



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RIO GRANDE-FURG
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA – IMEF
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF

Feira de Profissões: aplicações da Física

Autores:

Diego Maradona do Nascimento

Luis Dias Almeida

Aline Guerra Dytz

RIO GRANDE

Março / 2025

Ficha Catalográfica

N244f Nascimento, Diego Maradona do.
Feira de profissões : aplicações da física [Recurso Eletrônico] /
Diego Maradona do Nascimento, Luis Dias Almeida, Aline Guerra
Dytz. –
Rio Grande, RS: [FURG], 2025.
65 f. : il. color.

Produto Educacional da Dissertação do Mestrado Nacional
Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Pólo 21 – FURG, para
obtenção do título de Mestre em Ensino de Física, sob a orientação
da Dra. Aline Guerra Dytz e coorientação do Dr. Luis Dias Almeida.

Disponível em: <https://ppgmnpef.furg.br>
<http://repositorio.furg.br/>

1. Ensino de física. 2. Feira de profissões 3. Ensino médio. 4.
Aprendizagem motivacional. I. Almeida, Luis Dias. II. Dytz, Aline
Guerra. II. Título.

CDU 53:37

Catálogo na Fonte: Bibliotecária Sabrina Vaz da Silva CRB 10/2243

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Objetivos	1
3. Metodologia	2
3.1 Planejamento para a vivência em sala de aula	3
3.2 Ministrando as aulas	4
3.2.1 Aula 1	4
3.2.2 Aula 2 a 4	6
3.2.3 Guia das profissões: material de apoio	7
3.2.4 Aulas 4 até 20	59
3.2.5 Aulas 20 até 25	59
4 Considerações Finais	60
5. Referencias	61

1. Introdução

Considerando a importância dos alunos do ensino médio serem orientados adequadamente no ambiente escolar na escolha da sua profissão, a idéia da feira das profissões surge como motivador no entendimento dos conhecimentos importantes de serem adquiridos no ensino médio, neste caso com foco na Física. A feira procura mostrar os diferentes cenários disponíveis para a sua escolha profissional dos estudantes e o foco na física foi justamente para que os alunos visualizem a importância de estudarem essa matéria no ensino médio. Cabe a escola proporcionar a junção da teoria com a prática evidenciando aos alunos que a educação é a chave para alcançar o sucesso em quaisquer áreas profissionais.

Sabe-se que no ensino tradicional de física é frequente a resolução de exercícios que têm o intuito de avaliar a aprendizagem de determinado conceito. Percebe-se, como referenciado anteriormente, um processo mecânico de aquisição de conhecimentos que não permite ao aluno aplicar os conceitos em diversas situações do cotidiano. Para muitos estudantes, a física é apenas um amontoado de fórmulas usadas para resolver problemas. A resolução de problemas consiste apenas em escolher as equações apropriadas, substituir os números e calcular as incógnitas (...), os estudantes frequentemente, não percebem a distinção entre as poderosas ferramentas da física, seus conceitos, princípios e leis fundamentais. (MEDEIROS, MEDEIROS, 2002). Neste contexto, ensinar física para os alunos de forma objetiva com desenvolvimento de experimentos a partir de materiais simples e recicláveis para que os mesmos possam perceber os fenômenos físicos no seu dia-dia para definir onde aplicar na sua profissão.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"

2 Objetivos

2.1 Geral

Montar uma Feira de Profissões: aplicações da física

2.2 Objetivos específicos

- a) Incentivar os alunos a escolherem uma profissão e pesquisarem sobre conceitos de física ou aplicações da física relevantes para a profissão escolhida;
- b) Propor conhecimentos de física e trabalhar os conteúdos de física associado às profissões;
- c) Propor que os alunos pesquisem sobre aplicação dos conhecimentos de física para diversas profissões a ser apresentado a relevância dos conceitos de física, química e biologia em um Feira de Profissões, buscando mostrar práticas relacionadas e os conceitos de física envolvidos de forma que outras turmas do ensino médio e anos finais do fundamental possam interagir.

3 Metodologia

A feira das profissões está diretamente relacionada ao ensino de Física ou ciências no que tange ao entendimento da importância destas matérias/disciplinas na formação dos indivíduos como cidadãos críticos e que valorizem o conhecimento científico.

Para aplicar este produto educacional, sugere-se, inicialmente, realizar a aula 1 Mostrando a Figura 1, que é a estrutura do ALL-ED (*All learnres Learning every day*) que enfatiza que todos os alunos aprendem todos os dias. Depois instigar os alunos para escolher uma profissão, independente de sua obriedade com a área de exatas, mais especificamente, com a física.

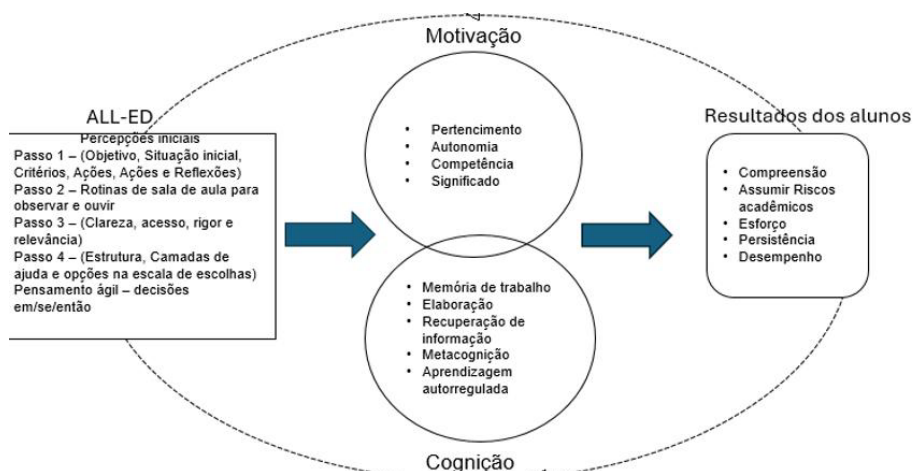


Figura 1- Componentes da estrutura do ALL-ED, bases em pesquisas e resultados esperados dos alunos

Fonte: (BONDIE, ZUSHO, 2023)

Caso algum aluno fique sem idéias, podem ser sugeridas algumas profissões que o incentive.

3.1 Planejamento para a vivência em sala de aula

Aula	Atividade	Hora-Aula
Aula 1	Separar os alunos em grupo – Deixar os alunos a vontade para separar os grupos, o professor será o mediador para que todos os alunos não fiquem sem grupo; Discutir sobre as profissões que os alunos querem pesquisar e apresentar na feira de profissões;	50 min
Aula 2 a aula 4	Definir as profissões; Começar as discussões sobre os conteúdos que serão abordados em cada trabalho, que envolve a física nas profissões; Propor que os alunos façam uma lista de materiais que eles vão utilizar, de modo que sejam materiais reciclados e / ou de baixos custos.	50 min cada aula – 100min
Aula 5 a aula 20	Mão na Massa – Os alunos constroem as maquetes para apresentação; Mão na Massa – Os alunos criam os slides para apresentação;	50 min cada aula - 750min
Aula 20 a 25	Apresentação dos trabalhos para os colegas (professores e alunos)	50 min cada aula - 250min

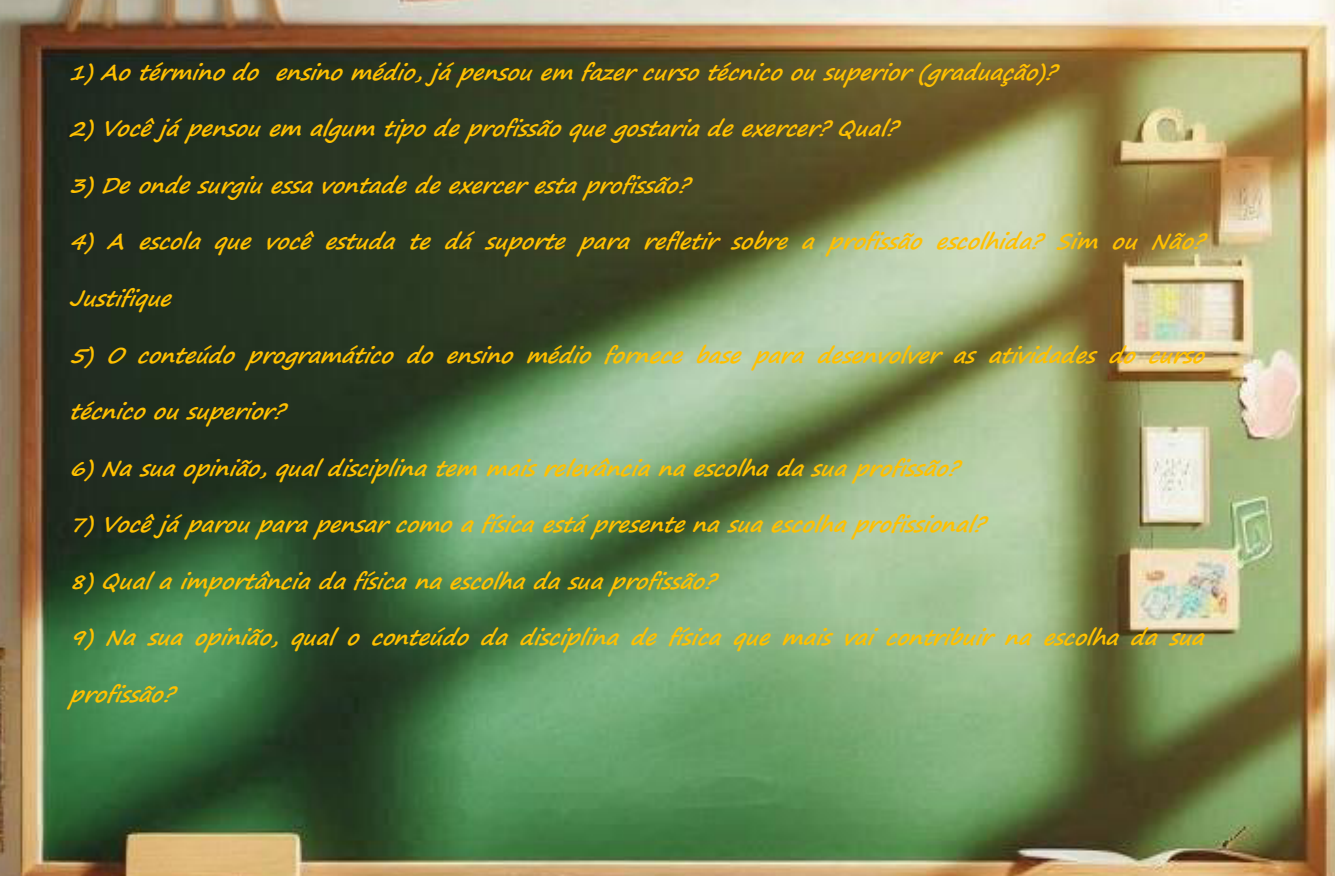
Quadro 1 - Desenvolvimento da aula

3.2 Ministrando as aulas

3.2.1 Aula 1

O professor vai propor a atividade (feira de profissões para que os alunos possam se dividir em grupos, sugere-se dividir os alunos em grupos com média de 5 alunos por grupo. Os alunos precisam responder um questionário antes de iniciar, para alinhar o objetivo dos grupos para que estejam com o mesmo propósito de uma profissão futura.

Questionário sobre profissões para os alunos responderem antes da escolha da profissão que irão pesquisar:

- 
- 
- 1) Ao término do ensino médio, já pensou em fazer curso técnico ou superior (graduação)?
 - 2) Você já pensou em algum tipo de profissão que gostaria de exercer? Qual?
 - 3) De onde surgiu essa vontade de exercer esta profissão?
 - 4) A escola que você estuda te dá suporte para refletir sobre a profissão escolhida? Sim ou Não?
Justifique
 - 5) O conteúdo programático do ensino médio fornece base para desenvolver as atividades do curso técnico ou superior?
 - 6) Na sua opinião, qual disciplina tem mais relevância na escolha da sua profissão?
 - 7) Você já parou para pensar como a física está presente na sua escolha profissional?
 - 8) Qual a importância da física na escolha da sua profissão?
 - 9) Na sua opinião, qual o conteúdo da disciplina de física que mais vai contribuir na escolha da sua profissão?

3.2.2 Aula 2 a 4

Definir quais grupos irão trabalhar em qual profissão.

Iniciar as pesquisas com o professor como mediador dos conceitos de física envolvidos, e se necessário auxiliar onde eles podem encontrar conceitos de física!

Já com as respostas em mãos, será proposto aos alunos que escolham uma profissão que atende o requisito do grupo, porém os alunos pesquisarão com a ajuda do professor, discutirão onde os conteúdos de física se aplicam e a importância da física em sua profissão que grupo escolheu.

A pesquisa dos alunos pode ser extra-classe pois o professor tem conteúdos de física para ir trabalhando com os alunos, podendo em cada conceito tentar contextualizar com as profissões que os alunos já escolheram. Se forem alunos do terceiro ano do ensino médio, facilita o fato de já terem estudado os conteúdos do primeiro e segundo anos.

Aqui é apresentado 4 profissões, já feita por alunos do ensino médio, que podem servir de guia prático na aplicação deste produto educacional: Guia de Profissões.

3.2.3 Guia das profissões: material de apoio

Aqui é apresentado o guia construído com os alunos, que pode servir de apoio para re-aplicação deste produto educacional

GUIA DE PROFISSÕES

SUGESTÕES PARA MOSTRAR AOS ALUNOS

Este Guia contempla 4 profissões ou atividades que despertaram curiosidade nos alunos e os motivaram a entender como os conceitos de físicas podem ou estão inseridos nelas.

Capítulo 1: Física na Neotologia

Capítulo 2: Física no Futebol

Capítulo 3: Física na Investigação Forense

Capítulo 4: Física na Gastronomia

✧ FÍSICA NA NEONATOLOGIA:



Neste assunto que trata-se da especialidade dedicada à assistência ao recém-nascido, os alunos trouxeram para a discussão na sala de aula relacionando a física com a neonatologia no qual foi explanado sobre o assunto de ondas, especificamente sobre as ondas eletromagnéticas que estão presentes na realização de exames como por exemplo, eletrocardiogramas em recém-nascidos, exames de raios X.

Outra discussão foi sobre as ondas mecânicas que são utilizadas na realização de exames como por exemplo, ultrassom. Além disso, foram debatidos sobre a importância de estudar o sistema internacional de unidade (SI), por exemplo as medidas do bebê e também do crânio, a massa, peso e o tempo de nascimento. Outra questão abordada foi a eletricidade, que envolve o funcionamento dos aparelhos e também da unidade de terapia intensiva (UTI).

A neonatologia é o campo da medicina que se ocupa da saúde e do desenvolvimento dos recém-nascidos (RNs), como: doenças, diagnósticos e tratamentos desde o nascimento até o 28º dia de vida. A neonatologia é uma especialidade médica focada no cuidado dos RNs, especialmente aqueles que nascem prematuros, têm complicações durante o parto e apresentam condições médicas complexas. Muitas pessoas confundem pediatra com neonatologista porque as profissões são muitas parecidas, porém, o pediatra cuida da saúde da criança e do adolescente e o neonatologista cuida do RN.

