

MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE ALAGOAS



SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

Paulo Martins Vieira

**FÍSICA EM CASA: USO DOS ITENS ENCONTRADOS NOS LARES PARA
ENSINAR FÍSICA PARA ALUNOS DA MODALIDADE EJA**

Maceió
Março de 2020.

Paulo Martins Vieira

**FÍSICA EM CASA: USO DOS ITENS ENCONTRADOS NOS LARES PARA
ENSINAR FÍSICA PARA ALUNOS DA MODALIDADE EJA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas (Polo-36) no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva.

Maceió
Março de 2020

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos - CRB-4 - 2062

V658f Vieira, Paulo Martins.

Física em casa: uso dos itens encontrados nos lares para ensinar física para alunos da modalidade EJA / Paulo Martins Vieira. – 2020.

350 f. il. : figs. ; grafs. ; tabs. color.

Orientador: Wagner Ferreira da Silva.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Física. Programa de Pós-Graduação de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física. Maceió, 2020.

Bibliografia: f. 74-77.

Apêndice: f. 78-350.

1. Física – estudo e ensino. 2. Educação de jovens e adultos. 3. Aprendizagem significativa. 4. Objetos de aprendizagem. I. Título.

CDU: 53: 374.7



Coordenação Pós-Graduação: (82) 3214-1423 / 3214 – 1267

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE FÍSICA
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – Polo 36 - UFAL
Campus A. C. Simões - Av. Lourival de Melo Mota, S/Nº.
Tabuleiro dos Martins - 57.072-970 - Maceió - AL - Brasil
Tels.: Direção: (82) 3214-1645; Coordenação Graduação: (82) 3214.1421;



PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

“FÍSICA EM CASA: USO DOS ITENS ENCONTRADOS NOS LARES PARA
ENSINAR FÍSICA PARA ALUNOS DA MODALIDADE EJA”.

por

Paulo Martins Vieira

A Banca Examinadora composta pelos professores, Dr. Wagner Ferreira da Silva (orientador), do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas, Dr. Pedro Valentim dos Santos, do Instituto de Física da Universidade Federal de Alagoas e Dr. José Isnaldo de Lima Barbosa, do Instituto Federal de Alagoas – Campus Satuba, consideram o candidato **aprovado**.

Maceió/AL, 02 de março de 2020.


Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva


Prof. Dr. Pedro Valentim dos Santos


Prof. Dr. José Isnaldo de Lima Barbosa

Dedico esta dissertação a todos os meus Familiares e Amigos e em especial aos meus pais, Ana Maria Martins e Antônio Soares Vieira (*in memoriam*) e a minha esposa Maria Aparecida. B. Martins e filhas Maria Rafaela M. Vieira e Maria Renata M. Vieira, pelo apoio constante.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelos objetivos alcançados.

A minha esposa, Maria Aparecida B. Martins e as minhas filhas, Maria Rafaela M. Vieira e Maria Renata M. Vieira, pelo amor e apoio absolutos, que me incentivaram a continuar mesmo diante dos obstáculos, pela compreensão e paciência ao longo do curso.

A todos os familiares e amigos que sempre torceram pelo meu sucesso, em especial a minha irmã Maria dos Santos e ao meu tio José M. Ferreira pelo apoio e incentivos constantes.

À Sociedade Brasileira de Física – SBF, pela fundação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF com adesão da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos os colegas da turma MNPEF 2017, pelos bons momentos de nossa convivência e pela troca de experiências durante o tempo que estávamos juntos.

A todos os Professores pelos ensinamentos e dedicação ao curso.

Ao professor Dr. Wagner Ferreira da Silva, inicialmente pela confiança e excelente orientação, sem a qual esse trabalho não teria sido possível.

Aos professores Dr. Pedro Valentim dos Santos e Dr. José Isnaldo de Lima Barbosa, por terem aceitado participar da banca de defesa desta dissertação.

Por fim, aos Alunos que participaram da aplicação do produto educacional, pelo empenho e pela experiência compartilhada.

RESUMO

O modelo da educação clássica, centralizada na oralidade do docente e passividade dos discentes é ainda hoje encontrado nas salas de aula do ensino regular e da educação de jovens e adultos (EJA). A sua manutenção é justificada com o argumento de ser a melhor maneira de se ensinar e por dar menos trabalho, ou mesmo pela escassez de ferramentas didáticas voltadas a EJA. Mas, felizmente, já há uma grande preocupação em alguns professores em apresentar aos alunos uma Física contextualizada. Contudo, até onde sabemos, não havia até o momento um material que compilasse de forma organizada a física que pode ser explorada na nossa casa, e foi pensando nisto, que decidimos desenvolver este produto educacional no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da SBF (MNPEF-SBF). Por exemplo, o aparelho de micro-ondas é utilizado no estudo da interação da radiação com a matéria, e a geladeira para explicar alguns conceitos da termodinâmica. O material também apresenta uma seção chamada de mito ou verdade, na qual são exploradas questões que surgem no dia a dia do aluno, como a questão de se pode ou não guardar alimentos quentes na geladeira. Há também uma seção com dicas, como a questão de que não se deve utilizar itens decorativos dentro da geladeira que impeçam a circulação do ar dentro dela, como plásticos nas grelhas. A partir da aplicação do produto educacional em sala para alunos da EJA, constatamos uma boa aceitação por parte dos alunos, onde a grande maioria deles gostaram bastante da proposta apresentada. Vimos que alguns poucos alunos disseram não terem gostado ou achado o material de fácil entendimento, dentre outros pontos negativos. Mas, analisando as respostas deste grupo de alunos, vimos que, na verdade, o problema deles estava mais associado ao fato de não gostarem de Física, ou de não terem tempo de estudar Física, do que com o produto educacional em si. Nosso desejo é que este material possa contribuir para uma mudança na realidade educacional do nosso país, e que os alunos cada vez mais aprendam a Física e apliquem esse ensinamento no cotidiano em que vivem.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ensino Dirigido. Aprendizagem Significativa. Material para a EJA.

ABSTRACT

Classical education, based on the orality of the teacher and the passivity of the students, it still today in the classrooms of regular education and in the education of young people and adults on the called EJA escolar program in Brazil. Its maintenance is justified on the grounds that it is the best way to teach and because it takes less work, or even due to the scarcity of teaching tools aimed to the EJA students. But, fortunately, there is already a great concern in some teachers to teaching a more contextualized Physics. However, as far as we know, until now there was no material that compiled the physics that can be explored in our house in an organized way, and it was with this in mind, that we decided to develop this educational product in the National Professional Master in Physics Teaching at SBF (MNPEF-SBF). For example, the microwave device is used to study the interaction of radiation with matter, and the refrigerator to explain some concepts of thermodynamics. The material also has a section called myth or truth, in which questions that arise in the student's daily life are explored, such as the question of the people can or cannot to store hot food in the refrigerator. There is also a section with tips, such as the question that one should not use decorative items inside the refrigerator that obstruct the circulation of air inside it, like plastics in the grills. From the application of the educational product in the classroom for EJA students, we found a good acceptance on the part of the students, where most of them liked very much the proposal presented. We saw that a few students said they did not like it or thatt the material is not easy to understand, among other negative points. But, analyzing the responses of this group of students, we saw that, in fact, their problem was more associated with the fact that they do not like Physics, or that they do not have time to study Physics, than with the educational product itself. Our desire is that this material can contribute to a change in the educational reality in Brazil, and that students increasingly learn Physics and apply it in their daily lives.

Keywords: Physics Teaching. Directed Teaching. Meaningful Learning Theory. EJA material.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
1.1. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL	12
1.1.1 Ocorrências da aprendizagem significativa.....	14
1.1.2 Material potencialmente significativo	15
1.2. UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A EJA NO BRASIL.....	16
2. CONCEITOS FÍSICOS RELACIONADOS AO PRODUTO EDUCACIONAL	21
2.1. Hidrodinâmica	21
2.1.1 A Equação de Continuidade	24
2.1.2 A Equação de Bernoulli.....	25
2.2 Termodinâmica.....	26
2.2.1 Leis zero da termodinâmica.....	28
2.2.2 Calor	29
2.2.3 Leis da termodinâmica.....	33
2.2.3a Primeira lei da Termodinâmica.....	36
2.2.3b Segunda lei da Termodinâmica	37
2.3 Tubos de raios catódicos.....	41
2.3.1 Descobertas do elétron.....	41
2.3.2 Experimentos de Thomson	43
2.4 Circuitos elétricos simples.....	49
2.5 Ondas eletromagnéticas	52
2.6 Radiações eletromagnéticas e sua interação com a matéria	54
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	58
3.1 A natureza da pesquisa	58
3.2 Sujeitos da pesquisa.....	58
3.3 O questionário	59
3.4 Elaboração e aplicação do produto	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	66
4.1 ANÁLISES DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO	66
4.1.1 Análises sobre a disciplina	66
4.1.2 Análises sobre o Material	68
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
REFERÊNCIAS	74
APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL - FÍSICA EM CASA: USO DOS ITENS ENCONTRADOS NOS LARES PARA ENSINAR FÍSICA PARA ALUNOS DA MODALIDADE EJA	78

INTRODUÇÃO

Pensar na Educação de Jovens e Adultos (EJA) é pensar em homens e mulheres que voltam a refazer os percursos escolares. Contudo, é também refletir sobre a riqueza de saberes, de valores e culturas, sobre a diferença humana, e sobre a peleja coletiva pela garantia de direitos. São esses homens e mulheres que chegam às escolas, que chegam a EJA em busca do direito de acesso ao conhecimento socialmente construído, que almejam por superar as desigualdades e a exclusão. Assim, precisamos considerar os diferentes espaços-tempos nos quais acontece a formação de jovens, adultos.

As mudanças no mundo globalizado, estimuladas pelo avanço tecnológico, exigem que as pessoas adquiram e modernizem invariavelmente seus conhecimentos ao longo de toda a vida. Então, deve-se pensar a EJA como uma modalidade de ensino que tem a função social de dar respostas às necessidades formativas dos sujeitos que a compõem, levando em consideração as suas necessidades emergentes, tendo em vista, as rápidas transformações sociais, tecnológicas e econômicas. Sendo assim, é inquestionável a importância da Física para a compreensão dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos e dos fenômenos do nosso cotidiano, justificando assim a necessidade de estudá-la.

Portanto, a Educação de Jovens e Adultos deve procurar proporcionar a esses sujeitos uma formação flexível e diversificada, que lhes permita agir como cidadãos decisivos, independentes, capazes de encarar as aceleradas mudanças socioeconômicas, tecnológicas e culturais do mundo atual. Diante desses fatos procuramos desenvolver um material voltado ao ensino de Física na EJA com a pretensão de atender essas necessidades urgentes.

O objetivo geral desse trabalho é elaborar um material didático para o ensino de Física na EJA; que incorpore as especificidades e diversidades presentes no universo dos discentes dessa modalidade, considerando suas origens, cultura, saberes, conhecimento e projeto de vida. E, os objetivos específicos são: a) investigar quais teorias da aprendizagem se ajusta mais ao ensino de Física na EJA; b) identificar as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos dessa modalidade de ensino na disciplina de Física e c) desenvolver um material didático de Física que se ajuste, melhor, a realidade vivida pelos estudantes da EJA.

Nesse sentido, o problema que orienta a investigação assume a seguinte formulação: que material didático, destinado ao ensino de Física na EJA, poderia atender suas necessidades e está adequado a essa modalidade de ensino?

Nosso estudo inicia na seção II, do presente material apresentamos uma revisão breve sobre a aprendizagem significativa, conceito central da teoria de Ausubel, que envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual define como conceito subsunçor. Fizemos uma síntese sobre a história da EJA no Brasil, salientando a importância de Paulo Freire que nos deu o aporte pedagógico para um ensino baseado no respeito, no querer bem aos educandos e na luta em defesa dos direitos desses sujeitos marginalizados.

Na seção III, foram explanados conceitos básicos da hidrodinâmica, que é um ramo da Mecânica responsável pelo estudo do movimento dos fluídos. Aqui mostramos os tipos de escoamentos e as equações da continuidade e de Bernoulli. Na termodinâmica foram explorados os conceitos de temperatura, calor e trabalho. Mostramos, também, as leis da termodinâmica, o conceito de entropia e máquina térmica. Na parte de eletricidade apresentamos o Experimento de Thomson que utilizou as ampolas de Crookes para realizar a descoberta dos elétrons e determinar a relação e/m (carga massa do elétron), como também, os conceitos básicos de circuitos elétricos, ou seja, corrente, resistências e potência elétrica. Do eletromagnetismo mostramos um resumo das equações de Maxwell, a equação da onda eletromagnética e a interação da radiação eletromagnética com a matéria.

