

## APLICABILIDADE DOS FENÔMENOS FÍSICOS NAS ENGENHARIAS

APPLICABILITY OF PHYSICAL PHENOMENA IN ENGINEERING

APLICABILIDAD DE LOS FENÓMENOS FÍSICOS EN INGENIERÍA

Angélica Anacleto de Aguiar<sup>1</sup>

**RESUMO:** Esse artigo possui como intuito examinar, por intermédio de uma revisão de literatura, a aplicabilidade dos fenômenos físicos nas diversas ramificações da engenharia, ressaltando a ligação entre fundamentos teóricos físicos e suas implicações práticas na engenharia. A metodologia utilizada baseia-se na análise crítica de estudos científicos que abordam a aplicação de princípios físicos, principalmente no que se refere a termodinâmica, mecânica dos fluidos e eletromagnetismo, em projetos de engenharia civil, engenharia mecânica, engenharia elétrica e engenharia ambiental. Os resultados evidenciam a relevância dos fenômenos físicos para o entendimento dos conceitos básicos e construção de uma base sólida e segura. Além disso, notamos também, sua relevância para o desenvolvimento de tecnologias avançadas, eficiência energética e inovação estrutural. Destarte, conclui-se que a sólida compreensão dos princípios físicos vinculados com a prática atribuída às engenharias permitem a criação de soluções tecnológicas seguras, sustentáveis e eficientes, sendo, portanto, essencial para a evolução das práticas engenheiras.

**Palavras-chave:** Fenômenos Físicos. Física e Engenharia. Mecânica dos fluidos. Termodinâmica.

**ABSTRACT:** This article aims to examine, through a literature review, the applicability of theoretical bases in the various branches of engineering, highlighting the connection between physical theoretical foundations and their practical implications in engineering. The methodology used is based on the critical analysis of scientific studies that address the application of physical principles, mainly with regard to thermodynamics, fluid mechanics and electromagnetism, in civil engineering, mechanical engineering, electrical engineering and environmental engineering projects. The results highlight the relevance of physical phenomena for understanding basic concepts and building a solid and safe foundation. Furthermore, we also note its relevance for the development of advanced technologies, energy efficiency and structural innovation. Therefore, it is concluded that a solid understanding of the physical principles linked to the practice attributed to engineering allows the creation of safe, sustainable and efficient technological solutions, and is therefore essential for the evolution of engineering practices.

**Keywords:** Physical Phenomena. Physics and Engineering. Fluid mechanics. Thermodynamics.

---

<sup>1</sup>Discente do Curso de Graduação em Licenciatura em Física – Instituto Federal do Paraná, Campus Ivaiporã.

**RESUMEN:** Este artículo tiene como objetivo examinar, a través de una revisión de la literatura, la aplicabilidad de los fenómenos físicos en las diversas ramas de la ingeniería, destacando la conexión entre los fundamentos físicos teóricos y sus implicaciones prácticas en la ingeniería. La metodología utilizada se basa en el análisis crítico de estudios científicos que abordan la aplicación de principios físicos, principalmente en lo que respecta a la termodinámica, la mecánica de fluidos y el electromagnetismo, en proyectos de ingeniería civil, ingeniería mecánica, ingeniería eléctrica e ingeniería ambiental. Los resultados resaltan la relevancia de los fenómenos físicos para comprender conceptos básicos y construir una base sólida y segura. Además, también destacamos su relevancia para el desarrollo de tecnologías avanzadas, la eficiencia energética y la innovación estructural. Por lo tanto, se concluye que una comprensión sólida de los principios físicos vinculados a la práctica atribuida a la ingeniería permite la creación de soluciones tecnológicas seguras, sustentables y eficientes, y por tanto es esencial para la evolución de las prácticas de ingeniería.

**Palabras clave:** Fenómenos físicos. Física e Ingeniería. Mecánica de fluidos. Termodinámica.

## INTRODUÇÃO

A engenharia é um campo do conhecimento que se desenvolve a partir da aplicação prática de princípios físicos, fundamentais para a criação de soluções tecnológicas que atendam às necessidades humanas. Desde a Revolução Industrial, a qual interveio “com grande relevância na sociedade atual e principalmente o surgimento da Revolução tecnológica que tentamos absorver nos dias de hoje” (PASQUINI, 2020), a integração entre a física e a engenharia tem gerado avanços significativos em diversas áreas, como na construção civil, nos sistemas de transporte, na produção de energia e em processos industriais. Esses avanços são resultados diretos da compreensão dos fenômenos físicos, que, ao serem aplicados, possibilitam o desenvolvimento de soluções cada vez mais inovadoras e eficientes. Neste contexto, o estudo dos fenômenos físicos, como a mecânica dos fluidos, a termodinâmica e o eletromagnetismo, é essencial para o avanço da engenharia, sendo a base teórica sobre a qual se fundamentam muitos dos desenvolvimentos tecnológicos contemporâneos.