A física está diretamente ligada à profissão de neonatologia de várias maneiras, por exemplo: medição do tamanho do bebê, medição do perímetro cefálico, perímetro torácico, massa (peso), etc.

Toda grandeza física pode ser medida e para se fazer uma medição é necessário que se estabeleça uma unidade de medida, por exemplo, a unidade de comprimento oficial no Brasil é o metro, cujo símbolo é "m". Existem outras unidades de medida de comprimento, como a polegada, a milha, a jarda, etc. que são utilizadas principalmente nos Estados Unidos (E.U.A.). Devido à grande influência econômica dos E.U.A. sobre os demais países, a polegada acaba sendo também utilizada em países como o Brasil. No entanto, o sistema de unidades oficial do Brasil e da grande maioria dos demais países do mundo

é o Sistema Internacional de Unidades – SI. A Tabela 1 mostra as sete grandezas fundamentais do SI, suas unidades e os símbolos correspondentes.

Tabela 1 - Grandezas Fundamentais do Sistema nacional de unidade

Grandeza	Unidade	Símbolo no SI
Comprimento	metro	M
Massa	quilograma	Kg
Tempo	segundo	S
Corrente Elétrica	âmpere	A
Temperatura	Kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	Mol
Intensidade luminosa	candela	Cd

Fonte: Adaptado pelo autor (2025)

A partir destas sete unidades fundamentais, várias outras unidades podem ser derivadas. A tabela 2 apresenta as grandezas derivadas e suas unidades mais comuns e que serão utilizadas no curso e na vida profissional técnica. A última coluna mostra como a grandeza é definida a partir das grandezas fundamentais. Como pode-se perceber na coluna “Forma analítica”, todas as unidades derivadas podem ser escritas a partir das unidades fundamentais. Novamente, observe nesta tabela a grafia correta de cada unidade e seus respectivos símbolos.

Tabela 2 - Grandezas derivadas

Exemplos de Grandezas Derivadas	Unidade	Símbolo no SI	Forma Analítica	Definição
Área superficial	metro quadrado	m ²	m ²	m ²
Volume	metro cubico	m ³	m ³	m ³
Velocidade	metros por segundo	m/s	m/s	m/s
Aceleração	metros por segundo ao quadrado	m/s ²	m/s ²	m/s ²
Vazão	metros cúbicos por segundo	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Ângulo	Radianos	rad	1	m/m
Frequencia	Hertz	Hz	1/s	1/s
Força	Newton	N	kgm/s ²	kgm/s ²
Pressão	Pascal	Pa	kg/m.s ²	kg/m.s ²
Energia	Joule	J	kgm ² /s ²	kgm ² /s ²
Potencia	Watts	W	kgm ² /s ³	kgm ² /s ³
Carga elétrica	Coulomb	C	A.s	A.s
Tensão elétrica	Volt	V	kgm ² /(s ³ .A)	W/A
Resistência	Ohm	Ω	kgm ² /(s ³ .A ²)	V/A
Capacitância	Farday	F	A.s ² .s ² /(kg.m ²)	A.s/V

Fonte: Adaptado pelo autor (2025)

Exemplo:

Massa (Peso) – bebê deve estar sem roupa e em balança previamente zerada (tara ajustada no zero)

- Alto peso ou macrossômico: > 4 kg
- Peso médio do RN ao nascer: 3 – 3,5 kg

- Baixo peso ou microssômico: < 2,5 kg
- Muito baixo peso: < 1,5 kg e > 1 kg
- Extremo baixo peso: < 1kg



Figura 2 - Medição da massa do recém-nascido

Fonte: <https://paginas.uepa.br/eduepa/wp-content/uploads/2019/06/MANUAL-DE-NEONATOLOGIA.pdf>. Acessado em 23 de março de 2025

Na figura 2 a balança está mostrando a medição da massa do bebê, no letramento científico explicamos que o bebê está sendo medido, na linguagem coloquial o bebê está sendo pesado.



Figura 3- Verificação do perímetro cefálico do recém-nascido *Verificação do perímetro cefálico do recém-nascido*

Fonte: <https://paginas.uepa.br/eduepa/wp-content/uploads/2019/06/MANUAL-DE-NEONATOLOGIA.pdf>. Acessado em 23 de março de 2025

O Perímetro cefálico é medido com fita métrica, passando pela região mais proeminente do occipital até as bordas supra orbitárias (ou glabella). A medição está sendo feita, pois existe uma padronização de unidades de medidas.

Ainda sobre neonatalidade, os alunos investigaram sobre o ultrassom:

a) O ultrassom

São ondas sonoras com frequências situadas acima do limite audível para o ser humano (acima de 16 KHz). Para os propósitos de obtenção de imagens (ultrassonografia), frequências entre 1 e 10 MHz são usadas. As ondas ultra sônicas são geradas por transdutores construídos a partir de materiais piezoelétricos, conforme explicado no próximo tópico. Propriedades básicas do ultra-som:- O ultra-som, em geral, se propaga através de líquidos, tecidos e sólidos. - Apresenta as seguintes velocidades de propagação, nos mais diferentes meios, sendo essa característica inerente ao processo de interação das ondas ultrassônicas (mecânicas) com o meio em particular (Tabela 3):

Tabela 3 - Capacidade de velocidade de propagação das ondas ultrassônicas

Elemento	Velocidade de propagação em m/s
Ar	330
Água	1500
Gordura	1430
Músculo	1620
Tecidos moles	1540
Osso	3500

Fonte: Revista brasileira de física tecnológica aplicada (2016).

b) Exame: Ultrassom morfológico

O ultrassom morfológico é um exame de imagem que permite visualizar o bebê dentro do útero e todos os seus órgãos, facilitando a identificação de algumas doenças ou malformações, como síndrome de Down ou cardiopatias congênitas, por exemplo.

Esse exame, também conhecido como ultrassonografia morfológica ou USG morfológico, normalmente é feito no primeiro trimestre, entre a 11^a e 13^a semanas de gestação, ou no segundo trimestre, entre a 20^a e 24^a semanas da gravidez.

O ultrassom morfológico serve para:

- Confirmar a idade gestacional do bebê;
- Avaliar o tamanho do bebê, medindo a cabeça, tórax, abdômen e o fêmur;

- Avaliar o crescimento e o desenvolvimento do bebê;
- Monitorar os batimentos cardíacos do bebê;
- Verificar a posição da placenta, cordão umbilical e volume do líquido amniótico;
- Mostrar anormalidades no bebê e possíveis doenças ou malformações. Na figura 4 temos a visão geral da ultrassonografia e principais modos de imagem.

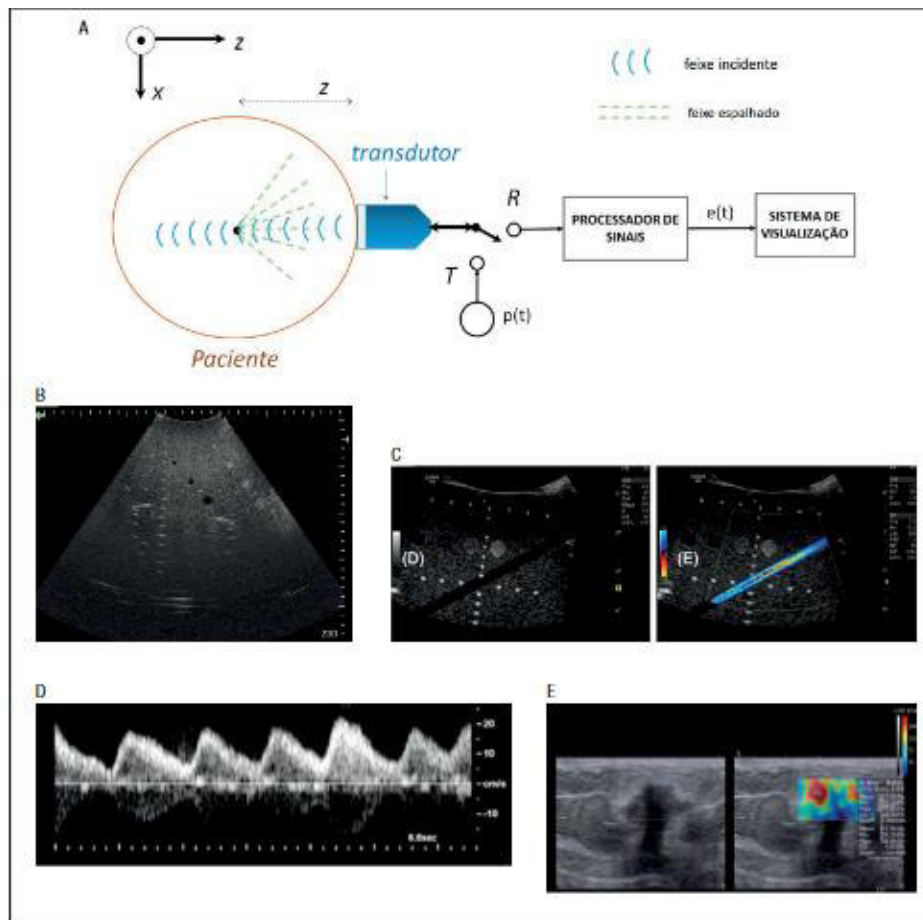


Figura 4 - Ultrassonografia: princípios físicos e controle da qualidade: a) esquema da formação da imagem, b) Modo-B, c) phantom, d) doppler e e) imagens eletrográficas
 Fonte: Revista Brasileira de Física Médica. (2019)

Em relação a Figura 4, temos:

(a) Esquema de um aparelho de imagem por ultrassom. No diagnóstico por ultrassom, uma onda sonora pulsada é enviada ao corpo e “ecos” retornam dos diferentes tecidos encontrados no seu caminho, obtendo-se daí a informação necessária para a formação das imagens e medidas de fluxo ou elasticidade. Um pulso de tensão alternada $p(t)$ excita o transdutor, resultando

na transmissão de um pulso de ultrassom com extensão lateral $s(x,y)$, direcionado ao paciente. Imediatamente após a transmissão do pulso, o transdutor entra em modo de recepção. Quando a frente de onda encontra uma descontinuidade acústica (variação nos valores de elasticidade ou densidade), uma onda espalhada é produzida (linhas tracejadas na figura) e é recebida pelo transdutor. Em alguns casos podemos ter reflexão especular ou difusa. O sinal é processado (filtrado, amplificado, de modulado e comprimido) é mostrado num sistema de visualização.

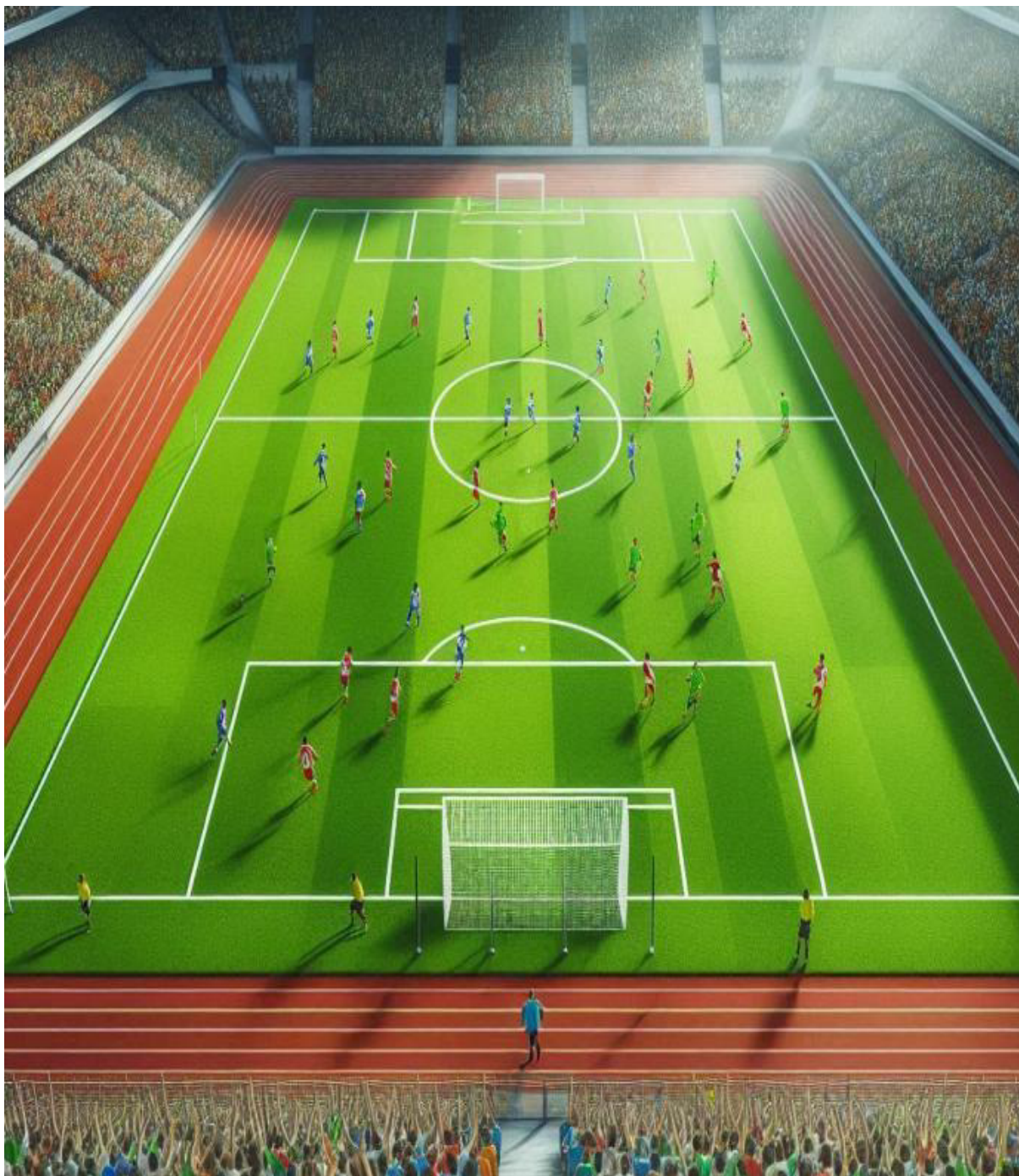
(b) Exemplo de imagem no Modo-B, aplicado na visualização de um phantom multipropósito tecido-equivalente. Diferentes estruturas usadas para os testes podem ser vistas: filamentos para medidas de exatidão de distâncias e resolução espacial e massas com diferentes ecogenicidades.

(c) Imagens de um phantom multipropósito com inserção de fluxo, mostrando aquisição no modo B e aquisição com sobreposição do sinal Doppler, transformado em escala de cor, a qual indica o sentido do fluxo. Na imagem, o simulador de vaso é uma estrutura oblíqua, percorrida por líquido equivalente ao sangue. Note a característica anecoica do líquido no modo B.

(d) Sonograma Doppler: um espectro de velocidades em função do tempo de uma região de interesse do fluido pode ser obtido (em tempo real), permitindo avaliação qualitativa e quantitativa do fluxo.

