

Impactos da quarta revolução industrial na educação profissional e tecnológica: análise do curso de eletroeletrônica do IFSP campus Sorocaba

Impacts of the fourth industrial revolution on professional and technological education: analysis of the electrical-electronics course at IFSP Sorocaba campus

Impactos de la cuarta revolución industrial en la educación profesional y tecnológica: análisis del curso de electro-electrónica del campus Sorocaba del IFSP

Fernando Silveira Melo Plentz Miranda¹

Áulus Fialho de Carvalho²

DOI: <https://dx.doi.org/10.20435/serie-estudos.v30i69.2069>

Resumo: As tecnologias digitais disruptivas destas primeiras décadas do século XXI inegavelmente tornaram-se fatores primordiais no cotidiano das sociedades em nível planetário. Em face da sua relevância na atualidade, em todos os ramos do conhecimento humano, diversas pesquisas recentes destacam a necessidade do entendimento das suas características e consequências nas sociedades e, em especial, na educação. Diante disso, este artigo tem por objetivo apresentar inicialmente as características da Quarta Revolução Industrial, notadamente no que se refere à produção e ao trabalho, para demonstrar seus impactos na educação profissional e tecnológica. A abordagem metodológica escolhida para o desenvolvimento do estudo foi a pesquisa documental da instituição escolar Instituto Federal de São Paulo (IFSP), e o foco da análise está na vinculação e na aplicação dos conceitos da Quarta Revolução Industrial aos documentos e práticas escolares da instituição pesquisada. Com a realização da pesquisa, foram identificados que os documentos pedagógicos que regulamentam o curso de eletromecânica do IFSP campus Sorocaba foram redigidos com a finalidade de preparar os educandos às novas realidades do mundo digital e da Indústria 4.0.

Palavras-chave: quarta revolução industrial; indústria 4.0; educação profissional e tecnológica.

¹ Universidade de Sorocaba (UNISO), Sorocaba, São Paulo, Brasil.

² Instituto Federal de São Paulo (IFSP), Sorocaba, São Paulo, Brasil.

Abstract: The disruptive digital technologies of these first decades of the 21st century have undeniably become essential factors in the daily lives of societies worldwide. Given their relevance today in all branches of human knowledge, several recent studies have highlighted the need to understand their characteristics and consequences for societies and, in particular, for education. In view of this, the article aims to initially present the characteristics of the Fourth Industrial Revolution, notably with regard to production and work, in order to demonstrate its impacts on professional and technological education. The methodological approach chosen for the development of the study was documentary research at the Instituto Federal de São Paulo school, with the focus of the analysis being on the link and application of the concepts of the Fourth Industrial Revolution to the documents and school practices of the institution under study. Through the research, it was identified that the pedagogical documents regulating the electromechanics course at IFSP campus Sorocaba were written with the purpose of preparing students for the new realities of the digital world and Industry 4.0.

Keywords: fourth industrial revolution; industry 4.0; professional and technological education.

Resumen: Las tecnologías digitales disruptivas de estas primeras décadas del siglo XXI se han convertido sin duda en factores esenciales en la vida cotidiana de las sociedades a escala global. Dada su relevancia hoy en día, en todas las ramas del conocimiento humano, varios estudios recientes destacan la necesidad de comprender sus características y consecuencias en las sociedades y, en particular, en la educación. En vista de ello, el artículo pretende presentar inicialmente las características de la Cuarta Revolución Industrial, en particular en lo que respecta a la producción y al trabajo, para demostrar sus impactos en la formación profesional y tecnológica. El enfoque metodológico elegido para el desarrollo del estudio fue la investigación documental en la institución escolar Instituto Federal de São Paulo, siendo el foco del análisis la vinculación y aplicación de los conceptos de la Cuarta Revolución Industrial a los documentos y prácticas escolares de la institución investigada. Al realizar la investigación, se identificó que los documentos pedagógicos que regulan el curso de electromecánica del IFSP campus Sorocaba fueron elaborados con el propósito de preparar a los estudiantes para las nuevas realidades del mundo digital y de la Industria 4.0.

Palabras clave: cuarta revolución industrial; industria 4.0; educación profesional y tecnológica.

1 INTRODUÇÃO

Inserida nas seguidas transformações das formas de produção e trabalho decorrentes das Revoluções Industriais, notadamente no âmbito da revolução digital decorrente da Quarta Revolução Industrial, as políticas públicas que regulamentam a educação profissional e tecnológica (EPT) no Brasil sofrem uma inevitável e avassaladora vinculação das necessidades de formação de mão de obra segundo as características do novo modo de produção. Neste sentido, as instituições escolares de EPT passam a vislumbrar a necessidade de adequação da sua estrutura legal e pedagógica no sentido de se adequar às necessidades do mercado produtivo.

Este artigo tem como objetivo contextualizar e conceituar a Quarta Revolução Industrial e a Indústria 4.0 (I 4.0) para, a partir de então, demonstrar a vinculação da EPT às necessidades de formação de mão de obra destinadas à I 4.0, demonstrando os desafios e as contradições inerentes deste processo. Realizados estes conceitos, o texto demonstra a experiência da adaptação curricular e pedagógica do curso de eletroeletrônica do Instituto Federal de São Paulo (IFSP) campus Sorocaba às necessidades de formação de educandos capazes de serem inseridos no mercado de trabalho diante das novas formas produtivas. A realização desta pesquisa justifica-se pela relevância dos impactos que a I 4.0 e as novas tecnologias digitais causam na EPT, na medida em que, no bojo das alterações do modo de produção e trabalho, há reflexos diretos nas instituições escolares de EPT.

