

O Papel do Engenheiro Físico na Indústria 4.0

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4257

Paula Eduarda Santos Silva - paula.silva@ufvjm.edu.br
UFVJM

Carlos Gabriel Pankiewicz - carlos.gabriel@ufvjm.edu.br
UFVJM

Thiago Franchi Pereira da Silva - thiago.franchi@ufvjm.edu.br
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Paulo Vitor Brandão Leal - paulo.leal@ufvjm.edu.br
UFVJM

Jáder Fernando Dias Breda - jader.breda@ufvjm.edu.br
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Resumo: *O curso de Engenharia Física é relativamente novo e algumas dúvidas sobre a carreira de engenheiro físico ainda persistem dentro e fora do meio acadêmico. Porém, é sabido que o curso foi criado com o objetivo de buscar adequar a formação do engenheiro às exigências do mercado atual em relação às inovações tecnológicas e preparar o profissional para futuras evoluções do campo. No início do século XXI, surgiu a Indústria 4.0, provinda da quarta revolução industrial, acompanhada de grandes avanços tecnológicos e facilitada pela globalização. Esta nova indústria, ainda em curso, é marcada pelo rápido desenvolvimento da comunicação e da tecnologia, com o constante objetivo de otimizar o processo produtivo, reduzindo o tempo e os custos, que tem impacto direto nos lucros do segmento. De forma resumida, pode-se dizer que a Indústria 4.0 é a busca da digitalização e automatização dos processos no campo da manufatura, resultando em uma indústria altamente interconectada e otimizada, onde há a fusão e interação entre domínios físicos, biológicos e virtuais. Desta forma, é possível dizer que o Engenheiro Físico, com sua formação generalista e multiespecialista em diversas tecnologias avançadas, teria o perfil ideal para atuar na Indústria 4.0 e este trabalho busca justamente validar essa premissa. Através de um mapeamento do panorama dos cursos de Engenharia Física no Brasil e seus diferentes tipos de perfil do egresso, seguido de uma discussão sobre as*

"ABENGE 50 ANOS: DESAFIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA"

18 a 20 de setembro
Rio de Janeiro-RJ



51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia
VI Simpósio Internacional de Educação em Engenharia

exigências de um mercado de trabalho em constante evolução é mostrado que o Engenheiro Físico pode atuar desde a modelagem teórica de um novo dispositivo, passando por sua caracterização e sua implementação, até a parte final de um processo produtivo, hoje cada vez mais relacionada ao armazenamento e manipulação de dados.

Palavras-chave: Engenharia Física, Indústria 4.0, Perfil Profissional

Realização:



Organização:



O PAPEL DO ENGENHEIRO FÍSICO NA INDÚSTRIA 4.0

1 INTRODUÇÃO

O curso de Engenharia Física foi implementado no Brasil no ano de 2000 pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR), com o objetivo de buscar adequar a formação do engenheiro às exigências do mercado atual, em relação às inovações tecnológicas e preparar o profissional para futuras evoluções do campo (CARDOSO, 2010). A partir da década de 90, discussões ocorriam em todo o país, sobre a formação do engenheiro em relação a prepará-lo para atuar na sociedade atual e futura, em especial no Brasil. Veio então a proposta e idealização do Curso de Bacharelado em Engenharia Física da UFSCAR, que ocorreu devido ao contato direto com engenheiros físicos em universidades renomadas dos Estados Unidos, que mostraram uma formação excepcional tanto em aspectos básicos quanto aplicados. A partir da análise das estruturas curriculares dos cursos estrangeiros, notou-se que a formação profunda em ciências e matemática era o ponto em comum a todos, porém, elas se diferenciavam ao dar direcionamentos específicos aos alunos: energia, nanotecnologia, aeroespacial, automação e controle, etc. Desta forma, o indivíduo formado em Engenharia Física parecia ser o tipo de profissional ideal para esse novo modelo industrial e foi inclusive chamado de engenheiro do futuro (UFSCAR, 2013). Desde então, o curso vem se popularizando e sendo implementado em diversas universidades do Brasil. Atualmente o curso é ofertado nas seguintes universidades: UNICAMP, UFSCAR, USP, UFLA, UFVJM, UFV, UFMS, UEMS, UFG, UFRGS, UNILA, UFOPA. Cabe destacar que todos os cursos são oferecidos por instituições públicas.

Desde que foi criado, o curso de Engenharia Física teve como foco a formação generalista e multidisciplinar que não fosse necessariamente focada em algum "nicho" específico. Mas o que exatamente isso quer dizer? Para facilitar o entendimento, pode-se citar alguns exemplos: o curso de Engenharia Elétrica, como o próprio nome já sugere, é focado na parte de instalações e medidas elétricas; de forma análoga, a Engenharia Civil, tem como objetivo formar profissionais na área de construções civis; a Engenharia da Computação possui foco na área de tecnologia da informação e assim por diante. As engenharias citadas anteriormente, assim como muitas outras, são bastante conhecidas pelas pessoas e seus nomes são específicos o suficiente para que não haja dúvidas sobre qual é sua finalidade, e sobre qual é a função de um profissional formado nesses cursos e, por isso, é de conhecimento geral.