(e) Imagens eletrográficas. Nos equipamentos mais modernos, mapas da elasticidade também podem ser obtidos na região de interesse e superpostos nas imagens do modo B. A sondagem das propriedades mecânicas dos tecidos pode fornecer informações de valor diagnóstico em diferentes doenças. A imagem mostra lesão na mama de etiologia maligna, indicada pelo aumento da rigidez mecânica (cor vermelha).

❖ FÍSICA NO FUTEBOL:



Neste tópico os alunos fizeram uma investigação e trouxeram como justificativa alguns assuntos interessantes e relevantes no tange a física e o futebol. Foram discutidos movimento uniforme (MU) e o movimento uniformemente variado (MUV) para ajudar entender como funciona a trajetória da bola e a força aplicada nela, após o entendimento do MU e MUV ficou mais fácil a introdução e o entendimento das leis de Newton.

Também foi abordado as forças resultantes como por exemplo, a força peso, força normal, força de atrito e a força da resistência do ar. A queda livre foi abordada para diferenciar quando é levado em consideração a força resistente do ar e também quando é desprezada, além de ser salientado o lançamento de projétil, em que há composição do movimento horizontal e do vertical da bola em chutes em que a bola é elevada a partir do solo.

Driblar por exemplo um adversário requer o princípio da inércia formulada por nosso patrono Galileu e confirmada por Newton. Todo corpo em movimento tende a permanecer em movimento. Outro artifício da física presente no futebol é a Força, que é o resultado da massa x aceleração ($F = m.a$). Portanto, quanto mais pesado for o jogador ou a bola, maior a aceleração aplicada para realizar um drible, seguindo essa premissa a terceira lei de Newton que é ação e reação que está presente entre a bola e o pé do jogador.

O profissionalismo no futebol foi iniciado somente em 1885 não por acaso na Inglaterra, no ano seguinte seria criado no país, a Internacional Board, entidade cujo objetivo principal era estabelecer e mudar as regras do futebol quando necessário então finalmente no ano de 1904 em Paris, com seis países envolvidos; França, Bélgica, Holanda, Dinamarca, Suíça e Espanha, e logo depois por telegrama, Alemanha e Itália solicitaram afiliação, ainda sem o apoio do “país do futebol” a Inglaterra, foi criada a FIFA (Federação Internacional de Futebol Association) um ano depois a Inglaterra finalmente cede a FIFA, percebendo que depois da afiliação de vários países da Europa poderiam perder o poder que tinham com o futebol, não apenas se juntaram, mas começaram a comandar a entidade com direitos de mudar leis e regras do esporte. A FIFA é quem organiza os grandes campeonatos de seleções (Copa do Mundo) de quatro em quatro anos, também organiza campeonatos de clubes como, por exemplo, Copa Libertadores da América, Copa da UEFA, Liga

dos Campeões da Europa, Copa SulAmericana, entre outros. (GEHRINGER, 2010).

No restante do mundo o futebol não era considerado um esporte de elite ainda, tanto que na segunda edição dos modernos jogos olímpicos, a modalidade foi considerada apenas como exibição, muito atrás de esportes como atletismo, esgrima ou tênis, os jogos de exibição atraíam poucos torcedores, em grande maioria composta por familiares, podemos resumir que apenas na Inglaterra o futebol tinha força, e seus clubes faziam excursões pelo mundo para difundir ainda mais o esporte. (GEHRINGER, 2010)

a) Características da bola

A história da bola de futebol é fascinante e rica, com raízes que remontam a civilizações antigas e sua evolução ao longo dos séculos.

O futebol, em várias formas, tem sido praticado em diferentes culturas ao redor do mundo por milênios. No entanto, as bolas usadas para esses primeiros jogos eram muito diferentes das bolas modernas.

Civilizações antigas, como os maias e os astecas, jogavam versões de futebol com bolas feitas de borracha natural ou de materiais orgânicos como bexigas de animais.

A revolução na fabricação da bola de futebol ocorreu durante a Revolução Industrial no século XIX. Nesse período, a produção em massa e a padronização começaram a se tornar realidade, permitindo a criação de bolas mais consistentes em termos de tamanho e peso.

No entanto, essas bolas ainda eram feitas de couro e cheias de ar, o que as tornava suscetíveis a deformações e mudanças nas condições climáticas.

Da borracha à tecnologia de microtextura, as bolas de futebol continuam a ser aprimoradas para atender aos padrões de qualidade e desempenho exigidos pelos jogadores profissionais e amadores em todo o mundo.

De acordo com a Confederação Brasileira de Futebol, toda bola deve ser esférica. Ela deve possuir material de qualidade, ter circunferência de 70 cm no máximo e, no mínimo, 68 cm.

Outro fator determinante para a característica da bola de futebol é o peso. Nesse quesito, ela deve ter, no máximo, 450g e, no mínimo, 410g. Tá

achando que é só isso? Então continua lendo para ver que muita bola ainda vai rolar. No começo da partida, a bola de futebol deve ter pressão equivalente a 0,6 – 1,1 atmosferas (600 – 1100 g/cm²).

A partir da década de 80, as bolas passaram a ser fabricadas com materiais sintéticos, como o poliuretano. Isso as tornou mais leves e duráveis do que as que eram feitas de couro.

Porém, mesmo com essa mudança, as bolas eram costuradas à mão, permitindo absorção de água. Em dias de chuva, ela ficava mais pesada e às vezes prejudicava os atletas.

Em 2000 essa realidade mudou, já que foram lançadas as bolas sem costura e as junções começaram a ser feitas com o processo de termofusão. Elas passaram a ser mais esféricas e leves, além de não absorverem água.

b) Chuteiras

Em 1891, a Football Association (FA) da Inglaterra introduziu mudanças nas regras do futebol que permitiram o uso de travas nas chuteiras. Esse foi um marco importante no desenvolvimento do calçado, pois as travas proporcionavam aos jogadores melhor tração no campo, especialmente em condições úmidas e escorregadias.

As primeiras travas eram feitas de couro e podiam ser marteladas na sola da chuteira. Esse avanço permitiu que os jogadores se movimentassem com mais agilidade e segurança, reduzindo o risco de escorregões e lesões. As chuteiras dessa época ainda eram pesadas e rígidas, mas representavam uma melhoria significativa em relação aos modelos anteriores.

A partir desse ponto, a inovação no design das chuteiras de futebol começou a acelerar. Fabricantes de calçados esportivos começaram a experimentar diferentes materiais e configurações de travas para melhorar o desempenho e o conforto dos jogadores. Essas inovações estabeleceram as bases para o desenvolvimento contínuo das chuteiras de futebol ao longo do século XX.

Na década de 1920, as chuteiras de futebol passaram por uma transformação significativa. Em 1925, a empresa alemã Dassler Brothers Shoe Factory, fundada por Adolf “Adi” Dassler e seu irmão Rudolf Dassler, introduziu

novas tecnologias e materiais que revolucionaram o design das chuteiras. Eles começaram a fabricar chuteiras com travas de metal removíveis, permitindo que os jogadores adaptassem seus calçados às condições específicas do campo.

Essa inovação foi um avanço crucial, pois permitiu que os jogadores tivessem melhor controle e estabilidade em diferentes tipos de terreno. As travas de metal eram mais duráveis e ofereciam uma tração superior, dando aos jogadores uma vantagem competitiva significativa.

Além disso, os irmãos Dassler focaram em melhorar o conforto das chuteiras, utilizando materiais mais leves e flexíveis. Essa combinação de desempenho e conforto ajudou a estabelecer a reputação da Dassler Brothers Shoe Factory como líder na fabricação de calçados esportivos de alta qualidade.

Durante os anos 60, a inovação no design das chuteiras de futebol continuou a avançar, com um foco crescente em criar modelos mais leves. A redução do peso das chuteiras permitiu que os jogadores se movimentassem com mais rapidez e agilidade, melhorando seu desempenho em campo. A introdução de novos materiais, como couro de canguru, contribuiu para a fabricação de chuteiras mais leves e flexíveis. O couro de canguru era não só leve, mas também muito resistente, proporcionando uma combinação ideal de durabilidade e conforto.

Os anos 60 viram o surgimento de designs mais ergonômicos, com chuteiras que se ajustavam melhor ao formato dos pés dos jogadores. Essas melhorias ajudaram a reduzir o risco de lesões e aumentaram o conforto, permitindo que os atletas jogassem em seu melhor nível por mais tempo. A década de 2010 viu a introdução das chuteiras de cano alto, um design inovador que proporcionava maior suporte e estabilidade ao tornozelo. A Nike foi pioneira nessa tendência com o lançamento da Magista e da Mercurial Superfly, ambas com cano alto.

Essas chuteiras foram projetadas para oferecer um ajuste semelhante ao de uma meia, proporcionando conforto e suporte adicionais. A tecnologia Flyknit, usada na parte superior, permitia um ajuste perfeito ao pé, melhorando o controle e a sensação da bola.

c) 1ª lei de Newton - Princípio da Inércia

Inércia é um conceito geralmente associado à 1ª Lei de Newton. Embora desenvolvido por Newton, o conceito de inércia remonta à era clássica e pode ser rastreado até Galileu Galilei. Contudo para Newton (1729) o conceito geral de inércia é que todo corpo preserva seu estado de repouso ou de movimento uniforme e retilíneo a menos que seja obrigado por forças aplicadas a mudar seu estado.

Exemplo: Quando estamos em um carro em movimento e este freia repentinamente, nos sentimos como se fôssemos atirados para frente, pois nosso corpo tende a continuar em movimento.

Isso quer dizer se um corpo estiver em repouso tende a permanecer em repouso, e um corpo em movimento tende a permanecer em movimento. Logo, percebe-se que um corpo só altera seu estado de inércia, se alguém, ou alguma coisa aplicar nele uma força resultante diferente de zero.

De acordo com a 1ª Lei de Newton, existem duas formas distintas de equilíbrio mecânico (ver figura 2): o equilíbrio estático, ou seja, o objeto está parado, e o equilíbrio dinâmico, que ocorre quando o objeto está se movendo em linha reta com velocidade constante.

A primeira lei de Newton, ou Lei da Inércia, diz que todo corpo deve permanecer no estado de repouso ou em movimento retilíneo uniforme, se a força resultante sobre ele for nula, como pode ser visto no exemplo da Figura 5 A - C. É possível utilizar a situação da bola de futebol em uma cobrança de falta para ilustrar essa situação, conforme mostrados na Figura 5, letras D - G.

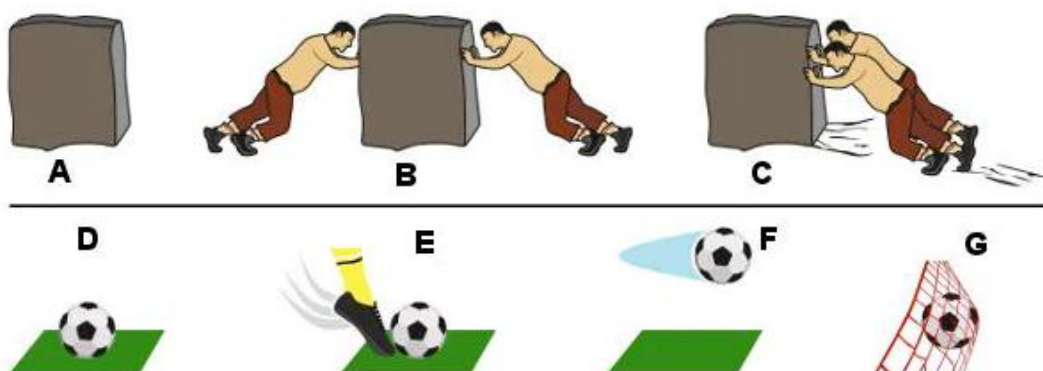


Figura 5 - Princípio da inercia

A – Objeto em repouso; B – Um objeto em repouso permanece em repouso porque a força resultante sobre ele é nula; C – Um objeto pode mudar o módulo, a direção e o sentido de sua velocidade, pois sofre a ação de uma força resultante; D – Um objeto em repouso; E – Um objeto mudando o módulo, a direção e o sentido de sua velocidade por sofrer a ação de uma força resultante; F – Um objeto permanecendo em movimento; G – Um objeto mudando o módulo, a direção e o sentido de sua velocidade por sofrer a ação de uma força resultante

Fonte: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/ensinando-leis-newton-com-futebol.htm> - Acessado: 30/03/2025

Assim, conforme a Figura 5, podemos observar em **A** – Objeto em repouso e **B** – Um objeto em repouso permanece em repouso porque a força resultante sobre ele é nula conforme o parte do enunciado da 1ª lei de Newton, em **C** – Um objeto pode mudar o módulo, a direção e o sentido de sua velocidade, pois sofre a ação de uma força resultante. Nas letras de D até G temos o exemplo da cobrança de falta iniciando com **D** – Um objeto em repouso, que sofre um impulso e com isso temos **E** – Um objeto mudando o módulo, a direção e o sentido de sua velocidade por sofrer a ação de uma força resultante, na sequência temos **F** – Um objeto permanecendo em movimento e então **G** – Um objeto mudando o módulo, a direção e o sentido de sua velocidade por sofrer a ação de uma força resultante

d) 2ª lei de Newton - Princípio Fundamental da Dinâmica

A 2ª lei de Newton diz que a Força é sempre diretamente proporcional ao produto da aceleração de um corpo pela sua massa, como mostrado na equação 1.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}. \quad [1]$$

Onde:

F é a resultante de todas as forças que agem sobre o corpo (em N);

m é a massa do corpo a qual as forças atuam (em kg);

a é a aceleração adquirida (em m/s²).

A força e a aceleração são grandezas vetoriais e a massa é uma grandeza escalar. Newton definia a força e o movimento como sendo os objetos principais a serem estudados pela Mecânica. Segundo o cientista, a Mecânica é “a ciência que estuda os movimentos resultantes de uma força, assim como a força necessária para gerar um movimento” (NEWTON, 1799, p. 73). Em sua definição de força, Newton estabeleceu que “força é um poder de resistência, por meio do qual, todo corpo tende a preservar seu estado atual”, ou seja, quando se aplica uma força a um corpo, na verdade, o que se produz

é uma reação à força intrínseca ao corpo a fim de alterar seu estado de inércia. (NEWTON, 1799, p. 73).

e) 3ª lei de Newton - Princípio da Ação e Reação

Trata da interação entre dois corpos. Toda ação apresenta uma reação de mesma intensidade, mas de sentido oposto. As palavras ação e reação, nesse caso, significam forças, ou seja, ao aplicar uma força sobre um determinado corpo, este responderá com outra força de igual valor, mas de sentido oposto. É preciso lembrar que as forças de ação e reação ocorrem sempre em corpos distintos e por isso não se anulam mutuamente.

Segundo RANDALL D. KNIGHT (2009) “Newton foi o primeiro a descobrir a maneira como estão relacionados os dois membros de um par de forças ação/re’ ação” (RANDALL, 2009, p. 189). É importante enfatizar que:

1) Os dois membros de qualquer par ação/reação são exercidos sobre diferentes objetos.