Assim, esta pesquisa contribui à geração de conhecimento relacionado aos aspectos dos impactos da Quarta Revolução Industrial e da I 4.0 nas políticas educacionais de EPT e, em destaque, compartilha a experiência real curricular e pedagógica da adaptação de um curso às novas características produtivas, fornecendo subsídios teóricos para o debate e dialogando sobre as perspectivas futuras da EPT no Brasil.

2 A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O conceito de Quarta Revolução Industrial foi mencionado pela primeira vez em 2011, quando o governo da Alemanha introduziu o conceito no cenário internacional. Essa iniciativa foi criada para modernizar a indústria alemã e torná-la mais competitiva no cenário global, aproveitando de tecnologias digitais avançadas. Sobre o assunto, Sacomano e Sátyro comentam:

Em 2011, o governo da Alemanha lançou um projeto durante a feira de Hannover, denominado Plataforma Indústria 4.0 (Plattform Industrie 4.0), com o objetivo de desenvolver alta tecnologia de modo a fazer com que os sistemas automatizados que controlam os equipamentos industriais pudessem se comunicar trocando, assim, informações/dados entre as máquinas e seres humanos, de forma a otimizar todo o processo de produção (Sacomano; Sátyro, 2018, p. 23).

No mesmo sentido, Schwab enfatiza que:

A quarta revolução industrial, no entanto, não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo é muito mais amplo.

Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos (Schwab, 2016, p. 6).

Assim, a I 4.0 é um termo coletivo que envolve o conceito de utilização industrial das tecnologias digitais inovadoras, como a nanotecnologia, as plataformas digitais, a inteligência artificial (IA), a robótica, a internet das coisas, entre outras, que representam um salto na capacidade de organizar e controlar a produção e o trabalho industrial.

Neste sentido, a Quarta Revolução Industrial diz respeito à conectividade de sistemas produtivos e máquinas inteligentes e à fusão destas aos domínios digitais. A tecnologia digital passou a ser amplamente utilizada pelos diversos setores das sociedades, na economia e nos sistemas produtivos industriais desde as últimas décadas do século XX e em larga escala nas primeiras décadas do século XXI.

Schwab e Davis (2018) afirmam que as tecnologias inovadoras digitais disruptivas do século XXI, quando incorporadas pelo setor produtivo industrial, são o marco que caracteriza a I 4.0, caracterizada pela IA, robótica, fabricação aditiva, neurotecnologias, biotecnologias, realidade virtual, nanotecnologia e novos materiais, tecnologias energéticas sem carbono e todo um conjunto de ideias inovadoras que surgem a todo momento.

De forma geral e ampliada, podemos indicar que os recursos desenvolvidos pela tecnologia digital atual – como IA, realidade virtual e aumentada, *big data*, nanotecnologia e novos materiais, impressão 3D, Internet das Coisas (IoT), internet dos serviços (IoS), robótica avançada, fabricação aditiva, neurotecnologias, biotecnologias e as novas tecnologias energéticas – já estão e permanecerão cada vez mais conectados uns aos outros e invariavelmente interligadas e interdependentes por meio da internet, além de, e igualmente, conectados a dispositivos e equipamentos móveis. Esta nova era digital que caracteriza a Quarta Revolução Industrial permitiu a popularização na sociedade ao acesso à rede de computadores, alcançando igualmente os processos produtivos industriais, as formas de produção e trabalho, influenciando e impactando a educação.

Assim, a I 4.0 representa uma profunda transformação, indo além da simples conexão entre máquinas e sistemas produtivos. Ela promove a fusão dessas

tecnologias nos âmbitos digital, físico e biológico, marcando a consolidação da tecnologia como elemento central na sociedade do século XXI. Essa integração tecnológica nos setores econômicos e na vida cotidiana leva a uma crescente dependência das tecnologias digitais e uma demanda crescente por mão de obra qualificada.

Ford (2019) sustenta que os atuais processos produtivos industriais digitais foram construídos sobre o legado das Revoluções Industriais anteriores, especialmente a Indústria 3.0, que iniciou entre os anos 1960 e 1970 a automação na indústria. A I 4.0 está cada vez mais sendo definida por um conjunto de tecnologias digitais disruptivas que se sucedem.

Desse modo, a I 4.0 gera um aumento da produtividade, redução dos custos e do tempo de produção, permitindo que se desenvolva pequenos lotes customizados com níveis mais altos de flexibilização, de modo que a I 4.0 pode ser vista como uma combinação formada por tecnologias chamadas habilitadoras, que têm modificado diversos setores da sociedade, com especial destaque na economia, na educação e nos comportamentos humanos. Essas tecnologias digitais, já desenvolvidas e que permanecem em constante desenvolvimento, são capazes de implementar no universo industrial e social as mudanças propostas por tais tecnologias.