Na seção IV denominada de Procedimentos Metodológicos vamos explicar onde pesquisa foi desenvolvida, os sujeitos da pesquisa, o perfil do Colégio onde estudam e como foi o acesso a eles. Explicar a elaboração e aplicação do questionário e como foram feitas as análises dos dados.

Na seção V apresentamos com base dos dados obtidos, a partir do questionário desenvolvidas em sala pelos alunos, uma análise e os resultados obtidos.

Por fim, na seção VI fizemos nossas considerações finais sobre a pesquisa e o produto educacional.

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL

A teoria de Ausubel coloca em foco, sobretudo, a aprendizagem cognitiva. Pois:

É um representante do cognitivismo e, como tal, propõe uma explicação teórica do processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista, embora reconheça a importância da experiência afetiva. Para ele, aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos do cognitivismo, ele se baseia na premissa de que existe uma estrutura na qual essa organização e integração se processam. É a estrutura cognitiva, entendida como o conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização; ou, conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimentos. É o complexo resultante dos processos cognitivos, ou seja, dos processos por meio dos quais se adquire e utiliza o conhecimento (MOREIRA, 1999, p.152).

A atenção de Ausubel está invariavelmente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, e o fator destacado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (Ausubel denominou de ancoradouros). Novas ideias e informações podem ser aprendidas, na medida em que conceitos relevantes estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem as novas ideias e conceitos (MOREIRA, 1999).

Para Ausubel, aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Tal conhecimento ligado à nova aprendizagem, a qual pode ser um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, Ausubel chamava de subsunçor ou ideia-âncora (apud MOREIRA, 1999, p. 153). Portanto, “subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura cognitiva do indivíduo, que lhe permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto” (MOREIRA 2011, p.14). Assim, a nitidez, a firmeza cognitiva, o alcance, a diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. São conhecimentos dinâmicos que podem evoluir e, inclusive, “involuir” (MOREIRA, 2011).

A relação entre o conteúdo a ser aprendido e aquilo que o aluno já sabe deve exibir duas qualidades: substantividade e não arbitrariedade. A substantividade está associada ao fato de que a relação não é modificada se outros símbolos, distintos, mas equivalentes, forem usados. O que precisa ser incorporado à estrutura cognitiva são as ideias principais e não somente as palavras. A segunda qualidade, não arbitrariedade, exige uma relação entre o novo item a ser aprendido e os conhecimentos especificamente relevantes da estrutura cognitiva, não sendo arbitrário ou por acaso (RONCA, 1980).

Opondo-se à aprendizagem significativa existe a aprendizagem mecânica. Na aprendizagem mecânica uma nova informação não expande ou modifica os conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do sujeito, ocorre apenas a memorização (arquivamento da informação), possui pouca ou nenhuma informação prévia na estrutura cognitiva em que a nova informação possa se prender aos subsunçores particulares, a nova informação é quase sem significado. “A aprendizagem mecânica é conhecida como *decoreba*, tão utilizada pelos alunos e tão incentivada na escola” (MOREIRA 2011, p. 32).

“Ausubel não faz uma distinção entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa classificando-as não como duas coisas inteiramente contrárias e sim como um contínuo” (apud Moreira, 2011, p. 162). Ainda, de acordo com Moreira, quando o estudante se depara com um conteúdo inteiramente novo, a aprendizagem mecânica se faz indispensável. Contudo, o professor deve organizá-lo de maneira não arbitrária e literal, para que no momento em que a aprendizagem passar a modalidade significativa, “os subsunçores fiquem cada vez mais elaborados e capazes de ancorar novas informações. É importante que o professor traga exemplos do cotidiano do aluno e que aumente o grau de dificuldade gradualmente” (MOREIRA, 2011, p.162). De acordo com Moreira (1999, p. 155):

Segundo o próprio Ausubel, no entendimento, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa, ou seja, organizadores prévios são úteis para facilitar a aprendizagem na medida em que funcionam como “pontes cognitivas” âncora.

Por fim, dada a grande importância que Ausubel confere àquilo que o aprendiz já sabe, ele propõe que o professor consiga identificar esse conteúdo e ensinar de acordo com ele (MOREIRA, 2013).

1.1.1 Ocorrências da aprendizagem significativa

O processo de ensino envolve uma relação entre aluno, professor e material educacional, cujo finalidade é levar o educando a capturar e partilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino.

Para Santos (2008), a função do professor é fazer com que o aluno seja o personagem principal no processo educativo. Assim, é necessário que o educador deixe de fornecer respostas e incentive a uma maior participação dos alunos, gerando questionamento, dúvidas, criando necessidades e procurando fazer com que os alunos deixem de ser estáticos e passivos. Pois, “aprender é fruto de esforço. Esse esforço precisa ser a busca de uma solução, de uma resposta que nos satisfaça e nos reequilibre” (SANTOS, 2008, p.10).

Entretanto, na medida em que nos preocupamos mais em dar respostas do que fazer perguntas, impediremos que o aluno faça o necessário esforço para aprender, ou seja, levaremos o aluno a uma acomodação cognitiva (SANTOS, 2008). Ainda segundo Santos (2008, p. 10):

Num contexto de “mundo pronto” a resposta fazia sentido. Num contexto de “mundo em construção”, a resposta impede a aprendizagem. Além de que, a perspectiva do vir-a-ser exige busca constante. Se num mundo dinâmico paramos de buscar, saímos da sintonia desse mundo e nos desconectamos do processo global de desenvolvimento.

Na maioria das vezes as informações passadas na escola ocorrem sem que os alunos tenham necessidade delas, sendo assim, a função principal do professor é gerar questionamentos, dúvidas, criar necessidade e não apresentar respostas. Portanto,

O nosso principal papel como professores, na promoção de uma aprendizagem significativa, é desafiar os conceitos já aprendidos, para que eles se reconstruam mais ampliados e consistentes, tornando-se assim mais inclusivos com relação a novos conceitos. Quanto mais elaborado e enriquecido é um conceito, maior possibilidade ele tem de servir de parâmetro para a construção de novos conceitos. Isso significa dizer que quanto mais sabemos, mais temos condições de aprender (SANTOS, 2008, p. 11).

O professor pode expor os conteúdos a serem trabalhados originando uma aprendizagem por recepção ou por descoberta. Na aprendizagem receptiva, o aprendiz recebe a informação na sua forma acabada, não significando que esta aprendizagem seja passiva, tradicional e muito menos mecânica. Ao contrário, a aprendizagem significativa

por recepção exige muita atividade cognitiva para relacionar os novos conhecimentos com aqueles presentes na estrutura cognitiva (MOREIRA,1999).

Por fim, na aprendizagem por descoberta é imperativo que o aprendiz descubra para aprender, entretanto é um erro imaginar que por si só a aprendizagem por descoberta implica em uma aprendizagem significativa, assim como na aprendizagem por descoberta, é necessário que o aprendiz relacione o novo conhecimento com aqueles presentes em sua estrutura cognitiva. Pois “seria inviável para seres humanos aprender significativamente a imensa quantidade de informações e conhecimentos disponíveis no mundo atual se tivessem que descobri-los” (MOREIRA, 2011, P. 34). Assim, o conteúdo deve ser apresentado ao aprendiz por meio de um material potencialmente significativo, ou seja, os elementos que compõem o material devem ser dispostos em uma estrutura não arbitrária e as conexões entre os temas estejam claras aos estudantes e a linguagem apresentada de forma hierárquica.

1.1.2 Material potencialmente significativo

A teoria da aprendizagem significativa mostra que a variável que mais influencia a aprendizagem significativa é o conhecimento prévio do aluno. Assim, partindo desta concepção o desenvolvimento de um material significativo deve conseguir mobilizar as concepções prévias do aluno para criar situações para dar novos significados ao conhecimento.

Um material potencialmente significativo não quer dizer que ele tenha que ser algo bem sofisticado e repleto de tecnologia. Contudo, têm alguns itens que devem ser ressaltados para que o material possa ser potencialmente significativo. Isto é, devemos definir quais são os tópicos específicos, quais são os conceitos principais que o aluno deve se apropriar, quais são os conteúdos essenciais. Deve-se recomendar ou criar situações problemas, discussões e questionamentos para que o aluno possa externar seu conhecimento prévio (MOREIRA, 2013).

No material potencialmente significativo, as propostas devem ser apresentadas em nível crescente de complexidade, levando em conta o conhecimento prévio do discente, preparando o terreno para o que se pretende ensinar. Ou seja, as primeiras atividades podem ser expostas de diferentes formas como, vídeos, simulações, demonstrações, problemas do dia a dia (contextualizando o conteúdo) ou mesmo problemas que aparecem no livro didático. Os conteúdos sempre devem ser retomados com um nível de

complexidade mais elevado em relação ao anterior, destacando sempre as semelhanças e diferenças em relação ao conteúdo já trabalhado.

Por fim, o professor deve ser o mediador da aprendizagem e registrar todas as evidências que caracterizem uma aprendizagem significativa, avaliando de forma somativa e individual, durante todo o processo de implementação da aprendizagem (MOREIRA, 2013).

1.2. UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A EJA NO BRASIL

A educação de adultos torna-se mais que um direito: é a chave para o século XXI; é tanto consequência do exercício da cidadania como condição para uma plena participação na sociedade. Além do mais, é um poderoso argumento em favor do desenvolvimento ecológico sustentável, da democracia, da justiça, da igualdade entre os sexos, do desenvolvimento socioeconômico e científico, além de um requisito fundamental para a construção de um mundo onde a violência cede lugar ao diálogo e à cultura de paz baseada na justiça. (V Conferência Internacional sobre Educação de Adultos, Hamburgo, 1997).

Os elevados índices de analfabetismo no Brasil foram notados já a partir da década de 1940. É nesse período que a educação de jovens e adultos toma forma de Campanha Nacional. No ano de 1947, o governo difunde a primeira campanha de educação de Adultos com a seguinte proposta: alfabetização dos adultos em três meses; oferta de um curso primário em duas etapas de sete meses e a capacitação profissional e o desenvolvimento comunitário (CUNHA, 1999). Essa campanha era vista “como uma autêntica campanha de salvação nacional. Tentava conciliar quantidade com a qualidade e a continuidade do ensino. Entretanto, predominou tão somente o aspecto quantitativo, pois a intenção qualitativa nunca chegou a se concretizar” (EUGÊNIO, 2004, p. 31).

Essa Campanha se extingue antes da conclusão da década, sem o sucesso acreditado. Alguns julgamentos foram tecidos em relação às precárias condições de funcionamento das aulas, a baixa frequência e aproveitamento dos alunos, a má remuneração e a desqualificação dos professores, a inadequação do programa e do material didático à clientela e a superficialidade do aprendizado (SOARES, 1996).

Paulo Freire¹ (figura 1.1) na década de 1960 lança uma proposta para a alfabetização de adultos conduzindo os mais destacados programas de alfabetização do Brasil, em 1963, Freire é indicado para organizar e desenvolver um Programa Nacional

¹ Paulo Reglus Neves Freire (1921-1997) foi um educador, escritor e filósofo pernambucano. Tendo sua formação inicial em Direito. Freire foi agraciado com cerca de 48 títulos, entre doutorados honoris causa e outras honrarias de universidades e organizações brasileiras e do exterior. É o escritor da terceira obra mais citada em trabalhos de ciências humanas do mundo: *Pedagogia do oprimido*.

de Alfabetização de Adultos. Segundo o PNAA (Plano Nacional de Alfabetização de Adultos), temos: “aprovado pelo Decreto 53.465, de 21 de janeiro de 1964, o PNAA orientado pela proposta de Freire que previa a instalação de 20 mil círculos de cultura, que alfabetizaria 2 (dois) milhões de pessoas (EUGÊNIO, 2004, p. 42-43).

Figura 1.1: Paulo Reglus Neves Freire.



Fonte: Pagina “AGENDAUFBA²”

No entanto, em virtude do Golpe Militar, esse trabalho de alfabetização experimentou uma ruptura porque o pensamento de Paulo Freire era encarado como uma ameaça à ordem instalada. Seguido pela extinção do Programa, em 1964, Paulo Freire foi para o exílio no Chile. O novo Governo Militar iniciou a instauração de programas assistencialistas e conservadores para alfabetização de adultos.

Em 1967 é criado o MOBRAL (Movimento Brasileiro de Alfabetização) pela Lei nº 5.379. Fiel ao seu assistencialismo e conservadorismo, o Governo da época, com o MOBRAL, assume o controle da alfabetização de adultos. Recebendo um público entre 15 a 30 anos, é oferecida uma alfabetização funcional, ou seja, assimilação de técnicas básicas de leitura, escrita e cálculo. Esse Movimento “não demonstrava nenhuma preocupação com a formação integral do homem. O MOBRAL assume a educação como investimento, qualificação de mão-de-obra para o desenvolvimento econômico. A realidade existencial não é questionada” (EUGÊNIO, 2004, p. 43).

