

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS

**O PAPEL DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA NA
PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO**

THIAGO SANTUCCI PARISE BARBERIS

SÃO CARLOS -SP
[2024]

O PAPEL DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA NA PROMOÇÃO DA INOVAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de São Carlos, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Materiais.

Orientador: Alessandra de Almeida
Lucas

São Carlos-SP
[2024]



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC)

NOME: Thiago Santucci Parise Barberis

RA: 760507

TÍTULO: O papel da formação em engenharia na promoção da inovação

ORIENTADOR(A): Profa. Dra. Alessandra de Almeida Lucas

CO-ORIENTADOR(A):

DATA/HORÁRIO: 30/01/2024, 15h

BANCA – NOTAS:

	Monografia	Defesa
Profa. Dra. Alessandra de Almeida Lucas	6.0	6.0
Prof. Dr. Francys Kley Vieira Moreira	6.0	6.0
Média	6.0	6.0

BANCA – ASSINATURAS:

Profa. Dra. Alessandra de Almeida Lucas

Documento assinado digitalmente
gov.br ALESSANDRA DE ALMEIDA LUCAS
Data: 16/02/2024 15:42:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Francys Kley Vieira Moreira

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a toda minha família que sempre me apoiou e incentivou a buscar conhecimento constantemente, sem essas pessoas eu não conseguiria alcançar metade das coisas que alcancei até aqui e continuarei alcançando por toda minha vida.

Deixo aqui meu muito obrigado em especial para minha avó, **Joana Adail Parise Barberis**, uma das mulheres mais fortes e incríveis que já conheci, que me ajuda e incentiva a sempre continuar no caminho correto e encontrar meu lugar no mundo com todo o carinho possível.

Ao meu avô, **José Barberis**, que sempre foi um exemplo de caráter, cuidado e amor com os demais e deixou esse legado dentro de mim.

Agradeço também aos meus pais, **Gisele Santucci** e **Carlos Henrique Parise Barberis**, que me deram a vida e me ajudaram a caminhar com as minhas próprias pernas, mas nunca deixam de olhar por mim.

Meu irmão, **Rafael Santucci Parise Barberis**, que além de irmão é meu melhor amigo para qualquer situação. São incontáveis as vezes que ele me ajudou a enxergar uma luz no fim do túnel e eu serei eternamente grato por toda essa parceria. Obrigado por certas vezes fazer o papel de irmão mais velho e ser exemplo para os desafios da vida. Se busco ser alguém melhor todos os dias é para não decepcionar vocês.

Minha irmã, **Livia Santucci de Moraes**, que me mostrou mesmo sem querer o quanto eu posso amar e desejar o bem de alguém. Também é por você que faço tudo que faço.

Meus tios **Luis Gustavo Parise Barberis** e **Fernanda Maestrello Matos** por sempre se fazerem presentes na minha vida mesmo tão distantes fisicamente, pelo tempo que passaram comigo e com meu irmão desde pequenos, até hoje em dia nas inúmeras conversas sobre a vida e as decisões para o futuro, compartilhando experiência e lições.

E por fim, mas não menos importante, agradeço a minha futura esposa **Giovanna Corrêa de Castro Padilha**, por todo o apoio incondicional em seguir e lutar pelos meus sonhos mostrando que sempre tenho algum lugar para voltar e que sou capaz de alcançar o que eu quiser, sendo a razão em momentos de emoção sem controle.

Além da minha família, não posso deixar de agradecer todos meus amigos do Colégio Objetivo São Carlos: **Gabriel Borghi**, **José Diogo Motz de Amorim**, **Bruno Hideki**, **Caio Zaccarim**, **Felipe Caron**, **Leonardo Ferreira**, **Felipe Veloso**, **Victor Takekawa**, **Vitor Bueno** e **Gustavo Freire** por dividirem a vida comigo e sempre se fazerem presentes nos bons e maus momentos.

Obrigado também aos meus amigos que fiz durante a vida, intercâmbio e os que ainda vou fazer pela frente. Todos vocês são especiais e deixaram ou irão deixar uma marca na minha vida alterando o meu modo de enxergar o mundo.

AGRADECIMENTO

Nesta seção agradeço de forma geral a Universidade Federal de São Carlos e também ao Departamento de Engenharia de Materiais por todos os ensinamentos obtidos nesses anos, que contribuíram para formar quem eu sou hoje. Aos professores que tive contato nesses anos todos, meu muito obrigado por cada lição, seja ela pela dor ou pelo amor.

Obrigado em especial para minha orientadora e professora Alessandra de Almeida Lucas que me incentivou e contribuiu para o desenvolvimento do trabalho e para o professor que tanto admiro Francys Kley Vieira Moreira, que integra a banca, por todas as lições que me ensinou direta ou indiretamente e que me fizeram buscar ser melhor em cada momento e parte da minha vida.

“Um cientista deve sempre exercer uma função social”
(MASCARENHAS, Sergio)

RESUMO

A evolução da civilização ao longo da história tem sido marcada por processos contínuos de transformação. O curso da sociedade, ao longo da história, tem sido intrinsecamente entrelaçado à evolução industrial, um fenômeno que se desdobrou em diferentes épocas, cada uma caracterizada por avanços notáveis. Nesse contexto, a convergência entre tecnologia, inovação e a quarta revolução industrial, a Indústria 4.0, emerge como um ponto crucial na trajetória da humanidade, redesenhando as fronteiras do possível e influenciando profundamente a condução dos negócios. Nesse contexto, foi analisada a formação em engenharia e quais as habilidades são desenvolvidas ao longo do curso para que o egresso seja capaz de ingressar no mercado de trabalho e resolver os problemas que lhe são propostos. Com uma verificação do projeto pedagógico do curso de Engenharia de Materiais da UFSCar, analisando as empresas criadas por egressos do curso e também através de uma pesquisa bibliográfica, no qual buscou analisar fontes, como livros, artigos, teses e outros documentos relevantes. No qual o objetivo principal é adquirir um entendimento do estado atual do conhecimento sobre o tema em questão e construir uma relação entre a formação em engenharia e a inovação.

À medida que os engenheiros absorvem o conhecimento técnico, eles também internalizam a arte de pensar criticamente, gerando uma força que impulsiona processos inovadores em um mundo cada vez mais dinâmico. Neste sentido, justifica-se o estudo por informações que possam auxiliar no entendimento que cerca a formação do engenheiro, e no seu papel inovador nos últimos tempos.

Palavras-chave: Evolução. Indústria. Inovação. Engenharia. Formação em Engenharia.

ABSTRACT

The evolution of civilization throughout history has been marked by continuous processes of transformation. The course of society, throughout history, has been intrinsically intertwined with industrial evolution, a phenomenon that has unfolded in different eras, each characterized by remarkable advances. In this context, the convergence between technology, innovation and the fourth industrial revolution, Industry 4.0, emerges as a crucial point in the trajectory of humanity, redrawing the boundaries of the possible and profoundly influencing the conduct of business. In this context, it was analyzed the training in engineering and what skills are developed throughout the course so that the graduate is able to enter the job market and solve the problems that are proposed. Com a verification of the pedagogical project of the Materials Engineering course at UFSCar, analyzing the companies created by graduates of the course and also through a bibliographic research, in which it sought to analyze sources, such as books, articles, theses and other relevant documents. In which the main objective is to acquire an understanding of the current state of knowledge on the topic in question and to build a relationship between engineering training and innovation. As engineers absorb technical knowledge, they also internalize the art of thinking critically, generating a force that drives innovative processes in an increasingly dynamic world. In this sense, the study is justified by information that can help in the understanding that surrounds the training of the engineer, and in its innovative role in recent times.