Porém, se perguntado o que é Engenharia Física, grande parte das pessoas não saberão responder, e a razão por trás disso é bem simples. Sua formação não é específica e sua finalidade não é tão clara ou óbvia pela simples interpretação do seu nome. Porém, mesmo que não esteja claro para a maioria das pessoas, aquele que se formar em engenharia física pode sim estar apto a exercer sua profissão em diversas áreas profissionais, principalmente no âmbito da miniaturização dos componentes eletrônicos, um dos motivos do surgimento desta relativamente nova engenharia, que adiciona conceitos de mecânica quântica, mecânica estatística e eletromagnetismo avançado às habilidades e competências de um engenheiro que deve lidar com sistemas muito pequenos (UFSCAR, 2013).

Com o avançar da tecnologia no mundo contemporâneo e a incorporação dessas inovações nos mais variados tipos de processos produtivos, fica evidente a necessidade de uma readequação dos profissionais que atuarão no mercado de trabalho para que seja

possível abastecer essa nova indústria, cada vez mais automatizada e incorporada de tecnologias de última geração, com profissionais capacitados a realizar esse processo de integração das novas tecnologias nessa versão mais recente da indústria, chamada de Indústria 4.0.

Neste sentido, as discussões contidas neste trabalho serão divididas em três partes: 1) Um panorama dos cursos de Engenharia Física no Brasil; 2) Conceitos e definições envolvendo a Indústria 4.0; 3) Perfil do Engenheiro Físico alinhado com o mercado de trabalho atual.

Assim, este trabalho objetiva analisar os cursos de Engenharia Física das universidades brasileiras e destacar suas vantagens, de modo a conectar suas capacitações ao novo modelo industrial que vem surgindo e avançando cada vez mais, a chamada Indústria 4.0. Ainda busca incentivar o ingresso de estudantes de todo o país nos cursos de Engenharia Física e mostrar que o curso é uma boa opção de formação para que seu egresso se torne um profissional de destaque nesse novo cenário industrial.

2 METODOLOGIA

A metodologia adotada no presente trabalho baseia-se em uma análise exploratória dos Projetos Pedagógicos Curriculares (PPCs) e grades curriculares dos cursos de Engenharia Física existentes nas universidades do Brasil. O critério utilizado na pesquisa foi de considerar apenas Instituições de Ensino Superior que disponibilizam tais documentos.

Pelas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) dos Cursos de Graduação em Engenharia, ficou estabelecido que todo curso de graduação em Engenharia deve conter em seu PPC, os conteúdos básicos, profissionalizantes e específicos (BRASIL, 2019). A partir desta classificação foram estabelecidos os 03 (três) grupos de disciplinas para retirada de dados e análise das grades curriculares. Outra informação retirada dos PPCs foi o perfil profissional do egresso em Engenharia Física de acordo com cada universidade.

Com o intuito de uma análise mais aprofundada, foram consultados coordenadores e gestores dos cursos com a finalidade de entender qual o direcionamento de cada universidade para o curso, pois, por se tratar de um curso mais generalista, cada instituição pode conduzir seu curso com diferentes focos, tornando ligeiramente mais específico.

Além da pesquisa focada no curso de Engenharia Física, foi realizada também a investigação em relação à indústria 4.0, que consiste em uma análise documental baseada em trabalhos e artigos científicos publicados, com o intuito de se obter informações sobre o assunto em questão e relacionando a quarta revolução industrial com o perfil profissional daquele que se formará em Engenharia Física.

3 PANORAMA DOS CURSOS DE ENGENHARIA FÍSICA

As disciplinas contidas na grade curricular dos cursos de Engenharia Física foram separadas em três grandes grupos (Básicas, Específicas e Profissionalizantes), objetivando clarear a análise das particularidades de cada PPC. Os resultados foram os seguintes:

O núcleo de disciplinas básicas é formado por conteúdos que fornecem a base de conhecimento do aluno de forma teórica e prática. Trata-se geralmente de tópicos de matemática, física, química, expressão gráfica, informática, humanidades e cidadania. O

objetivo deste núcleo é introduzir os alunos aos assuntos dessas disciplinas do mais básico até chegar em aspectos mais avançados.