A expansão do MOBRAL, por todo o território nacional, ocorreu na década de 1970. Mesmo com a ampliação das atividades do MOBRAL, alguns grupos que trabalhavam com educação popular primavam por uma educação mais criativa e menos

² Disponível em: http://www.agenda.ufba.br/?tribe_events=mesa-redonda-paulo-freire-legado-e_atualidade. Acesso em 03 de nov. 2019.

antidialógica³ como se caracterizava a proposta do Movimento. O MOBRAL foi extinto pelo Decreto 91.980, de 25 de dezembro de 1985, expedido no início do governo de José Sarney. Para ocupar o lugar deixado por ele, foi instituída a Fundação EDUCAR. Essa Fundação não executava diretamente os projetos, porém apoiava métodos e financeiramente as iniciativas existentes. (EUGÊNIO, 2004).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 5.692/1971, que implantou o Ensino Supletivo, a educação de adultos, pela primeira vez, recebe a atenção governamental como uma tarefa consecutiva do sistema de ensino. Ou seja, no Artigo 24, letra **a** diz: “*suprir a escolarização regular para os adolescentes e adultos que não tenham seguido ou concluído na idade própria*”. Segundo Eugênio (2004, p. 47):

Os jovens são contemplados nos exames e cursos oferecidos pelos centros de ensino supletivo; apesar disso, não encontramos referências que permitam falarmos em educação de jovens e adultos, todas as referências ainda se referem tão somente à educação de adultos.

O Presidente Fernando Henrique Cardoso e o Ministro da Educação Paulo Renato Souza, em 1996, sancionam a atual Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 9394/1996. Em seu conteúdo, a “nova” LDB dedica dois Artigos, no Capítulo II, Seção V, que reafirmam a gratuidade e obrigatoriedade da oferta de educação para todos os que não tiveram acesso à educação na idade própria.

Art. 37. A educação de jovens e adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria.

§ 1º - Os sistemas de ensino assegurarão gratuitamente aos jovens e aos adultos, que não puderam efetuar os estudos na idade regular, oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames.

Art. 38 - Os sistemas de ensino manterão cursos e exames supletivos, que compreenderão a base nacional comum do currículo, habilitando ao prosseguimento de estudos em caráter regular (BRASIL, 1996, p. 15).

O Parecer CNE, de 11/2000 que trata das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos, destaca na sua introdução, tal ganho da modalidade: A

³ **Paulo Freire (1987)** conceitua a teoria antidialógica, com as seguintes expressões: conquista, dividir para manter a opressão, manipulação e a invasão cultural. Já, no entanto, para a teoria dialógica, é dada a Característica de: colaboração, união, organização e síntese cultural. Dentre outros fatores as características que constituem a teoria antidialógica se perfaz de forma a entender como cada uma, articulada com as demais, contribui para a manutenção ou ameaça ao *status quo*.

EJA, de acordo com a LDB, passou a ser uma modalidade da educação básica nas etapas do Ensino Fundamental e Médio, gozando de uma especificidade própria. Pois, segundo o Parecer CNE 11/2000:

[...] à transposição didática e metodológica das diretrizes curriculares nacionais do ensino fundamental e do médio para a EJA. Suas experiências de vida se qualificam como componentes significativos da organização dos projetos pedagógicos inclusive pelo reconhecimento da valorização da experiência extra – escolar (art. 3, X). Tal recontextualização ganha com a flexibilidade posta no art. 23 da LDB cujo teor destaca a forma diversa que poderá ter a organização escolar tendo como um critério a base na idade (PARECER CNE DE 11/2000, p.64).

Em 2001, o Congresso Nacional sanciona, a Lei 10.172, que estabelece o PNE (Plano Nacional de Educação). Nas diretrizes do PNE sobre a EJA, destaca que:

A necessidade de contínuo desenvolvimento de capacidades e competências para enfrentar essas transformações alterou a concepção tradicional de educação de jovens e adultos, não mais restrita a um período particular da vida ou a uma finalidade circunscrita. Desenvolve-se o conceito de *educação ao longo de toda a vida*, que há de se iniciar com a alfabetização. Mas não basta ensinar a ler e a escrever. Para inserir a população no exercício pleno da cidadania, melhorar sua qualidade de vida e de fruição do tempo livre, e ampliar suas oportunidades no mercado de trabalho, a educação de jovens e adultos deve compreender no mínimo, a oferta de uma formação equivalente às oito séries iniciais do ensino fundamental (PNE, Lei 10.172)

Por fim, as consequências de tais fenômenos fazem-se sentir objetivamente nos valores culturais, nas relações sociais, no cotidiano de cada pessoa e na participação política. Assim sendo, o PNE conclui que não cabe mais um tipo de educação de jovens e adultos que fique circunscrito a uma determinada finalidade ou que se relacione com um período particular da vida da pessoa, mas defende um conceito de educação ao longo da vida. Não basta ensinar ler e escrever na Educação de Jovens e Adultos; a EJA tem que “ser vista numa perspectiva mais ampla, dentro do conceito de educação e aprendizagem que ocorre ao longo da vida” (IRELAND, 2004).

1.2.1 A educação dialógica de Paulo Freire

Em Pedagogia da autonomia: saberes indispensáveis à prática educativa (Freire 2013) aponta o ato de lecionar como sendo uma especificidade humana, assinalado uma pedagogia baseada na humildade, na ética, no respeito aos saberes, na autonomia do educando e no saber escutar. Estabelece como saber indispensável à prática docente o

ensino dos conteúdos da formação ética dos educandos e estabelece a educação como uma forma de intervenção no mundo. Assim, mostra que estudar é repensar e não armazenar ideias alheias aos discentes. Deste modo, ensinar é conscientizar os educandos de seu papel no mundo e permitir atuações críticas em sua realidade. Pois:

De tanto ouvirem de si mesmos que são incapazes, que não sabem nada [...] terminam por se convencer de sua “incapacidade”. Falam de si como os que não sabem e do “doutor” como o que sabe e a quem devem escutar. (FREIRE, 2011, p.69).

Sendo assim, na educação de adultos, é imperativo apreciar suas situações existenciais, sociais, econômicas e políticas. Pois, os alunos apresentam histórico escolar, muitas vezes, marcado por evasões e reprovações que podem gerar sentimentos de inferioridade e de incompetência. Por fim, os adultos trazem experiências de vida que influenciam as ocorrências de aprendizagem; e podem pensar que não são capazes de apreender novos conhecimentos, devido experiências de aprendizagem frustrantes em sala de aula em situações vividas anteriormente.

2. CONCEITOS FÍSICOS RELACIONADOS AO PRODUTO EDUCACIONAL

Iremos descrever agora um pouco dos conceitos físicos relacionados ao produto educacional que foi desenvolvido.

2.1. Hidrodinâmica

No produto educacional, a hidrodinâmica foi importante para falar do ar condicionado, ventilador, e sobre o uso das janelas, por exemplo. Em adição, o estudo da hidrodinâmica é de extrema importância para várias áreas e situações do nosso cotidiano:

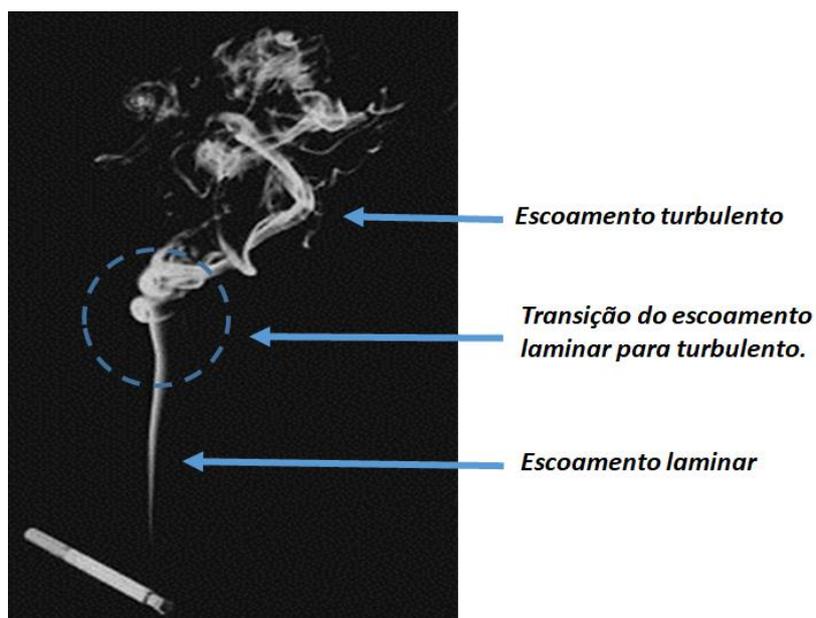
[...] Um engenheiro ambiental pode estar preocupado com a contaminação das vizinhanças de um depósito de lixo ou com a eficiência de um sistema de irrigação. Um engenheiro naval pode estar interessado em investigar os riscos de um mergulho em águas profundas ou a possibilidade de salvar a tripulação de um submarino danificado. Um engenheiro aeronáutico pode projetar o sistema hidráulico dos *fiaps* que ajudam um avião a pousar. [...] (HALLIDAY, 2009, v.2, p. 58).

No estudo da hidrodinâmica, um conceito importante é o fluido, que no caso, é uma substância que pode escoar. Os fluidos adquirem a forma do recipiente em que são colocados. “Na linguagem mais formal [...] um fluido é uma substância que escoar porque ele não pode resistir a uma tensão de cisalhamento⁴. Um fluido pode, porém, exercer uma força na direção perpendicular à superfície” (HALLIDAY, 2009, v.2, p. 58).

Existem vários tipos de escoamentos, um deles é o escoamento laminar, em que a velocidade do fluido em um ponto fixo qualquer do escoamento não varia com o tempo, ou seja, seu módulo e sua orientação permanecem constantes. Caso ocorra o contrário do laminar, o escoamento é denominado de turbulento. Por exemplo, “o escoamento suave da água no centro de um rio de águas calmas é estacionário; o escoamento da água em uma corredeira, não” (HALLIDAY, 2009, v.2, p. 69). Na figura 2.1, vemos a transição de escoamento laminar para turbulento em um fluxo de fumaça. Note que a velocidade das partículas de fumaça aumenta à medida que sobem para um certo *valor crítico da velocidade*, o escoamento muda de laminar para turbulento.

⁴ **Tensão de cisalhamento** ou **tensão cortante** é um tipo de tensão gerado por forças aplicadas em sentidos iguais ou opostos, em direções semelhantes, mas com intensidades diferentes no material analisado. Um exemplo disso é a aplicação de forças paralelas mas em sentidos opostos, ou a típica tensão que gera o corte em tesouras.

Figura 2.1: Transição do escoamento laminar para turbulento.



Fonte: Página do Instituto de Física da UFRJ⁵ - Adaptada.

Em geral, no estudo da hidrodinâmica no Ensino Médio, é considerado que o fluido é incompressível, ou seja, que sua massa específica tem um valor uniforme e constante em toda extensão do fluido. Outra grandeza importante no escoamento dos fluidos é a viscosidade. Em termos práticos a viscosidade de um fluido é uma medida da resistência que ele oferece ao escoamento. Ou seja, o mel resiste mais ao escoamento que a água e, portanto, é mais viscoso do que a água. A viscosidade dos fluidos é comparável ao atrito entre sólidos, isto é, ambos são mecanismos através dos quais a energia cinética de objetos em movimento pode ser transferida para energia térmica. Logo, na ausência de atrito um corpo desliza em uma superfície horizontal com velocidade constante. Assim, segundo Halliday (2009, v. 2, p. 70):

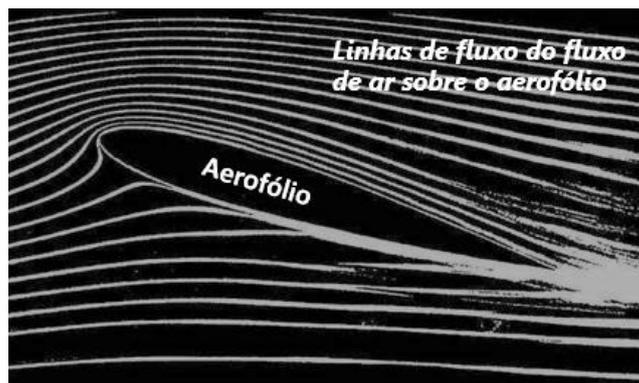
Um objeto imerso em um fluido não-viscoso não experimenta uma *força de arrasto viscoso* e se move com velocidade constante através do fluido. O cientista inglês Lorde Rayleigh observou que em um fluido ideal as hélices de um navio não funcionariam, mas por outro lado em um fluido ideal um navio (uma vez em movimento) não precisaria de hélices!