Führ (2019) informa os princípios para a implantação da I 4.0, que são a capacidade de operação em tempo real, a análise de dados, a virtualização e a simulação dos procedimentos fabris no interior das fábricas, com a finalidade de otimizar a produção (e, portanto, o trabalho industrial), a descentralização da tomada de decisões (que passam a ser *cyber*-físicas, em outras palavras, muitas vezes sem a necessidade de seres humanos na decisão) e a orientação a serviços digitais (utilização de softwares para produção conforme demanda, novamente, sem a necessidade de decisão por seres humanos).

Com todas essas transformações digitais trazidas às sociedades pela Quarta Revolução Industrial, para os atuais e futuros profissionais que atuam ou passarão a atuar na I 4.0, as habilidades mais relacionadas e requeridas são a criatividade, a inovação, a comunicação, a solução de problemas e o conhecimento técnico. Para que isso seja levado a efeito, o perfil dos trabalhadores que pretendem atuar na I 4.0 necessitará cada vez mais contar com as habilidades que irão além de especialista em determinada área do conhecimento,

mas também ser versátil, flexível e adaptável aos novos parâmetros de mão de obra exigidas pela indústria.

Diante desse cenário, observa-se que a adesão a novos paradigmas produtivos da I 4.0 representa, na essência, uma adaptação da indústria a uma nova forma de acumulação de capital, que, em sua dinâmica cíclica, necessita de ajustes nos mecanismos de gerar lucros em face das crises periódicas inerentes ao sistema. Dessa forma, a I 4.0, ao transformar e impor novas práticas produtivas digitais, estabelece à sociedade uma nova configuração das formas de trabalho, na qual os trabalhadores precisam se adaptar às novas condições e exigências da produção industrial, influenciando, em especial, a EPT.

3 PERSPECTIVAS DA EPT NO CENÁRIO DA I 4.0

Como destacado, a I 4.0, ao modificar as práticas produtivas, insere na sociedade uma nova forma de trabalho que passa a exigir dos trabalhadores a adaptação às novas condições e exigências das atuais formas de produção.

Sobre as características exigidas pela I 4.0 aos trabalhadores, Silva afirma que:

[...] o trabalhador que atuará na fábrica 4.0 [...] deverá reunir uma série de habilidades que hoje não são encontradas na fábrica tradicional, como: conhecimento e habilidade em TI; processamento e análise de dados; conhecimento de *data science*; conhecimento de estatística; capacitação para análise organizacional e processual; habilidade para interagir com interfaces modernas; adaptabilidade e habilidade para mudança; capacidade para trabalho em equipe; inteligência social e capacidade de comunicação (Silva, 2018, p. 109).

Estas características do trabalho na I 4.0 igualmente foram apontadas antecipadamente por Kuenzer:

A mudança da base eletromecânica para a base microeletrônica, ou seja, dos procedimentos rígidos para os flexíveis, que atinge todos os setores da vida social e produtiva das últimas décadas, passa a exigir o desenvolvimento de habilidades cognitivas e comportamentais, tais como: análise, síntese, estabelecimento de relações, rapidez de respostas e criatividade diante de situações desconhecidas, comunicação clara e precisa, interpretação e uso de diferentes formas de linguagem, capacidade para trabalhar em grupo, gerenciar processos, eleger prioridades, criticar respostas, avaliar

procedimentos, resistir a pressões, enfrentar mudanças permanentes, aliar raciocínio lógico-formal à intuição criadora, estudar continuamente, e assim por diante (Kuenzer, 2002, p. 86).

Com a expansão da capacidade dos computadores e programas que marcam a era digital na atualidade, tarefas que no passado recente foram consideradas extremamente complexas para serem codificadas doravante estão sendo resolvidas sem ressalvas através das atuais soluções digitais, passando a demandar novas exigências aos trabalhadores. O trabalho industrial na era da I 4.0 está mudando todo o sistema sociotécnico de pessoas, organização e tecnologia digital. Em seus efeitos, há aspectos que determinam uma maior reflexão, na medida em que a produção para a I 4.0 está embasada no tripé pessoas, organização e tecnologia digital (nova lógica de tarefas e papéis, distribuição de função com base em forças situacionais e específicas, processos descentralizados em rede e integração funcional em tempo real).

Na interface entre produção industrial, trabalhadores e a tecnologia digital, as novas tarefas estão sendo distribuídas com base nas respectivas forças situacionais e específicas, em que a tecnologia digital se ajusta às prioridades momentâneas e situacionais a fim de customizar a tarefa do trabalhador para a aplicação específica e imediata.

Se, por um lado, surgem possibilidades para o alívio do trabalho rotineiro e repetitivo, para o desenvolvimento das habilidades dos trabalhadores e para a reconciliação da vida privada a medida em que o trabalho possa se tornar mais eficiente com menor demanda de tempo de dedicação, por outro lado, e contraditoriamente, o aumento da flexibilização do trabalho industrial e a organização dos processos produtivos em rede, que permite o trabalho remoto e altera em parte a necessidade da presença física constante das pessoas nas instalações das empresas, precariza as relações de trabalho.