2) Os dois membros de um par ação/reação têm o mesmo módulo, mas sentidos contrários um ao outro: $F_A \text{ sobre } B = - F_B \text{ sobre } A$.



Figura 6 - Ação e reação -- um objeto (chuteira faz a ação) e outro objeto, faz a reação (bola), tendo-se neste caso a interação entre dois corpos.

Fonte: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/ensinando-leis-newton-com-futebol.htm> - Acessado: 30/03/2025

f) Lançamento oblíquo

Galileu conseguiu verificar após alguns experimentos que o movimento de queda livre é uniformemente acelerado, ou seja, os objetos caem com aceleração constante. Essa aceleração de queda é denominada aceleração da gravidade e seu valor nas proximidades do solo é de $9,8 \text{ m/s}^2$. São válidas as equações do movimento uniformemente variado para análise do movimento. Considerando que a aceleração instantânea é constante, temos:

Para determinar a equação da velocidade devemos considerar o intervalo de tempo Δt compreendido entre os instantes inicial e final. Assim, podemos determinar a velocidade conforme a equação 2 nos mostra:

$$\vec{v}(t_1) - \vec{v}(t_0) = \int_{t_0}^{t_1} a(t) dt \quad [2]$$

Assim sendo, a equação da velocidade pode ser escrita:

$$v(t_1) = v(t_0) + a(t_1 - t_0) \quad [3]$$

A equação da posição pode ser expressa pela equação 4:

$$x(t_1) = x(t_0) + v_0(t_1 - t_0) + \frac{1}{2}a(t_1 - t_0)^2 \quad [4]$$

As equações da velocidade e posição nos permitem chegar à equação de Torricelli, demonstrada por:

$$v^2 = v_0^2 + 2a(x - x_0) \quad [5]$$

A Figura 7 mostra um lançamento oblíquo (análogo ao lançamento de projétil), indicando uma das trajetórias de uma bola de futebol após ser chutada.

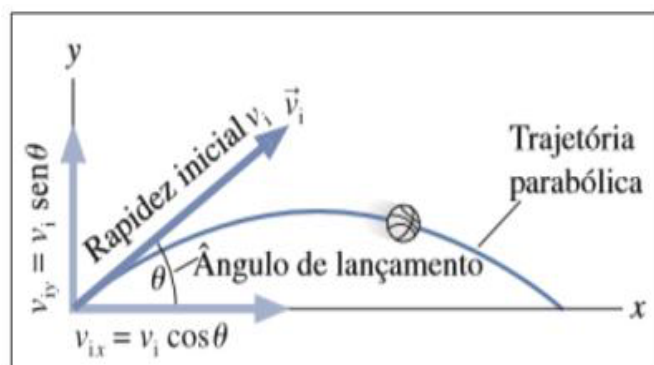


Figura 7 - Lançamento Oblíquo, que compõe os movimentos horizontais e verticais da bola
Fonte: Randall (2009)

Portanto, as experiências de Galileu, e muitas outras posteriores, acabaram estabelecendo-se como fato experimental de que o movimento de queda livre de um corpo solto ou lançado verticalmente, na medida em que a resistência do ar possa ser desprezada, é um movimento uniformemente

acelerado, em que a aceleração é a mesma para todos os corpos (embora sofra pequenas variações do ponto a ponto da Terra).

g) Atrito de deslizamento e de rolamento

No movimento de rolamento sem escorregamento, como por exemplo de uma bola de futebol rolando num piso, veremos que a velocidade relativa de escorregamento do ponto de contato da esfera em relação à superfície é nula, pois dessa forma não existe deslizamento implicando assim em um atrito estático. (CALDAS, MAGALHÃES, 2000, p. 243).

Segundo Cunha e Caldas (2000) “Podemos dizer que existe atrito estático entre dois sólidos em contato quando a velocidade relativa de escorregamento no contato for nula, para cada superfície em contato e desde que uma força exterior seja aplicada ao sistema” (CUNHA, CALDAS, 2000, p. 9). Se a velocidade relativa de escorregamento no contato for nula, as superfícies estarão em repouso relativo (não escorregamento). O sentido das forças de atrito estático (tangentes às superfícies em contato), será sempre oposto à possível ou eventual velocidade relativa de escorregamento no contato que cada superfície teria, uma em relação à outra, na ausência de atrito precisamos conseguir prever o sentido do movimento de escorregamento relativo das superfícies em contato, umas em relação às outras, que se produziria na ausência de atrito, isto é, conhecer para qual sentido tenderia o movimento relativo de escorregamento dos corpos em contato, se o atrito entre estes corpos fosse nulo. Como o que está em causa são os movimentos relativos de escorregamento (no contato) das superfícies, umas em relação às outras, as forças de atrito estático podem ter o mesmo sentido do movimento de um corpo num dado referencial, funcionando para este corpo e neste referencial como forças geradoras do movimento considerado. (Cunha, Caldas, 2000, p. 9). Para se calcular a força do atrito estático, podemos utilizar a equação 6:

$$F_s = \mu_s \cdot N \quad [6]$$

onde

F_s é a força de atrito estático

μ_s é o coeficiente do atrito estático e

N a força normal.

Segundo Cunha e Caldas (2000) no atrito dinâmico entre dois sólidos em contato, se pudermos definir, no contato, uma velocidade relativa de escorregamento não nula. O sentido das forças de atrito dinâmico que cada uma das superfícies em contato exerce tangencialmente sobre a outra, será sempre oposto ao sentido das velocidades relativas de escorregamento no contato, de cada uma dessas superfícies em relação à outra. Entretanto, essas forças de atrito, ainda que opostas ao movimento relativo de escorregamento das superfícies em contato, podem perfeitamente ter o mesmo sentido do movimento do sólido estudado, em relação a um determinado referencial e tornarem-se, para este sólido e em relação a este referencial, uma força "motriz" do movimento. (Cunha, Caldas, 2000, p. 9). Para se calcular a força do atrito dinâmico ou força de atrito cinético (F_c), utiliza-se a mesma equação do atrito estático, equação 6, entretanto o coeficiente de atrito é o dinâmico ou cinético, representado por μ_c .

Segundo Duarte e Okuno (2012) "A pressão interna da bola está relacionada com o número de moléculas do ar que se coloca nela". Assim, quanto maior o número de moléculas, maior a pressão interna da bola, como vimos no item anterior. O que acontece em altas altitudes é que a pressão absoluta da bola é menor, o que implica menos moléculas no interior da bola o que significa que a bola realmente fica mais leve em altas altitudes, porque há menos ar dentro dela. (DUARTE, OKUNO, 2012, p. 127).

h) Resistência do ar e ventos

Uma força atuante durante o deslocamento de uma bola de futebol quando arremessada ou chutada e que merece ser tratada aqui é a chamada "força de arrasto" ou resistência do ar. Segundo a definição, "usualmente emprega-se para essa força de arrasto a expressão obtida por George Gabriel Stokes em 1851". (VERTCHENKO, 2017, p. e4304-2).

Como a força de arrasto depende fortemente da velocidade V com que a bola se move em relação ao ar, vamos introduzir o coeficiente de arrasto C_A então a força de arrasto F_A é escrita como mostrado na equação 7:

$$F_A = \frac{1}{2} C_A \rho A v^2 \quad [7]$$

Onde:

F_A é a força de arrasto,

C_A é o coeficiente de arrasto,
 ρ é a densidade do ar (1,224 kg/m³ ao nível do mar),
 A é área da seção transversal da bola, e
 v é a velocidade do objeto.

Arrasto, ou resistência oferecida pelo meio fluido, é uma definição física que, intuitivamente, pode ser percebida, no exemplo de Young e Freedman, (2008, p. 154), quando se coloca a mão para fora da janela de um carro em movimento. Na definição dos autores, arrasto ou resistência é a força que um sólido exerce para romper um fluido em seu caminho e, considerando a Terceira Lei de Newton, o fluido exerce uma força semelhante em relação ao sólido. Pouco importa se o que se está em movimento seja o sólido ou fluido, o fenômeno será o mesmo. Outra característica dessa força é que ela possui sempre sentido e direção contrários à velocidade do corpo sólido em movimento.

i) Efeito Magnus

Um conceito importante a ser explorado por meio da dinâmica do futebol é o chamado “Efeito Magnus”, que tem a capacidade de alterar a direção de propagação horizontalmente de forma imprevisível para os goleiros, que só consegue prever a ação da força peso sobre a bola.

Segundo Einstein (1981, p. 83) quando um fluido se “move com velocidades diferentes, nos pontos de maior velocidade reina a menor pressão e vice-versa”. Isto é, o sólido será sempre compelido para o lado em que o fluido escoar com maior velocidade. É, portanto, a partir dessa propriedade da Física que o chamado “Efeito Magnus” pode ser compreendido.

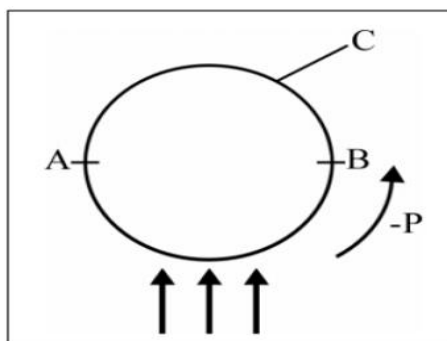


Figura 8 - Efeito Magnus
Fonte: Almeida (2024)

A Figura 8, segundo o livro traduzido em que há uma biografia de Albert Einstein- como vejo o mundo (Almeida 2024, p. 84) seja C este cilindro visto de

cima, suponhamos primeiro que ele fique imóvel e que o vento sopra na direção da flecha, ele tem de fazer certo rodeio ao redor do cilindro C e, portanto, passa para A e B com a mesma velocidade. Portanto em A e B existe a mesma pressão e o vento não exerce nenhuma ação de força sobre o cilindro. Mas, suponhamos que o cilindro rode na direção da flecha - P. Então a corrente de vento, realizando seu trajeto ao longo do cilindro, se reparte de modo diferente dos dois lados; porque em B o movimento do vento é acelerado pelo movimento de rotação do cilindro e em A ele é freado. Assim, por influência do movimento rotativo do cilindro, produziu-se um movimento que possui em B uma velocidade maior do que em A. Deste modo a força que se exerce da esquerda para a direita é empregada para fazer andar o barco. O Efeito Magnus e a assimetria da distribuição da velocidade produzindo uma assimetria da distribuição da pressão sobre o cilindro, como pode ser visto na Figura 9.

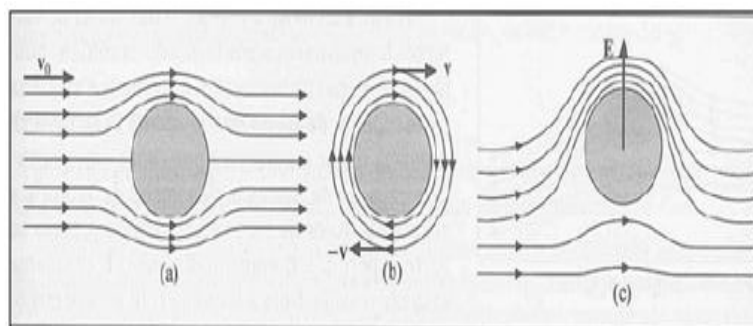


Figura 9 - Assimetria da distribuição da velocidade
Fonte: (Nussenveig, 1997)

Sendo v_0 a velocidade inicial e v é a velocidade que varia inversamente com o raio r e E se chama empuxo dinâmico. Segundo Nussenveig (1997) a assimetria da distribuição da velocidade produz uma assimetria da distribuição de pressão sobre o cilindro, a pressão abaixo é maior que a pressão acima. O efeito Magnus se relaciona diretamente com o teorema de Bernoulli. De acordo com o teorema de Bernoulli em toda corrente de água ou de ar a pressão será grande quando a velocidade for pequena e, ao contrário, a pressão será pequena quando a velocidade for grande.

O efeito Magnus atuando sobre uma bola de futebol é responsável pelo desvio da bola lançada “com efeito” de forma a girar rapidamente sobre o próprio eixo.

Esse efeito atuou no famoso lance do “quase gol” de Pelé durante a Copa de 1970, no jogo contra a Tchecoslováquia. Segundo Nelson Rodrigues: “E, por um fio, não entra o mais fantástico gol de todas as Copas passadas, presentes e futuras. Os tchecos parados, os brasileiros parados, os mexicanos parados — viram a bola tirar o maior fino da trave. Foi um cínico e deslavado milagre não ter se consumado esse gol tão merecido. Aquele foi, sim, um momento de eternidade do futebol.” (RODRIGUES, 2013, p. 54).

A Figura 10 mostra o Efeito Magnus e a rotação da bola.

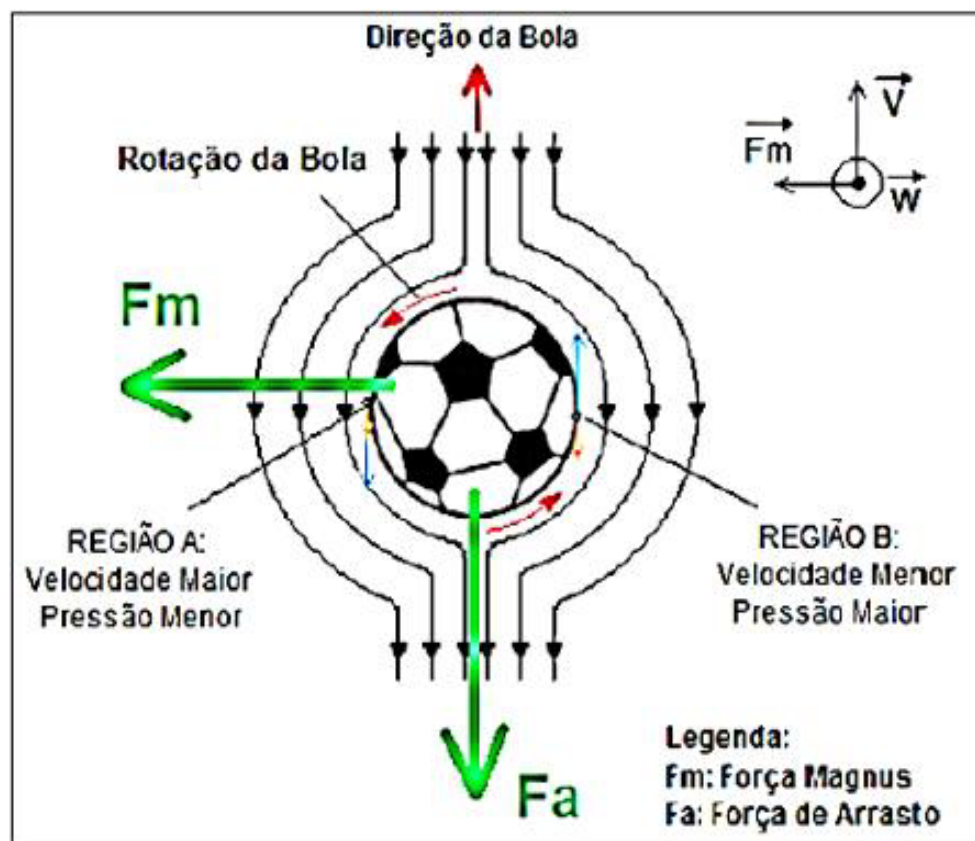


Figura 10 - Efeito Magnus e a rotação da bola
Fonte: (ALLMEIDA e SILVA, 2015)

Onde:

F_m é a força Magnus,

F_a é a força de arrasto,

v é a velocidade e

w é a velocidade angular.

