gestão do Conhecimento para geração de diferencial competitivo**: Estudo de caso da empresa PETRÓLEO BRASILEIRO S/A. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2011_3_Michel.pdf>. Acesso em: 16/04/2017.

LINSINGEN, Irlan Von. “**Perspectiva educacional CTS**: aspectos de um campo em consolidação na América Latina”. Pg.1-19 *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.

MANACORDA, Mario Alighiero. Marx e a formação do homem. **Revista HISTEDBR Online**. Campinas, número especial, p. 6-15, abr. 2011.

MAÑAS, A. V., **Gestão de tecnologia e inovação**, São Paulo: Érica, 2001, 176p.

MANFREDI, Silvia Maria. **Educação profissional no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2002.

MANNHEIM, Karl. **Liberdade, poder e planificação democrática**. São Paulo: Mestre Jou, 1972, pg. 293-336.

MANNHEIM, Karl; STEWART, W.A.C. **Introdução à Sociologia da Educação**. SP: Cultrix, 1972.

MANZINI, Eduardo José. USO DA ENTREVISTA EM DISSERTAÇÕES E TESES PRODUZIDAS EM UM PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO. **Revista Percurso - NEMO Maringá**, v. 4, n. 2 , p. 149- 171, 2012. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/114753/ISSN21773300-2012-04-02-149-171.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso em: 12 de março de 2020.

Maria Laura P. B. (Org.). **Novas tecnologias, trabalho e educação: um debate multidisciplinar**. Petrópolis: Vozes, 1994.

Maringá. **Anais eletrônico**. Maringá. 2011. Disponível em: < https://www.unicesumar.edu.br/epcc2011/wpcontent/uploads/sites/86/2016/07/zedequias_vieira_cavalcante2.pdf > . Acesso em: 12 jun. 2018.

MARSON, M. D. **A industrialização brasileira antes de 1930: uma contribuição sobre a evolução da indústria de máquinas e equipamentos no estado de São Paulo, 1900-1920**.

SciELO, São Paulo, out/dez. 2014. Disponível em:<
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612015000400753> .

Acesso em: 12 jul. 2018.

MARTINS, I. P.; PAIXÃO, M. F. PerspECTSivas atuais Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino e na investigação em educação em ciência. In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas. Brasília: Editora UNB, 2011, cap.5, p.135-160.

MARX, Karl. Capítulo VI inédito de o capital. **Tradução:** Klaus Von Puchen. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora, 2004.

MARX, Karl. **Manuscritos econômico-filosóficos**. Trad. Jesus Ranieri. São Paulo: Boitempo Editorial, 2004.

MAY, T. **Pesquisa social:** questões, métodos e processo. Porto Alegre, Artmed, 2004.

MERTON, Robert K. **Ensaio de Sociologia da ciência**. Edição 34. São Paulo 2013.

MESZÁROS, István. **A educação para além do capital**. São Paulo: Boitempo, 2008.

MINAYO, M. C. S. (org.). **Pesquisa social:** teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.

MINAYO, M.C.S. **O desafio do conhecimento:** pesquisa qualitativa em saúde. 11a ed. São Paulo: HUCITEC, 2008.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). Pesquisa Social. **Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001. Disponível em:
<http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/1428/minayo_2001.pdf> Acesso em: 01 de agosto de 2019.

MOLLIS, Marcela. "*La evaluación de la Calidad Universitaria Argentina*". MOROSINI, M.C. (org). **Universidade no Mercosul.SP**, Cortez, 1994. p.103-122.

MORAES, Carmen Sylvia Vidigal. **Ações empresariais e formação profissional**. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Pg. 82 – 100. SÃO PAULO EM PERSPECTIVA, 14(2) 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/spp/v14n2/9792.pdf>>. Acesso em: 10 Março de 2020.

NONAKA, Ikujiro. A empresa criadora de conhecimento. In: **Gestão do conhecimento** : on knowledge management / Harvard Business Review. Rio de Janeiro : Campus, 2000. p. 27 – 49.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. **Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0**: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. Computers in Industry. 2016.