Podemos visualizar o escoamento de um fluido usando um traçador, que pode ser constituído por gotas de corante injetadas em múltiplos pontos de um líquido ou

⁵ Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~ginette/cursos/fit122/2011_02/programa/fluidos/escoamento.html. Acesso em 03 de nov. 2019.

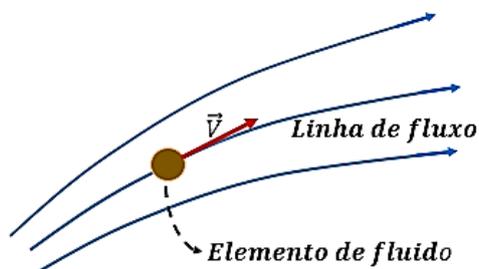
por partículas de fumaça misturadas a um gás. Cada gota ou partícula de um traçador torna aparente uma linha de fluxo, que é o caminho seguido por um elemento do fluido (HALLIDAY, 2009). A Figura 3, mostra uma foto real de um teste num túnel de vento. As trilhas de fumaça seguem as linhas de fluxo de ar sobre o aerofólio, e na figura 2.2 é mostrada uma representação esquemática das linhas de fluxo em um fluido.

Figura 2.2: Linhas de fluxo em um túnel de vento.



Fonte: Página da simpleplanes⁶ “Airfoil Tutorial Basic”.

Figura 2.3: Representação das linhas de Fluxo em um fluido.



Fonte: Autoria própria, baseado em HALLIDAY, 2009.

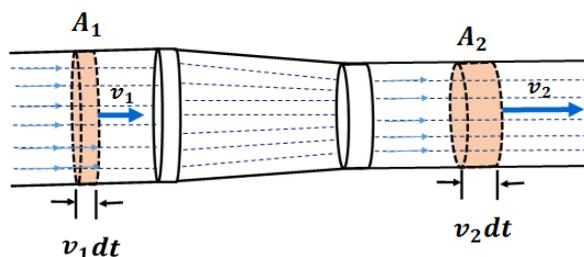
A velocidade de uma partícula é sempre tangente a sua trajetória, que é dada pela linha de fluxo, ver figura 2.3. Logo, duas linhas de fluxo jamais se cruzam, caso contrário, uma partícula que chegasse a um ponto de interseção de duas linhas de fluxo poderia ter ao mesmo tempo duas velocidades diferentes, o que seria um absurdo.

⁶ Disponível em: <https://www.simpleplanes.com/Forums/View/1064384/Basic-Airfoil-Tutorial-for-Beginners>. Acesso em 03 de nov. 2019.

2.1.1 A Equação de Continuidade

Na figura 2.4, temos um tubo de escoamento delimitado entre duas seções retas estacionárias com áreas A_1 e A_2 . Nestas seções retas as velocidades do fluido são v_1 e v_2 , respectivamente. Sabemos ainda que nenhum fluido pode se escoar através das paredes laterais do tubo porque a velocidade do fluido é tangente à parede em cada um de seus pontos.

Figura 2.4: Tubo de escoamento de reta de área variável.



Fonte: Autoria própria, baseado em YOUNG, 2003.

Considerando que em um pequeno intervalo de tempo dt o fluido que estava em A_1 se desloca a uma distância $v_1 dt$, de modo que um cilindro de fluido com altura $v_1 dt$ terá um elemento de volume de fluido dado por: $dV_1 = A_1 v_1 dt$, que se escoar para o interior do tubo através de A_1 . Ao mesmo tempo, um elemento de cilindro com volume $dV_2 = A_2 v_2 dt$ se escoar para fora do tubo através de A_2 .

Pelo princípio da conservação da massa, devemos ter $\frac{dm}{dt} = 0$. Este resultado conduz a uma relação importante denominada de equação da continuidade. Vamos considerar também o caso de um fluido incompressível, de modo que a densidade ρ possui o mesmo valor em todos os pontos do fluido. Assim, no escoamento estacionário a massa total no tubo permanece constante, e teremos que

$$dm_1 = dm_2$$

$$\rho A_1 v_1 = \rho A_2 v_2$$

Ou seja,

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (2.1)$$

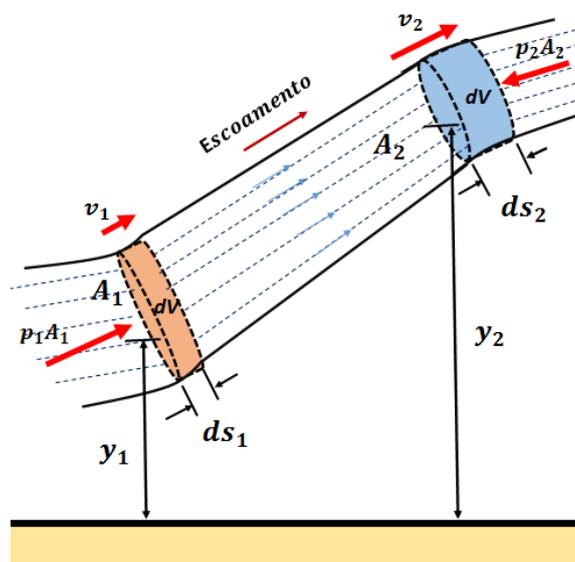
Por fim, a taxa com a qual o volume do fluido atravessa a seção reta do tubo é o produto Av e é denominada de vazão volumétrica $\frac{dV}{dt}$.

2.1.2 A Equação de Bernoulli

A equação da continuidade mostrou que a velocidade de escoamento de um fluido pode variar ao longo da trajetória do fluido. A pressão também pode variar; ela depende da altura e da velocidade de escoamento. É possível obter uma relação entre a pressão, velocidade e a altura de escoamento de um fluido ideal, através de uma relação denominada de equação de Bernoulli.

Consideremos um tubo através do qual um fluido ideal escoar com vazão constante, figura 2.5. Suponha que, em um intervalo de tempo Δt , um volume ΔV do fluido, entra pela extremidade esquerda (entrada) do tubo e um volume igual sai pela extremidade direita (saída) do tubo. Como o fluido é incompressível, com uma massa específica constante ρ , o volume que sai deve ser igual ao volume que entra (HALLIDAY, 2009, v.2).

Figura 2.5: Trabalho total sobre um elemento de volume de um fluido.



Fonte: Autoria própria, baseado em YOUNG, 2003.

Sejam y_1 , v_1 e p_1 a altura, a velocidade e a pressão do fluido que entra do lado esquerdo, e y_2 , v_2 e p_2 os valores correspondentes do fluido que sai do lado direito. Aplicando ao fluido a *lei de conservação da energia*, vamos mostrar que esses valores estão relacionados através da equação

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2 \quad (2.2)$$

Onde o termo $\frac{1}{2}\rho v^2$ é chamado de energia cinética específica, (ou energia cinética por unidade de volume) do fluido. Os índices 1 e 2 referem-se a qualquer par de pontos ao longo do tubo de escoamento, de modo que podemos escrever a equação (2.2) na forma:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g y = C \text{ (constante)} \quad (2.3)$$

Por fim, vale destacar que a equação de Bernoulli é válida apenas para fluidos ideais. Quando forças viscosas estão presentes, parte da energia é convertida em energia térmica.

2.2 Termodinâmica

Em nosso trabalho, a termodinâmica foi explorada no produto educacional no funcionamento da geladeira e do ar condicionado. “A termodinâmica é o estudo dos processos de transferência de energia entre corpos macroscópicos e que envolvem a temperatura” (TIPLER, 2014, v.1 p.399). Assim, podemos dizer que a termodinâmica estuda como um sistema físico transforma calor em energia mecânica e vice-versa. Segundo Young (2003, v. 2, p. 176):

Toda vez que você dirige um carro, liga um ar condicionado ou usa um eletrodoméstico, você está usufruindo dos benefícios práticos da termodinâmica, o estudo das relações envolvendo calor, trabalho mecânico e outros aspectos da energia ou conversão entre tipos de energia.

Portanto, poderíamos dizer que “um dos principais ramos da física e da engenharia é a termodinâmica, o estudo das leis que regem a relação entre calor e outras formas de energia.” (HALLIDAY, 2009, v. 2, p. 184). E, “lida com fenômenos associados aos conceitos de temperatura e calor” (NUSSENZVEIG, 2014, v.2, p. 192).

Tanto em um dia quente de verão como em uma noite fria de inverno, nosso corpo necessita manter uma temperatura aproximadamente constante ($\approx 36^\circ\text{C}$). Para isso, ele possui um mecanismo de controle de temperatura eficiente. Entretanto, algumas vezes precisamos de ajuda, ou seja, em dias quentes nós usamos roupas claras e leves (ou pouca roupa) para melhorar a troca de calor entre nosso corpo e o ar do ambiente (YOUNG, 2003). O resfriamento de nosso corpo é proporcionado pela evaporação do

suor que é um mecanismo biológico de controle de temperatura; por isso que no verão deve-se beber bastante água fria. O ponto de partida de nosso estudo da termodinâmica é o conceito de temperatura.

Segundo Young (2003, v. 2, p. 103):

O conceito de temperatura é originado das ideias básicas qualitativas de “quente” e “frio”, que são baseadas em nosso sentido de tato. Um corpo que parece estar quente normalmente possui uma temperatura mais elevada do que um corpo análogo que parece estar frio. Isso é vago, e os sentidos podem ser enganosos. Contudo, muitas propriedades da matéria que podemos medir dependem da temperatura. O comprimento de uma barra metálica, a pressão no interior de uma caldeira, a intensidade da corrente elétrica transportada por um fio e a cor de um objeto incandescente muito quente - todas essas grandezas dependem da temperatura.

Considerando a energia cinética de translação média por molécula, podemos dizer que em uma interpretação macroscópica da “temperatura absoluta T como uma medida da energia cinética média de translação das moléculas de um gás ideal” (NUSSENZVEIG, 2014, p.299). Então, quanto maior a temperatura de certa massa de gás, mais “agitadas” estarão suas moléculas. Os físicos medem a temperatura na escala Kelvin, que é também denominada de temperatura termodinâmica, cuja unidade, no SI (Sistema Internacional), é o *kelvin* (K). Segundo Halliday (2009, v. 2, p. 183):

Embora não exista um limite superior para a temperatura de um corpo, existe um limite inferior: esta temperatura limite é tomada como sendo o *zero* da escala Kelvin de temperatura. A temperatura ambiente está em torno de 290 kelvins (290 K).

Uma escala de temperatura é construída indicando um fenômeno térmico reprodutível e, arbitrariamente, atribuímos a ele uma temperatura, por exemplo, escolher o ponto de fusão do gelo ou o ponto de ebulição da água, entretanto, por razões técnicas optamos pelo ponto tríplice da água. Ou seja, a água líquida, o gelo e o vapor de água podem coexistir, em equilíbrio térmico, para apenas um conjunto de valores de pressão e temperatura (o ponto tríplice da água pode ser obtido em laboratório onde a pressão é de 611 Pa). Por acordo internacional, foi atribuído ao ponto triplo da água o valor de 273,16 K como a temperatura-padrão para a calibração dos termômetros, ou seja,

$$T_3 = 273,15 K, \quad (2.4)$$

onde o índice 3 significa “ponto tríplice” (HALLIDAY, 2009).

2.2.1 Leis zero da termodinâmica

Um sistema termodinâmico consiste frequentemente em certa quantidade de matéria contida dentro de um recipiente. Segundo Young (2003, v. 2, p. 176):

Estaremos sempre falando de energia transferida para dentro ou para fora de um sistema. O sistema pode ser um dispositivo mecânico, um organismo biológico ou uma dada quantidade de matéria tal como o refrigerador em um condicionador de ar ou o vapor que se expande em uma turbina. **Um sistema termodinâmico** é aquele que interage (e troca energia) com suas vizinhanças, ou ambiente, pelo menos de dois modos diferentes, um dos quais mediante a transferência de calor.