Keyword: Evolution. Industry. Innovation. Engineering. Degree in Engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O Engenheiro	16
Figura 2 – A Inovação	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Desafios gerais da engenharia no Brasil	35
Tabela 2 - Desafios da indústria no Brasil	35
Tabela 3 - Desafios acadêmicos de formação de engenheiros	36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA/PRESSUPOSTOS TEÓRICOS/REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 A Inovação	4
2.2 Desafios na Formação do Engenheiro	8
2.3 Desafios da Indústria 4.0	12
3 MATERIAIS E MÉTODOS	15
4 RESULTADOS	16
5 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O curso da sociedade, ao longo da história, tem sido intrinsecamente entrelaçado à evolução industrial, um fenômeno que se desdobrou em diferentes épocas, cada uma caracterizada por avanços notáveis. Desde a Revolução Industrial do século XVIII até os dias atuais, a tecnologia emergiu como a força motriz por trás dessas transformações, não apenas moldando os produtos que consumimos, mas também redesenhando os processos pelos quais são desenvolvidos e entregues. Nesse contexto, a convergência entre tecnologia, inovação e a quarta revolução industrial, a Indústria 4.0, emerge como um ponto crucial na trajetória da humanidade, redesenhando as fronteiras do possível e influenciando profundamente a condução dos negócios.

A Indústria 4.0, marcada pela integração de sistemas ciberfísicos, Internet das Coisas (IoT), big data, inteligência artificial e outras tecnologias avançadas, introduziu um novo paradigma de produção e gestão. A interconexão de máquinas e processos em tempo real não apenas promete ampliar a eficiência e a produtividade, mas também desafia as organizações a se adaptarem rapidamente a essa revolução digital. Nesse contexto dinâmico, a gestão de projetos emerge como uma ferramenta crucial para orientar as empresas na implementação bem-sucedida de iniciativas relacionadas à Indústria 4.0.

A preocupação com as consequências desse modelo de crescimento cresceu em escala internacional, levando a Organização das Nações Unidas (ONU) a introduzir a questão na agenda mundial, com o objetivo de buscar um desenvolvimento que minimize os efeitos negativos. Assim, surgiu a proposta do Desenvolvimento Sustentável, lançada em 1987 a partir do Relatório Brundtland. Esse modelo de desenvolvimento visa equilibrar as necessidades sociais, econômicas e ambientais, com o intuito de garantir a sustentabilidade dos recursos naturais.

Nesse contexto, as empresas, indústrias e diversos setores produtivos são convocados a se adaptarem, seja por imposições legais, pela pressão das demandas da sociedade ou pela consciência dos consumidores.

Contudo, também ao delimitar a questão ética que envolve um negócio, podendo estar ligada aos princípios morais, das empresas, neste sentido atuado

como diretrizes de como uma empresa se conduz em suas operações. De muitas maneiras, as mesmas diretrizes que os indivíduos usam para se comportar de maneira aceitável em ambientes pessoais e profissionais também se aplicam às empresas. Ao agir eticamente, seja de modo a determinar o que é “certo” e o que é “errado”.

No entanto, com a industrialização, urbanização, aumento populacional e a ascensão do capitalismo, essa dependência se transformou em uma exploração desenfreada dos recursos naturais. Essa exploração desenfreada resultou em impactos ambientais de proporções gigantescas, desencadeando um desequilíbrio entre a velocidade de esgotamento dos recursos naturais e sua capacidade de regeneração.

As rápidas mudanças no mundo atual estão forçando instituições e unidades produtivas a se adaptarem à nova ordem da globalização ou enfrentarem a ameaça da intensa competição nos diversos mercados. No entanto, esse crescimento econômico muitas vezes resulta em desequilíbrios insustentáveis. Portanto, a utilização de alternativas sustentáveis se torna essencial, senão a estratégia mais eficaz para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental, com um crescimento econômico verdadeiramente sustentável.

Aristóteles, em sua época, concebia energia como uma realidade em movimento. No entanto, na acepção moderna, o conceito de energia está intrinsecamente ligado à Termodinâmica, sendo comumente definido como "a medida da capacidade de realizar trabalho". Essa definição se aplica a certos tipos de energia, como a mecânica e a elétrica, mas não abrange todos, como a energia térmica, uma vez que o calor é apenas parcialmente convertido em trabalho (VIANA, 2012).

Para Santos et al. (2020), na vanguarda da transformação, a formação em engenharia emerge como uma força propulsora, desbravando os limites convencionais para explorar novos territórios da inovação. Ao invés de simplesmente absorver conhecimentos, os engenheiros do futuro são arquitetos de mudança, moldando um amanhã repleto de possibilidades disruptivas. Neste contexto, são investigados não apenas como a formação em engenharia contribui para a inovação, mas como ela se torna o epicentro de uma revolução que transcende indústrias, startups e centros de pesquisa.

A formação em engenharia não é apenas um meio de adquirir habilidades

técnicas; é um campo de treinamento para mentes criativas, desafiando a norma e buscando soluções que transcendem fronteiras. À medida que os engenheiros absorvem o conhecimento técnico, eles também internalizam a arte de pensar criticamente, gerando uma força que impulsiona processos inovadores em um mundo cada vez mais dinâmico. Neste sentido, justifica-se o estudo por informações que possam auxiliar no entendimento que cerca a formação do engenheiro, e no seu papel inovador nos últimos tempos.

O objetivo do tema é estudar os fatores que podem influenciar na construção da inovação que envolve a formação em engenharia, e como seu papel pode ser visto na atualidade diante da indústria 4.0.

Diante do exposto, como a formação em engenharia pode ter seu papel inovador na atualidade?

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA/PRESSUPOSTOS TEÓRICOS/REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Inovação

A inovação desempenha um papel fundamental nos projetos, sendo essencial para que as organizações se adaptem às constantes mudanças no ambiente competitivo. Davila et al. (2006) ressaltam que a inovação não se limita apenas a projetos de tecnologia, mas permeia todas as áreas organizacionais. Compreender a inovação como um processo alinhado à estratégia organizacional é crucial. As sete regras da inovação apresentadas pelos autores fornecem diretrizes interdependentes para orientar as organizações.

Segundo Santos et al (2020), a ideia de inovação tecnológica como uma força produtiva no contexto do capitalismo, remontando a estudos iniciais de pensadores como Marx e, posteriormente, Schumpeter. A inovação é discutida em sua relação com a produtividade, competitividade, lucro e acumulação capitalista, sendo destacada como um elemento crucial na contemporaneidade, tanto na literatura especializada quanto no senso comum.

Já para Castilhos (2011), envolve todos os processos que incorporam e transformam conhecimentos técnico e científico em recursos relacionados à produção e comercialização, sendo o lucro a perspectiva central no sistema capitalista. Essa concepção reflete a aproximação histórica entre ciência, técnica e produção, em que a inovação muitas vezes se confunde com inovação tecnológica. O autor também menciona um esquema tradicional do processo inovador, envolvendo pesquisa fundamental, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental, inovação e comercialização, reconhecendo, porém, as relações interativas e recursivas entre essas etapas na atualidade.