O aprimoramento de capacidade produtiva também se aplica à área cognitiva do trabalhador inserido na I 4.0, na medida em que a disponibilidade constante de informações digitais contribui para o suporte ao processo de tomada de decisão no local de trabalho. As tarefas de trabalho estão sendo projetadas e distribuídas cada vez mais de forma que promovam a capacidade mental de cada trabalhador, sendo que essas novas potencialidades da era digital estão moldando o mundo do trabalho do século XXI embasados em bases tecnológicas que permanecem em

constante aprimoramento. Vislumbra-se, portanto, novas possibilidades para um novo tipo de trabalho industrial e trabalhador no presente e no futuro próximo, mais produtivo, mais flexível, mais em rede e com cada vez maior possibilidade de conectividade. Ao mesmo tempo, e contraditoriamente, tais características do trabalho no I 4.0 criam pressões constantes sobre o trabalhador, que deve ser cada vez flexível, mais adaptável para as mudanças constantes da era digital, com a necessidade de adaptação às inovações disruptivas digitais a medida em que ocorrerem e aberto ao processo de educação contínuo.

De acordo com Ford (2019), observa-se que os setores econômicos tradicionais, como a indústria, precisam se adaptar rapidamente às novas tecnologias para sobreviver, fazendo uma transição ágil para níveis tecnológicos superiores, tal como ocorreu durante as transições entre as Revoluções Industriais anteriores. Simultaneamente, os novos setores econômicos da era digital surgem já com a tecnologia incorporada em seus modelos de negócios. Tanto nos setores antigos quanto nos novos, o avanço e a velocidade da tecnologia digital estão forçando as sociedades a seguirem um caminho onde haverá menor dependência de mão de obra não qualificada, o que pode ter efeitos devastadores sobre o desemprego.

Antunes (2020) pondera que a I 4.0, ao introduzir uma nova forma produtiva, exacerba as contradições entre capital e trabalho no século XXI, afirmando que o trabalho na indústria que associa máquinas ao mundo digital, o trabalho virtual e o teletrabalho são formas laborais através das quais o trabalhador se comunica com o empregador ou tomador de serviços, fazendo o uso de tecnologias da informação e comunicação (TICs) e plataformas digitais (APPs), trabalho este caracterizado por grande flexibilidade e pela expansão de postos de trabalho precarizados com a consequente perda de direitos sociais.

Infelizmente, a cronologia da evolução dos modos de produção industrial e da organização do trabalho é, ao mesmo tempo, a história do desenvolvimento tecnológico em favor da acumulação capitalista e para o enredo do sofrimento dos trabalhadores. Os avanços científicos ocorridos em nome do progresso científico e da produção não conseguiram eliminar as formas de exploração física e psíquica dos trabalhadores, seja nas fábricas ou fora delas. As técnicas de organização da produção e do trabalho, baseadas nos princípios taylorista, fordista e toyotista, só fizeram aumentar as formas de exploração do trabalho, sendo certo que, neste

momento histórico de transição da Terceira para a Quarta Revolução Industrial, o cenário de exploração e precarização do trabalho tende a aumentar.

Em consequência destas transformações da forma de produção e do trabalho industrial, os reflexos se fazem presentes nas políticas educacionais, em especial na EPT. Para Ramos (2008), a EPT deve estar fundamentada em dois pilares: o primeiro, um tipo de escola que seja unitária, garantindo a todos o direito ao conhecimento e à educação politécnica; o segundo, um pilar que permita aos educandos igualmente o acesso à cultura, à ciência e ao trabalho por meio da educação básica e profissional. O que se pode presumir é a necessidade de capacitar e desenvolver as habilidades individuais dos educandos, em especial as denominadas *soft skills* (habilidades comportamentais, emocionais e sociais), tão exigidas no âmbito da I 4.0.

Cada vez mais as instituições escolares que ofertam EPT e os docentes precisam estimular os educandos a buscarem o aprendizado através da experimentação, vivências, projetos e mão na massa. Faz-se necessário que sejam aplicadas estratégias que permitam aos educandos que essas habilidades sejam desenvolvidas e ampliadas. Temos a contribuição de Führ (2019), afirmando que os espaços educacionais atuais exigem novas pedagogias, permitindo que:

[...] o conhecimento desenvolva no sujeito a capacidade de conviver, a adaptabilidade para se mover em ambientes lépidos, ativos, dinâmicos com o rompimento de fronteiras do tempo e do espaço, pois os saberes se tornam rapidamente arcaicos e obsoletos (Führ, 2019, p. 31).

Neste sentido, os docentes deverão contribuir para o desenvolvimento dessas habilidades nos educandos, estimulando-os para que sejam cidadãos afetivos nos grupos sociais, na comunidade e nos ambientes de trabalho. Os educandos, por sua vez, deverão responder a esses estímulos através do desenvolvimento de projetos escolares interdisciplinares, ampliando a busca do conhecimento na internet e nas ferramentas digitais disponíveis, para além do espaço físico da escola, a fim de se tornarem cidadãos solidários e “comprometidos com a construção de uma sociedade humana justa e igualitária” (Führ, 2019, p. 3).

Nos tempos atuais, os educandos não se adaptam tão bem àquela educação tradicionalista do passado recente, que “[...] anula e subestima a capacidade do estudante de criar, refletir e desenvolver-se, visto que não é incentivado a pensar de sentido produtivamente na construção do conhecimento” (Kfoury, 2019, p. 135).

O acesso à internet e a constante interação através de redes sociais transformaram o comportamento da sociedade, criando um mundo digital que normalmente atrai mais a atenção dos estudantes.