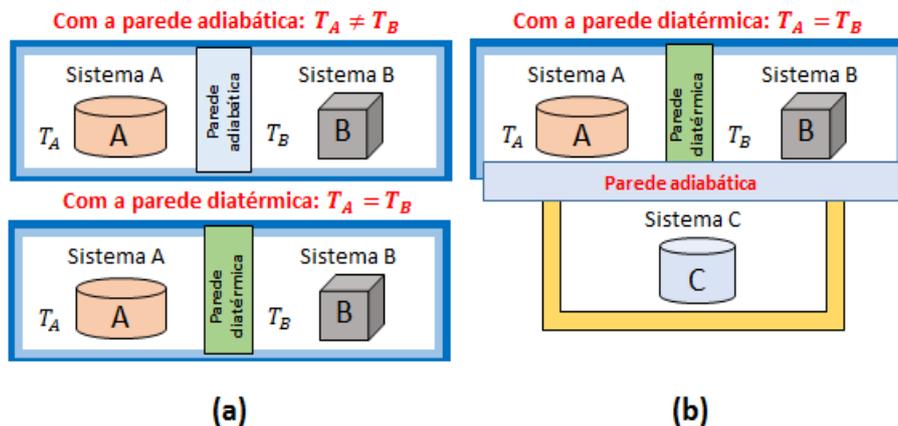
O sistema termodinâmico consiste na parte do universo que está sendo estudado. Ele é delimitado por uma fronteira que separa das demais partes do universo, que estão fora da região delimitada pela fronteira, correspondem à vizinhança do sistema. A natureza da interação entre o sistema e a vizinhança é uma questão central na descrição do comportamento termodinâmico dos sistemas físicos. Por isso, os sistemas são qualificados em vários tipos, de acordo com a maneira como eles interagem com o exterior.

Sistemas isolados: não trocam energia nem matéria com a vizinhança. Nesse sistema a fronteira que isola perfeitamente um sistema é chamada de parede *adiabática* (não permite que haja fluxo de calor entre os meios externo e interno do sistema). Sistemas fechados: trocam energia com a vizinhança, mas não trocam matéria. Uma geladeira é um sistema fechado, mantendo-se sua porta fechada, ela não troca matéria com o meio ambiente, porém, permite a troca de calor com meio externo no radiador (dispositivo localiza na sua parte traseira) e recebe energia elétrica. Sistemas abertos: trocam tanto energia quanto matéria com a vizinhança. Uma panela de pressão em operação é um sistema aberto, pois, permite a troca de calor e de matéria. Uma panela de pressão troca calor com o meio ambiente através de sua parede metálica (condução térmica) e perde matéria em forma de vapor através de sua válvula de alívio de pressão.

Vamos considerar dois sistemas isolados A e B separados por uma parede adiabática, assim, o estado de equilíbrio térmico de um não é afetado pelo outro. Agora considere que substituimos a parede adiabática por uma parede diatérmica. Neste caso os sistemas A e B estão em contato térmico e as variáveis macroscópicas tanto de A como

de B vão mudar no tempo, até que o sistema composto por A e B esteja em equilíbrio térmico. Ou seja, está em equilíbrio térmico com B, figura 2.6 (a).

Figura 2.6: Lei zero da termodinâmica: Esquema mostrando três sistemas (A, B e C) em diferentes configurações.



Fonte: Autoria própria, baseado em HALLIDAY, 2009.

Considere agora que A e B estão em equilíbrio térmico com um terceiro sistema C, mas separados por uma parede adiabática Figura 2.6 (b). Se trocarmos a parede adiabática por uma parede diatérmica os sistemas A e B estão também estarão em equilíbrio térmico entre si. Este fato é chamado de lei zero da termodinâmica. E “se dois corpos A e B estão separadamente em equilíbrio térmico com um terceiro corpo C, A e B estão em equilíbrio térmico entre si” (HALLIDAY, 2009, v.2, p. 184). Em uma linguagem menos formal, o que a lei zero nos diz é o seguinte: “Todo corpo possui uma propriedade chamada temperatura. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, suas temperaturas são iguais e vice-versa” (HALLIDAY, 2009, v.2, p. 184).

2.2.2 Calor

Calor corresponde à energia térmica que está sendo cedido ou recebido, excepcionalmente em virtude da diferença de temperaturas, transferido, espontaneamente, da região de maior temperatura para a região de menor temperatura. Segundo Young (2003, v. 2, p. 113):

Quando você coloca uma colher em uma xícara de café quente, a colher se aquece e o café se esfria e eles tendem a atingir o equilíbrio térmico. A interação que produz essas variações de temperatura é basicamente uma transferência de energia entre uma substância e a outra. A transferência de energia produzida apenas por uma diferença de temperatura denomina-se

transferência de calor ou fluxo de calor, e a energia transferida deste modo denomina-se calor.

Se deixarmos uma panela com cabo de metal sobre uma chama por um intervalo de tempo, o cabo da panela fica tão quente que pode queimar a nossa mão. Ou seja, a energia é transferida da panela para o cabo por condução térmica. Segundo Halliday (2009, v. 2, p. 200):

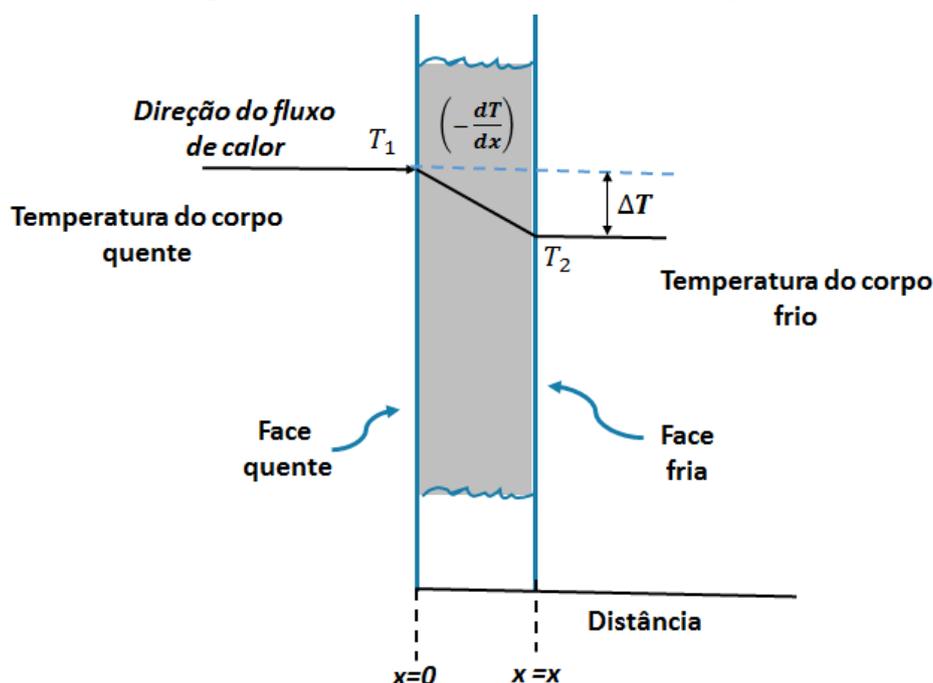
Os elétrons e átomos da panela vibram intensamente por causa da alta temperatura a que estão expostos. Essas vibrações, e a energia associada, são transferidas para o cabo através de colisões entre os átomos. Dessa forma, uma região de temperatura crescente se propaga em direção ao cabo.

As leis básicas da condução de calor apresentam-se a seguir:

(a) O calor flui sempre de um ponto 1 a temperatura mais alta para um ponto 2 a temperatura mais baixa. A quantidade de calor ΔQ transportada durante um intervalo de tempo Δt é; (b) Proporcional à diferença de temperatura $\Delta T = T_2 - T_1$; a água ferve mais depressa se a temperatura da chama é mais alta; (c) Inversamente proporcional à espessura Δx da chapa metálica: quanto mais espesso o fundo da panela, mais tempo leva para ferver a água. Combinando (b) e (c), vemos que ΔQ é proporcional a $\Delta T/\Delta x$, que é chamado de *gradiente de temperatura*; (d) proporcional à área A através da qual o calor está fluindo[...]; (e) Proporcional ao intervalo de tempo Δt (NUSSENZVEIG, 2014, v.2, p.2010-2011).

Na figura 2.7 é mostrado o fluxo de calor que atravessa uma chapa metálica de área A e espessura Δx .

Figura 2.7: Fluxo de calor através de uma chapa.



Fonte: Autoria própria, baseado em YOUNG, 2003.

Considerando as leis básicas da condução de calor, vemos que ΔQ é proporcional a $A\Delta t \left(\frac{\Delta T}{\Delta x}\right)$, ou seja, o fluxo de calor através de uma espessura infinitésima dx de um meio durante um tempo dt , é

$$\frac{dQ}{dt} = -kA \frac{dT}{dx} \quad (2.5)$$

Na equação acima, k é uma constante que depende do material e é denominada condutividade térmica do material. “Um material que transfere facilmente energia por condução é um bom *condutor de calor* e tem um alto valor de k ” (HALLIDAY, 2009, v.2, p. 200). E, baixo para os maus condutores, conhecidos como isolantes térmicos. O sinal (-) na equação (05) advém do fato de que o calor flui de temperaturas mais altas para temperaturas mais baixas; assim, se o gradiente de temperatura $\frac{dT}{dx}$ é negativo, a corrente térmica $\frac{dQ}{dt}$ é positiva.

Em regime estacionário, isto é, quando a temperatura ao longo da chapa se torna independente do tempo, T só depende de x , a corrente térmica $\frac{dQ}{dt}$ na equação (2.5) não pode depender de x , ou seja, o fluxo de calor por unidade de tempo tem que ser o mesmo através de qualquer secção da chapa. Então, na equação (2.5), $\frac{dT}{dx} = \text{constante}$, o que resulta em:

$$\frac{dT}{dx} = -\frac{T_2 - T_1}{L}. \quad (2.6)$$

E,

$$\frac{dQ}{dt} = -kA \frac{T_2 - T_1}{L}. \quad (2.7)$$

Nas equações anteriores L é a espessura da chapa ou a distância entre as paredes quente e fria.

Um outro conceito importante é o de convecção. As partes diferentemente aquecidas de um fluido movimentam-se no seu interior devido às diferenças de densidades das porções quente e fria do fluido. A figura 2.8, mostra como se forma a corrente de convecção quando a água está fervendo, percebe-se que a água aquecida no fundo da panela se move para cima e conseqüentemente a água mais fria na parte de cima desce.

Figura 2.8: Convecção térmica na água.



Fonte: Página da Dobrodosli Trbovljah⁷.

A convecção faz parte de vários processos naturais. Ou seja:

A convecção atmosférica desempenha um papel fundamental na formação de padrões climáticos globais e nas variações do tempo a curto prazo. Tanto os pilotos de asa delta como os pássaros usam térmicas (correntes de convecção de ar quente) para se manter por mais tempo no ar (HALLIDAY, 2009, v.2, p. 201).

É importante falarmos também um pouco sobre irradiação térmica, ela é uma forma de propagação de calor que não necessita de um meio material para se propagar. Esse tipo de propagação do calor ocorre através dos raios infravermelhos⁸, que são ondas eletromagnéticas. Um bom exemplo do processo de irradiação ocorre “*quando você se aproxima de uma fogueira e é aquecido pela radiação térmica proveniente do fogo, ou seja, sua energia térmica aumenta ao mesmo tempo em que a energia térmica do fogo diminui*” (HALLIDAY, 2009, v.2, p. 202). É dessa forma que o Sol aquece a Terra todos os dias. A taxa de radiação ($P_{\text{radiação}}$) com a qual um objeto emite energia através da radiação eletromagnética depende da área “ A ” da superfície do objeto e da temperatura “ T ” (em Kelvin) dessa área, e é dada por

$$P_{\text{radiação}} = \sigma \varepsilon AT^4, \quad (2.8)$$

onde $\sigma = 5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ é uma constante física conhecida como constante de Stefan-Boltzmann, em homenagem a Josef Steran, que descobriu a equação 2.8 experimentalmente, e a Ludwig Boltzmann que a deduziu teoricamente logo depois. O símbolo ε representa a *emissividade* da superfície do objeto, que tem um valor entre 0 e

⁷ Disponível em: <https://www.trbovlje.si/prekuhavanje-pitne-vode/1702>. Acesso em 29 de mar. 2019.

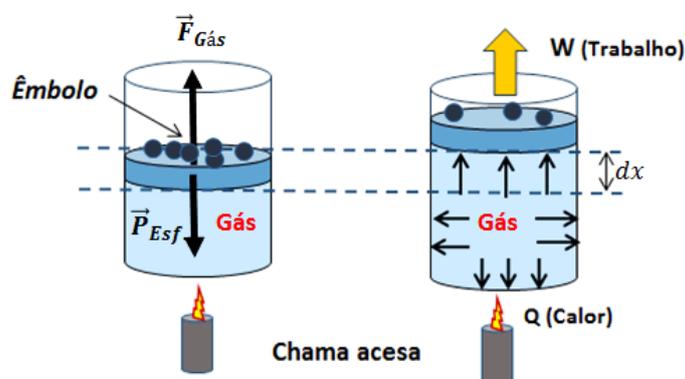
⁸ A radiação infravermelha é uma radiação não ionizante na porção invisível do espectro eletromagnético.