De acordo com Slack et al. (1999), a discussão sobre práticas de controle de qualidade e garantia da qualidade na produção destaca a importância da excelência nos padrões de qualidade. Os autores enfatizam a análise dos diversos processos envolvidos na produção, desde a concepção e design até a entrega do produto final ou a prestação do serviço. Ao buscar a melhoria contínua, exploram conceitos relacionados às melhorias nos processos de produção, incorporando princípios de eficiência e inovação.

Figura 2. A Inovação



Fonte: Banib, (2019).

A liderança desempenha um papel crucial na promoção da inovação em projetos. A capacidade de definir estratégias claras e incentivar a execução para resultados é destacada como uma regra fundamental por Shaker (2013). Essa abordagem reflete a importância de uma gestão orientada por métricas para monitorar e garantir o êxito de iniciativas inovadoras.

A automação da estrutura trifásica da inovação, conforme proposto por Shaker (2015), destaca a relevância da tecnologia no processo inovador. A utilização de sistemas de gerenciamento de inovações não apenas acelera o processo, mas também fortalece a criatividade e otimiza o retorno sobre investimentos em inovação. A tecnologia, portanto, não é apenas um facilitador, mas também um impulsionador da inovação em projetos.

O modelo de gestão de inovação de Tidd et al. (2005) fornece uma estrutura sólida em três fases: pesquisa, seleção e implementação. Esse modelo destaca a importância de mecanismos eficazes para identificar oportunidades inovadoras, relacionar propostas à estratégia organizacional e executar as inovações de maneira sustentável.

No contexto brasileiro, o estudo de empresas evidencia a diversidade de práticas de monitoramento tecnológico. A classificação em categorias, desde empresas multinacionais altamente informatizadas até pequenas empresas sem monitoramento tecnológico, destaca a necessidade de uma abordagem personalizada para a inovação em projetos, considerando o porte e as características específicas de cada organização.

A aplicação de melhores práticas de gerenciamento de projetos, conforme preconizado pelo PMI, é recomendada por Diniz (2011) para projetos de inovação. A disseminação dessas práticas é considerada essencial para sistematizar os processos de iniciação, planejamento, execução, monitoramento/controle e encerramento, potencializando os resultados.

Pohlmann e Floyd (2015), sinalizam que embora as iniciativas estratégicas em projetos muitas vezes enfrentam desafios, destacam que empresas com estratégias de gerenciamento de projetos claramente definidas superam concorrentes em iniciativas estratégicas. Para os autores, a incorporação de práticas eficazes de gerenciamento de projetos torna-se, assim, um diferencial competitivo.

Num contexto contemporâneo, onde as organizações buscam incessantemente a inovação para se manterem competitivas, a perspectiva institucional apresenta uma ligação crucial com a gestão de processos inovadores. De acordo com Berger e Luckman (1967), é essencial compreender que, além de buscar eficiência operacional, as empresas devem alinhar suas práticas com as

normas e crenças institucionais para se adaptarem e transformarem de maneira eficaz. Meyer et al. (1983) sinalizam que a compreensão dessas normas e crenças se torna fundamental à medida que as empresas se esforçam para inovar.

A partir de um levantamento da plataforma Distrito em parceria com a KPMG o Brasil conta com seis empresas unicórnio sendo elas: 99, Nubank, iFood, Gympass, Stone Pagamentos e Arco Educação. Entre os 16 fundadores dessas empresas 4 são formados em engenharia. Os egressos do curso de Engenharia de Materiais da UFSCar são responsáveis por algumas inovações geradas no Brasil como o projeto de Armazenagem de hidrogênio em materiais metálicos desenvolvido pelos pesquisadores Guilherme Zepon, Daniel Rodrigo Leiva, Alberto Moreira Jorge Junior, Tomaz Toshimi Ishikawa e Walter José Botta Filho que buscam viabilizar a chamada 'energia do hidrogênio' o grupo de pesquisa se dedica ao desenvolvimento de materiais para a armazenagem de hidrogênio no estado sólido através de hidretos metálicos ou complexos em que os pesquisadores atuam na síntese, processamento e caracterização desses materiais. Além disso, também se dedicam ao desenvolvimento de novas composições de ligas metálicas com propriedades otimizadas para diversas aplicações que demandam armazenagem de hidrogênio, entre muitas outras pesquisas desenvolvidas dentro da universidade.

Além de desenvolver pesquisas inovadoras, os egressos do curso também contribuem para a sociedade gerando inovação através de suas empresas e produtos ou serviços inovadores, sendo algumas delas: Afinko Soluções em Polímeros, laboratório de prestação de serviços de análises e ensaios laboratoriais, Global Pet Reciclagem SA uma empresa que desenvolve e aplica tecnologia no mercado de PET reciclado, C2lab que conecta empresas com laboratórios de ensaios de materiais de forma rápida e descomplicada, Engemasa com completo domínio metalúrgico de seus produtos e atende o mercado com fundidos estáticos e centrifugados, forjados e serviços de usinagem.

Ao integrar a perspectiva institucional na gestão de processos inovadores, as organizações podem alinhar efetivamente as estratégias de inovação com as normas e crenças socialmente aceitas. Isso não apenas facilita a busca pela eficiência técnica, mas também fortalece a legitimidade das inovações no contexto mais amplo da sociedade e do ambiente de negócios (Eisenhardt, 1988). Dessa forma, a gestão de processos inovadores não deve ser apenas uma busca técnica,

mas uma estratégia holística que reconhece e incorpora as influências institucionais para impulsionar o sucesso inovador.

2.2 Desafios na Formação do Engenheiro

A formação do engenheiro, diante das rápidas transformações tecnológicas e sociais, enfrenta diversos desafios que demandam abordagens inovadoras e adaptativas para garantir a preparação adequada dos profissionais.

Maravalhas et al. (2005), ao abordarem o desenvolvimento do pensamento analítico, oferecem uma perspectiva valiosa para a formação do profissional engenheiro. Em sua análise, destacam a distinção fundamental entre o pensamento autista, associado a atividades internas não controladas por condições externas, e o pensamento realista, estritamente controlado pela realidade externa. No contexto da engenharia, onde a precisão e a objetividade são essenciais, a capacidade de pensamento realista torna-se crucial. Essa habilidade implica em processos lógicos rigorosos e na aplicação de um método analítico na resolução de problemas, aspectos fundamentais para o profissional que atua na concepção, desenvolvimento e implementação de soluções técnicas.

Para Maravalhas et al. (2005), a distinção proposta por Donald Olding Hebb entre o pensamento envolvido na produção de conhecimento e o pensamento envolvido na verificação de conhecimento oferece insights relevantes para a formação do engenheiro. No processo de descobrimento ou invenção, a ausência aparente de estruturação lógica pode ser observada, mas é na verificação e comprovação do conhecimento adquirido que o rigor lógico se manifesta. Isso ressalta a importância de capacitar os engenheiros não apenas na geração criativa de ideias, mas também na validação metódica de suas soluções, alinhando-se com as exigências do ambiente profissional.

Segundo Maravalhas et al. (2005), Jerome S. Bruner, destaca a diferença entre pensamento intuitivo e analítico, que contribui para a compreensão do processo cognitivo na engenharia. Enquanto o pensamento intuitivo pode

desempenhar um papel importante na geração inicial de conceitos, o pensamento analítico, caracterizado por um processo passo a passo e raciocínio cauteloso, é essencial na condução de projetos complexos.