Os cursos possuem estruturas bem parecidas, aparecendo em todas elas as disciplinas das Físicas I à IV e os Cálculos de I ao III (em alguns casos possuindo variações de nomes), porém com ementas parecidas, além de todas possuírem alguma disciplina relacionada à química geral. Disciplinas que aparecem em quase todas: Álgebra Linear, Geometria Analítica e Cálculo Numérico, além de conteúdos relacionados à computação, eletricidade/eletrônica, estatística, economia e expressão gráfica. Nota-se também que apenas cerca de metade das universidades possuem em sua grade básica as disciplinas relacionadas à ciência do ambiente e ciência dos materiais. Em relação às particularidades, apenas a UFRGS possui a disciplina de Termodinâmica no núcleo básico e o mesmo acontece em relação à disciplina de Biologia na UFVJM e Mecânica dos Fluidos na UNILA.

Neste núcleo são apresentados outros tipos de disciplina, as profissionalizantes. Essas disciplinas têm como principal objetivo a resolução de problemas a partir das habilidades desenvolvidas no núcleo de disciplinas básicas e que vão preparar os estudantes de forma mais aprofundada para o mercado de trabalho em si. A partir deste núcleo o ensino é apresentado de forma prática, aumentando o grau de complexidade matemática e de conexão com a realidade quando comparado com o núcleo das disciplinas básicas do curso. É responsável por apresentar ferramentas de cálculo computacional e modelagem virtual de sistemas físicos de forma a possibilitar o desenvolvimento de produtos e o entendimento de fenômenos complexos. As disciplinas profissionalizantes também são responsáveis por apresentar ferramentas de controle e automação com o intuito de ensinar a compreensão do funcionamento de equipamentos modernos, bem como sua implementação. Também são ofertadas disciplinas de programação e simulação numérica, além de conceitos de economia e gestão.

Nota-se que as estruturas dos cursos são diferentes entre si em relação à classificação das disciplinas básicas e profissionalizantes. Em alguns deles começam a aparecer as disciplinas de ciência dos materiais e expressão gráfica que não apareciam nas disciplinas básicas. A principal semelhança entre os PPCs neste núcleo se dá pelo fato de existirem várias disciplinas práticas na grande maioria deles. Disciplinas relacionadas à programação e eletricidade aplicada também são bem frequentes.

As disciplinas específicas estão relacionadas às particularidades e ao direcionamento de cada curso na área de atuação de engenharia. Esses conteúdos caracterizam-se pela flexibilidade curricular, sendo descritos como extensões dos conteúdos profissionalizantes de forma mais aprofundada. Este núcleo trata de unidades curriculares que se referem a conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais focados na consolidação das competências do engenheiro físico.

Nota-se que as maiores diferenças entre os PPCs são observadas neste núcleo. Os conteúdos apresentados estão intimamente ligados aos direcionamentos que cada curso possui, que por conta da versatilidade inerente ao currículo da Engenharia Física, cada Universidade tem a possibilidade de optar por ênfases diferentes, baseada no contexto regional no qual a instituição está inserida. Disciplinas experimentais e disciplinas teóricas mais avançadas são bem frequentes e variam desde o foco em nanotecnologia e biofísica, até física quântica e métodos de fabricação. É importante ressaltar que as disciplinas contidas neste núcleo serão determinantes na atribuição do curso junto ao CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia).

3.1 Direcionamento do curso

Um fato importante a se destacar é que a atribuição de Engenheiro Físico pelos CREAs ainda não existe, isso ocorre pelo fato de que o curso ainda é muito recente, o que leva cada curso a buscar atribuição junto ao CREA de seu estado baseando-se em sua grade curricular. Através de contato direto com os coordenadores de cada universidade, foi realizado o levantamento com a finalidade de mostrar esses dados com o direcionamento de cada curso. Os dados coletados estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Respostas das universidades em relação à atribuição

IES	Cidade	Atribuição
UFSCAR	São Carlos	Controle e Automação
USP	São Paulo	Controle e Automação
UFRGS	Porto Alegre	Controle e Automação
UFG	Goiânia	Eletricista II
UFLA	Lavras	Controle e Automação
UFVJM	Janaúba	Energia
UFMS	Campo Grande	Controle e Automação
UEMS	Dourados	Eletrônica
UNILA	Foz do Iguaçu	Não definido
UNICAMP	Campinas	Controle e Automação
UFOPA	Santarém	Controle e Automação
UFV	Viçosa	Controle e Automação

Fonte: Elaboração própria (2022).

Nota-se que a grande maioria das universidades possui o direcionamento voltado ao curso de Controle e Automação, provavelmente pelo fato de que o curso da UFSCAR foi o primeiro do Brasil e devido à grade mais parecida com as grades dos cursos norte-americanos, com muitas disciplinas de eletrônica e de controle, recebeu a atribuição de Controle e Automação. Os demais cursos do estado de São Paulo seguiram a UFSCAR. Com o tempo, aproveitando a flexibilidade do curso, as outras instituições foram ajustando as grades curriculares para que o curso pudesse receber a atribuição que mais se encaixasse àquela universidade.