A relação entre teoria e prática se manifesta de forma clara na engenharia, à medida que os conhecimentos da Física são utilizados para resolver problemas práticos, aumentar a eficiência de processos e promover inovações que melhoram a qualidade de vida e impulsionam o desenvolvimento econômico. Destarte, o presente artigo de revisão de literatura propõe-se a investigar como os fenômenos físicos têm sido aplicados nas diversas áreas da engenharia, com o objetivo de identificar e analisar as principais tendências e desafios. Assim, o problema de pesquisa que orienta este estudo é: como os fenômenos físicos são utilizados para resolver

problemas complexos de engenharia e quais são as implicações desses fenômenos para o desenvolvimento de novas tecnologias?.

As hipóteses levantadas sugerem que a correta aplicação dos fenômenos físicos em projetos de engenharia podem resultar em sistemas mais eficientes, com menor impacto ambiental e maior sustentabilidade. “O sucesso em se prever ou simular quantitativamente o comportamento de um determinado meio depende de nossa capacidade de formular modelos matemáticos dos seus fenômenos físicos mais importantes.” (SILVA, et al., 2018). Além disso, considera-se que o avanço no entendimento desses fenômenos poderá abrir novas fronteiras tecnológicas, permitindo a criação de soluções inovadoras para desafios ainda não resolvidos.

Dessa forma, evidencia-se que o objetivo geral do presente trabalho se concentra em examinar a aplicabilidade dos fenômenos físicos na engenharia, destacando as áreas de maior relevância e os avanços mais recentes. Entre os objetivos específicos, pretende-se analisar as aplicações de fenômenos como a termodinâmica, o eletromagnetismo e a mecânica dos fluidos, discutir as inovações tecnológicas derivadas desses conceitos, além de apontar os desafios futuros na integração desses fenômenos com a prática da engenharia.

Tendo como base os pressupostos supramencionados, a relevância do presente artigo se justifica pela importância crescente da física aplicada na engenharia para o desenvolvimento de tecnologias que respondam a demandas contemporâneas por eficiência energética, sustentabilidade e inovação. A compreensão dos fenômenos físicos é fundamental tanto para a comunidade científica quanto para o setor industrial, pois ela promove o aprimoramento de processos e o desenvolvimento de soluções tecnológicas que têm impacto direto na sociedade.

## RELAÇÃO ENTRE A FÍSICA E AS ENGENHARIAS

A física constitui o alicerce fundamental para o estudo de todas as áreas da engenharia e da tecnologia, fornecendo os princípios necessários para a solução de problemas complexos e para a compreensão dos fenômenos que ocorrem constantemente ao nosso redor. Através do questionamento crítico, da investigação científica e da análise detalhada, a física possibilita a formulação de soluções que geram resultados concretos e relevantes para a sociedade. É a partir do entendimento desses princípios que se desenvolvem inovações e avanços tecnológicos capazes de transformar a realidade, atendendo às demandas práticas da vida cotidiana e promovendo melhorias contínuas nos mais diversos setores.

Neste contexto, o avanço da Física ao longo dos séculos XVII, XVIII e XIX foi determinante para a criação de um ambiente propício ao surgimento da Engenharia moderna, que se consolidou no século XIX ao passo que a tecnologia estava se expandindo, “e novas experiências podiam ser feitas, muitos novos instrumentos tinham sido construídos.” (TORIBIO, 2012). Durante esse período, a física passou por transformações profundas, com o estabelecimento de leis e teorias que possibilitaram uma compreensão mais precisa e quantitativa dos fenômenos naturais. Esse progresso científico gerou as bases teóricas que permitiram o desenvolvimento de novas técnicas e metodologias, diferenciando a engenharia moderna das práticas técnicas anteriores, que eram baseadas principalmente na experimentação empírica e na observação direta.

A principal inovação trazida pela Engenharia a partir do século XIX foi a sua capacidade de aplicar essas leis físicas de forma rigorosa e mensurável, utilizando modelos matemáticos para prever e controlar com precisão os resultados esperados em diversos projetos. Ao fazer uso dessas leis naturais quantitativas, a Engenharia superou os limites das técnicas antigas, permitindo a criação de máquinas, estruturas e sistemas de maneira mais eficiente e confiável.

O uso sistemático e matemático das leis físicas representou uma verdadeira revolução no campo da engenharia, transformando-a em uma disciplina científica que integra o conhecimento teórico com a aplicação prática, e proporcionando inovações que impactam diretamente a sociedade e o desenvolvimento tecnológico. Dessa forma, o desenvolvimento da Física não somente possibilitou o surgimento da Engenharia moderna, mas também moldou sua essência, ao proporcionar um arcabouço teórico robusto que continua a orientar as inovações até os dias atuais.