FÍSICA NA INVESTIGAÇÃO FORENSE.



Física forense é a área da criminalística destinada a resolução de crimes que envolvam conceitos de física, como em acidentes de trânsito e disparos de arma de fogo. Devido ao efeito didático que a física forense pode acarretar, na pesquisa que os alunos fizeram relacionado a este tema, apresentou e analisou um cenário de um crime de feminicídio utilizando arma de fogo, no qual foi discutido onde a física estava presente

Após a investigação sobre esse assunto chegaram a conclusão que alguns temas da física estão presentes e ajudam a solucionar desta natureza, como por exemplo, quantidade de movimento, impulso, trajetória oblíqua, grandezas físicas como distância e deslocamento, massa, peso, velocidade e força.

O desenvolvimento de temas transversais envolvendo a física forense e a Investigação criminal nesse trabalho, surge como uma proposta para auxiliar na construção de um saber mais sistêmico e contextualizado (Fiedler–Ferrara e Mattos, 2002).

A Física forense é uma forma de despertar a curiosidade dos alunos para questões de ciências aplicadas ao campo das investigações criminais e contribui com a justiça moderna. Embora poucas pessoas saibam, a física forense utiliza princípios e técnicas físicas para investigar e constatar evidências, resolvendo crimes. A análise da velocidade ou distância de um projétil ao atingir uma vítima, padrões das fraturas, ou velocidade de colisão de veículos permitem reconstrução de acidentes, combinam a lógica científica com métodos e análises físico-químicas, desempenhando um papel essencial para desvendar verdades ocultas, solucionando crimes a partir de evidências objetivas e quantitativas. Ao contrário de evidências testemunhais, as provas físicas não são subjetivas e nem dependem de percepções pessoais, estando baseadas em leis e princípios estabelecidos de forma a permitir uma base científica concreta nas decisões judiciais. Para tanto alguns conhecimentos de físicas são destacados, como:

a) Energia Mecânica

A energia é um dos conceitos mais importantes na Física, e talvez o termo Energia seja um dos mais usados em nossa linguagem cotidiana. Embora não haja definição consensual entre os físicos, em virtude de sua vasta

aplicação e modalidades em que se manifesta, sempre conseguimos compreender seu significado.

Podemos dizer que a Energia pode se apresentar de diversas formas, como: química, térmica, atômica, nuclear, mecânica, elétrica, entre outras. Em Física, definimos energia como a capacidade de um corpo produzir trabalho. Nesse sentido, trabalho é a forma mais simples de energia que podemos entender, a Energia deve estar associada à ação de uma força, pois o trabalho é sempre realizado por uma força, seja ela constante ou variável. Ambos têm dimensão do produto da força pelo deslocamento, de modo que as unidades SI são correspondentes e medidas em joule (J).

Quando a capacidade de realizar trabalho está relacionada com o movimento, a energia é chamada de energia cinética (E_c). Porém, se a capacidade de realizar trabalho estiver relacionada com a posição de um corpo, ela é chamada de energia potencial (E_p). A energia potencial pode ser classificada como: gravitacional ou elástica. A energia cinética está associada ao movimento e depende da massa do corpo e de sua velocidade, expressada pela equação 8:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad [8]$$

A energia potencial gravitacional está relacionada à posição que o objeto possui em relação a um determinado referencial. Considerando o movimento vertical, com eixo Oz dirigido para cima, consideraremos inicialmente a força gravitacional ou força Peso, conforme a equação 9:

$$\vec{F} = -mg \quad [9]$$

Na situação inicial, em que um bloco está em repouso à altura z_0 , sua energia pode ser determinada pela equação 10.

$$E_p = mgz \quad [10]$$

Mas se houver movimento, a variação de energia potencial será igual ao trabalho, conforme o teorema trabalho-energia potencial. Assim o trabalho é dado pela equação 11:

$$W = -mg \int_{z_0}^{z_1} dz = -mg(z_1 - z_0) = -(E_{p1} - E_{p0}) = -\Delta E_p \quad [11]$$

Dessa forma, a energia total de uma partícula de massa m no campo gravitacional próximo da superfície terrestre será dada pela equação 12:

$$E_t = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgz \quad [12]$$

O movimento do projétil apresentado no caso da física forense expõe uma situação de aplicação do Teorema da Energia Cinética. Nessa ocasião, temos um projétil de massa m , passando por um ponto A, com velocidade v_0 , e em seguida por um ponto B, com velocidade v , após percorrer a distância d no interior de um bloco. Supondo que no projétil atue uma força de Resistência R que age como força resultante, na mesma direção do deslocamento do projétil e em sentido oposto, podemos demonstrar que o trabalho dessa força é igual à variação da energia cinética. A equação do movimento é dada pela segunda lei de Newton, expressada pela equação 13:

$$F = ma = \frac{mdv}{dt} \quad [13]$$

Nesse caso, v é a velocidade da partícula para um deslocamento infinitésimo dx como pode ser visto na equação 14, ou seja:

$$dx = vdt = \frac{dx}{dt} dt \quad [14]$$

Por definição, o trabalho realizado em um deslocamento finito entre duas posições x_0 e x_1 pode ser escrito na forma da equação 15:

$$W = \int_{x_0}^{x_1} F(x)dx \quad [15]$$

Assim, para deslocamentos Δx suficientemente pequenos, em que dx confunde-se com Δx , o trabalho pode ser escrito também na forma mostrada na equação 16:

$$W = \int_{x_0}^{x_1} \frac{mv dv}{dt} dt \quad [16]$$

Fazendo a integralização, iremos obter a equação 17:

$$W = \int_{x_0}^{x_1} F(x)dx = \frac{1}{2} mv^2 - \frac{1}{2} mv_0^2 = Ec_1 - Ec_0 = \Delta Ec \quad [17]$$

Portanto, o trabalho realizado por uma força qualquer sobre uma partícula é igual à variação da energia cinética da partícula entre as posições final e inicial. Com isso, podemos determinar a velocidade do projétil de imediatamente antes de atingir o bloco. Do mesmo modo, quando o objeto está ligado à extremidade de uma mola comprimida (ou esticada) possuirá energia potencial elástica. A mola comprimida exerce uma força sobre o objeto (lei de Hooke), que realiza um trabalho sobre ele quando abandonamos de um certo ponto. Nesse caso, o trabalho é dado pela equação 18:

$$W = \int_{x_0}^{x_1} F(x)dx = -k \int_{x_0}^{x_1} xdx = - \left(-\frac{1}{2}kx_1^2 - -\frac{1}{2}kx_0^2 \right) \quad [18]$$

A conservação da energia apresentará o formato mostrado na equação 19:

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + mgz = Ec + Ep = constante \quad [19]$$

b) Conservação da quantidade de movimento

O teorema da conservação da quantidade de movimento é a relação que existe entre o impulso e a quantidade de movimento de um corpo. Para um sistema isolado, a quantidade de movimento se conserva. Como já vimos, expressada pela equação 20:

$$\vec{F} = \frac{dp}{dt} \quad [20]$$

No qual, $\vec{F}$ é uma força externa, ou seja, a taxa de variação com o tempo do momento total de um sistema de partículas é igual à resultante das forças externas que atuam sobre o sistema. Assim sendo, o anulamento da resultante das forças externas é equivalente à conservação do momento total do sistema, expressada pela equação 21:

$$F = 0 \leftrightarrow p = constante \quad [21]$$

Onde:

p = momento linear

F = Força

Esse é o princípio da conservação do momento total para um sistema de partículas, para a ausência de forças externas, ou seja, para um sistema isolado. Como aplicação, consideremos uma colisão unidimensional totalmente inelástica. Essa é a situação descrita no terceiro caso do jogo proposto nesse trabalho, onde após a colisão os veículos permanecem unidos, formando um único conjunto de massa (m_1+m_2) e velocidade final v . A conservação do momento pode ser escrita como mostrado na Equação 22:

$$p_o = m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v = p \quad [22]$$

Portanto, a conservação do momento por si só é suficiente para solucionar os parâmetros finais desse tipo de choque.

FÍSICA NA GASTRONOMIA:



Os alunos da segunda série do ensino médio desenvolveram uma pesquisa relacionando a física com a Gastronomia com base no referencial teórico de Gaston Bachelard e de David Ausubel, o material didático tem como objetivo proporcionar uma aprendizagem de física relacionada a conceitos de calor e temperatura, transferência de calor (por convecção, condução e radiação), a partir desses conceitos foram discutido a diferença entre calor e temperatura (onde chegamos à conclusão que a sociedade utiliza esse conceito de modo errôneo).

A partir de perguntas do cotidiano de cozinha, os alunos conseguiram entender que o cozimento dos alimentos está relacionado com a transferência de calor. Os alunos falaram também sobre os diversos tipos de utensílios, como fogão, forno elétrico, forno de micro-ondas, geladeira, panela de pressão, batedeira, garrafa térmica, copos, pratos etc. dando mais ênfase na qualidade dos fogões que tem relação direta na dissipação de calor (perda de calor).

A temperatura estabelece um ponto principal quando se fala de Unidade de Alimentação e Nutrição, ela deve ser monitorada em todas as etapas do processo para que assim haja total segurança do alimento que será servido (SANTOS; NASCIMENTO; FONSECA 2013).

Um dos fatores mais importantes para garantir a qualidade das refeições é o controle da temperatura, pois uma temperatura adequada protege o alimento da proliferação de microrganismos evitando assim uma contaminação das refeições (DARIVA; OH 2013).

Um controle do tempo de exposição e temperatura do alimento é um dos melhores métodos para manter a segurança da refeição. Se o alimento estiver com a temperatura entre 10°C à 60°C o risco de proliferação de microrganismo do mesmo é bem grande, uma temperatura maior que 60°C me dá maior segurança da refeição. Mesmo que consiga controlar a temperatura, deve haver um cuidado com o tempo que ele estará exposto a temperatura ambiente, pois se não ter esse cuidado o trabalho controlando a temperatura será quase em vão, porque a perda de temperatura irá acontecer da mesma forma e os microrganismos presentes no ar tornará minha refeição contaminada e insegura para o consumo. (RICARDO; MORAIS; CARVALHO 2012).

a) Temperatura

Após Galileu, o duque Ferdinando II (1610-1670), constrói o primeiro termômetro utilizando álcool, este aparelho teve aplicação nas áreas de medicina, agricultura e meteorologia. Em 1713, o alemão Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736), constrói um termômetro de álcool e posteriormente coloca mercúrio no lugar do álcool, já em 1724, Fahrenheit passa a trabalhar com uma escala termométrica, que leva seu nome, estipulando pontos fixos da água determinando 212°F para o ponto de ebulição (vapor) e 32°F para o ponto de fusão (gelo). Já em 1730, o sueco Anders Celsius, na tentativa de obter medidas mais precisas, estabelece a escala Celsius, onde os pontos fixos da água são 100°C como ponto de ebulição (vapor) e 0°C para o ponto de fusão (gelo). O modelo dos termômetros, utilizados hoje pelos médicos, segundo Rocha (2002), são baseados no modelo criado em 1864, por Johann Heinrich Wilhelm Geissler (1824-1879). Assim, temos algumas relações termométricas, que são utilizadas para converter as temperaturas de kelvin para celsius ou Fahrenheit, como mostrado na equação 23:

$$T_k + 273 = T_c = \frac{5}{9}T_f - 32 \quad [23]$$

Todos os termômetros têm o mesmo princípio de funcionamento, que é entrar em equilíbrio térmico com o corpo ou substância que se deseja medir a temperatura, ou seja, quando um corpo mais “quente” entra em contato com outro corpo mais “frio”, depois de um intervalo de tempo, ambos estarão na mesma temperatura. Este fato foi aprimorado por James Clerk Maxwell (1831-1879), chegando a seguinte conclusão: “Que se dois corpos estão em equilíbrio térmico com um terceiro, pode-se dizer que ambos estão em equilíbrio térmico entre si, este fato oriundo de observação é conhecido como Lei Zero da Termodinâmica”. A partir dessa constatação, começa a surgir alguns questionamentos, como, qual será a substância que passa de um corpo para o outro quando ambos têm temperaturas diferentes? Porque sempre acontece de o mais quente baixar a temperatura e conseqüentemente o mais frio aumentar a temperatura?

Deste momento em diante surge uma separação entre os conceitos de temperatura e calor, vários cientistas tentam analisar e responder estas questões, mas somente em 1770, com o físico escocês Joseph Black (1728 –

1799), obteve-se uma constatação que tornou coerente a separação dos dois conceitos. Ele demonstra através de misturas de substâncias líquidas e com corpos sólidos que a temperatura é uma grandeza característica do corpo, não podendo ser transferida para qualquer outra substância ou corpo quando são colocados em contato.

Fica evidenciado que a temperatura de um corpo não passa para outro, e o que é transmitido para o outro corpo é a energia térmica que conhecemos como calor, conhecida como grandeza fundamental para a Termodinâmica.

b) Calor

Desde a antiguidade, estamos em busca de respostas para eventuais acontecimentos da natureza, com o tema calor não é diferente, o grande filósofo grego Aristóteles (384 a.C. — 322 a.C.), tentava explicar as sensações de quente e frio, entendendo que estes dois termos eram responsáveis pela evolução do universo. Nesta época, entendia-se que tudo era formado baseando-se em quatro elementos, chamados de canônicos, o fogo que era quente e seco, a água que era fria e úmida, o ar que era quente e úmido e a terra que era fria e seca.

Esta ideia de formação do universo, baseada em observações, perdurou por quase dois mil anos até o século XVII, com a revolução industrial, onde o calor passa a ter uma proporção mais qualitativa e menos filosófica. Em 1761 Joseph Black (1728 – 1799), após obter êxito com sua experiência, onde conseguiu distinguir os conceitos de temperatura e calor, concentra seus estudos no tema calor. Com base nos estudos do físico suíço Jean-André Deluc (1727-1817), Black consegue medir experimentalmente com muita precisão, a quantidade de calor necessária para atingir a fusão do gelo e chama isto de calor latente de fusão e no ano de 1765 obtém o calor latente de vaporização da água. Já em 1772, o físico alemão Johann Carl Wilcke (1732-1796), faz uma descoberta intrigante, ao colocar quantidades iguais de substâncias diferentes, notou que para atingir a mesma temperatura as substâncias absorviam quantidades diferentes de calor, esta característica de cada substância ou material foi denominada, anos mais tarde como calor específico.

Como cada substância ou material tem valores diferente de calor específico, em 1783, dois cientistas franceses Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) e Pierre Simon Laplace (1749-1827), conseguiram medir o calor específico de vários materiais e substâncias.