Segundo Brum et al. (2017), a complexidade crescente dos problemas contemporâneos impõe ao engenheiro o desafio de desenvolver uma perspectiva sistêmica, considerando as interações entre tecnologia, sociedade e meio ambiente. Isso exige uma ampliação do escopo tradicional da formação técnica para abranger aspectos éticos, sociais e ambientais. A rápida evolução das tecnologias exige que o engenheiro esteja constantemente atualizado, sendo capaz de assimilar e aplicar inovações em um ambiente em constante mudança. A aprendizagem contínua torna-se, assim, uma competência essencial para a adaptabilidade do profissional ao longo de sua carreira.

Figura1. O Engenheiro



Fonte: O Globo (2020)

O engenheiro do século não pode prescindir de habilidades interpessoais. A capacidade de comunicação eficaz, trabalho em equipe e liderança são tão cruciais quanto a competência técnica, refletindo a necessidade de uma formação mais abrangente e holística. A internacionalização da engenharia também é um desafio marcante. Com projetos e equipes distribuídas globalmente, os engenheiros precisam desenvolver uma compreensão intercultural e habilidades de colaboração em ambientes multiculturais (Moraes, 1999).

A interdisciplinaridade emerge como um desafio, pois muitos problemas contemporâneos não se enquadram em categorias tradicionais. A capacidade de colaborar com profissionais de diversas áreas torna-se crucial para enfrentar desafios complexos e multifacetados. A formação empreendedora é cada vez mais necessária, pois os engenheiros são frequentemente chamados a transformar ideias inovadoras em soluções práticas e economicamente viáveis. A habilidade de empreender contribui para a aplicação efetiva do conhecimento técnico (Moraes, 1999).

Para Maravalhas et al. (2005), a sustentabilidade é um desafio inescapável na formação do engenheiro moderno. A consideração de impactos ambientais, sociais e econômicos nas decisões de engenharia é vital para garantir práticas responsáveis e sustentáveis. A formação do engenheiro deve ser inclusiva, promovendo a diversidade e equidade de gênero. A criação de ambientes de aprendizado inclusivos contribui para a inovação, trazendo perspectivas diversas para os desafios enfrentados pela engenharia. A crescente demanda por soluções tecnológicas em saúde coloca desafios específicos para a formação de engenheiros biomédicos. A integração de conhecimentos de engenharia e biologia, juntamente com uma compreensão ética, é essencial nesse contexto.

A integração de habilidades de comunicação no currículo de engenharia é essencial para garantir que os profissionais possam traduzir de forma clara e eficaz conceitos técnicos complexos para diferentes públicos, incluindo *stakeholders* não técnicos. Esses desafios refletem a necessidade contínua de adaptação e evolução na formação do engenheiro, destacando a importância de uma abordagem abrangente e inovadora para preparar os profissionais para os complexos cenários do século XXI (Moraes, 1999).

O engenheiro formado deve não apenas possuir conhecimentos técnicos

sólidos, mas também cultivar habilidades reflexivas, inovadoras e empreendedoras. Destaca-se a importância da atuação multidisciplinar e transdisciplinar, enfatizando a necessidade de compreensão dos aspectos globais, econômicos, políticos e culturais, além do comprometimento com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2019).

Essas competências abrangem desde a formulação de soluções de engenharia até a capacidade de liderar equipes multidisciplinares, comunicar-se eficazmente e aplicar ética e legislação no exercício profissional. A ênfase na aprendizagem autônoma e na capacidade de lidar com contextos complexos reflete a necessidade de adaptação contínua diante dos avanços científicos e tecnológicos (BRASIL, 2019).

O Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia (PPC) é destacado como peça fundamental, devendo detalhar não apenas o perfil do egresso e as competências, mas também o modo como o curso será estruturado para atingir esses objetivos. São incentivadas práticas pedagógicas que promovam a integração entre teoria e prática, a interdisciplinaridade e a aproximação com o ambiente profissional desde o início do curso. A ênfase em estágios curriculares, projetos finais e atividades complementares reais contribui para a formação completa do engenheiro, preparando-o para enfrentar os desafios da prática profissional de forma ética, inovadora e socialmente responsável (BRASIL, 2019). O Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Materiais (2004) compreende Ciências Básicas, Ciências Aplicadas e Tecnologia com foco em formar profissionais com sólido conhecimento técnico, científico e interdisciplinar e habilidades necessárias para superar os desafios do mercado de trabalho.

O engenheiro formado em Engenharia de Materiais pela UFSCAR possui documentado no Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Materiais (UFSCar, 2004) o perfil do profissional a ser formado pelo curso. Com incorporação de uma base científica e interdisciplinar a formação é direcionada para a resolução de problemas e problemas na área de materiais. Com o pioneirismo na criação do curso, a grade curricular sofreu algumas alterações ao longo dos anos para acompanhar a evolução da sociedade e do mercado de trabalho, como a formação em ciência básica e também um peso grande de matérias mais informativas e tecnológicas, em detrimento de matérias de formação geral.

2.3 Desafios da Indústria 4.0

De acordo com Gibson et al (2006) a configuração dos cenários socioeconômicos e as novas emergências sociais colocam às organizações na situação de terem de repensar e redesenhar as suas estruturas organizacionais, de ativar ações de formação destinadas a desenvolver e potencializar competências, de iniciar cursos de formação de recursos humanos. Neste contexto, o que parece ser decisivo para as organizações mais expostas à concorrência é a capacidade de inovar e transformar.

Para Tigre (2019) a inteligência prática, ao contrário do que Sternberg define como inteligência acadêmica, inclui a capacidade de usar ferramentas, aplicar procedimentos e implementar projetos. Está também orientada para a produção de conhecimentos que possam explicar a situação específica, em continuidade com as aprendizagens anteriores e que possam selecionar a informação mais útil para a resolução de problemas emergentes num contexto específico.

Mesclando o que destacam Basta et al (2006), e Brown e Ellis (2018), em uma forma de observação de novos contextos sociais em uma organização, no ponto de entendimento e criação de aspectos da seguinte forma:

- um sentimento comum de participação;
- interesses compartilhados ou positivamente mediados;
- objetivos significativos, resultados parcialmente comuns;
- valores compartilhados;
- múltiplas lealdades aos processos, à profissão, à organização a que pertence;
- pertencer tanto à comunidade local como a uma comunidade profissional. Nesse sentido, é uma comunidade incorporada.

Nesta perspectiva, o mecanismo da inovação reside no desenvolvimento e partilha do conhecimento nas comunidades, na valorização do que se definia como inteligência organizacional ou 'pensamento prático': formas novas, criativas e

eficazes de realizar o seu trabalho e dar-lhe novos significados.

Observando o que destaca Mendez (2013), em que as organizações geralmente optam por usar uma combinação de diferentes ferramentas organizacionais, tanto internas quanto externas.

Segundo Brown e Ellis (2018) existem muitas alternativas para acelerar concretamente as iniciativas de Inovação,mas, para simplificar, podemos tentar agregá-las em duas famílias principais de ferramentas organizacionais:

- todas as ferramentas destinadas a replicar internamente os modelos de trabalho típicos das startups, explorando as atitudes e competências empreendedoras de alguns talentos dentro da organização, e que por isso se referem ao paradigma do Empreendedorismo Corporativo;
- Todas as ferramentas voltadas para o desenvolvimento da colaboração, em diferentes níveis de intensidade, com startups, abrindo as fronteiras da organização para esses players ou estimulando sua criação. Estas são, portanto, as ferramentas que vêm da "caixa de ferramentas" da Inovação Aberta.