Assim, a aplicabilidade dos fenômenos físicos na engenharia é uma área de estudo que fundamenta a prática engenheira, oferecendo uma base teórica e prática para a resolução de problemas complexos e para a inovação tecnológica, pois, a física fornece os princípios e modelos necessários para entender e aplicar os conceitos fundamentais em diversos ramos da engenharia, como mecânica dos fluidos, termodinâmica, eletromagnetismo e mecânica clássica.

A Mecânica dos Fluidos, especificamente, é o ramo da Física que estuda o comportamento de líquidos e gases, tanto em repouso quanto em movimento. Os princípios de conservação de massa, momento e energia são fundamentais na mecânica dos fluidos. “Os fluidos, do ponto de vista físico – químico, são conjuntos de partículas unidas por forças fracas

que permitem por meio de uma força externa a variação das posições de suas moléculas”. (ÁLVAREZ, 2019)

A conservação de massa, frequentemente abordada através da equação da continuidade, assegura que a massa de um fluido permaneça constante ao longo de um fluxo, independentemente das mudanças na área da seção transversal. Neste contexto, essa premissa é essencial para o design de sistemas de tubulação e para a análise de escoamentos em diferentes aplicações.

Igualmente, a conservação do momento, descrita pelas equações de Navier-Stokes, é usada para modelar o movimento dos fluidos, levando em consideração a viscosidade e as forças internas do fluido. Essas equações são aplicadas para prever o comportamento de fluidos em diversos cenários, como o fluxo de ar ao redor de aeronaves ou a dinâmica de fluidos em sistemas de drenagem, conservação de massa, momento e energia são fundamentais na mecânica dos fluidos.

Tendo como base os pressupostos supramencionados, evidencia-se que a conservação da energia em sistemas de fluidos é descrita pelos princípios da termodinâmica, que tratam das trocas de calor e trabalho entre o fluido e o ambiente conservação de massa, momento e energia são fundamentais na mecânica dos fluidos. “A solução de problemas em engenharia envolvendo escoamentos de fluidos e transferência de calor geralmente são mais complicadas por se tratar de equações diferenciais parciais que raramente possuem soluções analíticas” (ANDRADE, 2010).

941

Na engenharia civil, o estudo da hidráulica utiliza esses princípios para projetar e otimizar sistemas de abastecimento de água, drenagem e controle de enchentes. Em engenharia aeroespacial, a aerodinâmica é uma aplicação específica da mecânica dos fluidos que analisa como o ar se comporta ao redor de superfícies de voo, influenciando o desempenho e a eficiência das aeronaves e veículos espaciais, conservação de massa, momento e energia são fundamentais na mecânica dos fluidos.

Em continuidade, a Termodinâmica “atém a estudar as interações energéticas, associadas às dimensões de calor e força, e suas consequências macroscópicas provenientes dos processos microscópicos estudados num dado sistema” (FILHO, 2021). Faz-se necessário ressaltar que, no cenário contemporâneo, existem quatro leis básicas que conduzem o estudo da termodinâmica, a Lei Zero, a Primeira, Segunda e Terceira Leis da Termodinâmica. Entretanto, no que se refere à engenharia, utilizamos comumente a primeira e segunda leis.

A primeira lei da termodinâmica, ou lei da conservação da energia, estabelece que a energia não pode ser criada nem destruída, apenas transformada. Em sistemas engenheiros, essa lei é aplicada para calcular a eficiência de ciclos termodinâmicos, como aqueles utilizados em motores de combustão interna e turbinas a vapor. A transformação de energia térmica em trabalho mecânico é uma aplicação direta desta lei e, é essencial para a operação de máquinas e sistemas de geração de energia.

Complementarmente, salienta-se que a segunda lei da termodinâmica aborda a direção dos processos naturais e a irreversibilidade dos mesmos, introduzindo o conceito de entropia. Esta lei é fundamental para entender a eficiência dos sistemas de conversão de energia e para o desenvolvimento de processos que minimizem perdas energéticas. Neste contexto, a segunda lei implica que todos os processos naturais tendem a aumentar a entropia, o que afeta a eficiência dos ciclos termodinâmicos e a operação de sistemas térmicos.

O conceito de entalpia, que relaciona a energia interna e o trabalho realizado pelo sistema, é fundamental na engenharia de processos químicos e na engenharia de refrigeração. A entalpia permite o cálculo das mudanças de energia em processos de troca de calor e é utilizada para projetar e otimizar sistemas de aquecimento, ventilação e climatização.

Seguidamente, ainda evidenciando a aplicabilidade dos conceitos físicos na engenharia, destaca-se que o eletromagnetismo estuda a interação entre campos elétricos e magnéticos e é fundamental para a engenharia elétrica e eletrônica. A teoria eletromagnética é usada para o design e a análise de circuitos elétricos, dispositivos eletrônicos e sistemas de comunicação.