Uma parte da comunidade científica da época discordava da teoria do calórico, pois esta teoria não explicava certos acontecimentos como a produção de calor quando dois corpos são atritados. Entre os que discordavam da teoria do calórico, temos Isaac Newton (1643-1727), ele defendia a ideia de que o calor se constitui de um minúsculo movimento das partículas. O argumento dos defensores do calórico rebatia esse questionamento dizendo que o atrito entre os corpos pressiona o calórico para fora do corpo, ocorrendo assim uma produção do calor.

Benjamin Thompson (1753-1814), conhecido como conde de Rumford aponta para uma situação difícil explicar pelos defensores da teoria do calórico, o fato de espremer o calórico para fora da substância através do atrito chegaria um momento que esse fluído se esgotaria.

c) Termômetro: um instrumento essencial de medida

Desde os tempos longínquos durante a evolução da humanidade, o conhecimento empírico de calor e de temperatura foram acumulativos. Porém, para procedimentos científicos, o uso de critérios sensitivos para determinar a temperatura é impreciso, sendo necessário estabelecer um instrumento padronizado para a medida de temperaturas que não dependa do tato. Esse instrumento para medir a temperatura dos corpos chama-se termômetro, ele faz uso de comparações entre a variação de propriedades das substâncias como volume, pressão, resistência elétrica, variação de cor, etc., relacionadas com a variação da temperatura (LOPES; AFONSO, 2006).

A evolução da Física e da Ciência em geral, fez do termômetro um instrumento essencial na caracterização e determinação de um número crescente de parâmetros físicos, químicos e biológicos. Foi na década de 1970 que surgiram as primeiras versões dos termômetros digitais acompanhando outros instrumentos de medidas. Esses termômetros já estão substituindo os de mercúrio (Hg) em virtude de problemas ambientais ligados ao uso deste elemento químico (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006).

c.1) Tipos de termômetros:

c.1.1. Termoscópio

Foi o primeiro aparelho a medir a temperatura, inventado por Galileu que permite avaliar qualitativamente o aumento ou a diminuição de temperatura, por meio do deslocamento de uma substância termométrica no interior do tubo capilar. Como visto na Figura 10, o termoscópio é composto por uma esfera oca de vidro à qual é conectado um tubo também de vidro e devido à pressão atmosférica que atua sobre a superfície da água, esta sobe pelo tubo formando uma coluna d'água; O aparelho construído por Galileu não possuía graduação em forma de escala. A medida da temperatura era feita pelo acompanhamento das variações da altura da coluna d'água.

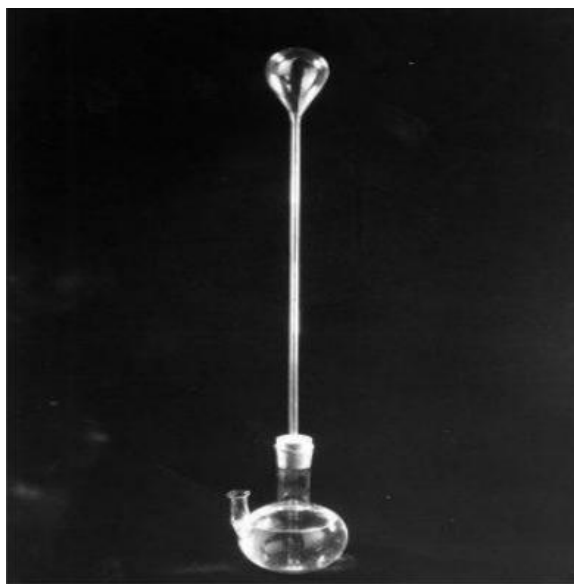


Figura 11 - Termoscópio

Fonte: <https://origemdascoisas.com/wp-content/uploads/2012/05/Termoscopio-de-Galileu.jpg>.
Acessado em 23 de março de 2025

c.1.2. Termopar

Em 1822, o físico Thomas Seebeck descobriu (acidentalmente) que a junção de dois metais gera uma tensão elétrica em função da temperatura. O funcionamento dos termopares é baseado neste fenômeno, que é conhecido como efeito de Seebeck. Suas aplicações são: Indústria de refrigeração, ar condicionado, criometria (baixas temperaturas), pesquisas agrônômicas e ambientais, química e petroquímica.



Figura 12 - Termopar

Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/y/1717/termopar-J-1024x533-720.jpg>. Acessado em 23 de março de 2025

c.1.3 Termômetro a álcool

Substitui os termômetros de mercúrio, por causa da toxicidade desse material. O tubo é graduado com várias marcas mostrando a temperatura do líquido em determinados volumes, como mostrado na Figura 13. Como o álcool/etanol é muito sensível às mudanças de temperatura, e o capilar é fino de forma que mesmo mudanças sutis no volume total produzem um movimento perceptível da linha divisória entre o líquido e o gás na câmara, é bastante fácil de ler a temperatura. Para facilitar a leitura o álcool é geralmente tingido de vermelho.



Figura 13 - Termômetro a álcool

Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/~leila/laborat1.jpg>. Acessado em 23 de março de 2025

c.1.4 Termômetro de Mercúrio

O físico Fahrenheit em 1714 construiu um instrumento muito parecido com o termômetro a álcool, e consiste, de modo geral, em um tubo capilar de vidro, fechado a vácuo, e um bulbo, contendo mercúrio (mostrado na Figura 14). Como visto, o termômetro de mercúrio substituiu o de álcool, por alguns anos uma vez que este possibilita achar muito mais valores de temperatura do que o termômetro de álcool, entretanto atualmente foi novamente substituído o mercúrio pelo álcool, devido ao mercúrio ser tóxico. Este instrumento funciona com a dilatação ou a contração do mercúrio utilizando seus pontos fixos. O termômetro de mercúrio era muito utilizado para medição da temperatura corporal, mas sua substituição pelo álcool/etanol foi por seu invólucro ser de vidro (fácil de quebrar) e devido a casos de ingestão. Assim, desde 1º de janeiro de 2019 estão proibidos em todo o território nacional os termômetros e esfigmomanômetros contendo mercúrio, bem como os amálgamas dentários que não sejam preparados por meio de cápsulas pré-dosadas, conforme as normas definidas pela Anvisa (RDC nº 306/2004) e Órgãos Ambientais (Federal e Estadual).



Figura 14 - Termômetro de mercúrio

Fonte: <http://s2.glbimg.com/PIOKinWwK80bqz9ajYDJAXOOPH0=/1700x1055/s2.glbimg.com/mKeHcs2LPSINjkJfRgFmoKYOPA=/s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2016/06/21/termometromercurio.jpg>. Acessado em 23 de março de 2025

c.1.5 Termômetro de máxima e mínima

Este termômetro é muito utilizado na meteorologia e foi desenvolvido inicialmente por Hooke e aprimorado por Rutherford em meados do século XVII e XVIII.

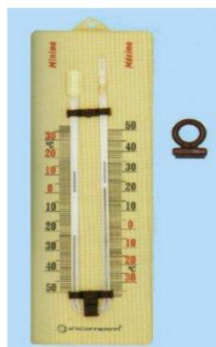


Figura 15 - Termômetro de máximo e mínima

Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/~leila/maxmin.jpg>. Acessado em 23 de março de 2025

c.1.6 Termômetro a gás

O termômetro de gás ou de volume constante mede a temperatura pela pressão de um gás a volume constante. Este termômetro é constituído por um bulbo ligado por um tubo capilar de um manômetro (um instrumento utilizado para medir a pressão de fluidos contidos em recipientes fechados.) (Figura 16). O bulbo é preenchido com um gás de modo que o volume no bulbo não varia. A pressão do gás no bulbo pode ser obtida através da medição da diferença de nível, nos dois braços do manômetro. Diversas áreas industriais podem se beneficiar da aplicação do Termômetro a gás como os ramos da indústria alimentícia, laboratórios químicos entre outros segmentos.

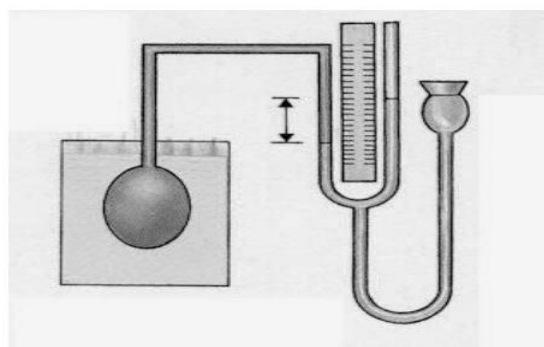


Figura 16 - Termômetro a gás

Fonte: <http://2.bp.blogspot.com/EXkYRaLzo5Q/Uza7a03Q5qI/AAAAAABFo/1ufMi6s-q5w/s1600/TE RMOMETRO+A+GAS.jpg>. Acessado em 23 de março de 2025

c.1.7 Termômetro de cristal líquido

São constituídos de pequenas faixas plásticas transparentes com pequenos retângulos que contém um cristal líquido que entram em contato com o corpo e, de acordo com o valor da temperatura, o cristal no seu interior, altera a sua cor (conforme a figura 16). Inventado por Bob Parker na Califórnia e

patenteado em 1970, este termômetro é muito utilizado na medicina e utilizado em domicílio, e comumente utilizado em aquários.



Figura 17 - Termômetros de cristal líquido

Fonte: <https://loja.weconsultoria.com.br/fotos/extragrande/45083fe1/termometro-fita-de-cristal-liquido-faixa-14-32-c.jpg>. Acessado em 23 de março de 2025

c.1.8 Termômetro de lâmina bimetálica

Este instrumento é constituído por duas lâminas de metais diferentes soldadas uma com a outra e que, quando aquecidas, dilatam-se. Como visto, eles são de materiais diferentes, com isso, dilatam-se de maneira diferente, uma vez que eles têm coeficiente de dilatação diferente. Essa dilatação ocorre quando uma barra de metal ligada a outra barra de metal diferente são aquecidas ou resfriadas, resultando em diferentes alterações nos comprimentos dessas lâminas que produzirão um encurvamento da barra. Esse encurvamento é utilizado para abrir ou fechar válvulas bem como ligar ou desligar circuitos elétricos ou em outros casos, serve para registrar a quantidade de corrente que passa pela barra. Há também os que têm forma de espiral com uma extremidade fixa e a outra livre, com um ponteiro que gira com o aquecimento indicando a temperatura em um mostrador (figura 18).

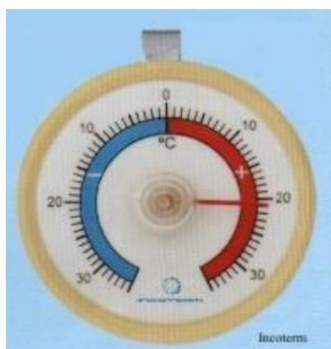


Figura 18 - Termômetro de lâmina bimetálica

Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/~leila/bimetal.jpg>. Acessado em 24 de março de 2025

C.1.9 Termômetro registrador

Este termômetro registra as temperaturas durante todo um período, por exemplo, uma semana. Ele é muito utilizado nos observatórios de Meteorologia e também se encontra no emprego industrial, no controle de processos. A figura abaixo mostra um modelo de termômetro registrador, ele é constituído de um cilindro giratório, tem-se uma agulha contendo tinta e é movida por um tubo metálico, flexível, recurvado e cheio de petróleo (conforme a figura 18). As dilatações do petróleo causam distensão do tubo, transmitindo os seus movimentos à agulha por um sistema de pequenas alavancas.

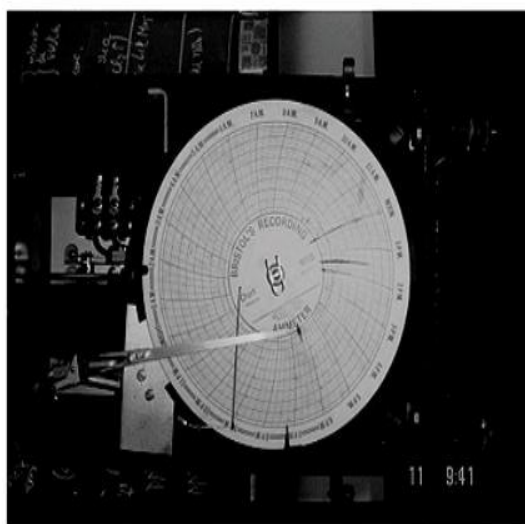


Figura 19 - Termômetro registrador

Fonte: <https://www.scielo.br/img/revistas/rbef/v28n1/a13fig11.gif>. Acessado em 24 de março de 2025

c.1.10 Termômetro digital

Os termômetros digitais são baseados em propriedades elétricas ou eletrônicas. Podem ser encontrados em relógios de pulso e em equipamentos eletrônicos como computadores (ilustração mostrada na figura 19). A medida da temperatura é feita através da variação de suas características elétricas. Os mais comuns utilizam um resistor que faz parte de um circuito elétrico que aciona o indicador de temperatura de acordo com o valor da resistência.



Figura 20 - Termômetro digital

Fonte: <http://www.if.ufrgs.br/~leila/digital1.jpg>. Acessado em 24 de março de 2025

c.1.11 Termômetro de resistência de platina

Este instrumento é um tipo termorresistor, isto é, utiliza-se a resistência elétrica de um material para conhecer a temperatura, faz-se a relação entre essas duas grandezas para esse fim.[10] As termorresistências (neste caso de platina), os bulbos de resistência, os termômetros de resistência ou RTD são sensores que se baseiam no princípio de variação da resistência ôhmica em função da temperatura. Elas aumentam a resistência com o aumento da temperatura. Seu elemento sensor consiste de uma resistência em forma de fio de platina de alta pureza encapsulado num bulbo de cerâmica ou vidro (Figura 21). São utilizados em diversos setores industriais como a siderúrgica.



Figura 21- termômetro de resistência de platina

Fonte: <https://instrumentoslaboratorio.net/wpcontent/uploads/Term%C3%B3metro-de-resistencia-1.jpg>.

c.1.12 Tipos de termômetros culinários

Existem diversos tipos de termômetros culinários disponíveis no mercado, cada um adequado para diferentes necessidades e métodos de cozimento. Os termômetros digitais são populares por sua rapidez e precisão, enquanto os de mercúrio, embora menos comuns, ainda são utilizados por alguns chefs. Os termômetros de sonda são ideais para assados, pois podem

ser deixados dentro do alimento durante o cozimento, permitindo monitorar a temperatura sem abrir o forno. Já os termômetros infravermelhos são perfeitos para medir a temperatura da superfície de alimentos, como grelhados, sem contato direto. Escolher o tipo certo de termômetro é fundamental para otimizar o processo de cozimento.

c.1.12.1 Como usar um termômetro culinário na prática?