3.2 Perfil do egresso

A grande maioria dos PPCs analisados classifica o perfil do Engenheiro Físico como um profissional generalista ou multiespecialista, o que significa que o profissional deve estar apto a atuar em diversas áreas diferentes de um processo produtivo. Outra característica muito adequada para definir o profissional de Engenharia Física é a versatilidade. Nota-se através destes textos que os perfis relatam profissionais preparados para se adaptar às mudanças e principalmente ter a capacidade de identificar e solucionar problemas, bem como estar apto a trabalhar com pesquisa e desenvolvimento, com habilidades técnicas de nível avançado em diversas áreas da tecnologia.

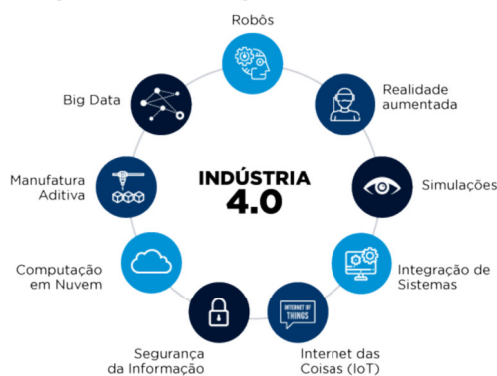
Além do que foi apresentado, deve-se ressaltar que o perfil profissional do Engenheiro Físico também engloba características humanistas e sociais, bem como uma forte preocupação com os problemas ambientais e boas habilidades sociais como a capacidade de trabalhar em equipe e possivelmente ter papel de liderança.

4 INDÚSTRIA 4.0

A Indústria 4.0 surgiu dos grandes avanços tecnológicos dos últimos anos e foi facilitada pela globalização cada vez mais intensa. Esta nova revolução industrial foi marcada pelo rápido desenvolvimento da comunicação e da tecnologia do transporte (ALI, 2021). As rápidas transformações tecnológicas que atravessam a nossa sociedade resultam na procura de mudanças na forma de produção (LASI et al., 2014). Desta forma, as empresas se vêem obrigadas a se adaptar e evoluir para serviços mais rápidos e eficientes. É esperado que as transformações associadas a esta nova indústria estão e ainda irão potencialmente aumentar a flexibilidade, a produtividade e a velocidade de produção (JUNIOR e SALTORATO, 2018).

Gulati e Soni (2015) pontuam que a digitalização é considerada uma megatendência dos últimos tempos e possui o potencial de desenvolver drásticas transformações em diversas indústrias e técnicas de produção. De forma mais resumida, pode-se dizer que a indústria 4.0 é a busca da digitalização e automatização dos processos industriais, resultando na conexão de plataformas através desta digitalização (DALENOGARE et al., 2018).

Figura 1. Tecnologias da Indústria 4.0



Fonte: IDEIA, 2021.

Como pode ser observado na Figura 1, a quarta revolução industrial trouxe diversas novas tecnologias. Dentre as novas tecnologias da Indústria 4.0, estão incluídas: Os Sistemas Ciberfísicos ou Cyber-Physical Systems (CPS), a Internet das Coisas, a Internet dos Serviços, Big Data, Computação em Nuvem, Segurança Cibernética, Simulação, Realidade Aumentada, Inteligência Artificial, entre outros.

5 HABILIDADES DE UM PROFISSIONAL DA INDÚSTRIA 4.0

A Quarta Revolução Industrial, ou simplesmente, indústria 4.0, surgiu apresentando vários aspectos e impactos no uso das tecnologias, que tiveram como consequência, grandes mudanças acerca do mercado de trabalho e no perfil profissional contemporâneo. O preparo profissional atual possui grande necessidade de adaptação, tanto com as mudanças providas das transformações sociais, e atualmente, em especial pelas transformações tecnológicas (AIRES et al., 2017; PEREIRA et al., 2018).

Com todas as novidades trazidas pela indústria 4.0, os profissionais mais atentos da área já se mostram à procura de melhoria nas suas habilidades e conhecimentos; e aqueles que pretendem atuar na área em um futuro próximo, que também possuem essa

visão mais ampla, procuram uma formação mais adequada para essa nova indústria (PEREIRA et al., 2018).

Os diversos e diferentes setores tecnológicos presentes hoje nas indústrias contemporâneas exigem dos profissionais uma extensa área de conhecimento e habilidades. As fábricas estão ficando cada vez mais inteligentes e automatizadas e esta nova revolução industrial está impulsionando a fusão e interação entre diversos domínios, como a internet, sistemas ciberfísicos e sistemas de automação, possibilitando a união dos mundos físico e virtual, além da valorização da aprendizagem contínua (PASSOS, 2020).