1, e depende da natureza da superfície. Uma superfície com a emissão máxima possui a emissividade igual a 1,0; e essa superfície é chamada *corpo negro*. (HALLIDAY, 2009, v.2).

2.2.3 Leis da termodinâmica

Vamos agora analisar de perto a maneira como a energia pode ser transferida em forma de Calor e Trabalho de um sistema para o ambiente e vice-versa. Vamos tomar como nosso sistema um gás confinado em um cilindro com um êmbolo, como mostra a figura 2.9 A força para cima sobre o êmbolo devido à pressão do gás confinado é igual ao peso das esferas de chumbo colocadas acima do êmbolo. As paredes do cilindro são feitas de material isolante ou paredes adiabáticas, que não permite a transferência de energia na forma de calor do gás para o meio ambiente (HALLIDAY, 2009). A base do cilindro repousa em uma chama cuja temperatura T pode ser controlada.

Figura 2.9: Êmbolo contendo um gás ideal.



Fonte: Autoria própria, baseado em YOUNG, 2003.

Suponha que algumas esferas de chumbo são removidas do êmbolo da Figura 3.10, permitindo que o gás empurre o êmbolo e as esferas restantes para cima com uma força $\vec{F}_{Gás}$, que produz um deslocamento infinitesimal $d\vec{x}$. Como o deslocamento é pequeno, podemos supor que $\vec{F}_{Gás}$ é constante durante o deslocamento. Nesse caso, o módulo de $\vec{F}_{Gás}$ é igual a pA , onde p é a pressão do gás e A é a área do êmbolo. **O trabalho** infinitesimal dw realizado pelo gás durante o deslocamento é dado por

$$dw = F_{Gás} \cdot dx$$

$$dw = (pA)(dx)$$

$$dw = pdV \quad (2.9)$$

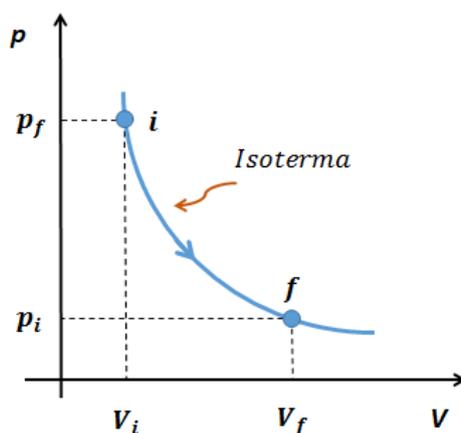
onde dV é a variação infinitesimal no volume do gás devido ao movimento do êmbolo. Quando o número de esferas removidas é suficiente para que o volume varie de V_i para V_f o trabalho realizado pelo gás é

$$W = \int dw$$

$$W = \int_{V_i}^{V_f} pdV \quad (2.10)$$

Durante a variação de volume a pressão e a temperatura do gás também podem variar. Para calcular diretamente a integral da equação 2.10 precisaríamos saber como a pressão varia com o volume no processo através do qual o sistema passa do estado inicial (i) para o estado final (f). Como exemplo, vamos considerar uma expansão isotérmica de certa massa de gás. Ou seja, o volume do gás passa do estado inicial (V_i) para o estado final (V_f) e a temperatura permanece constante durante toda expansão. Na figura 2.10 é mostrada graficamente essa expansão.

Figura 2.10: Variação da pressão em função do volume de um gás ideal em expansão isotérmica.



Fonte: Autoria própria, baseado em YOUNG, 2003.

Consideremos n o número de mols do gás e a equação geral da termodinâmica:

$$pV = nRT \quad (2.11)$$

O trabalho envolvido quando o gás passa do estado i para o estado f é simplesmente calculado pela equação 2.10. Assim, substituindo a Equação 2.11 em 2.10, temos:

$$W = \int_{V_i}^{V_f} \frac{nRT}{V} dV = nRT \int_{V_i}^{V_f} \frac{1}{V} dV = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right).$$

Portanto,

$$W = nRT \ln \left(\frac{V_f}{V_i} \right). \quad (2.12)$$

Logo, o sinal do trabalho vai depender dos casos a seguir:

- a) Se for uma expansão isotérmica o trabalho é positivo, pois $V_f > V_i$, logo o logaritmo natural vai ser maior que 1 e positivo. Portanto, como era de se esperar, o trabalho W é positivo;
- b) Se for uma compressão isotérmica, $V_f < V_i$, de modo que a razão dos volumes é menor que 1, logo, o logaritmo natural de um número menor que 1 é negativo. Portanto, o trabalho W é negativo.

Agora vamos falar da **Energia interna (U)** de um sistema de partículas e, usando a ideia da mecânica, afirma Young (2004, v.2, p. 182):

[...] A matéria é constituída de átomos e moléculas e estas são partículas que possuem energia cinética e energia potencial. Uma *tentativa* para definir a **energia interna** é simplesmente dizer que ela é a soma das energias cinéticas de todas as partículas constituintes acrescida da soma de todas as energias potenciais decorrentes das interações entre as partículas do sistema.

Vamos considerar que nosso sistema seja um gás ideal monoatômico, formado por átomos isolados e não por moléculas, como o hélio, o neônio e o argônio. E também que a energia interna U do gás considerado é simplesmente a soma das energias cinéticas de translação dos átomos. Pois, de acordo com a teoria quântica, átomos isolados não possuem energia cinética de rotação. (HALLIDAY, 2009). Assim, a energia cinética de translação média de um átomo depende apenas da temperatura do gás, e é calculada pela equação:

$$k_{med.} = \frac{3}{2} k T. \quad (2.13)$$

Na qual, k é a *constante de Boltzmann*, dada por:

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K.} \quad (2.14)$$

Considerando uma amostra de n mols de um gás monoatômico que contém nN_A átomos. A energia interna U da amostra é,

$$U = (nN_A)k_{med.} = (nN_A) \left(\frac{3}{2} kT \right). \quad (2.15)$$

De acordo com a equação 14, a equação pode ser escrita na forma:

$$U = \frac{3}{2} nRT. \quad (2.16)$$

Portanto, a energia interna U de um gás ideal é **função apenas da temperatura do gás**, ou seja, não depende de outras variáveis (HALLIDAY, 2009). Então, podemos escrever a equação da *variação da energia interna* (ΔU) para uma amostra de n mols de um gás monoatômico da seguinte forma:

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T \quad (2.17)$$

2.2.3a Primeira lei da Termodinâmica

A primeira lei da termodinâmica relaciona a transformação de calor em trabalho e vice-versa. Segundo Young (2004, v.2, p. 182):

[...] a troca de calor é uma transferência de energia. Quando fornecemos um calor Q a um sistema e ele não realiza nenhum trabalho durante o processo, a energia interna aumenta de um valor igual a Q ; isto é, $\Delta U = Q$. Quando um sistema realiza trabalho W de expansão contra sua vizinhança e nenhum calor é fornecido ao sistema neste processo, a energia deixa o sistema e sua energia interna diminui. Ou seja, quando W é positivo, ΔU é negativo, e vice-versa. Logo $\Delta U = -W$. Quando ocorre uma transferência de calor *juntamente* com um trabalho realizado, a variação total de energia é dada por $U_2 - U_1 = \Delta U = Q - W$ [...].

Assim, reagrupando a equação anterior, descrita por Young, podemos escrever:

$$Q = \Delta U + W \quad (2.18)$$

Na equação 2.18, vemos que, de maneira geral, quando uma quantidade de calor Q é fornecida a um sistema termodinâmico parte da energia adicionada permanece dentro

do sistema, fazendo sua energia interna variar de valor ΔU ; o restante da energia deixa o sistema novamente quando este realiza um trabalho W de expansão contra a vizinhança. Observamos, ainda, que W e Q são grandezas positivas, negativas ou nula, logo, a variação de energia interna ΔU pode ser positiva, negativa ou nula em processos termodinâmicos distintos. (YOUNG, 2004, v.2).

Por fim, a equação 2.18 que descreve a primeira lei da termodinâmica “é uma generalização do princípio da conservação da energia para incluir a transferência de energia sob forma de calor, assim como a realização de trabalho mecânico” (YOUNG, 2004, v.2, p.182).

2.2.3b Segunda lei da Termodinâmica

Muitos processos termodinâmicos acontecem espontaneamente em um dado sentido, contudo não acontecem em sentido oposto. O calor sempre flui de um corpo quente para um corpo frio, por exemplo. Porém nunca em sentido oposto. O fluxo de calor de um corpo frio para um corpo quente não viola a primeira lei da termodinâmica, a energia seria conservada. Entretanto, isso não ocorre naturalmente (YOUNG, 2004). A segunda lei da termodinâmica diz respeito aos sentidos dos processos termodinâmicos e ela segundo Young (2004, v.2, p. 202):

[...] determina limites fundamentais para o rendimento de uma máquina ou de uma usina elétrica. Ela também estipula limites para a energia mínima que deve ser fornecida a um refrigerador. Logo, a segunda lei é diretamente relevante para muitos problemas práticos importantes.

A segunda lei da termodinâmica é enunciada, também, em termos do conceito de *entropia*, “uma grandeza que mede o grau de desordem de um sistema” (YOUNG, 2004, v.2, p.202).

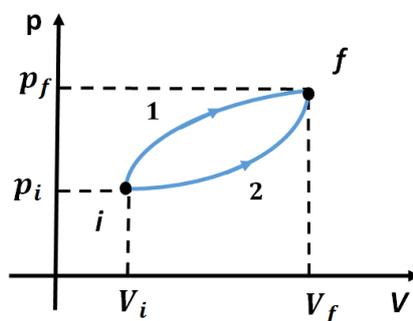
Portanto, deve existir algum princípio, além da conservação da energia, que define o sentido de “algo” acontecer num sentido e não no outro. A grandeza que define o sentido das transformações espontâneas e, portanto, *irreversíveis*, é a entropia. Podemos enunciar o postulado da entropia, da seguinte maneira: “se um processo irreversível ocorre em um sistema fechado a entropia S do sistema sempre aumenta” (HALLIDAY, 2012, v. 2, p. 248). No caso exclusivo de um processo *reversível*, os aumentos e diminuições de entropia são *exatamente iguais*. Assim, o *princípio geral da entropia* segundo Young (2004, v.2, p. 222):

[...] quando todas as variações de entropia que ocorrem em um processo são somadas, a entropia ou cresce ou permanece constante. Em outras palavras, não existe nenhum processo com diminuição de entropia quando todas as possíveis variações de entropia são incluídas. Estas afirmações constituem um enunciado alternativo para a segunda lei da termodinâmica em termo de entropia.

Agora, vamos mostrar o resultado mais importante do teorema de Clausius que é a existência de uma nova *função de estado* que está associada a um estado de equilíbrio termodinâmico de um sistema, a *entropia*. Logo, da mesma forma que a primeira lei da termodinâmica corresponde à existência da energia interna U como função de estado, a segunda lei corresponde à existência da entropia (NUSSENZVEIG, 2014, v.2).

Sejam i e f *estados de equilíbrio termodinâmicos de um sistema*. Em geral, podemos passar de i para f por diferentes caminhos (processos), como 1 e 2 na figura 2.11. Vamos supor esses caminhos *reversíveis*, o que denotaremos indicando por $d'Q_R$ (R = reversível) as trocas de calor infinitésimas ao longo desses caminhos (d' é uma diferencial inexata).

Figura 2.11: Pressão (p) em função do volume (V), onde são indicados dois caminhos reversíveis.



Fonte: Autoria própria, baseado em YOUNG, 2003.

Temos que a integral dada por

$$\int_i^f \frac{d'Q_R}{T},$$

tem o mesmo valor em todos os caminhos reversíveis que ligam os estados de equilíbrio termodinâmicos i e f . Com efeito, se formos de i para f pelo caminho “1” e voltarmos de

f para i pelo caminho “2”, teremos *descrito um ciclo reversível*, de modo que aplicando o teorema de Clausius⁹ encontramos o seguinte resultado:

$$\int_{(1)}^f \frac{d'Q_R}{T} + \int_{(2)}^i \frac{d'Q_R}{T} = 0. \quad (2.19)$$

Onde os índices (1) e (2) indicam qual é o caminho reversível empregado. Assim, se escolhermos um caminho, por exemplo, o “2”, e percorremos esse caminho indo e voltando, temos que

$$\int_{(2)}^i \frac{d'Q_R}{T} = - \int_{(2)}^f \frac{d'Q_R}{T} \quad (2.20)$$

Então, a Equação 2.19 equivale a

$$\int_{(1)}^f \frac{d'Q_R}{T} = \int_{(2)}^f \frac{d'Q_R}{T} \quad (2.21)$$

O resultado obtido pela equação 2.21, para os dois caminhos (1) e (2), reversíveis quaisquer, mostra que a integral é independente do caminho. Então, a integral só depende dos extremos i e f , e, a variação da entropia é calculada pela equação

$$\Delta S = S_f - S_i = \int_i^f \frac{d'Q_R}{T}. \quad (2.22)$$

Onde S é a nova função de estado, introduzida por Clausius e por ele denominada de entropia (do grego “transformação”). A unidade de entropia no MKS é o Joule por Kelvin, J/K (também se emprega cal/K).