Entre as principais ferramentas que visam favorecer a adoção de métodos de trabalho típicos de startups por empresas consolidadas, podemos citar dois exemplos, focados respectivamente na melhoria de produtos, serviços ou processos internos (Agile Team) e na experimentação de novos negócios complementares ao core business corporate (Innovation Lab) (MATSUMOTA, 2020).

A Indústria 4.0 representa uma revolução tecnológica que busca transformar o cenário industrial, promovendo maior eficiência, flexibilidade e competitividade. O termo foi introduzido em 2011 como parte de um projeto estratégico alemão para aumentar a produtividade industrial por meio de inovações de alta tecnologia (Bertulucci, 2016). Essa iniciativa tornou-se crucial para atender à crescente demanda por qualidade na indústria, impulsionando a busca por processos mais eficientes e adaptáveis.

A liderança da Alemanha nesse movimento reflete seu know-how em pesquisa, produção tecnológica e sistemas embarcados, elementos fundamentais para o desenvolvimento de indústrias inteligentes (Kagermann et al., 2013). Nesse contexto, a qualidade na indústria não se limita apenas ao produto final, mas se estende aos processos internos, à eficiência operacional e à capacidade de

adaptação a mudanças no ambiente de negócios.

Essa revolução tecnológica impacta não apenas a produção, mas também redefine a organização do trabalho na indústria. Os trabalhadores passam a desempenhar funções de decisão, aproveitando a monitorização em tempo real e a flexibilidade dos processos (Kagermann et al., 2013). Planos de treinamento e aprendizagem contínua tornam-se cruciais para garantir que os colaboradores estejam preparados para as demandas de uma indústria cada vez mais tecnológica.

A utilização eficiente dos recursos é crucial para manter a competitividade na Indústria 4.0. Estratégias de redução de custos, focadas no uso eficiente de energia e matéria-prima, são essenciais para preservar o meio ambiente e sustentar uma indústria de qualidade (Kagermann et al., 2013). A responsabilidade ambiental torna-se, assim, uma componente intrínseca à qualidade na indústria moderna.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A forma de estudo foi delimitada na forma de pesquisa bibliográfica, no qual buscou analisar fontes, como livros, artigos, teses e outros documentos relevantes. No qual o objetivo principal é adquirir um entendimento do estado atual do conhecimento sobre o tema em questão.

A coleta dos dados teve como foco primeiramente checagem de elementos que pudessem melhor corresponder ao tema proposto, com isso foram delimitadas palavras-chave para a busca: Engenharia, inovação, projetos, inovação em projetos, inovação em engenharia, sustentabilidade na engenharia, engenharia do futuro, engenharia 3.0, engenharia 4.0. Além dessas palavras, algumas pesquisas foram realizadas com as palavras-chave em inglês: Engineering, Industry, Innovation, Application of technology, How to innovate in today 's world?, Changes in society, Innovation industry e Current Challenges.

Para essa coleta de dados, utilizamos como principal buscador o Google e sua ferramenta Google Scholar onde são reunidos artigos,publicações e diversos documentos acadêmicos.

O período temporal de pesquisa foi delimitado em publicações entre os anos 1990 até 2023. Com isso, possibilitando criar uma evolução histórica dos elementos que possam evidenciar a problemática proposta.

4 RESULTADOS

De acordo com Brum et al (2017), a formação do engenheiro encontra-se diante de desafios significativos no atual panorama de rápidas transformações tecnológicas e sociais. À medida que a complexidade dos problemas contemporâneos aumenta, é imperativo que os engenheiros cultivem uma perspectiva sistêmica, considerando as interações entre tecnologia, sociedade e meio ambiente. Isso requer uma expansão do escopo tradicional da formação técnica para abranger aspectos éticos, sociais e ambientais. A rápida evolução tecnológica exige uma constante atualização dos engenheiros, tornando a aprendizagem contínua uma competência essencial para a adaptabilidade ao longo da carreira. Além das habilidades técnicas, as habilidades interpessoais tornam-se cruciais, destacando a importância da comunicação eficaz, trabalho em equipe e liderança.

Figura 3. O desafio da engenharia



Fonte: Jornal Plural. (2020).

A internacionalização da engenharia representa um desafio marcante, exigindo que os engenheiros desenvolvam compreensão intercultural e habilidades de colaboração em ambientes multiculturais. A interdisciplinaridade emerge como um desafio, visto que muitos problemas contemporâneos não se enquadram em categorias tradicionais. A formação empreendedora é cada vez mais necessária, pois os engenheiros são chamados a transformar ideias inovadoras em soluções práticas e economicamente viáveis. A sustentabilidade é inescapável na formação do engenheiro moderno, exigindo a consideração de impactos ambientais, sociais e econômicos nas decisões de engenharia.

A formação do engenheiro deve ser inclusiva, promovendo a diversidade e equidade de gênero. A integração de habilidades de comunicação no currículo de engenharia é essencial para traduzir conceitos técnicos complexos para diferentes públicos, incluindo stakeholders não técnicos. Esses desafios refletem a necessidade contínua de adaptação e evolução na formação do engenheiro, destacando a importância de uma abordagem abrangente e inovadora para preparar os profissionais para os complexos cenários do século XXI (BRASIL, 2019).

Diesel, Baldez e Martins (2017) sublinham a importância do método ativo, considerado sinônimo de metodologias ativas. Em contrapartida ao método tradicional, centrado na transmissão unidirecional de informações, o método ativo destaca-se ao colocar os estudantes no epicentro do processo educativo. Essa abordagem visa promover a construção colaborativa do conhecimento, estimulando a autoaprendizagem, a pesquisa e a reflexão, culminando em tomadas de decisão informadas. Essa mudança de foco, ao passar do ensino para a aprendizagem, reflete uma evolução nas práticas pedagógicas, buscando adaptar-se às necessidades contemporâneas de formação mais participativa e contextualizada.

O pensamento filosófico de John Dewey, conforme destacado por De Souza e Martineli (2009), desencadeou o movimento educacional conhecido como "Escola Nova", marcando um marco significativo na renovação de ideias e práticas pedagógicas. O impacto das ideias de Dewey no Brasil foi notável durante dois momentos distintos: primeiro, através da atuação política de Anísio Teixeira (1900-1971); e segundo, ao ser incorporado à formação de professores, particularmente na concepção do "Professor Reflexivo". Mendonça e Adaid (2018) ressaltam que, mesmo sete décadas após suas obras, o legado de Dewey permanece atual, especialmente na preocupação com a experiência docente e na busca por uma redefinição da relação entre educador e educando, visando a construção de uma educação mais atualizada.

Mendez (2013) enfatiza a combinação de diferentes ferramentas organizacionais, tanto internas quanto externas, nas estratégias de Transformação Digital. Ferramentas destinadas a replicar internamente os modelos de trabalho típicos de startups e aquelas voltadas para o desenvolvimento da colaboração com startups emergem como abordagens distintas para acelerar a Transformação Digital. O estabelecimento de ecossistemas de inovação colaborativos, que reúnem organizações, startups, universidades e outros atores, torna-se uma estratégia eficaz para impulsionar a inovação e a adoção de tecnologias disruptivas.

As mudanças na organização do trabalho são inerentes à Indústria 4.0, com a automação e a inteligência artificial redefinindo funções e exigindo novas habilidades dos colaboradores. Estratégias proativas de gestão de mudanças, incluindo treinamento contínuo e requalificação, são fundamentais para preparar os

colaboradores para os novos desafios. A eficiência de recursos na Indústria 4.0 é sinônimo de sustentabilidade e competitividade. Abordagens como a manufatura enxuta e a otimização de processos são essenciais para maximizar a eficiência operacional, reduzir o desperdício e melhorar a sustentabilidade.