A princípio, é fácil concluir que o profissional da indústria 4.0 precisa ter um perfil profissional de conhecimento amplo e multidisciplinar no âmbito tecnológico. Porém, essa definição se mostra muito simples, pois o perfil profissional deve ir muito além. Para traçar o perfil ideal, deve-se fazer uma análise profunda para que se possa chegar a uma conclusão.

Sabendo disso, pode-se dizer que um perfil adequado para as novidades da indústria se divide em duas categorias principais: *soft skills* (habilidades relacionadas a aspectos da personalidade) e *hard skills* (competências técnicas), podendo estas ser separadas em subcategorias (REIS et al., 2020). UFBA Promoção

No âmbito geral, pode-se concluir que as características mais importantes do profissional da indústria 4.0 são inovação, comunicação, criatividade e solução de problemas, além de alto nível de conhecimentos técnicos. Deve-se também ter a capacidade de interação com outras áreas do conhecimento e principalmente, saber colocar este conhecimento em prática, solucionando problemas, agregando valor à organização na qual está atuando e contribuindo para a construção da vantagem competitiva que as organizações da indústria 4.0 precisam.

6 ENGENHEIRO FÍSICO COMO ELEMENTO ESSENCIAL

6.1 Educação 4.0 para engenharia

Em razão do avanço da Indústria 4.0, surge a necessidade de se adaptar o ensino de engenharia, possibilitando que as indústrias tenham profissionais com os conhecimentos adequados para atuar e continuar se desenvolvendo de maneira competitiva (CHOU et al., 2018).

Assim como a indústria evolui, o sistema educacional que nos prepara para ela também deve evoluir. Para a indústria 4.0 especificamente, deve-se combinar recursos físicos e virtuais para ensinar e aprender nas universidades, com uma educação mais personalizada, utilizando-se das próprias características dos estudantes. Novas estratégias como o aprendizado baseado em problemas, o aprendizado baseado em projetos, o aprendizado baseado em desafios e aprendizagem experimental e colaborativa, devem ser adotadas neste novo modelo de ensino (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020).

Ferreira et al. (2019) defendem que os gestores educacionais das universidades devem propor atividades práticas que desafiem seus alunos, proporcionando aprimoramento do trabalho em equipe, resolução de problemas e o estímulo às diversas qualificações que a nova indústria necessita. Os autores também pontuam que espaços dedicados à elaboração de protótipos auxiliam no desenvolvimento dos alunos, esses espaços são ambientes onde os estudantes, a partir de suas ideias, podem exercer sua criatividade de modo seguro e assistido. Estes ambientes então se tornam um incentivo à

inovação e empreendedorismo, além de aprimorar a visão espacial dos alunos, que é uma competência essencial para disciplinas como Física e Mecânica Geral.

O treinamento de futuros engenheiros necessita de reformulação. Eles devem estar preparados para enfrentar as rápidas mudanças na tecnologia, na diminuição dos ciclos de vida de produtos e se adaptar a novos tipos de trabalho (JEGANATHAN et al., 2019). Assim sendo, os futuros profissionais que atuarão na indústria precisarão desenvolver novas tecnologias e novas técnicas para que sejam capazes de suprir as futuras necessidades, além de saber trabalhar bem com soluções baseadas em bio e nanotecnologia, sempre levando em consideração problemas como as questões ambientais do planeta (TALIKKA, 2018). Algumas profissões relacionadas às transformações da Indústria 4.0 que se espera que estarão em demanda no futuro, incluem: designer de ambiente inteligente, tecnólogo de reciclagem, designer de robôs domésticos, engenheiro composto, engenheiro de segurança de transporte e especialista de sistemas em desastres ambientais (KONDRASHOVA, 2017). Portanto, fica evidente a necessidade de se treinar futuros engenheiros com as estratégias pedagógicas adequadas, de preferência aquelas com aprendizagem ativa e especialmente conhecimento prático (GRODOTZKI et al., 2018).

Assim como as estratégias pedagógicas têm papel fundamental na formação de engenheiros capacitados para a nova indústria, conteúdos e disciplinas adequadas também devem ser adotadas para se adaptar às novas demandas. Bons exemplos dessas disciplinas incluem: programação orientada a objetos, métodos estatísticos de análise de dados, sistemas de banco de dados, mapas auto-organizáveis, segurança de TI, tecnologia de materiais, tecnologia de produção, robótica industrial, análise de dados, aprendizado de máquina, aprendizado profundo, segurança cibernética, inteligência artificial, criptologia, processamento de fala, TI industrial e desenvolvimento de produtos virtuais. As universidades também devem treinar os alunos em várias disciplinas de forma simultânea com o objetivo de prepará-los para quando precisarem lidar com diferentes situações na indústria (e principalmente precisar combiná-las) e, é claro, oferecer disciplinas não técnicas (segurança do trabalho, inovação, inteligência emocional) e também estimular a criatividade. É necessário lembrar que, acima de tudo, é de extrema importância manter o aprendizado contínuo mesmo depois da graduação (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020).