OLIVEIRA, F. T. de; SIMÕES, W. L. A Indústria 4.0 e a produção no contexto dos Estudantes de Engenharia. In: **SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. 2017. Goiás. Anais eletrônicos. Goiás, 2017. Disponível em:<https://sienpro.catalao.ufg.br/up/1012/o/Fernanda_Tha%C3%ADs_de_Oliveira.pdf>. Acesso em: 20 de jun. 2018.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis: Vozes, 2007.

PALACIOS, E. M. G., *et al.* (org). **Ciencia, tecnología y sociedad**: una aproximación conceptual. Madri: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciência y la Cultura (OEI), 2001. 166 p.

PALACIOS, E.M.Garcia. **Introdução ao estudo de CTS** (Ciência, Tecnologia e Sociedade): Cadernos de Íbero-Americana. Capítulo 4, 2003.

Pedagogia da Fábrica: **as relações de produção e a educação do trabalhador**. 8 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

PEREIRA, Luiz Carlos Bresser, **“O conceito histórico de desenvolvimento econômico”**. P. 7-10, 2006.

PEREZ, C. Technological revolutions and techno-economic paradigms. **Cambridge Journal of Economics**, [s.l.], v. 34, n.1, p.185-202, 2010.

PINHEIRO, N. A. M. **Educação Crítico-Reflexiva para um Ensino Médio Científico-Tecnológico: a contribuição do enfoque CTS para o ensino-aprendizagem do conhecimento matemático**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência e Educação, Bauru**, [online], vol.13, n.1, pp. 71-84, 2007.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. O contexto científico-tecnológico e social acerca de uma abordagem crítico-reflexiva: perspectiva e enfoque. **Revista Iberoamericana de Educación**, v.49, n.1, 2009.

PINSKY, J. Cidadania e educação. 8. ed. São Paulo: Contexto, 2003. PINSKY, J.; PINSKY, C. B. (orgs.). **História da cidadania no Brasil**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

PIZZANI, L. *et al.* A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. RDBCI: **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, SP, v. 10, n. 2, p. 53–66, jul./dez, 2012.

Plano de Desenvolvimento Institucional – universidade Federal do Rio grande do Sul. Disponível em: < http://www.ufrgs.br/pdi/PDI_2016a2026_UFRGS.pdf >. Acesso em 17 de Junho de 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

Projeto pedagógico de ciências sociais. Disponível em: < https://www.ufrgs.br/cienciassociaisead/wp-content/uploads/2018/05/projeto_pedagogico_ciso.pdf >. Acesso em 02de junho de 2021.

Projeto pedagógico da escola de administração. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/escoladeadministracao/wp-content/uploads/2018/03/ppc-administra%c3%a7%c3%a3o.pdf>>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de Administração. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/14248973-projeto-pedagogico-curso-de-graduacao-em-administracao-ufrgs.html>>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de ciências sociais. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/cienciassociaisead/wpcontent/uploads/2018/05/projeto_pedagogico_cis_o.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de desenvolvimento regional. Disponível em: <<https://www1.ufrgs.br/repositorioidigitalabrearquivo.php?4ca82f005cb7&115>>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de Engenharia ambiental. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/engenharia//uploads/files/ppc_amb.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de Engenharia civil. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/engenharia//uploads/files/ppc_civ.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de Engenharia de materiais. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/engenharia//uploads/files/ppc_emt.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de Engenharia de minas. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/engenharia//uploads/files/ppc_min.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de Engenharia de Minas. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/engenharia/uploads/files/ppc_min.pdf>. Acesso em 28 de agosto de 2021.

Projeto pedagógico de Engenharia elétrica. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/if/wp-content/uploads/2016/12/ppc-eng-fis-2016.pdf>>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de Engenharia física. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/if/wp-content/uploads/2016/12/ppc-eng-fis-2016.pdf>>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de Engenharia mecânica. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/engenharia/uploads/files/ppc_mec.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto Pedagógico de Engenharia química. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/engenharia/uploads/files/ppc_enq.pdf>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de metalurgia. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/engenharia/wp-content/uploads/2018/04/ppc2016-1-31-05-2016.pdf>>. Acesso em junho de 2021.

Projeto pedagogico de pedagogia. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/pedagogia/wp-content/uploads/2017/09/projeto-pedagogico-certificado.pdf>> acesso em 02 junho de 2021.