As equações de Maxwell descrevem os fenômenos eletromagnéticos e fornecem um modelo unificado para os campos elétricos e magnéticos. Essas equações são aplicadas para o desenvolvimento de tecnologias como antenas, sistemas de radar e comunicação sem fio. Elas permitem a previsão e a análise de como os campos eletromagnéticos interagem com os materiais e como os sinais são transmitidos e recebidos em diferentes meios. Para estruturar a sustentação do eletromagnetismo clássico, Maxwell desenvolveu quatro equações que permitiram caracterizar os vínculos entre o campo elétrico e o campo magnético. “A lei de Gauss da eletricidade e a lei da Faraday-Lenz são duas equações de Maxwell que dizem respeito às duas formas de geração de campo elétrico e a lei de Gauss do magnetismo e a lei de Ampère-Maxwell relacionam à geração de campo magnético”. (SIQUEIRA, 2021)

O princípio da indução eletromagnética, que descreve a geração de uma força eletromotriz em um condutor quando exposto a um campo magnético variável, é fundamental

para o funcionamento de transformadores e geradores. Esse princípio é a base para a conversão de energia elétrica e a transmissão de eletricidade em sistemas de geração e distribuição de energia.

Na engenharia de telecomunicações, o eletromagnetismo é aplicado para o design de sistemas de comunicação óptica e a modulação de sinais, que são essenciais para a transmissão eficiente de dados em redes de comunicação. Já a teoria dos circuitos, a qual trata leis como a Lei de Ohm e as leis de Kirchhoff, é aplicada para o design e a análise de circuitos eletrônicos, garantindo o funcionamento adequado dos dispositivos e sistemas.

Destarte, a mecânica clássica, igualmente relevante no contexto da engenharia, lida com as leis do movimento e as forças que atuam sobre os corpos. Esses princípios são aplicados em engenharia estrutural e dinâmica para analisar e projetar sistemas e estruturas.

No que se refere às leis de Newton, a primeira Lei, ou Lei da Inércia, afirma que um corpo em repouso permanecerá em repouso e um corpo em movimento continuará se movendo a uma velocidade constante, a menos que uma força externa atue sobre ele. Este princípio é fundamental para a análise do comportamento de estruturas e sistemas dinâmicos, permitindo prever como as forças externas afetam a integridade e a estabilidade das construções. A segunda lei de Newton, que relaciona força, massa e aceleração, é utilizada para calcular as forças e os movimentos em sistemas dinâmicos. Em engenharia estrutural, a análise das tensões e deformações em materiais e estruturas é baseada nessa lei, permitindo o design de construções que suportam cargas aplicadas sem falhar. A terceira lei de Newton, afirma que para toda ação há uma reação de igual intensidade e direção oposta, é fundamental para entender as interações entre componentes em sistemas mecânicos e dinâmicos. Este princípio é aplicado no design de mecanismos e na análise de sistemas de controle, como robôs e sistemas de automação, garantindo o funcionamento eficiente e seguro dos dispositivos.

De acordo com os pressupostos supramencionados, evidencia-se que a integração dos princípios físicos na engenharia frequentemente envolve a aplicação de técnicas de modelagem matemática para resolver problemas complexos e prever o comportamento de sistemas. A análise de elementos finitos é usada para resolver problemas de engenharia dividindo um sistema complexo em elementos menores e mais simples, facilitando a análise detalhada das tensões, deformações e comportamentos estruturais. Essa técnica é aplicada em diversas áreas, como engenharia civil e mecânica, para projetar e otimizar estruturas e componentes. Igualmente a dinâmica de fluidos computacional permite a simulação do comportamento de



fluidos em diferentes condições, utilizando métodos numéricos para resolver as equações que descrevem o fluxo de fluidos.

Nota-se, neste contexto, que as técnicas de modelagem matemática são essenciais para a engenharia, pois permitem a previsão precisa do desempenho de sistemas e a otimização de projetos para atender a requisitos específicos. A capacidade de traduzir princípios físicos em modelos matemáticos e simulações computacionais é fundamental para a inovação e a resolução de desafios tecnológicos.

## METODOLOGIA

A metodologia adotada para o devido desenvolvimento do presente trabalho foi essencialmente baseada em uma revisão de literatura, com o objetivo de identificar, analisar e sintetizar a aplicabilidade dos fenômenos físicos em diferentes áreas da engenharia. A revisão de literatura, como método de pesquisa, tem como finalidade proporcionar uma análise crítica e sistemática de publicações acadêmicas relevantes ao tema, permitindo construir um panorama abrangente e atualizado sobre o uso dos conceitos físicos em projetos de engenharia. Esse método é adequado para consolidar o conhecimento existente, identificar lacunas e apontar novas direções de pesquisa.

Destarte, para assegurar a qualidade e relevância das fontes utilizadas, foram estabelecidos critérios rigorosos de inclusão. Foram considerados somente artigos científicos publicados em periódicos reconhecidos, livros e dissertações/teses disponíveis em bases de dados acadêmicas como Scielo e Google Acadêmico.