A fim de aprimorar ainda mais o processo educacional, algumas tecnologias devem ser incluídas. Para os cursos de engenharia, estão sendo usados principalmente laboratórios remotos e laboratórios virtuais, que garantem a vantagem de combinar teoria e prática de forma mais fácil (GRODOTZKI et al., 2018). Outras tecnologias que podem potencializar a educação da engenharia para a indústria 4.0:

- a) Impressão 3D para fornecer aos alunos um profundo entendimento sobre o objeto de estudo;
- b) Realidade aumentada e realidade virtual como tecnologias de maior interação;
- c) Computação em nuvem que oferece a possibilidade de acessar trabalhos acadêmicos de qualquer lugar;
- d) A internet das coisas pode ajudar os estudantes a se tornarem aprendizes ativos;
- e) A presença de instrumentos automatizados ajuda a prender a atenção dos alunos (HALILI, 2019).

Citando como exemplo, recentemente surgiram técnicas de realidade virtual e realidade aumentada que começaram a ser usadas como suporte para aprendizagem em ambientes educacionais e industriais. Essas tecnologias aprimoram consideravelmente a habilidade de visão espacial dos alunos e a aplicação delas está aumentando

significativamente de forma a dar suporte a diversas disciplinas, tanto em nível acadêmico quanto em nível industrial (FERREIRA et al., 2019).

6.2 Profissionais da Indústria 4.0

É entendido por competência profissional a capacidade individual de coordenar, articular e colocar em prática conhecimentos e habilidades, assim como valores e atitudes que são indispensáveis para performances eficientes e eficazes de tarefas necessárias pela natureza do trabalho e igualmente pelo desenvolvimento tecnológico (FERREIRA et al., 2019).

O que é esperado nos próximos anos, é que milhões de empregos estarão disponíveis no mercado tecnológico, porém, menos da metade dessas vagas serão ocupadas por pessoas realmente capacitadas. A Indústria 4.0 vai necessitar de um novo perfil profissional, a habilidade em manejar sistemas tecnológicos complexos e competências como criatividade e estratégia serão pontos essenciais. Além de que, fica evidente o fato de que os futuros profissionais deverão sempre promover a mudança (HERNANDEZ-DE-MENENDEZ et al., 2020).

Portanto, a partir de uma boa educação nas universidades e um bom treinamento nas empresas, direcionado a treinar e aprimorar as habilidades necessárias para a indústria 4.0, pode-se criar profissionais com as qualificações adequadas.

Profissionais qualificados para a nova indústria serão aqueles que serão capazes de interpretar e processar grandes quantidades de dados e a partir deles tomar decisões estratégicas. Saber usar ferramentas de realidade aumentada e estar atentos aos riscos de segurança de dados também é fundamental. Outras competências necessárias serão a capacidade de identificar fontes de problemas e a habilidade de usar as novas ferramentas e tecnologias 4.0 para resolver estes problemas. Além das diversas competências sociais e pessoais, que são importantes para a manutenção de um bom trabalho em grupo e a constante busca pela proatividade (KANNAN e GARAD, 2020).

6.3 Como o Engenheiro Físico se encaixa

Em primeiro lugar, é possível notar que o engenheiro físico é um profissional que se enquadra nas necessidades da indústria 4.0 por ser essencialmente multiespecialista e possuir vasto conhecimento em tecnologias. É fácil perceber que grande parte das habilidades presentes nas hard skills são ensinadas nas disciplinas do curso de Engenharia Física.

As soft skills descritas na seção anterior também fazem parte do perfil do Engenheiro Físico, pois as universidades que ofertam o curso procuram, além de fornecer uma formação focada em habilidades técnicas, fornecem também as competências sociais necessárias aos seus alunos, levando em consideração comunicação, flexibilidade e trabalho em equipe, além de valorizar a preocupação com sustentabilidade e proteção ao meio ambiente, isso pode ser verificado nos PPCs das universidades.