Projeto pedagógico de políticas públicas. Disponível em: <<https://www1.ufrgs.br/repositorioidigitalabrearquivo.php?4b894c360726&115>>. Acesso em 23 de maio 2021.

Projeto pedagógico de psicologia. Disponível em: <<https://silo.tips/download/projeto-pedagogico-de-curso-60>>. Acesso em 02 de junho de 2021.

Projeto pedagógico de Relações públicas. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/fabico/graduacao/relacoes-publicas/ppc_versofinalrp.pdf>. Acesso em junho de 2021.

Projetos pedagógicos de cursos de Engenharia. Disponíveis em:
<<https://www.ufrgs.br/engenharia/wp-content/uploads/2018/04/ppc2016-1-31-05-2016.pdf>>.

Acesso em 02 de Agosto de 2021.

Projetos pedagógicos de cursos de Engenharia. Disponíveis em:
<<https://www.ufrgs.br/engenharia/ppc/>>. Acesso em 02 de junho de 2021.

RUF-Ranking Universitário (2016). Disponível em:
<<https://ruf.folha.uol.com.br/2016/perfil/universidade-federal-do-rio-grande-do-sul-ufrgs-581.shtml>>. Acesso em 30 de setembro de 2020.

Santin; Sliv*no Pelos c-dMinhos do pensamento critico: **universidade e sociedade** / Silvino San- -Sarit4 Maria?': UM/Centro de Cien cias SocialiS 6" Hiamana, 1988. 63 Disponível em:<http://labomidia.ufsc.br/Santin/Livros/universidade_e_sociedadee.PDF>. Acesso em 23 de Abril de 2020.

SANTOS NETO, Artur Bispo. Formação da consciência de classe em-si e para-si. In: BERTOLDO, Edna; MOREIRA, Luciano Accioly Lemos; JIMENEZ, Suzana (orgs.). **Trabalho, educação e formação humana frente a necessidade histórica da revolução**. São Paulo: Instituto Lukács, 2012.

SANTOS, B. P. *et al.*.INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E OPORTUNIDADES. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v.4, n.1, p.111-124, 2018. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/5caa/05a3bdfaaee499e68c4ab5c53d5c79d7d9c8.pdf>>.Acess o em 18 de Dezembro de 2019.

SANTOS, W. L. P. dos. & MORTIMER, E. F. (2002). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, dez., p. 1-23.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação e Ciências**, Belo Horizonte, vol.2, n.2, p. 1-23, Dez. 2002.

SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.95-111, 2001.

SAVIANI, Demerval. O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In: **FERRETTI**, Celso João, ZIBAS, Dagmar M. L., MADEIRA, Felícia R., FRANCO.

SCHULTZ, Theodore W . **O Valor Econômico da Educação**. RJ: Zahar, p. 16 - 35 e 236 – 250, 1973.

SCHULTZ, Theodore W.. **O Capital Humano**. RJ: Zahar, p. 29 - 52 e 78 – 151, 1971.

SCHUMPETER, J. A.. O fenômeno fundamental do desenvolvimento econômico (Cap.2). In: **Teoria do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Editora Nova Cultural, (Col. Os Economistas). p.69-99, 1997.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. 1. ed. São Paulo: Edipro, 2016.

SHAPIN, Steven. “Science and the Modern World”. In Hackett *et al.* **The handbook of science and technology studies**. 3. ed. *Cambridge: The MIT Press*, ISBN 0-262-08364-7. Pg. 433-448, 2008.

SIEDENBERG, D. R.. **Dicionário do Desenvolvimento Regional**. Santa Cruz: Edunisc, 2006.

SILVA, D. B. da. *et al.* O Reflexo da Terceira Revolução Industrial na Sociedade. In: **encontro nacional de engenharia de produção**, 22., 2012, Curitiba. Curitiba, ABEPRO, 2012. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr82_0267.pdf. Acesso em: 20 jun. 2108.

SILVA, M. C. A. da.; GASPARIN, J. L. **A Segunda Revolução Industrial e suas influências sobre a Educação Escolar Brasileira**. 2015. Disponível em: < http://www.histedbr.fe.unicamp.br/acer_histedbr/seminario/seminario7/TRABALHOS/M/Marcia%20CA%20Silva%20e%20%20Joao%20L%20Gasparin2.pdf > . Acesso em: 20 jun. 2018.