Como parte do processo de delimitação do escopo, foram incluídos estudos que abordam explicitamente a aplicação de fenômenos físicos, como termodinâmica, mecânica dos fluidos e eletromagnetismo, em soluções de engenharia, garantindo a pertinência ao tema central. Documentos sem embasamento teórico ou científico, como artigos de opinião, editoriais e resenhas críticas, foram descartados. Estudos que não tratavam diretamente da relação entre os fenômenos físicos e a engenharia, ou que abordavam o tema de forma tangencial, foram igualmente excluídos.

Seguidamente, os dados extraídos dos estudos foram categorizados de acordo com o fenômeno físico discutido e a área de engenharia associada. A análise comparativa permitiu identificar padrões de aplicação, inovações tecnológicas e desafios enfrentados na



implementação de conceitos físicos na prática da engenharia. Também foi dado destaque às tendências emergentes e às lacunas de pesquisa indicadas pela literatura.

A metodologia, ao adotar uma revisão de literatura, proporciona uma visão ampla das aplicações dos fenômenos físicos na engenharia, oferecendo uma base sólida para futuras pesquisas e inovações. O rigor aplicado na seleção das fontes assegura que a análise realizada seja fundamentada em publicações de alta qualidade, promovendo um debate relevante tanto para a academia quanto para a prática profissional.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos na aplicação dos princípios físicos na engenharia demonstram a profundidade e a relevância desses conceitos na prática das engenharias. A física, ao fornecer uma base teórica sólida, permitiu avanços significativos na engenharia, evidenciando como a compreensão detalhada dos fenômenos naturais é crucial para o desenvolvimento tecnológico e a inovação.

A exemplo, a mecânica dos fluidos tem sido fundamental para a engenharia civil e aeroespacial. A aplicação dos princípios de conservação de massa, momento e energia na análise de escoamentos permite o design eficiente de sistemas de tubulação e o desenvolvimento de aeronaves com melhor desempenho aerodinâmico. A conservação da massa, descrita pela equação da continuidade, assegura a precisão no dimensionamento de sistemas de abastecimento e drenagem, enquanto a conservação do momento, descrita pelas equações de Navier-Stokes, possibilita a previsão precisa do comportamento de fluidos em diversos cenários. “As diferenças de comportamento dos fluidos em escoamento podem ser justificadas por suas propriedades intrínsecas. Fluidos como a água e o óleo apresentam algumas propriedades muito semelhantes como a massa específica  $\rho$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]”. (VILANOVA, 2011) No entanto, o comportamento destes, tendem a ser diferentes quanto ao escoamento e, uma das características que influem nesse processo é a viscosidade.

Grande quantidade dos condutos utilizados para o transporte de fluidos apresentam seccionamento transversal encíclico. “Normalmente, as tubulações de água, mangueiras hidráulicas e outros condutos apresentam seção transversal circular e são projetados para suportar uma diferença de pressão considerável [...] sem se deformar”. (MUNSON, et al., 2004)

Ao relacionarmos um avião voando por entre o ar parado, “a força que atua nos corpos imersos num fluido que apresenta movimento é resultado da interação entre o corpo e o fluido”. (MUNSON, et al., 2004) Dessa forma, o movimento alusivo entre o ar e o corpo em questão, engendra forças sobre ele na mesma dimensão em que o corpo intensifica a massa de ar em que se encontra imerso. Quando um “corpo em movimento ou submetido ao escoamento sofre tanto a ação de forças anormais à sua superfície, de pressão, bem como de forças tangenciais, de atrito. A força total resultante depende das características do escoamento, da força do corpo e da sua posição de escoamento.” (SÓRIA, 2006)

Além disso, alguns dos princípios fundamentais da física, como a terceira lei de Newton e o princípio de Bernoulli são utilizados para compreender a criação da força de sustentação.

Quando uma asa se desloca através do ar, o escoamento se divide em uma parcela direcionada para a parte superior e uma para a parte inferior da asa. [...] Se existir um ângulo positivo entre a asa e a direção do escoamento, o ar é forçado a mudar de direção, assim, a parcela de escoamento na parte inferior da asa é forçada para baixo e em reação a essa mudança de direção do escoamento na parte inferior da asa, a mesma é forçada para cima, ou seja, a asa aplica uma força para baixo no ar e o ar aplica na asa uma força de mesma magnitude no sentido de empurrar a asa para cima. (RODRIGUES, 2014)

A geração dessa força de sustentação, é perceptível através da terceira lei de Newton, também conhecida como a lei de ação e reação, a qual enuncia que, para toda ação há uma reação de igual intensidade e direção oposta. Ademais, o princípio de Bernoulli explica tal fator através do escoamento no contorno do aerofólio através de seu enunciado que “estabelece que, quando um fluido, passando por um tubo, atinge uma restrição ou estreitamento desse tubo, a velocidade do fluido que passa por essa restrição é aumentada e sua pressão reduzida”. (ABREU, [s.d.])