Mitre *et al.* (2008), indicam que, no século XXI, o uso de metodologias ativas com a utilização de tecnologias digitais, como caminho para o aprendizado, atrai mais o estudante para as reflexões e identificações de possíveis soluções aos problemas do cotidiano, ressignificando suas descobertas. Com isso, teremos os próprios educandos sendo os agentes ativos no aprendizado, ao lado e em conjunto com dos docentes, não sendo mais apenas um agente reativo ou passivo.

Existe uma preocupação com a substituição da força de trabalho especializada nos processos produtivos pela utilização de novas TICs e o incremento que estas trazem, tornando-as interessantes em termos de produtividade e flexibilidade. Aplicá-las, então, aos processos de ensino-aprendizagem gerará benefícios que os métodos tradicionais teriam mais dificuldade em alcançar. Isso é reforçado pelo fato de que a maioria desses meios de comunicação permitem um aprendizado adaptado à localização geográfica dos estudantes, seus estilos de aprendizado e tempo, além de outras personificações.

Além dessas ferramentas, encontra-se no estudo de Alcoforado (2019) a indicação de quatro habilidades ditas essenciais em ambientes com tecnologia digital avançada e que deve ser ensinada e treinada nos ambientes escolares de EPT, a saber: a inteligência interpessoal, destacando a capacidade de criar empatia e liderança; a inteligência intrapessoal, principalmente no domínio das emoções, o autoconhecimento e o autocontrole; a utilização de IA, que trata de conhecer as potencialidades das diversas tecnologias de IA e robótica, utilizando-as de forma favorável à sociedade; e, finalmente, a inteligência criativa, que permite criar algo inédito e disruptivo com a utilização das tecnologias digitais para a solução de um problema real.

Existem propostas que buscam atender a essa demanda já em uso por algumas instituições, tanto no Brasil quanto no exterior. Rosito, Soares e Webber (2021) citam a Suíça e a Finlândia, que, considerando a nova realidade tecnológica e industrial, iniciaram o processo de adequação de suas sociedades e partiram para a reformulação de seus currículos escolares, colocando o desenvolvimento da habilidade de metacognição e o domínio da língua inglesa, baseando-se no método *Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Stem). Essa abordagem

é reforçada em Silva (2018), que elenca as principais bases tecnológicas a serem implementadas em uma instituição de ensino de EPT que busca formação voltada para a I 4.0: a) automação e robótica; b) as TICs; e, c) modelagem e simulação.

Em Führ (2019, p. 60), encontramos que:

Precisamos de educadores conhecedores da tecnopedagogia que os possibilite contribuir na formação dos profissionais para o mercado da Indústria 4.0. Essa reconfiguração da educação apresenta características específicas, como: interdisciplinaridade, transdisciplinaridade, novas tecnologias da informação e comunicação, interatividade digital, cultura *maker*, inteligência artificial, aprendizagem autônoma, currículo contextualizado e flexível, ensino híbrido, ambiente colaborativo, material didático digital, internet das coisas, pensamento computacional e outros.

E reforçamos com a afirmação de Kenski (2012, p. 37):

A transitoriedade do conhecimento científico sempre em mudança já nos mostra que os novos momentos exigem da escola como espaço designado para a formação dos membros de uma determinada sociedade, uma nova realidade.

Ciente das mudanças e alinhados com a necessidade de se adotar uma nova prática pedagógica para atender ao mercado, de formar o cidadão e cidadã para a sociedade digital e tecnológica, o docente da EPT não pode se eximir da responsabilidade de atuar com essa finalidade. Deve buscar, dessa forma, atribuir valor às relações sociais entre os próprios estudantes, docentes e escolas de EPT, bem como entre a escola e a comunidade, buscando interações para soluções de questões locais e cotidianas.

Lévy (2010) discorre sobre a cibercultura e evidencia que, estando a vida conectada socialmente pela internet e as redes sociais, tais aspectos do cotidiano digital demandam a adoção de uma nova postura perante o mundo. Com essas conexões entre tecnologias digitais recentes e inteligência coletiva, não podemos ignorar que a educação ocupa lugar de destaque no processo de transformação da sociedade para que esta avance e seja mais justa e colaborativa. Para alcançar tais aspectos, é importante que o percurso formativo da EPT contemple as atividades indicadas, almejando o desenvolvimento dessas habilidades nos estudantes, além de fomentar a discussão e os trabalhos em grupo que tratem de temas de interesse coletivo, sendo certo a responsabilidade do corpo docente da instituição escolar de EPT.

A adesão do professor a uma nova forma de ensinar, de considerar aspectos que o processo de ensino e aprendizagem deve ter para que a sociedade atinja um patamar de justiça e igualdade acima do que se encontra, ao mesmo tempo que forma os educandos para o trabalho no cenário da I 4.0, gera mudanças de posturas dos docentes. Como o conhecimento e a tecnologia digital evoluem em um ritmo rápido, há a necessidade de um comprometimento com o aprendizado contínuo das instituições escolares e dos docentes. Fernandes, Bellé e Prado (2023) entendem que a formação inicial e continuada dos professores está inserida no conceito de valorização dos profissionais da educação, com domínio dos conhecimentos científicos, para que propiciem aos estudantes a aquisição das habilidades cognitivas, sociais e interpessoais necessárias à solução dos problemas e desafios globais e locais.