A inovação nos projetos é um imperativo estratégico para as organizações em um ambiente global cada vez mais competitivo. A liderança eficaz desempenha um papel central na promoção de uma cultura de inovação. Líderes visionários definem uma visão clara, incentivam a criatividade e proporcionam um ambiente que valoriza o aprendizado com falhas. A implementação bem-sucedida de inovações em projetos exige a definição de métricas de desempenho específicas (P15), que vão além dos indicadores tradicionais de sucesso e consideram o grau de inovação, a aceitação do mercado e o impacto na competitividade.

A tecnologia, como impulsionadora da inovação, desempenha um papel catalisador ao fornecer ferramentas avançadas de análise de dados, automação de processos e comunicação eficaz. A integração de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e blockchain, pode revolucionar a forma como os projetos são concebidos e executados. A perspectiva institucional na gestão da inovação é essencial para alinhar estratégias inovadoras com valores organizacionais e normas éticas. A integração de uma abordagem ética e socialmente responsável é um componente essencial para garantir que a inovação contribua para o bem comum.

Neste contexto, a gestão eficaz da propriedade intelectual torna-se crucial para proteger os investimentos em pesquisa e desenvolvimento e garantir a competitividade a longo prazo. A colaboração com parceiros externos, incluindo outras empresas, instituições de pesquisa e startups, pode enriquecer os projetos com conhecimentos especializados e perspectivas inovadoras. Estratégias de inovação aberta, que envolvem a cocriação de valor com partes interessadas externas, têm o potencial de impulsionar a inovação de maneiras inesperadas.

De acordo com Maravalhas et al. (2005), o Pensamento Analítico, com sua ênfase em raciocínio lógico, processos estruturados e verificação metódica, emerge como uma habilidade fundamental que será cobrada em diversos contextos, seja nas demandas do ambiente profissional, nas interações diárias, nas esferas familiares ou na contribuição para a sociedade em geral.

Para Maravalhas et al. (2005), a capacidade de questionamento e conclusão

não se restringe apenas ao domínio técnico, mas estende-se a uma postura reflexiva em relação aos conhecimentos já adquiridos e à disposição para aprender continuamente. Os autores defendem que a formação do engenheiro deve capacitá-los a enfrentar desafios não apenas com base em soluções pré-existentes, mas também incentivá-los a contribuir de maneira significativa para a evolução do conhecimento e para a melhoria contínua dos processos, tanto no âmbito empresarial quanto nas esferas pessoais e sociais. Essa abordagem ampla visa preparar os engenheiros não apenas como especialistas técnicos, mas como agentes de pensamento crítico e inovação em suas comunidades e na sociedade em geral.

A formação do engenheiro no Brasil enfrenta desafios complexos decorrentes das demandas contemporâneas e da necessidade de preparar profissionais para um cenário globalizado e tecnologicamente avançado. A abordagem pedagógica tradicional, centrada em conteúdos teóricos e disciplinas isoladas, necessita de uma revisão para incorporar uma visão mais integrada e interdisciplinar, capaz de lidar com a crescente complexidade dos problemas enfrentados pelos engenheiros (Maravalhas et al., 2005).

A rápida evolução tecnológica, especialmente na era da Indústria 4.0, impõe desafios significativos à educação em engenharia no Brasil. A necessidade de formar profissionais aptos a lidar com automação avançada, inteligência artificial e Internet das Coisas requer uma atualização constante dos currículos para incorporar conhecimentos contemporâneos e promover a adaptabilidade dos engenheiros ao longo de suas carreiras (World Economic Forum, 2018).

A internacionalização da engenharia é outro desafio crucial. A globalização dos mercados e as colaborações internacionais destacam a importância de uma formação que vá além das fronteiras nacionais, incorporando perspectivas e práticas internacionais. Isso exige uma revisão na estrutura curricular e na ênfase em habilidades como comunicação intercultural e trabalho em equipes globais (Moraes, 1999).

O desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como pensamento crítico, criatividade e ética, é essencial na formação do engenheiro no Brasil. O foco apenas em competências técnicas pode resultar em profissionais incompletos, incapazes de lidar com as demandas éticas e sociais que surgem em contextos

profissionais complexos (BRASIL, 2019).

A interação mais estreita entre universidades e setor produtivo é um desafio adicional. A necessidade de alinhar a formação acadêmica com as demandas do mercado de trabalho requer parcerias efetivas entre instituições de ensino e empresas, garantindo que os engenheiros estejam preparados para os desafios práticos da indústria (BRASIL, 2019).

Tabela 1. Desafios gerais da engenharia no Brasil

DESAFIOS GERAIS
Desafios contemporâneos na formação (Brum et al., 2017). Necessidade de perspectiva sistêmica e aprendizagem contínua (Brum et al., 2017). Importância das habilidades interpessoais e internacionalização (Brum et al., 2017). Sustentabilidade, inclusividade e equidade de gênero (Brum et al., 2017). Formação empreendedora e habilidades de comunicação (Brum et al., 2017). Detalhamento do perfil do egresso e práticas pedagógicas (Brasil, 2019).

Tabela 2. Desafios da indústria no Brasil

DESAFIOS NA INDÚSTRIA
Redesenho organizacional na Indústria 4.0 (Basta et al., 2006; Brown e Ellis, 2018). Inteligência prática, mudanças na organização do trabalho e liderança eficaz (World Economic Forum, 2018). Gestão eficaz da propriedade intelectual e colaboração externa (World Economic Forum, 2018). Pensamento analítico, capacidade de questionamento e contribuição para a

evolução do conhecimento (Maravalhas et al., 2005).

Tabela 3. Desafios acadêmicos de formação de engenheiros

DESAFIOS NA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS
Revisão da abordagem pedagógica e adaptação constante dos currículos (Maravalhas et al., 2005; World Economic Forum, 2018).
Internacionalização, promoção da diversidade e equidade de gênero (Moraes, 1999).
Desenvolvimento de habilidades socioemocionais e interação entre universidades e setor produtivo (BRASIL, 2019).
Implementação de metodologias inovadoras de ensino (BRASIL, 2019).

A implementação efetiva de metodologias inovadoras de ensino, como aprendizagem ativa, projetos práticos e tecnologias educacionais, é crucial para envolver os estudantes, promover a autonomia e estimular a resolução de problemas, aspectos fundamentais na formação do engenheiro do século XXI (BRASIL, 2019).

De acordo com Santos et al. (2020), podemos ter dois valores fundamentais no contexto universitário: a liberdade acadêmica e a autonomia institucional. A Unesco propõe que o ensino superior, pautado por esses valores, busque três princípios essenciais para contribuir com o desenvolvimento humano sustentável: pertinência, qualidade e internacionalização. O princípio da internacionalização destaca a necessidade de uma presença global na pesquisa científica, algo que historicamente ocorreu nas universidades brasileiras com a presença de missões de professores estrangeiros desde o início do século XX. Entretanto, o novo cenário internacional coloca desafios, exigindo uma organização eficaz nos níveis social e estatal para evitar a marginalização no campo científico global.