Passadas essas informações, pode-se prosseguir aos próximos passos desta análise. Em sua pesquisa de como os estudantes de engenharia física da UFSCAR estariam depois de formados (após 10 anos da criação do curso), Cardoso (2010) obteve alguns bons resultados, pois a maior parte dos estudantes estavam atuando na área da tecnologia e foi constatado que estes profissionais estavam se destacando em diversas tarefas, principalmente em tarefas de pesquisa e desenvolvimento, modelagem matemática e análise. Almeida et al. (2021) fizeram um trabalho semelhante, porém dessa vez, os autores são de universidades diferentes e a análise foi feita 20 anos após o curso ser criado no Brasil. Desta forma, é trazido um maior panorama de como estão os

Engenheiros Físicos já formados, devido ao maior tempo e maior quantidade de analisados. Neste trabalho é descrito um levantamento dos egressos já graduados e as conclusões são as seguintes: mais de 90% dos profissionais analisados que estão ocupando cargos de empresas ou instituições de ensino e pesquisa atuam em setores de desenvolvimento de novas tecnologias e inovação, além de também trabalharem com finanças. Foi possível verificar que durante essas duas primeiras décadas os egressos conseguiram a inserção no mercado de trabalho com sucesso em diferentes áreas, principalmente aquelas relacionadas à pesquisa e desenvolvimento, empresas tecnológicas (computação, semicondutores, eletromagnetismo, instrumentação, materiais), mercado financeiro e desenvolvimento de produtos.

Ainda nesse segmento, é notório que com o conhecimento de semicondutores e mecânica quântica, o Engenheiro Físico pode trabalhar tanto na modelagem e confecção de novos dispositivos quanto na parte de integração deles com softwares e sistemas automatizados, além da possibilidade de atuar na área de processamento de dados. Isso quer dizer que este profissional poderá atuar em todas as etapas do processo produtivo, desde a criação de novas tecnologias, sua fabricação e implementação, até a disponibilização para uso da indústria.

Organização

UFBA Promoção

7 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A Engenharia Física é uma graduação de cunho multidisciplinar que possui foco tanto em conhecimento teórico quanto em conhecimento prático/técnico e possui o objetivo de formar profissionais versáteis e capacitados para atuar na indústria em diferentes ramos. Essas características dão ao indivíduo formado boas condições de embarcar no mercado de trabalho.

A Indústria 4.0 veio para modificar os paradigmas de produção e desenvolvimento da indústria de forma drástica, seu advento trouxe diversas tecnologias, sendo a maioria delas voltadas a digitalização e virtualização das ferramentas de trabalho, promovendo a integração de várias tecnologias e técnicas dentro da indústria. Desta forma, é necessário que um novo perfil profissional surja para suprir todas as necessidades das organizações e empresas mais atualizadas.

Após as intensas análises feitas sobre o curso de Engenharia Física e a quarta revolução industrial, nota-se uma relação muito próxima entre ambos. A multidisciplinaridade e intenso foco tecnológico existente no curso em questão casam perfeitamente com as tecnologias avançadas da Indústria 4.0 e em como o seu profissional ideal deve ser apto em diversas especialidades e ter a capacidade de interconectá-las.

Assim, conclui-se que este trabalho é de extrema importância para aqueles que desejam saber mais sobre engenharia física e sua relevância (visto que há poucas publicações sobre o tema) e também para aqueles que se interessam em saber um pouco mais sobre a emergente indústria atual.

Quanto às perspectivas futuras, espera-se que as tecnologias da Indústria 4.0 sejam cada vez mais difundidas e otimizadas a fim de aperfeiçoar a indústria, tanto em relação ao desenvolvimento tecnológico, quanto ao social e ambiental. Em relação à Engenharia Física no Brasil, é esperado também que ela seja mais difundida e aprimorada para melhor adaptação da indústria atual, pode-se evidenciar ambos os fatos, pois o curso vem crescendo com cada vez mais universidades aderindo (vide a UFV que aderiu recentemente em 2022) e a mobilização que vem acontecendo para se criar o título profissional de Engenheiro físico junto ao CREA e ao CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia).

REFERÊNCIAS

AIRES, R. W. do A.; MOREIRA, F. K.; FREIRE, P. de S. Indústria 4.0: Competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial. In: **Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação**, 7., 2017. Foz do Iguaçu/PR. Disponível em: <http://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/314>. Acesso em: 20/11/2021.

ALI, M. Vocational student's perception and readiness in facing globalization, industry revolution 4.0 and society 5.0. **Journal of Physics: Conference Series**, 2021. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1833/1/012050>. Acesso em: 05/06/2022.

ALMEIDA, L. F. M. et al. 20 anos de Engenharia Física no Brasil. In: **Congresso Brasileiro De Educação em Engenharia**, 49., 2021..

BOTELHO, W. C. *et al.* As necessidades de qualificação de mão de obra na Indústria 4.0. **Revista Científica Semana Acadêmica**, v. 1, p. 1-14, 2019.
Organização UFBA Promoção

BRASIL. **Resolução CNE/CP Nº 2**, 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/>. Acesso em 02/12/2021.

CARDOSO, C. A. 10 anos de Engenharia Física no Brasil. **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 38., 2010.

CHOU, C. M. *et al.* Industry 4.0 Manpower and its Teaching Connotation in Technical and Vocational Education: Adjust 107 Curriculum Reform. **International Journal of Psychology and Educational Studies**, v. 5, n. 1, p. 9-14, 2018.