Para usar um termômetro culinário de forma eficaz, é essencial inserir a sonda no centro do alimento, evitando tocar os ossos ou o fundo da panela, pois isso pode resultar em leituras imprecisas. Em carnes, a temperatura deve ser medida na parte mais grossa, enquanto em assados, a sonda deve ser inserida na parte mais interna. Para garantir que o termômetro funcione corretamente, é importante esperar alguns segundos até que a leitura estabilize. Essa prática simples pode fazer toda a diferença na hora de garantir que o alimento esteja cozido de maneira uniforme e segura.

c.1.12.2 Temperaturas seguras para diferentes alimentos

Cada tipo de alimento possui uma temperatura ideal de cozimento que deve ser respeitada para garantir a segurança alimentar. Por exemplo, carnes bovinas devem ser cozidas a uma temperatura mínima de 63°C, enquanto aves, como frango e peru, devem atingir pelo menos 74°C. Peixes e frutos do mar são considerados seguros quando atingem 63°C. Além disso, pratos que contêm ovos devem ser cozidos a uma temperatura de 70°C. Conhecer essas temperaturas é fundamental para evitar contaminações e garantir que os alimentos sejam saboreados com segurança.

c.1.12.3 Erros comuns ao usar um termômetro culinário

Um dos erros mais comuns ao usar um termômetro culinário é não inserir a sonda na parte mais grossa do alimento, o que pode resultar em leituras incorretas. Outro erro frequente é não esperar o tempo necessário para que a leitura estabilize, levando a decisões precipitadas sobre o cozimento. Além disso, muitos cozinheiros não calibram seus termômetros regularmente, o que pode comprometer a precisão das medições. Estar ciente desses erros e

como evitá-los é fundamental para garantir que o uso do termômetro culinário seja sempre eficaz e seguro.

d) Absorção de Calor por Sólidos e Líquidos

A absorção de calor não é a mesma para todas as substâncias. De fato, podemos perceber isso quando aquecemos quantidades diferentes de um líquido ou ainda, quando notamos a diferença entre aquecer diferentes materiais. De fato, a quantidade de calor para causar uma determinada variação de temperatura nos permite caracterizar a absorção de calor de um material.

e) Lei de resfriamento ou variação de temperatura de Newton

Ainda sobre as contribuições da denominada lei do resfriamento de Newton, Pereira e Barboza (2018) destacam as afirmações de Alitolif (2011):

Esta forma de aplicação é ligada diretamente a física, mas cálculos voltados para as leis de temperatura são de grande utilidade em várias outras ciências, alguns exemplos são os utilizados nas engenharias, na variação de temperatura de uma simples xícara de café durante o seu resfriamento ou no derretimento de uma bola de sorvete, ou ainda no processo de resfriamento de um bolo, entre outras aplicabilidades deste modelo. (ALITOLIF, 2011 apud PEREIRA; BARBOZA, 2018, p. 47).

Essa lei empírica é aproximada, sendo mais precisa para pequenas diferenças de temperatura entre o corpo e o meio ambiente. Também é mais apropriada quando a transmissão de calor ocorre exclusivamente por condução ou convecção, mormente convecção forçada. Aliás, no experimento original, Newton deixou seu objeto ser resfriado onde o vento soprava constantemente (SILVERMAN; SILVERMAN, 2000).

Ocorre um maior afastamento entre essa lei empírica e a realidade quando a irradiação contribui fortemente no processo de resfriamento. Como agora há uma dependência com a temperatura absoluta à quarta potência (Lei de Stefan, do corpo negro), o resfriamento tem uma dependência diferente daquele previsto pela lei do resfriamento de Newton (CAVALCANTE e HAAG,

2005). Ou seja, a taxa de variação de calor do corpo passa a ser proporcional $(T - T_0)$, sendo a temperatura ambiente T_0 e a temperatura do corpo T .

No caso específico da perda de calor ocorrer basicamente por convecção natural (e não forçada) o resfriamento é também um pouco distinto que o previsto pela lei do resfriamento de Newton. Neste caso, mostra-se experimentalmente uma dependência com $(T - T_0)$ (O'SULLIVAN, 1990).

De acordo com Almeida e Barreto (2018), a taxa de resfriamento de um corpo depende de vários fatores: a diferença de temperatura entre o corpo e o meio externo, o tempo de contato com o ambiente, a substância da qual é feito o corpo, a área do corpo exposta ao ambiente, entre outros.

A lei do resfriamento de Newton é mostrada na equação 24:

$$\frac{d(T-Ta)}{dt} = -k(T - Ta) \quad [24]$$

Onde:

T é a temperatura do corpo num determinado instante

Ta é a temperatura do ambiente

dt é o tempo contado a partir do momento em que os corpos foram postos em contato.

k é uma constante determinada experimentalmente e que varia com o material do qual é feito o corpo, sua massa e sua condutividade térmica.

Chamando $(T - Ta)$ de y , teremos a equação 25:

$$\frac{dy}{dt} = -ky \quad [25]$$

Como a proposta busca utilizar um forno de micro-ondas e se supusermos que este fornece potência constante teremos a equação 26:

$$\frac{dQ}{dt} = mc \frac{dy}{dt} = \alpha \quad [26]$$

Onde:

$\frac{dQ}{dt}$ é a potencia em J/s [Joules por segundo] = W [watt],

m é a massa

c é o calor específico

$\frac{dy}{dt}$ é a variação de temperatura no tempo de uso do microondas, determinada pela lei do resfriamento de Newton conforme as equações 24 e 25 e,

α é uma constante positiva, medida no SI em W, representando a potência útil do micro-ondas e considerando que toda ela foi convertida em calor no corpo

de prova, não havendo evaporação de material ($m=\text{cte}$) e nem variação do calor específico com a temperatura ($c=\text{cte}$).

Havendo aquecimento e resfriamento por Newton simultaneamente, teremos a equação 27:

$$\frac{dy}{dt} = -ky + \alpha \quad [27]$$

Com $\alpha = a/mc$, sendo uma nova constante positiva, medida no SI em K/s.

A solução geral dessa equação de primeira ordem de variáveis separáveis fica como mostrado na equação 28, segundo (LEIGHTON, 1970) e (SYMBOLAB, 2020).

$$y = \frac{e^{-kt-c1}}{k} + \frac{a}{k} \quad [28]$$

Algumas aplicações da Lei de Resfriamento de Newton são aquelas relacionadas com o entendimento, compreensão e determinação do funcionamento de sistemas físicos, biológicos, econômicos e até sociais, como por exemplo: a mudança de temperatura feita em peças de aço, o resfriamento de materiais biológicos para preservação, o resfriamento de leite cru e a perícia criminal (ALMEIDA; BARRETO, 2018).

O Ensino da Física muitas vezes ocorre de forma mecânica, com conteúdos desatualizados, o ensino centrado no professor, e com o objetivo de que o aluno seja aprovado em vestibulares ou outros tipos de testes e avaliações. Por vezes o professor passa a fornecer respostas prontas, onde o aluno, geralmente, não o questiona, trabalhando assim a Física como uma ciência acabada, tal como apresentada nos livros de texto e/ou apostilas (MOREIRA, 2014).

f) A utilização da lei de resfriamento de Newton para determinação do calor específico.

No estudo da Termodinâmica, é de grande relevância para a aprendizagem do aluno que ele compreenda o denominado — Calor Específico. Podemos defini-lo como a quantidade de energia em forma de calor que deve ser transferida a 1g de uma substância para que a sua temperatura seja elevada em 1°C. Essa quantidade de calor varia de substância para substância (SILVA et al., 2003). Na Tabela 4, temos o valor do calor específico de algumas substâncias.

Tabela 4 - Calor específico de algumas substância

Substância	Calor específico (cal/g°C)	Substância	Calor específico (cal/g°C)
Água	1	Gelo	0,502
Areia	0,225	mercúrio	0,03325
Cloreto de sódio	0,204	Vapor de água (1atm)	0,481
etanol	0,581	alumínio	0,215

Fonte: O autor (2025)

Segundo Silva et al. (2003), existem pelo menos duas formas de determinar o calor específico de uma substância. Na primeira, utilizamos um processo de imersão, seguido das leituras de temperaturas realizadas duas vezes, onde uma é com um corpo padrão, de calor específico conhecido, e outra para o corpo cuja substância terá o calor específico determinado.

Na segunda, utilizando a lei de resfriamento de Newton, determinamos a temperatura do sistema imediatamente antes da imersão do corpo, e logo após a migração interna de calor devido à imersão. Desse modo é pressuposto que o arranjo experimental seja tal que as migrações internas de calor possam ser consideradas suficientemente rápidas devido à imersão, de forma que seja possível identificar a temperatura final de equilíbrio. Em seguida, será utilizada a equação de balanço de calor para determinar o calor específico. Esse procedimento tem suas vantagens pelo resultado aceitável, ao apresentar duas curvas de decaimento com inclinações próximas, o que facilita estimar a diferença de temperatura antes e após a imersão. Para uma melhor compreensão, oportuniza-se o exemplo da utilização da lei de resfriamento de Newton, usando um recipiente com água, em uma dada temperatura. Na água, coloca-se um corpo com sua temperatura previamente aferida. Em seguida mede-se em intervalos regulares de tempo a temperatura do sistema (PIRES; AFONSO; CHAVES, 2006).

Percebe-se que com a realização de procedimentos experimentais, o entendimento sobre conceitos como calor específico, e a lei de resfriamento de Newton e suas aplicações, se torna mais claro e possibilita introduzir novos conceitos essenciais, interligados.

g) Troca de Calor

g.1. Condução

Trata-se da transmissão de calor molécula a molécula, consequentemente havendo necessidade de um meio material, ocorrendo

sempre de um ponto de maior potencial energético (maior temperatura) para um de menor potencial (menor temperatura). Verifica-se experimentalmente que a quantidade de calor que flui através de um elemento opaco é função do material que o constitui, da espessura do elemento e do gradiente de temperatura. A grandeza física que caracteriza se um material é melhor ou pior condutor de calor chama-se condutibilidade térmica (k). A figura 1 ilustra o processo de transmissão de calor por condução.

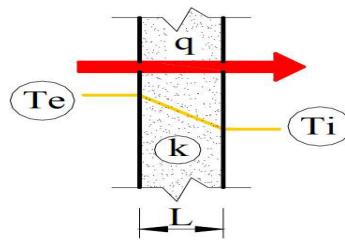


Figura 22 - Transmissão de calor por condução

Fonte: <https://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/calor/conducao.html>. Acessado em 25 de março de 2025

A equação 29 mostra como a condução térmica ocorre matematicamente.

$$q = k \cdot \frac{\Delta T}{L} \rightarrow Q = S \cdot k \cdot \frac{\Delta T}{L} \rightarrow E = S \cdot k \frac{\Delta T}{L} \Delta t \quad [29]$$

Onde:

q = intensidade de fluxo de calor, em W/m^2 ;

Q = intensidade total de fluxo de calor, em W (J/s);

E = energia (calor), em J ; k = condutibilidade térmica do material, em $\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$;

ΔT = diferença de temperatura entre exterior e interior, em $^\circ\text{C}$;

Δt = intervalo de tempo;

S = área atravessada pelo fluxo de calor, em m^2 ;

L = espessura da parede, em m

Podemos expressar a intensidade de fluxo de calor, q , pela equação 30 de forma a considerar a resistência térmica ou a condutância térmica do material:

$$q = \frac{\Delta T}{R_t} = \frac{k t}{\Delta T} \quad [30]$$

onde:

q = intensidade de fluxo de calor, em W/m^2 ;

R_t = resistência térmica do material, sendo $R_t = L/k$, em $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C/W}$;

K_t = condutância térmica do material, sendo $K_t = 1/R_t$, em $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

ΔT = diferença de temperatura entre exterior e interior, em $^\circ\text{C}$.

g.2 Convecção

Trata-se da transmissão de calor que ocorre entre um corpo sólido e um fluido em movimento, podendo o corpo fluido ser líquido ou gasoso. A convecção pode ser natural ou forçada. Diz-se que a convecção é natural quando o movimento do fluido ocorre unicamente devido a variações de seu peso específico (densidade). Na convecção forçada o movimento do fluido é provocado por uma bomba, no caso de um líquido, ou por um ventilador, no caso de um fluido gasoso.

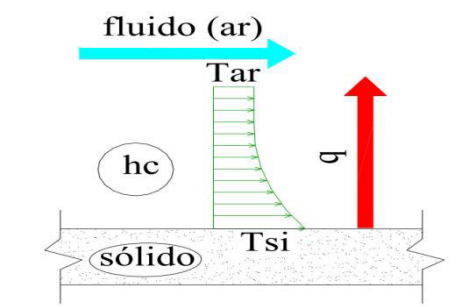


Figura 23- Transmissão do calor por convecção

Fonte: <https://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/calor/conducao.html>. Acessado em 25 de março de 2025

A equação 31 mostra a relação matemática da transmissão do calor por convecção, baseado na Figura 22:

$$q = hc (T_{si} - T_{ar}) \quad [31]$$

onde:

q = intensidade de fluxo de calor, em W/m^2 ;

hc = coeficiente de convecção, em $W/m^2 \cdot ^\circ C$;

T_{si} = temperatura da superfície do sólido, em $^\circ C$;

T_{ar} = temperatura do fluido (ar) não perturbado, em $^\circ C$

g.3 Transmissão de calor por radiação

Todos os corpos estando à determinada temperatura acima de 0 K (-273 $^\circ C$), consequentemente, possuindo movimento molecular e atômico, emitem radiação eletromagnética. Esta radiação deve ser analisada sob o ponto de vista de qualidade e de quantidade, por que suas características, comportamento e interação com os elementos construtivos, dependem intensamente dessas propriedades da radiação eletromagnética.

Duas teorias são adotadas para explicar os fenômenos de transmissão de calor na ausência de meio físico para propagação:

- que a transmissão tem natureza ondulatória, dando-se por meio de ondas eletromagnéticas;
- que a transmissão tem natureza corpuscular, dando-se meio de partículas, chamados fótons.

Na teoria eletromagnética, as grandezas que caracterizam a radiação são sua frequência e seu comprimento de onda, conforme apresentado na figura xx e na equação 32. A equação 33 representa a relação entre massa e energia conforme apresentada na teoria corpuscular

$$c = \lambda \cdot f \quad [32]$$

Onde:

c = velocidade da luz;

λ = comprimento de onda (distância entre dois picos da onda);

f = frequência da onda (número de ciclos por unidade de tempo)

$$E = m \cdot c^2 \quad [33]$$

E = quantidade equivalente de energia;

m = massa equivalente à quantidade de energia;

c = velocidade da luz.

g.3.1 Quantidade da radiação eletromagnética

A equação 34 mostra matematicamente como podemos determinar a irradiância de um corpo:

$$Hr = \varepsilon \sigma T^4 \quad [34]$$

Onde:

Hr = irradiância de um corpo, em W/m² ;

σ = constante de Stephan Boltzmann, (5,67 x 10⁻⁸ W/m² . K⁴);

ε = emissividade da superfície;

T = temperatura da superfície, em K.

g.3.2 Radiação recebida por um corpo

A energia radiante incidente sobre um corpo é em parte absorvida, refletida e transmitida através do corpo. A energia incidente se divide nessas

Chamam-se coeficientes de absorção (α), de reflexão (ρ) e de transmissão (τ) aos percentuais da energia total incidente que são, respectivamente, absorvido, refletido e transmitido por um corpo como mostrado na figura e equações seguintes. Chamando-se de E_i a energia radiante incidente em uma determinada superfície, de E_α à parcela de energia absorvida, de E_ρ à energia refletida e de E_τ à energia transmitida, tem-se a equação 35, cujas energias também estão representadas na Figura 23:

Dividindo-se a equação 34 por E_i , temos a equação 36, que pode ser simplificada como mostrado na equação 37:

$$1 = \alpha + \rho + \tau \quad [37]$$

q.3.3 Radiação trocada entre dois corpos

54

$$q = \alpha F T_{s1} - T_{s2} \quad [38]$$

onde:

q = calor transmitido por radiação, em W/m^2 ;

σ = constante de Stephan Boltzmann, ($5,67 \times 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$);

F = fator de forma que considera as emissividades (ϵ_1 e ϵ_2) e absortividades (α_1 e α_2) das superfícies, bem como a forma como uma superfície “vê” a outra;

T_{s1} e T_{s2} = temperatura das superfícies, em K.