SILVEIRA, C. B. **O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. Citisystems. 2017. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>> . Acesso em: 10 jun. 2018.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci; LOPES, Guilherme Cano. **O que é Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 21 de Julho de 2019.

SISMONDO, Sergio. “Science and Technology Studies and an Engaged Program”. In Hackett *et al.* **The handbook of science and technology studies**. 3. ed. Cambridge: The MIT Press, ISBN 0-262-08364-7. Pg. 13-31, 2008.

STEFANINI. **Indústria 4.0**: O guia mais completo que você vai lêr. Disponível em: <<https://stefanini.com/pt-br/trends/artigos/quarta-revolucao-industrial>>. 2018. Acesso em: 21 de Julho de 2019 às 12:40h.

TARTARUGA, I.G.P. **As inovações nos territórios e o papel das universidades**: notas preliminares para o desenvolvimento territorial no estado do rio grande do sul. Instituto Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT). Porto Alegre, 2010.

THE BOSTON CONSULTING GROUP (BCG). **Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries**. Alemanha, 2015.

THORPE, Charles. “Political Theory in Science and Technology Studies”. In Hackett *et al.* **The handbook of science and technology studies**. 3. ed. Cambridge: The MIT Press, ISBN 0-262-08364-7. Pg. 63-82, 2008.

TONET, Ivo. Educação e revolução. In: BERTOLDO, Edna; MOREIRA, Luciano Accioly Lemos; JIMENEZ, Susana (orgs.). **Trabalho, educação e formação humana frente a necessidade histórica da revolução**. São Paulo: Instituto Lukács, 2012.

TRINDADE, J. R. **O COVID-19 e o mundo do trabalho brasileiro**: o que os dados pré-crise nos alertavam e para que cenário caminhamos. Democracia e Mundo do Trabalho em Debate, 17 abril 2020.

TUMOLO, Paulo Sergio. Trabalho, ciência e reprodução do capital. In: BERTOLDO, Edna; MOREIRA, Luciano Accioly Lemos; JIMENEZ, Suzana (orgs.). **Trabalho, educação e formação humana frente a necessidade histórica da revolução**. São Paulo: Instituto Lukács, 2012.

UFRGS. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/ufrgs-universidade-federal-do-rio-grande-do-sul> >. Acesso em 04 de outubro 2020.

UFRGS-Universidade do rio Grande do Sul (2019). Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ufrgs/noticias/ufrgs-obtem-nota-mais-alta-entre-as-universidades-avaliadas-pelo-mec>>. Acesso em 30 de setembro de 2020.

VASCONCELLOS, MARCO ANTONIO SANDOVAL DE. **Economia Micro e Macro: Teoria e Exercícios, Glossário com 260 Principais Conceitos Econômicos**. São Paulo: Atlas, 2000.

VENTURELLI, M. **Indústria 4.0: uma visão da automação industrial**. Automação Industrial, nov. 2017. Disponível em:< <https://www.automacaoindustrial.info/industria-4-0-uma-visao-da-automacao-industrial/>> . Acesso em: 10 jul. 2108.

VIEIRA DA ROCHA, Roberto Rego. **O processo de Gestão do Conhecimento como uma ferramenta estratégica duradoura e eficaz para as Organizações**: desafios e barreiras para a implementação. In: XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2005_Enegep0905_0385.pdf> . Acesso em 16 de abril de 2017.

VIEIRA, Sofia L. "**A democratização da Universidade e a socialização do conhecimento**". In: FÁVERO, M^a. de Lourdes A.(org) A Universidade em questão. SP, Cortez/Autores Associados, 1989.

WADHWA, R. **Flexibility in manufacturing automation**: a living lab case study of Norwegian metalcasting SMEs. *Journal of Manufacturing Systems*, [s.l.], v.31, n.4, p.444-454, 2012.

WEBER, Max. **A ciência como vocação**. Disponível em: <http://www.lusosofia.net/textos/weber_a_ciencia_como_vocacao.pdf> .Acesso Abril de 2019.

WEF. World Economic Forum. **The future of jobs**: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. 2016. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf> . Acesso em: 10 de março de 2020.

World Business Council for Sustainable Development (2010). Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303928973_World_Business_Council_for_Sustainable_Development> . Acesso em 10 de março de 2020.