Na engenharia termodinâmica, os princípios da primeira e segunda leis da termodinâmica têm um impacto direto na eficiência dos ciclos termodinâmicos e na otimização de sistemas de conversão e armazenamento de energia. A primeira lei, que estabelece a conservação da energia, é aplicada para calcular a eficiência de motores e turbinas. A exemplo, vemos que a locomotiva de um trem produz movimento “devido ao motor ficar repetindo continuamente o mesmo ciclo. Ao término de um ciclo, o estado do sistema volta ao mesmo ponto de origem, e portanto a energia interna é exatamente a mesma, logo a variação total da energia interna ao longo do ciclo é nula”. (RODRIGUES, 2011)

Prontamente, nem todas as mudanças de caráter físico acometidos em um sistema e que são equivalentes ao princípio de conservação de energia atendem ao enunciado da segunda lei

da termodinâmica. Esta lei que introduz o conceito de entropia é fundamental para o desenvolvimento de processos que minimizem as perdas energéticas ao fixar restrições para conversões de energia. A entropia conceitua a transformação interna de um sistema mensurando o grau de desarranjo das partículas existentes em um sistema físico. Em suma, “a entropia é diferente da energia no sentido de que a entropia não obedece a uma lei de conservação. A energia de um sistema fechado é conservada; ele permanece constante. Nos processos irreversíveis, a entropia de um sistema fechado aumenta”. (HALLIDAY, et al, 2009) Com relação a entalpia, esta é definida como uma energia térmica vinculada a um processo químico e, como seu conceito está relacionado à energia interna e trabalho realizado, esta função termodinâmica é essencial para o design de sistemas de aquecimento e climatização.

O eletromagnetismo, por sua vez, tem revelado a importância das equações de Maxwell e do princípio da indução eletromagnética na engenharia elétrica e eletrônica. A aplicação das equações de Maxwell no design de circuitos elétricos e sistemas de comunicação tem possibilitado a criação de tecnologias avançadas, como antenas e sistemas de radar. “No âmbito relacionado ao rastreamento de objetos com o uso de radares, analisa-se a propagação da onda por irradiação no meio aberto, podendo ser o vácuo ou a atmosfera da Terra, havendo perda de potência do sinal transmitido à medida que este se afasta do elemento irradiador” (ARAÚJO, 2022) sendo neste caso, o fenômeno atribuído às antenas. As antenas que dispõem da habilidade de irradiar potência com a mesma eficácia em direções simultâneas são conhecidas por isotrópicas. “A irradiação e o mecanismo de propagação em meio aberto resultam em uma densidade de potência eletromagnética igual em qualquer ponto presente à mesma distância da origem, decaindo com o quadrado da distância”. (ARAÚJO, 2022)

A indução eletromagnética, que descreve a geração de força eletromotriz, é a base para a operação de transformadores e geradores, essencial para a conversão e transmissão de energia elétrica. O processo de geração de energia elétrica, a exemplo a partir de usinas hidrelétricas, “ocorre em duas etapas, sendo a 1ª transformar a energia potencial gravitacional em energia cinética em uma máquina primária e, na 2ª, um gerador elétrico é acoplado à máquina primária para transformar a energia cinética em energia elétrica.” (VASCONCELOS, 2017) “Na geração de energia elétrica uma tensão alternada é produzida, a qual é expressa por uma onda senoidal, com frequência fixa e amplitude que varia conforme a modalidade do atendimento em baixa, média ou alta-tensão”. (FIGUEIREDO, 2014) Essa onda senoidal, mantém a frequência constante enquanto modifica apenas sua amplitude ao passo que se propaga pelo

sistema elétrico por meio dos transformadores. O transformador é uma máquina elétrica estática essencialmente composta por partes imóveis, versado em transformar os valores de corrente elétrica e tensão em valores almejados. O enrolamento em seu interior e que recebe a tensão vinda da rede é conhecido por enrolamento primário e, o enrolamento que abastece a tensão para a carga chama-se enrolamento secundário.

Outrossim, a mecânica clássica continua a desempenhar um papel fundamental na engenharia estrutural e dinâmica. A aplicação das leis de Newton permitem a análise e o design de estruturas e sistemas dinâmicos, garantindo a integridade e a estabilidade das construções. A primeira lei de Newton, permite prever o comportamento de estruturas em resposta a forças externas “tendo em vista que as ações sobre as estruturas são em geral dinâmicas, devendo ser consideradas as forças de inércia associadas às acelerações a que cada um dos seus componentes fica sujeito”. (AZEVEDO, 2003) A segunda lei, que relaciona força, massa e aceleração, é utilizada para calcular tensões e deformações, facilitando o design de construções que suportam cargas aplicadas.