É importante falarmos aqui também de máquinas térmicas. Uma máquina térmica é um dispositivo que remove energia de uma fonte na forma de calor e realiza um trabalho útil. Toda máquina térmica utiliza uma *substância de trabalho*. Nas máquinas térmicas a substância de trabalho é a água e o vapor d’água, e nos motores de automóvel a substância de trabalho é uma mistura de gasolina e ar (HALLIDAY, 2012, v. 2).

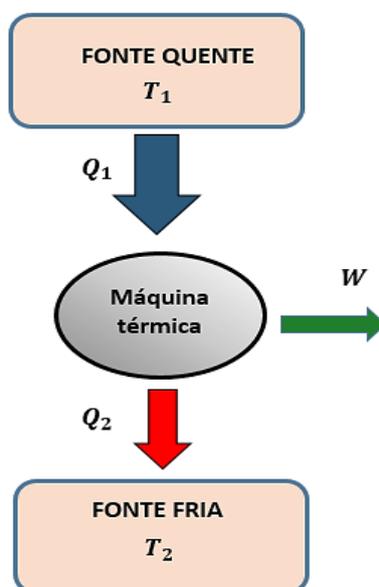
Uma máquina térmica realiza trabalho de forma ininterrupta, logo, a substância de trabalho deve operar em um *ciclo*; isto é, deve passar por uma série fechada de processos termodinâmicos chamados *tempos*, voltando com repetição a cada estado do ciclo. O

⁹ $\oint_C \frac{d'Q}{T} = 0$. Teorema Clausius para um caminho reversível.

enunciado de Kelvin-Planck para a segunda lei da termodinâmica nos diz que: “É impossível que uma máquina qualquer, que operando em ciclo, receba calor de uma fonte e execute uma quantidade equivalente de trabalho sem produzir nenhum outro efeito nas suas vizinhanças ” (TIPLER, 1976, v.2 p. 449).

Seja uma máquina térmica que recebe calor Q_1 da fonte quente, na temperatura T_1 e que realiza um trabalho útil W . Para essa máquina realizar trabalho de forma contínua, ela deve operar em um ciclo, que se repete continuamente. Para converter calor em trabalho uma parte do calor é rejeito, obrigatoriamente, para uma fonte fria Q_2 que se encontra em uma temperatura T_2 menor que T_1 . A figura 2.12 é uma representação esquemática de uma máquina térmica.

Figura 2.12: Esquema de uma máquina térmica.



Fonte: Autoria própria, baseado em HALLIDAY, 2009.

A partir da 1ª lei da termodinâmica podemos relacionar o calor recebido Q_1 , o calor rejeitado Q_2 e o trabalho realizado W , da seguinte forma:

$$W = |Q_1| - |Q_2|. \quad (2.23)$$

Definimos rendimento de uma máquina térmica como a razão entre o trabalho útil realizado W e a quantidade de calor Q_1 absorvido a partir da fonte quente:

$$\eta = \frac{W}{|Q_1|}. \quad (2.23)$$

Simplificando, podemos escrever o rendimento de uma máquina térmica como:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}. \quad (2.24)$$

Portanto, considerando o enunciado de Kelvin-Planck, sempre haverá uma perda de calor para a fonte fria, o rendimento η será menor que 1, ou seja, inferior a 100%.

2.3 Tubos de raios catódicos

Trabalhamos no produto educacional o aparelho de TV, para isso, mostramos um pouco da evolução histórica que ocorreu, iniciando com as TVs de tubo, até as TVs de QLED, OLED, Plasma, dentre outras, que temos hoje em dia.

Como funciona uma TV de tubo? A resposta desta questão nos permite explicar a estrutura interna do átomo. Ou seja, do que ele é feito. Será que ele é mesmo uma pequena esfera rígida e indivisível (como idealizava Dalton), ou será que teria uma estrutura interna? No século XX, praticamente todas as TVs foram fabricadas utilizando o princípio fundamental: o tubo de raios catódicos, ou CRT (do inglês *cathode ray tube*), para a exibição de imagens. Portanto, o funcionamento de uma TV está fundamentado na teoria dos tubos de raios catódicos.

2.3.1 Descobertas do elétron

O físico alemão Heinrich Geissler, em 1855, inventou uma nova bomba de vácuo sem componentes móveis que movimentava uma coluna de mercúrio para cima e para baixo, originando vácuo na parte de cima da coluna de mercúrio que era usado para aspirar o ar do interior de um recipiente, gradativamente, até que o vácuo obtido no mesmo se aproximasse do vácuo existente sobre a coluna de mercúrio. Usando essa bomba, Geissler construiu tubos rarefeitos (tubo fechado a vácuo, contendo gás submetido a baixas pressões). Esses tubos foram denominados pelo físico e matemático alemão, Julius Plücker, de tubos de Geissler (BASSALO, 1993).

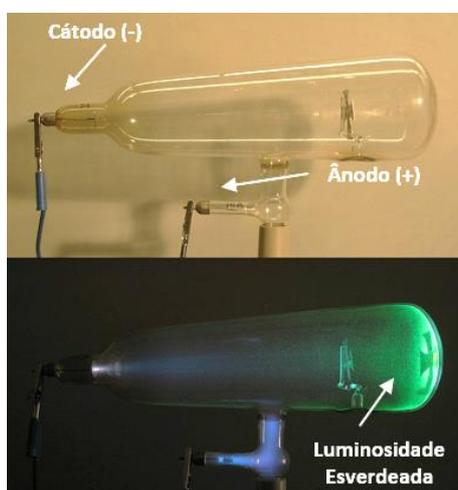
Os raios catódicos são observados nas descargas elétricas em gases rarefeitos, produzindo um efeito luminoso colorido, cujo a cor depende da natureza do gás.

De acordo com Bassalo (1993, p. 128):

[...] muito embora os cientistas não soubessem bem a natureza dos raios catódicos (pois havia dúvidas se eram ondas ou partículas), as experiências com eles prosseguiram. Com efeito, o físico inglês William Crookes (1832-1919) fez, em 1879, experiências sistemáticas com esses tipos de “raios” (aos quais chamou de matéria radiante, por acreditar serem partículas), usando para isso tubos rarefeitos por intermédio de uma bomba de vácuo (que havia construído em 1875) [...]. Esses dispositivos ficaram conhecidos como “ovos elétricos” ou ampolas de Crookes.

Crookes foi um dos principais responsáveis por desenvolver os tubos de vácuo, figura 2.13, onde os experimentos com raios catódicos eram realizados. Deste modo, os tubos de Crookes são também frequentemente chamados de Tubos de Raios Catódicos (TRC).

Figura 2.13: Ampola de Crookes.



Fonte: Página da WIKIPÉDIA¹⁰.

Por fim, em 1897, a célebre experiência do físico inglês Joseph Thomson demonstrou que os raios catódicos são compostos por elétrons, ocasião em que, inclusive, calculou a relação e/m , entre a carga (e) e a massa (m) dessas partículas. Essa descoberta de Thomson lhe rendeu o Nobel de física em 1906. E, de acordo com Bassalo (1993, p. 129):

Convém esclarecer que, com essa experiência, foi conseguida pela primeira vez uma deflexão elétrica dos raios catódicos, graças a um bom vácuo obtido por Thomson, pois, um vácuo insuficiente sendo condutor, dificultava o estabelecimento de um campo elétrico estático. Aliás, usando essa mesma técnica, Thomson determinou em 1907, a relação (e/m) para os *raios canais*¹¹, ocasião em que os denominou de raios positivos.

¹⁰ Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Tubo_de_Crookes. Acesso em 29 de nov. 2019.

¹¹Raios canais são feixes de íons positivos que são produzidos pela ionização do gás em baixa pressão presente em um tubo de descargas. Estes raios foram descobertos por Goldstein em 1886, quando observou

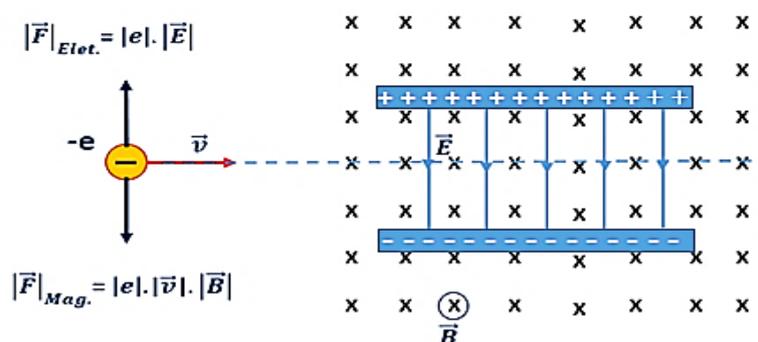
A seguir mostraremos a deflexão dos raios catódicos e a relação e/m das partículas defletidas.

2.3.2 Experimentos de Thomson

Desenvolvendo experimentos com o dispositivo característico desses estudos, Thomson conclui que o desvio apresentado por esses raios tem uma direção que confere aos mesmos uma carga negativa. Assim, “os raios catódicos são defletidos tanto por forças elétricas como por forças magnéticas, do mesmo modo que partículas eletrificadas negativamente o seriam.” (MOREIRA, 1997, p.301). Posteriormente, Thomson desenvolve um experimento no qual, sob a ação de um campo magnético e de um campo elétrico, conhecidos e apropriadamente combinados, a força resultante sobre o feixe de partículas proveniente do cátodo é nula.

A figura 2.14 mostra uma região do espaço entre as placas paralelas de um capacitor plano entre as quais há um campo elétrico, e perpendicular a este, há um campo magnético, em uma combinação de campos elétrico e magnéticos cruzados (TIPLER 2009). Representamos, também, uma carga elétrica (um elétron por exemplo) e as forças que agem nesta durante seu movimento no interior do capacitor, considerando os conceitos do eletromagnetismo clássico.

Figura 2.14: Movimento de um elétron atravessando a região do campo elétrico e magnético cruzado.



Fonte: Autoria própria, baseado em TIPLER, 2000.

outro tipo de raio que se dirigia em sentido oposto ao do catódico e passava através de pequenos furos (canais) feitos no cátodo, por isso o nome raio canal.

Conforme o eletromagnetismo clássico, quando uma partícula de carga e , em módulo se movimenta com velocidade \vec{v} , em um campo magnético \vec{B} , age sobre ela uma força magnética dada por

$$\vec{F}_{Mag.} = e. \vec{v} \times \vec{B} \quad (2.25)$$

Em presença de um campo elétrico \vec{E} , a força elétrica sobre carga e , é igual a

$$\vec{F}_{Elet.} = e. \vec{E}. \quad (2.26)$$

Aplicando, simultaneamente, um campo magnético perpendicular à direção de movimento do fluxo de partículas e um campo elétrico de mesma direção e sentido que a força magnética (portanto, perpendicular a \vec{v} e \vec{B}), pode-se ajustar as intensidades de \vec{B} e \vec{E} para que a fosforescência no vidro do recipiente não sofra deflexão. Nesse caso, as intensidades das forças magnética e elétrica são de módulos iguais, ou seja,

$$|e|. |\vec{v}|. |\vec{B}| = |e|. |\vec{E}|. \quad (2.27)$$

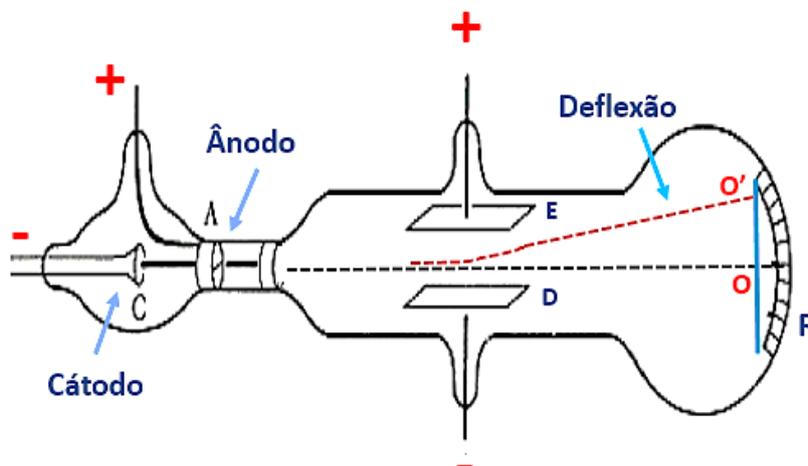
Da Equação (2.27), resulta a conhecida à velocidade dos raios catódicos,

$$|\vec{v}| = \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}|}. \quad (2.28)$$

Em tubos altamente evacuados, essas velocidades chegam a um terço da velocidade da luz (MOREIRA, 1997).