Para Santos et al. (2020), o princípio da pertinência destaca a importância de a educação superior corresponder aos desafios da sociedade na era da globalização. Isso implica em proporcionar uma educação de qualidade, ao mesmo tempo acessível a uma ampla parcela da população em busca de qualificação. Para

atingir esses objetivos, a educação superior deve elevar o nível de qualidade em suas atividades, incluindo extensão, ensino e pesquisa, promovendo a interdisciplinaridade e expandindo a pesquisa em todos os níveis do ensino. A avaliação, independentemente da metodologia, é vista como um mecanismo crucial para elevar a qualidade das atividades universitárias, proporcionando respostas urgentes aos novos desafios da ciência e da sociedade. Esses princípios orientam a vocação científica e a responsabilidade humana dos pesquisadores, buscando contribuir de forma crítica e criativa para o progresso científico e social.

5 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação em engenharia desempenha um papel crucial na promoção da inovação em diversos contextos, incluindo indústrias, startups e centros de pesquisa. Ao longo dos anos, a engenharia tem evoluído não apenas como uma disciplina técnica, mas também como um catalisador para a transformação e o avanço em diferentes setores. Nesse cenário, é essencial investigar de que maneira essa formação pode contribuir de maneira efetiva para impulsionar a inovação.

Um aspecto fundamental a ser analisado é o desenvolvimento de habilidades técnicas durante a formação em engenharia. A compreensão aprofundada de conceitos e práticas técnicas fornece uma base sólida para enfrentar desafios complexos. Além disso, a formação proporciona uma imersão nas mais recentes tecnologias e metodologias, capacitando os engenheiros a se manterem atualizados diante das rápidas mudanças no panorama tecnológico.

A criatividade é outra competência essencial cultivada na formação em engenharia. A capacidade de pensar fora dos padrões convencionais, encontrar soluções inovadoras e conectar conceitos aparentemente distintos são elementos-chave para impulsionar a inovação. Essa mentalidade criativa é particularmente valiosa em ambientes dinâmicos, como startups, onde a agilidade e a capacidade de adaptação são cruciais.

O pensamento crítico, uma habilidade intrínseca à formação em engenharia, desempenha um papel central na promoção da inovação. Engenheiros são treinados para analisar problemas de maneira lógica e sistemática, identificando oportunidades de melhoria e propondo soluções fundamentadas. Essa abordagem crítica é um ativo valioso ao enfrentar desafios inerentes aos processos inovadores.

A multidisciplinaridade na formação em engenharia também merece destaque. A capacidade de integrar conhecimentos de diversas áreas proporciona uma visão abrangente, essencial para abordar problemas complexos que frequentemente transcendem as fronteiras tradicionais das disciplinas. Essa abordagem interdisciplinar é particularmente relevante em centros de pesquisa, onde a colaboração entre diferentes especialidades é crucial para avanços significativos.

Outro ponto relevante é a ênfase na resolução de problemas práticos durante

a formação em engenharia. A aplicação prática do conhecimento adquirido em projetos reais prepara os engenheiros para os desafios do mundo profissional, ao mesmo tempo em que fomenta a inovação por meio da busca por soluções concretas e eficientes.

A formação em engenharia também incute nos profissionais a importância da ética e da responsabilidade social. A inovação sustentável não apenas atende às demandas do mercado, mas também considera o impacto nas comunidades e no meio ambiente. Engenheiros éticos são fundamentais para direcionar a inovação de maneira responsável e alinhada com os valores sociais.

A comunicação eficaz é uma habilidade transversal que emerge durante a formação em engenharia e desempenha um papel vital na promoção da inovação. A capacidade de transmitir ideias complexas de maneira clara e persuasiva é essencial ao colaborar em equipes multidisciplinares, apresentar propostas inovadoras e obter apoio para implementação.

Além das competências técnicas, a formação em engenharia incentiva o empreendedorismo. Os engenheiros são frequentemente desafiados a transformar ideias inovadoras em soluções práticas e economicamente viáveis, impulsionando startups e contribuindo para o desenvolvimento econômico.

A formação em Engenharia de Materiais desempenha também um papel significativo na promoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, contribuindo para diversos aspectos relacionados ao desenvolvimento sustentável. Tratando-se do ODS 7 - Energia Limpa e Acessível os Engenheiros de Materiais podem desenvolver materiais avançados para tecnologias de energia renovável, como células solares, baterias de armazenamento de energia e tecnologias termossolares. Para contribuir com o ODS 9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura a Engenharia de Materiais contribui para o desenvolvimento de materiais mais eficientes e sustentáveis, beneficiando setores industriais e promovendo a inovação em processos e produtos. No ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis os engenheiros podem trabalhar para desenvolver materiais mais duráveis, recicláveis e de baixo impacto ambiental, promovendo práticas de consumo e produção responsáveis.

Alguns Objetivos podem não parecer diretamente ligados à engenharia como um todo, mas essa formação pode contribuir efetivamente para resolução de questões que fogem exclusivamente de problemas industriais como o ODS 13 -

Ação Contra a Mudança Global do Clima uma vez que o engenheiro pode desenvolver materiais leves e resistentes para a indústria de transporte podendo contribuir para a redução das emissões de carbono, enquanto avanços em isolamento térmico ajudam a aumentar a eficiência energética de edifícios. Também através do ODS 14 - Vida na Água a engenharia de materiais desempenha um papel na criação de revestimentos antifouling que reduzem a poluição nos oceanos ao evitar a aderência de organismos em cascos de navios. ODS 15 - Vida Terrestre em que os profissionais podem contribuir para desenvolver materiais sustentáveis para a construção civil e a indústria madeireira, bem como métodos de reciclagem eficientes, pode ajudar na conservação dos ecossistemas terrestres. Ou também através do ODS 17 - Parcerias para a Realização dos Objetivos onde colaborações entre engenheiros de materiais, indústrias, governos e organizações não governamentais são essenciais para alcançar os ODS, promovendo a aplicação prática de soluções inovadoras.

Em resumo, a Engenharia de Materiais desempenha um papel crucial na criação de soluções sustentáveis, contribuindo para vários ODS e ajudando a moldar um futuro mais equitativo e ambientalmente consciente.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. R. C. F. de. Transformação digital na administração pública: estudo de caso. 2019.

ANTUNES, D.J.N. Capitalismo e desigualdade. Tese de Doutorado apresentado ao Instituto de Economia da UNICAMP, Campinas, 2011.

BASTA, D., MARCHESINI, F. R. A, OLIVEIRA, J. A.F.S., SEIXAS, J.C. Fundamentos de marketing. 7o edição – Rio de Janeiro: Editora FGV,2006.

BANIB. 8 inovações na engenharia civil. Site Banib, 2019. Disponível em: < <https://blog.banib.com/inovacoes-na-engenharia-civil-para-os-proximos-anos/>> Acesso em: 25/12/2023.

BERTULUCCI, C. S. O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo, Citisystems, 2016.

BERGER, P. L.; LUCKMANN, T. The Social Construction of Reality. New York: Doubleday, 1967.

BRASIL, Resolução nº2 de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: Ministério da Educação, 2019.

BROWN, M., ELLIS, S. Hacking growth: a estratégia de marketing inovadora das empresas de crescimento mais rápido: Rio de Janeiro, Editora Alta Books, 2018.

BRUM, K. F et al. Aprendizagem ativa no ensino de engenharia de métodos: uma experiência no CEFET/RJ. **Revista Produção Online**, v.17, n.3, 2017.

CAULCUTT, R. Why is Six Sigma so successful? Journal of Applied Statistics, v. 28, n. 3-4, p. 301-306, 2001.

CASTILHOS, C. C. Inovação. In: CATTANI, A. D.; HOLZMANN, L. (Org.). **Dicionário de trabalho e tecnologia**. Porto Alegre: Zouk, 2011.