DALENOGARE, L. S. *et al.* The expected contribution of Industry 4.0 technologies for industrial performance. **International Journal of Production Economics**, v. 204, p. 383-394, 2018.

FERREIRA, P. J. G. *et al.* Indústria 4.0: Modelo de ensino para formação de engenheiros de produção. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 38, n. 3, p. 93-105, 2019.

GRODOTZKI, J.; ORTELT, T.; TEKKAYA, A. Remote and virtual labs for engineering education 4.0. **Procedia Manufacturing**, v. 26, p. 1349-1360, 2018.

GULATI, R.; SONI, T. Digitization: A strategic key to business. **Journal of Advances in Business Management**, v. 1, p. 60-67, 2015.

HALILI, S. H. Technological advancements in education 4.0. **The Online Journal of Distance Education and e-Learning**, v. 7, p. 63-69, 2019. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://tojdel.net/journals/tojdel/volumes/tojdel-volume07-i01.pdf>. Acesso em: 20/06/2022.

IDEIA. **Indústria 4.0**. 2021. Disponível em: <https://site.ideia.cv/index.php/blog/98-industria-4-0.html>. Acesso em: 23/08/2022.

JEGANATHAN, L. *et al.* On a frame work of curriculum for engineering education 4.0. In: **2018 World Engineering Education Forum and the Global Engineering Deans Council**, p. 1-6, 2019.

JUNIOR, G. T.; SALTORATO, P. Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: Uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/2967>. Acesso em: 25/05/2022.

KANNAN, K. S. P. N.; GARAD, A. Competencies of quality professionals in the era of industry 4.0: a case study of electronics manufacturer from Malaysia. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 2020.

KONDRASHOVA, E. "Your future starts today": first-year students insights in engineering professions. **Association for Engineering Education of Russia**, v. 22, p. 44-48, 2017.

LASI, H. *et al.* Industry 4.0. **Business & Information Systems Engineering**, v. 6, n. 4, p. 239-242, 2014.

LIMA, E. C.; NETO, C. R. O. Revolução Industrial: considerações sobre o pioneirismo industrial inglês. **Revista Eletrônica Espaço Acadêmico**, v. 17, n. 194, p. 102-113, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/32912>. Acesso em: 01/07/2022.

HERNANDEZ-DE-MENENDEZ, M.; DÍAZ, C. A. E.; MORALES-MENENDEZ, R. Engineering education for smart 4.0 technology: a review. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, v. 14, p. 789-803, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12008-020-00672-x>. Acesso em: 20/04/2022.

PASSOS, L. H. S. A indústria 4.0: Fundamentos e principais impactos na economia brasileira. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.12, n.2, mai/ago, 2020.

PEREIRA, J. A. *et al.* Industria 4.0 e a formação do perfil profissional contemporâneo. In: Simpósio de Engenharia de Produção SIENPRO, 2., 2018. Catalão - GO. **Anais do II SIENPRO**. Catalão - GO: UFG - Universidade Federal de Goiás, 2018

REIS, G. N.; GARCIA, T. R. C.; SCUDELER, V. C. Profissionais 4.0: Uma breve análise das futuras demandas de mercado. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, v. 10, n. 1, p. 125-146, jan./jun., 2020.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física**. São Paulo, 2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física**. Campinas, 2016.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física.** Dourados, 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO-AMERICANA. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física.** Foz do Iguaçu, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física.** Goiânia, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física.** Lavras, 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física.** Campo Grande, 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física.** São Carlos, 2013.

Organização

UFBA Promoção

UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física.** Santarém, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física.** Porto Alegre, 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI. **Projeto Pedagógico Curricular do curso de Engenharia Física.** Janaúba, 2017.

THE ROLE OF THE PHYSICAL ENGINEER IN INDUSTRY 4.0

Abstract: *The Engineering Physics undergraduate career is a relatively new one and still causes some doubts about its purpose. However, it is well-known that this career was created with the objective of tailoring an engineer to the demands of current markets in regard to technological innovations and to prepare him or her to an evolving field. At the beginning of the 21st century, a fourth industrial revolution has begun, accompanied by great technological advances and facilitated by globalization. This new industry stands out by the rapid development of communication and technology, resulting in intense demand for changes in production processes, aiming for a time-reduced, cheaper process with direct impact within profits. In summary, it can be said that Industry 4.0 is the pursuit of digitization and automation of processes in the field of manufacturing, resulting in a highly interconnected and optimized industry, resulting in a fusion and interaction between biological, physical and virtual domains. As a straightforward conclusion, it is possible to say that the Engineering Physics graduate, with his generalist and multispecialist training in several advanced technologies, would have the ideal profile to work in Industry 4.0 and this work's main goal is to validate this assumption.*

Keywords: *Engineering Physics. Industry 4.0. Professional Profile.*