Os estudos acerca da dinâmica estrutural, situada entre a matemática física e a mecânica, remontam desde Aristóteles, passando por Parmênides e Heráclito, Galileu Galilei, entre tantos outros estudiosos até chegar na contemporaneidade, graças ao advento tecnológico. “A necessidade de armazenar todos os conhecimentos teóricos e de acelerar os extensos processos de cálculo estrutural, apelou a que se direcionassem os avanços computacionais para as áreas da engenharia computacional” (SERPA, 2015) o que, por sua vez, neste tempo, configura um território independente e compatível com diversas ramificações da engenharia. Em certa proporção de eventos ligados à análise dinâmica de sistemas estruturais, pode-se reduzir o protótipo matemático de um sistema contínuo para um protótipo com fatores discretos. Os conceitos físicos primordiais referentes “sistema mecânico estrutural linear sujeito a uma fonte externa de excitação, ou carregamento dinâmico, são sua massa, suas propriedades elásticas como rigidez ou flexibilidade, e um mecanismo de dissipação de energia ou amortecimento”. (LOPES, 2017)

Os métodos de modelagem matemática, como a análise de elementos finitos e a dinâmica de fluidos computacional, têm mostrado ser essenciais para a engenharia moderna. A análise de elementos finitos permite a subdivisão de sistemas complexos em partes menores e mais simples, facilitando a análise detalhada de tensões e comportamentos estruturais. No que se refere aos métodos relacionados a elementos finitos, a atribuição do problema “é aproximado

por um conjunto de subdomínios de geometria simples, elementos finitos, para os quais é possível definir de forma sistemática as funções de aproximação necessárias para a solução do problema por um método variacional ou de resíduos ponderados. (PETRY, 2002)

No presente, encontramos inúmeros problemas físicos nas áreas de ciências e engenharias representados matematicamente através de equações diferenciais parciais e equações diferenciais ordinárias. “A solução exata habitualmente é fruto de um método de solução analítica encontrado por meio de métodos algébricos e diferenciais aplicados a geometrias e condições de contorno particulares”. (COSTA, et al, 2014)

Já a dinâmica de fluidos computacional permite a simulação precisa do comportamento dos fluidos em diferentes condições, utilizando métodos numéricos avançados para resolver as equações que descrevem o fluxo. “As equações de equilíbrio dinâmico são obtidas a partir das equações de conservação de quantidade de movimento (que inclui as forças de inércia), de conservação de massa e da equação constitutiva do material, que neste trabalho é considerada elástica linear”. (AWRUCH, et al, 2015)

O fenômeno tido como relação fluido estrutura se dá pela interação entre uma ou mais estruturas sólidas em conjunto com um escoamento de um fluido, seja ele interno ou externo. “O acoplamento entre os subsistemas fluido e estrutura pode ser feito de forma monolítica ou particionada. O acoplamento monolítico implica a resolução das físicas envolvidas em um único sistema de equações”. (MORALES, 2023) Essas equações, possuem um certo grau de complexidade devido à física que circunda tanto a dinâmica estrutural quanto a fluidodinâmica e, por isso, são utilizadas simulações computacionais para sua resolução.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos temos que, é de fundamental relevância a relação existente entre a Física e as engenharias uma vez que, esta é intrínseca e crucial para a otimização de projetos cada vez mais seguros, eficientes, além de potencializar a sustentabilidade. A Física, ao fornecer uma base teórica sólida, permitiu avanços significativos nas diversas vertentes da engenharia, evidenciando como a compreensão detalhada dos fenômenos naturais propicia não só o desenvolvimento tecnológico como, também, soluções inovadoras para problemas complexos existentes na sociedade.

A essência principal da engenharia está na aplicação dos conhecimentos teóricos para criação de algo, e para que isso ocorra, um dos fatores de suma importância é a presença

constante da física. Valendo-se da aplicação dos conceitos físicos e matemáticos na engenharia civil, é possível prever não só o comportamento de estruturas em resposta a forças externas exercidas sobre ela, além de calcular possíveis tensões e deformações e, garantir integridade e estabilidade das construções, mas também, projetar eficientes sistemas de tubulação em razão de cálculos da pressão dos fluidos em diversos cenários. A engenharia elétrica beneficia-se da física principalmente através do o eletromagnetismo ao envolver a junção entre fenômenos ligados ao magnetismo e a eletricidade, viabilizando o avanço da tecnologia e a construção de circuitos eletrônicos, transformadores, geradores, energia elétrica, entre outros. No que diz respeito à engenharia mecânica, esta utiliza os princípios físicos para a idealização projetos, fabricação e manutenção de diversos equipamentos levando em consideração conceitos como a mecânica clássica e de fluidos, termodinâmica, etc.

As evidências discutidas destacam a importância da mecânica dos fluidos, termodinâmica, eletromagnetismo e mecânica clássica para a devida compreensão dos fenômenos e a sua aplicação na inovação e na otimização dos sistemas nas engenharias. O devido conhecimento e aplicação das leis e postulados da física propiciam a redução dos custos das obras através da escolha dos materiais considerados ideais com relação à sua propriedade física e sua destinação, aumentar a segurança das construções, além de apresentar melhora da eficiência energética mediante os princípios físicos e cálculos matemáticos envolvidos em sistemas considerados complexos, assim como ar-condicionado.