É compreensível que nem todas as sugestões possam ser implementadas devido à carência de recursos ou políticas públicas voltadas para esse fim e, às vezes, à resistência às mudanças. Entretanto, estando os docentes dispostos a adotar alguma delas, o caminho a ser trilhado pelos educandos ficaria menos desafiador, oferecendo a eles a oportunidade de terem contato com técnicas de ensino-aprendizagem fundamentadas em estratégias do século XXI, reduzindo surpresas e desafios que enfrentarão ao concluírem a formação e ingressarem no mercado de trabalho.

Desta maneira, o perfil profissional pretendido para desenvolver atividades junto à I 4.0 é resultante da união de vários aspectos, ligados a uma visão técnica através da formação multidisciplinar, com destaque para as áreas de elétrica, eletrônica e automação. O profissional também necessita de conhecimentos básicos dos processos industriais e deve estar aberto a trabalhar com máquinas, processos e sistemas complexos e integrados que fornecem diversas informações de modo instantâneo.

Deve-se destacar ainda a flexibilidade frente à dinâmica das mudanças no setor industrial atual, exigindo dos educandos e futuros profissionais senso crítico para a assertividade nas decisões, o relacionamento colaborativo para equilíbrio de relações, habilidades em outros idiomas e a busca constante por atualização e informação. A tendência é que o corpo técnico tenha um papel mais prático e estratégico, lidando com sistemas inteligentes composto por máquinas autônomas digitais. Por isso, conceitos de mecatrônica, habilidades no uso e na aplicação

de programação e IA serão um diferencial para aqueles que quiserem despertar interesse no empregador para serem contratados, promovidos ou buscarem por uma recolocação.

4 AS INICIATIVAS DO IFSP CÂMPUS SOROCABA NA OFERTA DE CURSOS LIGADOS À I 4.0

No ano de 2016, a Pró-reitoria de Ensino (PRE) do IFSP elaborou um novo Projeto Pedagógico de Curso (PPC) (IFSP, 2016), atendendo o que constava no Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNTC) do Ministério da Educação (MEC). Na sequência desta iniciativa, o curso de técnico de eletroeletrônica, que já era oferecido no campus de Sorocaba na modalidade concomitante ao ensino médio, foi alterado para ser oferecido na modalidade ensino médio integrado (EMI) a partir de 2018.

Com a oferta do Curso Técnico de Eletroeletrônica na modalidade EMI, foi elaborado posteriormente um novo PPC (IFSP, 2023), mas, desta vez, por uma comissão formada por servidores de diferentes setores e áreas do campus Sorocaba e representante da comunidade externa. Importante frisar que o corpo docente foi novamente ampliado, contando com professores não mais apenas do Núcleo Técnico, mas agora do Núcleo Comum, dos componentes curriculares voltados ao ensino propedêutico. Nesta versão do documento, foi acrescentado que o egresso “[...] dispõe de autonomia técnico-profissional, responsabilidade social e competência ético-política, tendo em vista a construção de uma sociedade mais justa e inclusiva” (IFSP, 2023, p. 32).

Diante do novo PPC destinado ao curso de eletroeletrônica na modalidade EMI, houve a revisão do PPC do mesmo curso na modalidade concomitante, que foi levada a efeito após a publicação da Resolução CNE/CEB nº 2, de 15/12/2020 (Brasil, 2020), que aprovou a quarta edição do CNCT. A PRE solicitou a revisão de todos os PPCs para que atendessem ao currículo de referência e às alterações no catálogo oficial. Estando em período de exceção, durante a pandemia de covid-19, uma comissão foi formada e os integrantes do Grupo de Pesquisa de I 4.0 do campus Sorocaba participaram ativamente das revisões do curso de eletroeletrônica, tanto na modalidade EMI quanto na concomitante, trabalhando de forma remota e realizando reuniões virtuais. Como o conteúdo técnico é bastante semelhante em ambos os cursos, foram incluídos conteúdos e reforçados outros

que desenvolvessem nos discentes as habilidades voltadas para a I 4.0, como a robótica, a programação e os microprocessadores.

A abordagem dos conteúdos dos componentes curriculares técnicos passou por diversas alterações, e o componente curricular “Eletrônica Digital” foi o que mais sofreu mudanças, tendo o nome alterado para “Sistemas Digitais”. Isso foi feito para que os conceitos de circuitos lógicos fossem explorados de maneira otimizada, permitindo ao aluno o contato com técnicas de programação de microprocessadores já no módulo seguinte, reforçando essa habilidade.

O que antes era proposto em dois semestres foi reestruturado para apenas um, no intuito de permitir que a disciplina “Microcontroladores” fosse explorada mais profundamente, oferecendo ao aluno oportunidade de melhor compreender o funcionamento e a aplicação de circuitos microprocessados. Com isso, o estudante teria mais contato com esse dispositivo, seus recursos e as técnicas de sua programação, cujos princípios começam a ser vistos ainda no primeiro módulo no componente “Programação Básica”, que não havia no PPC anterior, que oferece embasamento teórico e prático sobre linguagens de programação.

Havia o componente curricular “Inglês Instrumental”, que também foi remodelado, ao ser percebido que essa habilidade poderia ser desenvolvida na prática discente através de textos técnicos e manuais nos demais componentes curriculares que compõem a matriz curricular. No mesmo sentido, o componente curricular “Redação Técnica” deu lugar à “Linguagem e Expressão”, a qual diz em sua ementa que “[...] aborda principalmente a leitura, comunicação oral e apresentações, envolvendo a cultura negra brasileira e o negro na formação da sociedade nacional” (IFSP, 2023, p. 69). Paralelo a isso, os estudantes têm contato com textos técnicos, vocabulário, estratégias de leitura e o uso do dicionário, permitindo que amplie para outro idioma o que foi aplicado para a língua inglesa, isto porque o alemão, o italiano e o mandarim ganharam destaque nos últimos anos ao se tratar de I 4.0.