WORLD ECONOMIC FORUM (2016). **A quarta Revolução Industrial**. Disponível em: <<https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>> Acesso em 22 de Dezembro de 2019.

ZAWADZKI, P.; ŻYWICKI, K. **Smart product design and production control for EFFECTSive mass customization in the Industry 4.0 concept**. *Management and Production Engineering Review*. 2016.

ANEXOS:



PLANO DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL

PDI 2016 – 2026

“Construa o futuro da UFRGS”

Aprovado pela Decisão nº 179/2016 de 24 de junho de 2016

Ref. http://www.ufrgs.br/pdi/PDI_2016a2026_UFRGS.pdf **Org. Por:** Figueiredo Artur Muinge.

18/08/2021 Cursos de Graduação | Escola de Engenharia

BRASIL Administração Portal



ESCOLA DE ENGENHARIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Selecione o idioma ▼

Pesquisar...

INSTITUCIONAL
ENSINO
INTERAÇÕES
SERVIÇOS
BIBLIOTECA
CONTATO

COVID-19 

Graduação

- Cursos
- Programa iPodia
- Setor de Apoio Acadêmico da Engenharia (SACAD/EE)
- Projetos Pedagógicos de Cursos (PPCs)
- Avaliação dos cursos de Graduação
- Comissões de Graduação (COMGRADs)
- Núcleos Docentes Estruturantes (NDEs)
- Laboratórios de Ensino
- Mobilidade Acadêmica
- Centros e Diretórios Acadêmicos
- Estágios e empregos
- Código Disciplinar Discente
- Pós-Graduação**
- Programas
- Programa MAI/DAI CNPq
- Avaliação dos programas de pós-graduação
- Comissões de pós-graduação
- COSAT

Cursos de Graduação

A Escola de Engenharia possui um total de 13 cursos de graduação, em que 10 engenharias são ofertadas nessa Unidade: Civil, Mecânica, Elétrica, Química, de Minas, de Materiais, de Metalurgia, de Produção, de Controle e Automação e Engenharia de Energia.

Além desses cursos, há também os de caráter interdisciplinar, que abrangem mais de uma Unidade Acadêmica, como a Engenharia Ambiental, que é ofertada em parceria da Escola de Engenharia e o Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH); a Engenharia de Computação, em parceria com o Instituto de Informática e a Engenharia Física, em parceria com o Instituto de Física.

Cursos de graduação

- Engenharia Civil
- Engenharia Mecânica
- Engenharia Elétrica
- Engenharia Química
- Engenharia de Minas
- Engenharia de Materiais
- Engenharia Metalúrgica
- Engenharia de Produção
- Engenharia de Controle e Automação
- Engenharia de Energia
- Engenharia Ambiental
- Engenharia de Computação
- Engenharia Física

Atualizado em 18/04/2018.

Escola de Engenharia da UFRGS

[Traduzir »](#)

<https://www.ufrgs.br/engenharia/cursos-grad/>

 Localize-se



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA METALÚRGICA

DETALHAMENTO DO PROJETO PEDAGÓGICO

Perfil do Curso

O curso de Engenharia Metalúrgica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, se insere em diversos contextos de natureza geopolítica, social, econômica, cultural, de natureza trabalhista-profissional e da comunidade acadêmica. A UFRGS tem seus campi localizados principalmente na cidade de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul – um dos três estados da Região Sul, o maior e mais populoso da região e o mais meridional do Brasil. Se fosse um país, ocuparia uma posição modesta, figurando como a 59ª maior economia do planeta (USD 139,5 bilhões); já no Brasil, seu PIB ocupa o 4º lugar. É incontestável o impacto do Agronegócio no desempenho da economia do Estado, e seu comportamento influencia sensivelmente os indicadores econômicos do Rio Grande do Sul – por conseguinte, também os do setor metal-mecânico. A atividade proto-industrial, que surge a partir de empreendimentos familiares dos imigrantes, tende inicialmente a suprir as necessidades domésticas, depois regionais; de importância para a metalurgia estão: a cutelaria, a produção de panelas, banheiras, fogões; mas também outros setores são contemplados como, por exemplo, tecidos, calçados, tintas, louças etc. Muitas indústrias com esta origem persistem até hoje. Elas crescem em Porto Alegre, Rio Grande, Pelotas, Caxias do Sul – dentre outras cidades. Hoje, o Rio Grande do Sul é um dos estados com maior grau de industrialização no país e o principal gênero de indústria é o de produtos alimentícios; seguem-se a metalurgia (siderurgia, forjaria, fundição, tratamentos térmicos e termoquímicos – com forte demanda no curso de Engenharia Metalúrgica) e as indústrias mecânica, química, farmacêutica, do vestuário, calçado e da madeira. Costuma-se associar aos imigrantes o apego do trabalhador ao seu trabalho e as características de seriedade e postura com as quais ele enfrenta os desafios postos pela adversidade. Seguindo as transformações no setor de Agronegócio, a indústria de máquinas agrícolas sofre uma fase



PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA DE MINAS

DETALHAMENTO DO PROJETO PEDAGÓGICO

Perfil do Curso

O Curso de Engenharia de Minas da UFRGS foi criado oficialmente em 1942, obtendo reconhecimento em 12 de julho de 1950, através do Decreto No 28371. O curso tem tradição de mais de 60 anos e, por ser o único localizado na Região Sul do Brasil, é o principal responsável pela formação da maioria dos Engenheiros de Minas que atua profissionalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Entretanto, a partir da década de noventa, vários engenheiros graduados no curso seguiram carreira em multinacionais da área de mineração atuando principalmente no Chile, na Austrália e em alguns países africanos.

O curso tem como objetivo geral a formação de profissionais com sólida formação teórica e conhecimentos politécnicos em qualquer área da tecnologia mineral: prospecção, exploração, lavra a céu aberto, lavra subterrânea, beneficiamento de minérios, meio ambiente e economia mineral. Isto é, o curso não possui ênfase em nenhuma destas áreas.

Visa também desenvolver no estudante sua capacidade de compreender a Engenharia de Minas como ciência aplicada de forma que o mesmo possa participar ativamente de discussões e resoluções de problemas com profissionais de áreas afins.

Dados de Identificação do Curso de Graduação em Engenharia de Minas

- Denominação do curso: Engenharia de Minas.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

CAMPUS LITORAL NORTE

PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO

ESPECIALIZAÇÃO EM COOPERATIVISMO

MODALIDADE A DISTÂNCIA

OFERTA: 2018

Tramandaí - RS, março/2018.

Ref.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO



PROJETO PEDAGÓGICO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO UFRGS

Porto Alegre
Setembro de 2017

Ref. <https://www.ufrgs.br/escoladeadministracao/wp-content/uploads/2018/03/ppc-administra%C3%A7%C3%A3o.pdf> . **Org. por:** Figueiredo Artur Muinge.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE
BACHARELADO EM POLÍTICAS PÚBLICAS**

**Projeto Pedagógico do Curso de
Bacharelado em Políticas Públicas**

**Porto Alegre/RS
Abril de 2019**



Licenciatura em Ciências Sociais

MODALIDADE A DISTÂNCIA

Implementação e execução no âmbito do Programa Especial de Graduação -

PEG/ UFRGS

Oferta 2018/ 1

Tramandaí, Dezembro de 2017.

Ref.

https://www.ufrgs.br/cienciassociaisead/wpcontent/uploads/2018/05/projeto_pedagogico_ciso.pdf **Org. por:** Figueiredo Artur Muinge.



FACULDADE DE BIBLIOTECONOMIA E COMUNICAÇÃO

PROJETO PEDAGÓGICO DE CURSO DE RELAÇÕES PÚBLICAS

Porto Alegre, novembro de 2016.

**Ref. http://www.ufrgs.br/fabico/graduacao/relacoes-publicas/ppc_versofinalrp.pdf Org. por:
Figueiredo Artur Muinge.**



**PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE
BACHARELADO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL**
- Código e-MEC: 1351144 -
(atualizado em Fevereiro de 2019)

TRAMANDAÍ
Fevereiro de 2019

1

Projeto Pedagógico vigente (2613795) SEI 23078.502227/2021-20 / pg. 1

Ref. <https://www1.ufrgs.br/repositorioidigitalabrearquivo.php?4ca82f005cb7&115>. **Org. por:**
Figueiredo Artur Muinge.