No entanto, a contínua evolução tecnológica e a crescente complexidade dos desafios enfrentados pela engenharia sugerem que há ainda vasto potencial para novas pesquisas. Investigações futuras poderão explorar a integração mais profunda de modelos físicos com técnicas avançadas de inteligência artificial e aprendizado de máquina, buscando soluções mais eficientes e precisas. Além disso, o avanço nas metodologias de simulação computacional e a aplicação de novos materiais e tecnologias sustentáveis oferecem promissoras oportunidades para expandir a compreensão e a aplicação dos fenômenos físicos, possibilitando o desenvolvimento de soluções ainda mais inovadoras e impactantes para a engenharia moderna.

## REFERÊNCIAS

ABREU, H. L. C. **Aerodinâmica**. Disponível em: <https://aerotd.com.br/decoleseufuturo/wp-content/uploads/2015/05/AERODIN%C3%82MICA-.pdf>. Acesso em: 04 out. 2024.

ÁLVAREZ, E. E. V. **Um estudo das equações de Navier-Stokes com condições de Fronteira de Tipo Navier**. Dissertação (Mestrado em Matemática Pura e Aplicada) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, 2019; 94 p.

ANDRADE, J. H. **Análise das equações de Navier-Stokes no escoamento bidimensional em dutos com formulação em variáveis primitivas via GITT**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, Paraíba, 2010; 81 p.

ARAÚJO, L. S. **Estudo sobre interferência eletromagnética no radar de trajetografia Béarn**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Telecomunicações) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, Rio Grande do Norte, 2022.

AWRUCH, A. M.; *et al.* **Engenharia do vento computacional e suas aplicações na engenharia civil. Análise aerodinâmica e aeroelástica**. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño em Ingeniería, 2015; pág./s. 55-64.

AZEVEDO, A. F. M. **Método dos elementos finitos**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 1º Edição, 2023.

COSTA, M. S. M.; *et al.* **Método dos elementos finitos aplicado a engenharia civil**. Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas, 2013.

FIGUEIREDO, F. S. **Geração e transmissão de energia elétrica: um olhar pela sustentabilidade**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, Paraíba, 2014; 22 p. il. color.

FILHO, J. S. **As leis da termodinâmica: contexto histórico, definições e aplicações**. In: Termodinâmica: prática e sem mistérios. Livro eletrônico. Editora Científica Digital. Guarujá, São Paulo, 2021; pág./s. 33-41.

HALLIDAY, D; *et al.* **Fundamentos de Física**. Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. Livro. 8º Edição, Rio de Janeiro: LTC, 2009.

LOPES, M. A. **Otimização estrutural de uma fundação de concreto armado submetida a solicitações dinâmicas provenientes de um conjunto motor-compressor de alta capacidade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2017. 116 p.

MORALES, F. A. P. **Modelagem matemática e computacional de interação fluido-estrutura utilizando elementos sólidos com aplicação na indústria**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Minas Gerais, 2023.

MUNSON, B. R.; *et al.* **Fundamentos da mecânica dos fluidos**. Tradução da 4º Edição Americana: Editora Edgard Blücher. São Paulo, 2004.

PASQUINI, N. C. **As revoluções industriais: uma abordagem conceitual**. Revista Tecnológica da Fatec Americana. Americana, São Paulo, 2020; v.8, n.2, pág./s. 29-44.



PETRY, A. P. **Análise numérica de escoamentos turbulentos tridimensionais empregando o método de elementos finitos e simulação de grandes escalas.** Tese (Doutorado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2002.

RODRIGUES, D. C. **Termodinâmica.** Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2011; 72p.: il.

RODRIGUES, L. E. M. J. **Fundamentos da Engenharia Aeronáutica com Aplicações ao Projeto SAE-AeroDesign: Aerodinâmica e Desempenho.** 1º edição. Edição do Autor. Salto, São Paulo, 2014; 320 p.

SERPA, R. P. P. **Caracterização dinâmica de um edifício existente em betão armado através de ensaios de vibração ambiental.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, Portugal, 2015.

SILVA, L. M. V.; *et al.* **A importância dos fenômenos de transportes para a engenharia e sua aplicabilidade.** Caderno de Graduação – Ciências exatas e tecnológicas. Alagoas, 2018; v. 5, n.1, pág./s. 229-244.

SIQUEIRA, F. C. **As equações de Maxwell e as ondas eletromagnéticas.** Brazilian Journal of Development. Curitiba, Paraná, 2021; v.7, n.9, pág./s. 93571-93589.

SÓRIA, M. H. A. **Introdução à mecânica de locomoção do avião.** Universidade de São Paulo, 2006.

TORIBIO, A. M. V. **História da Física.** Vitória, Espírito Santo, 2012. 78p.: il.

VASCONCELOS, F. M. **Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.** Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. 224 p.

VILANOVA, L. C. **Mecânica dos Fluidos.** 3º edição. Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011. 82 p.: il.