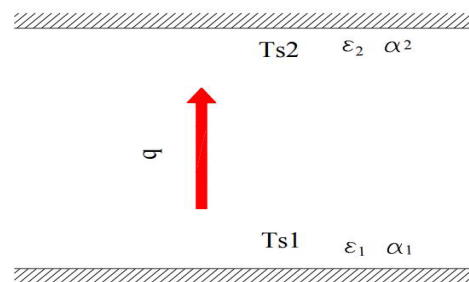


Figura 25 - Troca de calor por radiação entre duas superfícies

Fonte: <https://www.if.ufrj.br/~bertu/fis2/calor/conducao.html>. Acessado em 25 de março de 2025

Se a troca de calor por radiação for entre duas superfícies, temos a equação 39:

$$q = h_r(T_{s1} - T_{s2}) \quad [39]$$

Onde:

q = calor transmitido por radiação, em W/m^2 ;

h_r = coeficiente de troca de calor por radiação, em $W/m^2 \cdot ^\circ C$;

T_{s1} e T_{s2} = temperatura das superfícies, em $^\circ C$.

O coeficiente h_r é um parâmetro simplificado, que resume todos os fatores que interferem na troca de calor por radiação, tais como, as temperaturas das superfícies, os aspectos geométricos e físicos das superfícies, principalmente as emissividades (ϵ) e absortividades (α) das superfícies. Para troca de calor entre materiais de construções, sem brilho metálico em que a maioria deles possui emissividade em torno de 0,9 pode-se adotar, aproximadamente, $h_r = 5 W/m^2 \cdot ^\circ C$ (FROTA e SCHIFFER, 1995).

g.3.4 Fogões de Baixa e Alta precisão

A diferença entre fogões de baixa e alta pressão está principalmente no poder e na velocidade de cozimento dos alimentos, bem como na precisão na regulação da chama. Aqui estão as principais diferenças:

●Fogões de Alta Pressão:

- ✓ Possuem queimadores simples e orifícios maiores em relação aos de baixa pressão, resultando em uma chama mais potente.
- ✓ São mais indicados para cozinhas profissionais onde o ganho de tempo e eficiência são fundamentais.
- ✓ Permitem aproximadamente a metade do tempo no cozimento dos alimentos comparado aos fogões de baixa pressão.
- ✓ Não permitem uma regulação precisa da chama, principalmente se o objetivo for trabalhar com a chama baixa.

●Fogões de Baixa Pressão:

- ✓ São mais econômicos e indicados para cozinhas domésticas ou com demanda de cozimento mais lenta.
- ✓ Permitem um controle maior do tamanho da chama, o que é importante para cozinhas com alimentos que necessitam de maior tempo de cozimento.
- ✓ São reguláveis, permitindo uma melhor gestão do gás e controle de temperatura.

Os fogões de alta pressão são mais potentes e indicados para cozinhas profissionais onde a velocidade de cozimento é essencial, enquanto os fogões de baixa pressão são mais adequados para cozinhas domésticas ou com demanda de cozimento mais lento, permitindo maior controle e precisão na regulação da chama. A Tabela 5 mostra a diferença qualitativa de cozimento entre fogões de baixa e alta pressão

Tabela 5- Diferenças entre fogões de alta e baixa pressão

Característica	Fogão de Baixa Pressão	Fogão de Alta Pressão
Velocidade de cozimento	Mais lento	Mais rápido
Consumo de gás	Menor	Maior
Precisão na regulação da chama	Maior controle	Menos precisão, principalmente com chama baixa
Temperatura máxima	Menor	Maior
Aplicação	Cozinhas profissionais e domésticas	Cozinhas profissionais e grande escala
Eficiência energética	Mais eficiente	Menos eficiente

Fonte: <https://www.chamazul.com.br/fogao-industrial-de-alta-ou-baixa-pressao/>. Acessado em 25 de março de 2025

g.3.5 Transferência de Calor de diferente panelas

Mediante a evolução do domínio do fogo, o homem passou a desenvolver utensílios para caça e cocção dos alimentos. Até o período Neolítico, estes utensílios eram rudimentares, a base de pedras e madeira, mas davam o primeiro indício da utilização de técnicas e equipamentos para o domínio da transformação do alimento. Neste período também há dois fatores importantes: a agricultura e a domesticação dos animais. Estes fatores possibilitaram a transformação das características do grupo, gerando rearranjos nas suas estruturas sociais de organização, dividindo o trabalho entre homens e mulheres, para caça e plantio, que antes era realizado por todo o grupo durante a caça e a coleta, de modo que "os padrões alimentares humanos são resultantes da relação dos homens entre si e com a natureza" (DIEZ-GARCIA & CASTRO, 2011, p. 92).

Outro marco importante para o homem foi o surgimento da cerâmica. O ser humano iniciou seu uso com a finalidade de estocagem dos excedentes produzidos pela agricultura, passando a utilizar o barro moldado queimado como panelas, transformando a alimentação com novas perspectivas e possibilidades de interação entre novos alimentos, ingredientes e especiarias, representada como "parte da bagagem cultural e tecnológica de diversos grupos humanos" (LUNA, 2003, p. 69).

Já na Idade dos Metais, o homem descobre como fundir os metais através da aplicação de calor intenso. O domínio sobre os metais faz com que sejam adaptadas as antigas ferramentas de trabalho e possibilitam o surgimento de novas. É a período que se atribui o surgimento da primeira faca, que seria utilizada tanto para o auxílio na refeição, quanto para a caça e defesa, também havendo indícios da criação das primeiras versões metálicas das panelas de cerâmica (FLANDRIN & MONTANARI, 1988).

A perspectiva moderna dos mais recentes equipamentos de cozinha é vista em Barreto (2002, p. 79), obra na qual o autor afirma que "embora não sejam métodos de cocção convencionais, sua inclusão se deve ao fato de proporcionarem vários programas de cocção utilizando equipamentos contemporâneos". Estes equipamentos modernos são mais ágeis e

econômicos, mais comumente utilizados em grandes cozinhas, que adotam um processo chamado de "cozinha de montagem". A Tabela 6 mostra a condutividade térmica (em watt/metro.Kelvin) de diferentes materiais.

Tabela 6- Condutividades térmicas

CONDUTIVIDADE TÉRMICA	
Materiais	Consutividade W/m.K
Aço Inoxidável	14
Cobre	401
Ar (seco)	0,026
Espuma de Poliuretano	0,024
Lã Mineral	0,043
Fibra de Vidro	0,048
Pinho branco	0,11
Vidro Comum	1,0

Fonte: [https://www.fisica.net/constantes/condutividade-termica-\(k\).php](https://www.fisica.net/constantes/condutividade-termica-(k).php). Acessado em 25 de março de 2025

Já a Tabela 7 mostra um comparativo de uso de Caçarolas, sendo na coluna do meio os dados para uma caçarola de Barro e na última coluna os dados para uma Caçarola Convencional de metal

Tabela 7- Comparativa: Caçarola de Barro x Caçarola Convencional de metal

ASPECTO	CAÇAROLA DE BARRO	CAÇAROLA CONVENCIONAL
Cozimento	Uniforme e lento	Rápido e por vezes irregular
Retenção de calor	Excelente	Moderado
Cuidados como utensílio	Alto (cura e limpeza especial)	Baixo (simples e direto)
Impacto nutricional	Maior presenverção de nutrientes	Possível perda de nutrientes por calor intenso

Fonte: <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/27778/1/Tese%20VERS%C3%83O%20FINAL.pdf>. Acessado em 25 de março de 2025

3.2.4 Aulas 4 até 20

Nestas aulas o professor pode trabalhar com outras disciplinas pensando na transdisciplinaridade e interdisciplinaridade

Os alunos vão começar a produzir as maquetes com materiais simples, de baixo custo, trazendo a importância da física na profissão de escolha, além da maquete irão fazer os slides para demonstrar a pesquisa feita e para apresentar aos colegas (alunos e professores).

3.2.5 Aulas 20 até 25

Apresentação da Feira das Profissões: enfoques da Física para a Escola, ou pelo menos para as turmas do ensino médio, motivando a todos nos conhecimentos de física para a vida.

No final da 25a aula aplicar um questionário final, que de certa forma também avalia o produto educacional aplicado. Assim, sugere-se, para que possa avaliar a feira das profissões e para que os alunos possam apontar as potencialidades e fragilidades do trabalho desenvolvido, a aplicação de um novo questionário:

- 1) Qual nota o grupo merece pelo desenvolvimento e apresentação do trabalho envolvendo as profissões? Justifique a sua resposta.
- 2) Quais foram as matérias de física que o grupo utilizou para a escolher o tema?
- 3) Você sabia que a física está presente na profissão que o grupo escolheu?
- 4) Quais disciplinas que fazem parte da profissão escolhida?
- 5) Em qual curso superior escolhido (graduação) a física se aplica?
- 6) Quais foram os pontos positivos e negativos da apresentação?
- 7) Você pretende seguir a profissão escolhida ou na mesma área de física? Justifique.
- 8) Qual foi a conclusão que o grupo chegou para explicar a Física na profissão escolhida?
- 9) Proponha algumas ações para aproximar as profissões da Física.

4. Considerações Finais

Para finalização desse produto educacional, quero desejar boa sorte para você que deseja aplicar este trabalho com seus alunos, me coloco à disposição para as dúvidas e ajuda, desde já deixo o contato dos autores através dos e-mails.

Professor Diego: diegonascimento.nessa@gmail.com - possui graduação em Engenharia Civil, licenciatura em Física, Especialização em Ciências e Mestre em Ensino de Física a partir desta publicação, professor de física em escolas publicas e particulares

Orientadora Aline: alinedytz@furg.br - Possui graduação em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (1996) e doutorado em Ciências da Tecnologia Nuclear (Aplicações) pela Universidade de São Paulo (2001). Atualmente é professora Universidade Federal de Rio Grande - FURG como professora titular . Atua principalmente nos seguintes temas: ensino de física (professora pelo MNPEF), física medica e ensino de física médica, controle de qualidade em radiologia diagnostica e protecao radiologica.

Muito Obrigado!

5. Referencias

ALITOLEF, S. S. **Algumas Aplicações das Equações Diferenciais**. Ji Paraná: UNIR, 2011.

ALMEIDA, M. K.; BARRETO, C.L. **Física Térmica: com ênfase curriculares em CTSA e ensino por investigação: guia de orientação para o professor ICA**. São Paulo: Livraria da Física. 2018.

BONDIE, Rhonda; ZUSHO, Akane. **Diferenciação pedagógica na prática rotinas para engajar todos os alunos**. Editora Penso, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

CALDAS H., Magalhães M. E. **Rolamento sem escorregamento: atrito estatico ou atrito de rolamento?** Cad.Cat.Ens.Fís., v.17, n.3: p.257-269, dez.2000

CAVALCANTE, M. A.; HAAG, R. **Corpo negro e determinação experimental da constante de Planck**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.27, n.3, p.343 – 348, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbef/v27n3/a07v27n3.pdf>. Acesso em: 12 Março. 2025

DARIVA,Rafaela; OH, Alberto; **Atuação do nutricionista líder em unidade de alimentação e nutrição no segmento de refeições transportadas para penitenciários em Curitiba-PR e região Metropolitana**. Curitiba. 2013.

Diez-Garcia, Rosa Wanda; Ribeiro de Castro, Inês Rugani **A culinária como objeto de estudo e de intervenção no campo da Alimentação e Nutrição Ciência & Saúde Coletiva**, vol. 16, núm. 1, enero, 2011,

DUARTE, Marcos. OKUNO, Emico. **Física do futebol: mecânica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

iedler–Ferrara, N., Mattos, C., **Seleção e organização de conteúdos escolares: recortes na interdisciplinaridade**. Anais do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, VIII, Águas de Lindóia. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2002

GEHRINGER, Max. **Almanaque dos Mundiais: Os mais curiosos casos e histórias de 1930 a 2006**: Globo, 2010.

Leighton, Walter **"The Conjugacy Function."** Proceedings of the American Mathematical Society (1970)

LIMA, M. T. **Orientação Profissional: princípios teóricos, práticas e textos para psicólogos e educadores**. São Paulo: Vetor, 2007. Disponível em: <https://www.ced.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/82/2022/05/CREDE-6-CRISTIANE-ALVES-DO-NASCIMENTO.pdf>. Acesso em: 28/07/2024

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. **Possibilidades e Limitações das**

Simulações Computacionais no Ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, pp. 77-86, Jun. 2002.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea.** Ciclo de palestras dos 50 Anos do Instituto de Física da Universidade federal do Rio de Janeiro , Rio de Janeiro, Brasil. 2014.

NUSSENZVEIG, H. Moyses. **Curso de física básica: Mecânica.** Vol. 1. 4 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002

PEREIRA, I, M.,; BARBOSA, C, M. **Teoria e Prática na Lei de Resfriamento de Newton.** Ensino da Matemática em Debate (ISSN 2358-4122), v. 5, n. 1, p. 45-53, 2018.

PIRES; AFONSO; CHAVES,PIRES; AFONSO; CHAVES, **A termometria nos séculos XIX e XX** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 101 - 114, (2006) www.sbfisica.org.br acesso em 30/03/2025.

RANDALL D. KNIGHT **Física - Uma Abordagem Estratégica** - Vol. 1 - 2ª Ed. Bookman, Porot Alegre, 2009

SANTOS, Luiza de Jesus; NASCIMENTO, Eluá Beneméríta Vilela; FONSECA, Maria da Conceição Pereira da. **Tempo e temperatura da alimentação transportada destinada ao restaurante universitário na cidade de Salvador** – BA. Salvador: rev. Universidade Federal da Bahia. 2013

SILVERMAN, M. P.; SILVERMAN, C. R. **Cool in the kitchen: Radiation, conduction, and the Newton —hot blockll experiment.** The Physics Teacher 38, 82 (2000); doi:10.1119/1.880467

VERTCHENKO, L; VERTCHENKO, L, **Determinação da viscosidade por meio da velocidade terminal: uso da força de arrasto com termo quadrático na velocidade** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 4, e4304 (2017)

<https://www.scielo.br/j/rbef/a/7mzJ4pBV7dTMFsmXzjtYfzj/?lang=pt> acesso em 30/03/2025

<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/ensinando-leis-newton-comfutebol.htm> - Acessado: 30/03/2025