No componente curricular “Gestão da Qualidade e Empreendedorismo”, os estudantes têm contato com os principais tópicos sobre planos de negócios, princípios do empreendedorismo e a importância das relações étnico-raciais no mundo dos negócios, além de “[...] promover a sensibilização e incentivo dos estudantes para uma cultura de inovação tecnológica” (IFSP, 2023, p. 110).

Em paralelo com os variados conteúdos, no componente curricular “Projeto Integrador”, são formados grupos de estudantes no início do módulo e cada um

deve propor uma modificação na escola: na instalação, na comunicação, na iluminação do pátio etc. O projeto deve ter embasamento técnico e ser factível, o que promove a argumentação e o trabalho em equipe, buscando a interação intencional e colaborativa, que favorece o pensamento coletivo e o desenvolvimento cognitivo.

A inserção de IoT como um componente curricular específico foi motivada pela relevância da matéria no contexto atual. Além de ser uma das bases da I 4.0, a aplicação desse conceito está presente na maioria das automações residenciais, de eletrodomésticos mais sofisticados e também na indústria, com o termo Internet Industrial das Coisas (*Industrial Internet of Things* [IIoT]). Trata-se de um conjunto de sensores, instrumentos e outros dispositivos conectados via internet direcionados a aplicações industriais. Além de ter contato com o hardware, composto principalmente pelos microcontroladores, os estudantes aplicam e veem os protocolos de rede, de sistemas operacionais e de programas. O conteúdo permite ainda que os estudantes desenvolvam protótipos de aplicação doméstica ou industrial, por comunicação via internet ou bluetooth.

Houve a exclusão do componente curricular “Desenho Técnico” do curso, que aconteceu por não constar no currículo de referência e não ser detectada relação com o perfil do egresso mais recente, conforme o CNTC. Ter noções de Autocad (software de desenho técnico em 2D ou 3D) é uma exigência mais comum em oportunidades profissionais na área de eletroeletrônica, mesmo em estágios, sendo que o conteúdo de desenho com este software foi absorvido pelo componente curricular “Instalações Elétricas”, possibilitando aos estudantes o desenvolvimento de habilidades na concepção de esquemas elétricos.

O componente curricular “Sociedade e Meio Ambiente”, outro que não constava no PPC anterior, propõe uma “[...] formação integrada com cidadania e responsabilidade social e ambiental [...] e temáticas das relações étnico-raciais e da história e cultura afro-brasileira e indígena, educação ambiental e em direitos humanos” (IFSP, 2023, p. 31). Foi sugerido pela PRE que o perfil docente fosse da área de Sociologia ou Geografia para que a abordagem dos temas buscasse um viés menos técnico. Ao propor este componente curricular, o IFSP está alinhado às sugestões de Führ (2019) em relação às posturas dos docentes para o século XXI, que é investir na formação ética e consciência social dos educandos.

Assim, através de emendas parlamentares, o IFSP campus Sorocaba conseguiu recursos para a implantação de um laboratório *maker*, que conta com 5

impressoras 3D, uma máquina de corte a laser, uma atualização de hardware para 40 computadores, bem como licenças para softwares de simulação, entre outros. Esses ativos são disponibilizados aos docentes para que desenvolvam atividades com a tecnologia junto aos estudantes, para que apliquem e pratiquem os conteúdos absorvidos em sala de aula. Isso favorece não só a aplicação do que foi aprendido, mas o próprio aprendizado, e também estimula a convivência, fortalecendo o entrosamento e a sensação de pertencimento, tudo no sentido de formar um educando capaz de atuar com excelência na I 4.0 e, ao mesmo tempo, realizar uma formação humanística e emancipadora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, buscamos identificar e descrever os princípios teóricos que fundamentam a Quarta Revolução Industrial e a I 4.0 com a finalidade de compreender como tais aspectos impactam a produção industrial e o trabalho, influenciando as políticas educacionais de EPT no Brasil ao impor as novas práticas produtivas digitais.

Desta forma, percebemos que as perspectivas para a EPT são as de relacionar de forma crescente as características das formas de trabalho sob os auspícios do paradigma digital às práticas pedagógicas. Demonstramos como o curso de Eletroeletrônica do IFSP campus Sorocaba, na modalidade EMI, realizou a adaptação das suas práticas pedagógicas às características do trabalho para a I 4.0, mantendo, da mesma forma, os aspectos de uma educação emancipadora e inclusiva.

Diante desse cenário, verificamos que a adesão das instituições escolares de EPT, por meio das atualizações dos documentos pedagógicos aos novos paradigmas produtivos da I 4.0, é uma tendência irrefreável e que está a vincular indelevelmente as tecnologias digitais no cotidiano escolar.

REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, Fernando. O futuro do trabalho e da educação no mundo. *Runae*, Quito, n. 2, p. 44-65, ago./dez. 2019.