COLLINS, R. The Credential Society. New York: Academic Press, 1979.

COOPER, G.K. Rapid Prototyping Technology Selection and Application. New York, Marcel Dekker Inc, 2001.

CORIAT, B. Pensar pelo Averso: Modelo Japonês de Trabalho e Organização. Rio de Janeiro: Editora Revan UFRJ, 1994.

CSSC. Six Sigma: A Complete Step-by-Step Guide. Buffalo: The Council for Six Sigma Certification, 2018.

DAVILA, T. et al. Making Innovation Work: How to Manage It, Measure It, and Profit from It. New Jersey: Pearson Education, 2006.

DADECCA, C.S. Trabalho, Financeirização, Desigualdade. Texto de discussão IE UNICAMP, 2010.

DEDECEK, R. A.; GALDINO, S.; VIEIRA, L. M. Perdas de solo e água em pastagens cultivadas em solo arenoso da Bacia do Taquari, MS. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2006.

DIMAGGIO, P. J.; POWELL, W. W. The Iron Cage Revisited: Institutional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields. American Sociological Review, v. 48, 1983.

DINIZ, J. H. Gestão de Projetos de Inovação. Techoje, Belo Horizonte, 2011.

DUTTA, S et al. (Global Innovation Index: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis. Geneva, Switzerland: WIPO 2021

ECKES, G. Six Sigma for Everyone. John Wiley & Sons Inc: New Jersey, 2003.

EISENHARDT, K. M. Agency and Institutional Theory Explanations: The Case of Retail Sale Compensation. Academy of Management Journal, p. 488-511, 1988.

FAUSTINI, M.R., O comércio eletrônico como ferramenta estratégica de vendas para empresas: São Paulo, Unisalesiano, 2011.

FERREIRA, C.C. , GUTIERRES, L.F.F. A aprendizagem ativa por meio da prototipagem rápida em um curso de graduação em engenharia de energia. Revista Therma 21-3, 2022.

FIRJAN. Indústria 4.0. Federação da Indústria do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

FIRJAN. Internet das Coisas e Indústria 4.0 Abrem Novos Mercados. Federação da Indústria do Estado do Rio de Janeiro, 2016.

FREEMAN, C. The Economics of Industrial Innovation. MIT Press, 1982.

GARCIA, O. Robôs autônomos. Site Pedro Gracia, 2016.

GIBSON, J. L. et al. Organizações: Comportamento, Estrutura e Processos. São Paulo: McGraw-Hill. 2006.

GIBSON, J. L.; IVANCEVICH, J. M.; DONNELLY JR, J. H. e KONOPASKE, R. Organizações: Comportamento, Estrutura e Processos. São Paulo: McGraw-Hill. 2006.

GLOBO, **Inovação é aposta nas empresas de engenharia**. Jornal o Globo, 2020. Disponível em: <
<https://g1.globo.com/es/espírito-santo/especial-publicitario/timenow-consultoria-e-gestao-de-projetos/noticia/2020/09/25/inovacao-e-aposta-nas-empresas-de-engenharia.ghtml>> Acesso em: 25/12/2023.

HOBBSAWM, E. J. A Era das Revoluções: Europa 1789-1848. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2007.

LARSON, M. S. The Rise of Professionalism: A Sociological Analysis. Berkeley: University California Press, 1977.

MARAVALTHAS, M.R.G, et al. O desenvolvimento do pensamento analítico na formação do profissional engenheiro. XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia-Campina Grande 12 a 15 de setembro de 2005.

MEYER, J. W. The Impact of the Centralization of Educational Funding and Control on State and Local Organizational Governance. Stanford: Institute for Research on Educational Finance and Governance, 1979.

MOKYR, J. The Enlightened Economy: An Economic History of Britain, 1700-1850. Londres: Yale University Press, 2009.

MOORE, W. E. O Impacto da Indústria. Rio de Janeiro: Zahar, 1968.

MORAES, M.C. O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999.

OHNO, T. Sistema Toyota de Produção - Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 03 fev. 2024.

PANDE, M. Lean Six Sigma: O Guia Básico da Metodologia. Fortaleza: Editora CAE, 2021.

PEPPER, M et al. A. The Evolution of Lean Six Sigma. International Journal of Quality & Reliability Management, v. 27, n. 2, p. 138-155, 2010.

PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) 6ª edição. Newton Square, PA, 2017.

PMI. Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®) 5ª

edição. Newton Square, PA, 2013.

POHLMANN, K; FLOYD, J. A Estratégia Vive e Respira por Meio de Projetos. PM Network, v. 28, n. 4. 2014.

POLI, Plano Estratégico Poli. ESCOLA POLITÉCNICA da Universidade de S. Paulo. São Paulo: 2003.

PUGA, R. C et al. Gerenciamento de Projetos Seis Sigma. Artigo apresentado no V Seminário Internacional de Gestão de Projetos PMI São Paulo, Brasil Chapter. 2005.

RABECHINI JR., et al. O Monitoramento Tecnológico e as Decisões nas Empresas. In: Simpósio da Gestão da Inovação Tecnológica, São Paulo, 1996.

RAMOS, F.; et al. Gestão de Projetos através do DMAIC. Disponível em: Darly Fernando Andrade. (Org.). Seis Sigma Coletânea de Artigos. 1aed. Belo Horizonte: Poisson, 2017.

RAMELLA, F. Sociologia da Inovação Econômica. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2020.

REDMOND, W. H. Innovation, Diffusion, and Institutional Change. Journal of Economic Issues, v. 37, n. 3, 2003.

SANDER, C. Lean Seis Sigma: O Guia Básico da Metodologia. Fortaleza: Editora CAE, 2021.

SANTO, M. S. de M. “Eficiência do Sistema de Produção. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2005.

SANTOS, J.V.T. et al. A Universidade do futuro. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020.

SHAKER, K. Moldando a Inovação. PM Network, v. 29, n. 7, 2015.

SLACK, N. et. al. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 1999.

SINGH, J. V.; TUCKER, D. J.; HOUSE, R. J. Organizational Change and Organizational Mortality. Administrative Science Quarterly, v. 31, 1986.

SUMMERS, D.C.S. Six Sigma: Basic Tools and Techniques. Columbus: Pearson Prentice Hall, 2006.

TIDD, J et al. Managing Innovation: Integrating Technological, Market and Organizational Change. 3rd ed. England: John Wiley & Sons, 2005.

TORRES, L. F. Fundamentos do Gerenciamento de Projetos. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

TRAN, T. et al. Indoor positioning systems can revolutionize digital lean. In: Applied

Sciences, v. 11, n. 11, p. 5291, 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCar). Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia de Materiais. São Carlos, 2004

VAZ, M.J.M. O papel social do arquiteto e urbanista. Uma abordagem crítica e aplicada a partir da formação acadêmica. 9 Projetar-Arquitetura e Cidade: Privilégios, Conflitos e Possibilidades, Curitiba, 2019.

VIANA, A.C.A. Transformação digital na Administração Pública: do governo eletrônico ao governo digital. Revista Eurolatinoamericana de Derecho Administrativo, v. 8, n. 1, , 2021.

WERKEMA, C. Criando a Cultura Lean Seis Sigma. Elsevier Brasil, 2012.

WOMACK, J P.; KRAFCIK, J. F. Vinte e cinco anos de “lean”. São Paulo: Lean Institute Brasil 2013.

ZUCKER, L. G. Institutional Theories of Organization. Annual Review Sociology, v. 13, 1987.