ANTUNES, Ricardo. Trabalho intermitente e uberização do trabalho no limiar da Indústria 4.0. p. 11-22. In: ANTUNES, Ricardo (Org.). *Uberização, trabalho digital e Indústria 4.0*. São Paulo: Boitempo, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação [MEC]. Conselho Nacional de Educação [CNE]. CÂMARA DE EDUCAÇÃO BÁSICA *Resolução CNE/CEB n. 2*, de 15 dezembro de 2020. Aprova a quarta edição do Catálogo Nacional de Cursos Técnicos. Brasília, DF: MEC; CNE; CEB, 2020.

FERNANDES, Solange Jarcem; BELLÉ, Mariana Sayd; PRADO, Lenira de Jesus. A formação inicial e continuada de professores em contexto de reformas educacionais. *Série-Estudos*, Campo Grande, MS, v. 28, n. 63, p. 47-67, maio/ago. 2023.

FORD, Martin. *Os robôs e o futuro do emprego*. Rio de Janeiro: Best Business, 2019.

FÜHR, Regina Candida. *Educação 4.0 nos Impactos da Quarta Revolução Industrial*. Curitiba: Appris, 2019.

IFSP. *Projeto pedagógico de curso técnico em eletroeletrônica integrado ao ensino médio*: PPC. Sorocaba: IFSP, 2023.

IFSP. *Projeto pedagógico de curso técnico em eletroeletrônica concomitante/subsequente ao ensino médio*: PPC. Sorocaba: IFSP, 2016.

KENSKI, Vani Moreira. *Educação e tecnologias: o novo ritmo da Informação*. São Paulo: Papirus, 2012.

KFOURI, Samira Fayez. Aproximações da Escola Nova com as Metodologias Ativas: ensinar na era digital. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, Londrina, v. 20, n. 2, p. 132-140, 2019.

KUENZER, Acácia Zeneida. Exclusão incluyente e inclusão excludente: A nova forma de dualidade estrutural que objetiva as novas relações entre educação e trabalho. p. 77-95. *In*: LOMBARDI, José Claudinei; SAVIANI, Demerval; SANFELICE, José Luís (Org.). *Capitalismo, trabalho e educação*. Campinas: Autores Associados, 2002.

LÉVY, Pierre. *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 2010.

MITRE, Sandra Minardi; SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo; GIRARDI-De-MENDONÇA, José Márcio; MORAIS-PINTO, Neila Maria de; MEIRELLES, Cynthia de Almeida Brandão; PINTO-PORTO, Cláudia; MOREIRA, tânia; HOFFMANN, Leandro Marcial Amaral. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. *Ciência & Saúde Coletiva*, São Paulo, v. 13, p. 2133-2144, dez. 2008.

RAMOS, Marise Nogueira. Concepção do ensino médio integrado. *Fórum EJA*, [S. l.], 2008.

ROSITO, Fernando Colovan; SOARES, Eliana Maria do Sacramento; WEBBER, Carine Geltrudes. Práticas educativas no contexto da indústria 4.0: algumas considerações. *In: GONÇALVES, Maria Célia da Silva; JESUS, Bruna Guzman de. Educação contemporânea: ensino superior*. Belo Horizonte: Poisson, 2021. p. 35-43

SACOMANO, José Benedito; SÁTYRO, Walter Cardoso. Indústria 4.0: conceitos e elementos formadores. p. 14-27. *In: SACOMANO, José Benetido; GONÇALVES, Rodrigo Franco; SILVA, Márcia Terra da; BONILLA, Silvia Helena; SÁTYRO, Walter Cardoso (Org.). Indústria 4.0: conceitos e fundamentos*. São Paulo: Blucher, 2018.

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWAB, Klaus; DAVIS, Nicholas. *Aplicando a quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro, 2018.

SILVA, Márcia Terra da. Organização e trabalho 4.0. p. 95-112. *In: SACOMANO, José Benetido; GONÇALVES, Rodrigo Franco; SILVA, Márcia Terra da; BONILLA, Silvia Helena; SÁTYRO, Walter Cardoso (Org.). Indústria 4.0: conceitos e fundamentos*. São Paulo: Blucher, 2018.

Sobre os autores:

Fernando Silveira Melo Plentz Miranda: Doutor em Educação pela Universidade de Sorocaba (Uniso). Mestre em Direito pelo Centro Universitário Fieo. Especialista em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Bacharel em Direito pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Coordenador e professor do curso de Direito da Uniso. **E-mail:** fsmppmiranda@gmail.com, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5110-4545>

Áulus Fialho de Carvalho: Especialista em Pedagogia pelo Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Especialista em Engenharia de Manutenção Industrial pelo Centro Universitário de Volta Redonda. Graduação em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário Salesiano São Paulo. Professor no Instituto Federal de São Paulo (IFSP). Mestrando em Educação na linha de pesquisa de Políticas, Gestão e História da Educação na Universidade de Sorocaba (Uniso). Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Circuitos Elétricos, Magnéticos e Eletrônicos, MBA em Gestão Empresarial e Pós em Engenharia de Manutenção com mais de 20 anos de experiência em ambiente industrial. Participando do Grupo de Pesquisa em Indústria 4.0 do IFSP Campus Sorocaba e outro em

Políticas, Gestão e História da Educação na Uniso. **E-mail:** aulusf@yahoo.com.br,
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1032-2601>

Recebido em: 28/04/2025

Aprovado em: 25/07/2025