A Figura 2.15 mostra um tubo de raios catódicos. Sobre o ânodo A, de forma cilíndrica, incide o fluxo de partículas carregadas originadas em C, catodo. Algumas delas atravessam o ânodo, deslocando-se por um estreito canal paralelo ao eixo do cilindro. Permanecendo no seu movimento, passam entre duas placas de alumínio D e E, de comprimento l , conectadas a uma fonte de tensão (U). Se a fonte está desligada, o movimento é retilíneo uniforme, até o choque contra a tela fluorescente R, em O. E, quando há uma diferença de potencial entre as placas que estão separadas por uma distância d , o feixe de partículas é defletido. Nesse caso, a tela registra uma mancha luminosa em O' (MOREIRA, 1997).

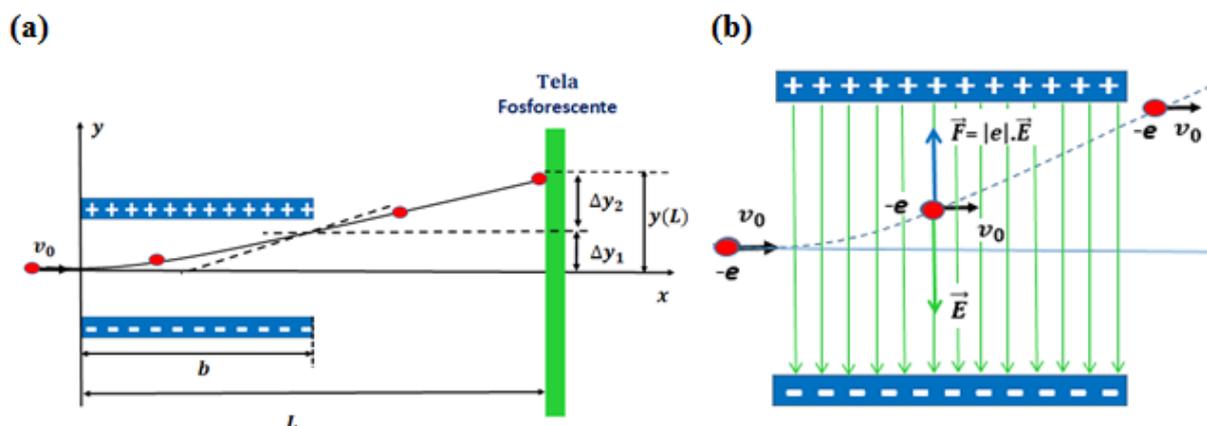
Figura 2.15: Tubo de raios catódicos.



Fonte: Página paulaportfolio¹² - Adaptada.

O objetivo de Thomson era determinar uma relação entre a carga e a massa das partículas presentes no feixe de raios catódicos. Então, vamos considerar a figura 2.16 que mostra a trajetória descrita por um feixe de cargas elétricas no interior de um tubo de raios catódicos.

Figura 2.16: (a) Deflexão do feixe de raios catódicos. (b) Força elétrica agindo sobre a partícula no interior do capacitor.



Fonte: Autoria própria, baseado em TIPLER, 2000.

¹² Disponível em: <https://sites.google.com/site/paulaportfolio/3o-trimestre/el-modelo-de-thomson/experimento-rayos-catodicos-1>. Acesso em 29 de nov. 2019.

Na figura 2.16(a), o feixe catódico passa pelo interior de um capacitor de placas paralelas (placas acumulam cargas elétricas opostas). Considerando essa configuração, se um feixe de partículas com carga elétrica penetrar no interior do capacitor, de comprimento b e campo elétrico \vec{E} , as partículas são defletidas pelo campo, devido à força elétrica sobre as cargas. Ou seja, enquanto as tais partículas permanecerem no interior do capacitor, o campo atuará sobre elas (interação das partículas com o campo elétrico). Ao saírem da região do capacitor ($x > b$), seu movimento continua retilíneo e uniforme até atingir a tela, no final da ampola. Na tela existe uma camada de um material fosforescente que revela a posição de impacto do feixe, permitindo observar o efeito do campo aplicado sobre ele.

Usando a relação da segunda Lei de Newton, $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, e comparando com a expressão da força elétrica, $\vec{F} = |e| \vec{E}$, pode-se determinar a aceleração, \vec{a} , das partículas em termos da relação entre a carga e a massa, e/m . Observe que nas expressões acima, m e e são, respectivamente, a massa e a carga da partícula, e \vec{E} é o campo elétrico aplicado entre as placas do capacitor, como mostra a Figura 17(b). Então,

$$\begin{aligned} ma_y &= |e| \cdot |\vec{E}| \\ a_y &= \frac{|e| \cdot |\vec{E}|}{m}. \end{aligned} \quad (2.29)$$

Através de uma análise cinemática do movimento, infere-se que o movimento na vertical é uniformemente acelerado e que a posição vertical da partícula é dada por:

$$y(t) = \frac{1}{2} a_y t^2. \quad (2.30)$$

Simultaneamente, o movimento na horizontal é uniforme (velocidade constante, pois não têm forças agindo sobre as partículas nessa direção) e a posição nessa direção é expressa por,

$$x(t) = v_0 t. \quad (2.31)$$

Onde v_0 é a velocidade inicial, na direção do eixo x .

Agora, combinando as equações (2.29), (2.30) e (2.31) e, eliminando a dependência temporal, determinamos a equação da trajetória da partícula dentro do capacitor,

$$y(x) = \frac{|e| \cdot |\vec{E}|}{2mv_0^2} x^2. \quad (2.32)$$

Notemos que fazendo, $k = \frac{|e| \cdot |\vec{E}|}{mv_0^2}$, teremos um valor constante, visto que nenhum dos parâmetros que aparecem em k variam durante o movimento da partícula. Então, pode-se concluir que o feixe catódico descreve uma *trajetória parabólica*. Isto é, a posição vertical (y), em função apenas da coordenada x , é

$$y(x) = \frac{1}{2} k \cdot x^2. \quad (2.33)$$

Agora vamos determinar a deflexão do feixe dos raios catódicos na vertical. Considerando as informações da figura 17(a), vemos que:

$$y(L) = \Delta y_1 + \Delta y_2.$$

Considerando a deflexão vertical no interior do capacitor Δy_1 para $x = b$, obtemos que,

$$\Delta y_1 = \frac{|e| \cdot |\vec{E}|}{2mv_0^2} b^2. \quad (2.34)$$

Quando as partículas do feixe deixam as placas, a componente da velocidade y dessas partículas é,

$$\begin{aligned} v_y &= a_y t \\ v_y &= \frac{|e| \cdot |\vec{E}|}{m} \cdot t. \end{aligned} \quad (2.35)$$

Onde $t = \frac{b}{v_0}$, pois, na direção horizontal o movimento é uniforme, logo,

$$v_y = \frac{|e| \cdot |\vec{E}|}{m} \frac{b}{v_0}. \quad (2.36)$$

Após deixar as placas, o feixe descreve dois movimentos uniformes e simultâneos na direção de horizontal (x) e na direção vertical (y). Assim,

$$t_y = t_x = \frac{L-b}{v_0}. \quad (2.37)$$

E assim,

$$\Delta y_2 = v_y t_y = \frac{|e| \cdot |\vec{E}|}{m} \frac{b}{v_0} \left(\frac{L-b}{v_0} \right)$$

Ou ainda,

$$\Delta y_2 = \frac{|e| \cdot |\vec{E}| b L - |e| \cdot |\vec{E}| b^2}{m v_0^2} \quad (2.38)$$

Portanto, a deflexão no percurso inteiro é,

$$y(L) = \Delta y_1 + \Delta y_2 = \frac{|e| \cdot |\vec{E}|}{2m v_0^2} b^2 + \frac{|e| \cdot |\vec{E}| b L - |e| \cdot |\vec{E}| b^2}{m v_0^2}.$$

Assim,

$$y(L) = \left(\frac{|e|}{m} \right) \frac{|\vec{E}| b}{v_0^2} \left(L - \frac{b}{2} \right). \quad (2.39)$$

Agora, vamos calcular a razão carga massa $\left(\frac{|e|}{m} \right)$ dos raios catódicos.

Evidenciando essa razão em (2.39), temos:

$$\frac{|e|}{m} = \frac{y(L) v_0^2}{|\vec{E}| b} \left[\frac{1}{\left(L - \frac{b}{2} \right)} \right].$$

Da Equação (2.28) pode-se escrever: $|\vec{v}_0| = |\vec{v}| = \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}|}$, então, finalmente obtemos

que:

$$\frac{|e|}{m} = \frac{|\vec{E}|}{b |\vec{B}|^2} \left[\frac{y(L)}{\left(L - \frac{b}{2} \right)} \right]. \quad (2.40)$$

É importante ressaltar que, segundo Moreira (1997, p. 302):

Os resultados das determinações dos valores de e/m feitos pelo método são muito interessantes, porque foi achado que, não importa como tenham sido produzidos os raios catódicos, sempre encontramos o mesmo valor de e/m para todas as partículas nos raios. Podemos, por exemplo, pela alteração da forma do tubo de descarga e da pressão do gás no tubo, produzir grandes medições

na velocidade das partículas, mas a menos que a velocidade das partículas se torne tão grande que se movam com velocidade próxima a da luz, quando então outras considerações devem ser levadas em conta, o valor de e/m é constante. Esse valor não é meramente independente da velocidade. O que é mesmo mais notável é que ele é independente do tipo de eletrodos que nós usamos e também do tipo de gás no tubo. As partículas que formam os raios catódicos devem vir ou do gás no tubo ou dos eletrodos; podemos, contudo, usar qualquer espécie de substância que queiramos para os eletrodos e encher o tubo com gás de qualquer tipo e ainda assim o valor de e/m permanecera inalterado.

Antes dos raios catódicos serem investigados, o átomo carregado de hidrogênio, encontrado na eletrólise de líquidos, era o sistema que tinha o maior valor conhecido de e/m , e neste caso o valor é somente 10^4 . Assim, para o corpúsculo nos raios catódicos o valor de e/m é 1700 vezes o valor da quantidade correspondente para o átomo de hidrogênio carregado (MOREIRA, 1997).

2.4 Circuitos elétricos simples

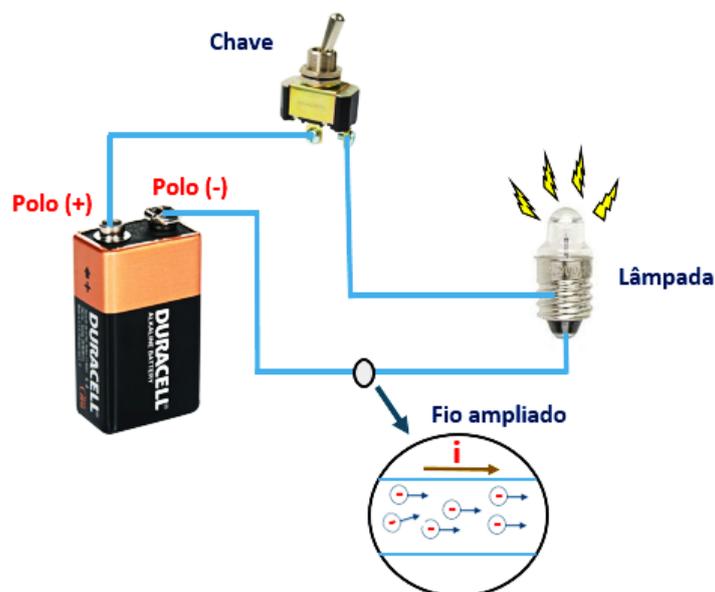
No produto educacional foi também trabalhado um pouco do conceito de circuitos elétricos, e da questão do consumo elétrico dos eletrodomésticos. Assim, nesta seção, iremos descrever um pouco dos conceitos físicos relacionados a isto.

Os elétrons livres que existem no interior de um fio metálico se movem em direções casuais com uma velocidade média da ordem de 10^6 m/s (HALLIDAY, 2009, v.3). Segundo Halliday:

Se fizermos passar um plano imaginário perpendicularmente a um fio de cobre, elétrons de condução passarão pelo plano *nos dois sentidos* bilhões de vezes por segundo, mas não haverá um *fluxo líquido* de cargas e, portanto, não haverá uma *corrente elétrica* no fio. Se ligarmos as extremidades do fio a uma bateria, porém, o número de elétrons que atravessam o plano em um sentido se tornará ligeiramente maior que o número de elétrons que atravessam o plano no sentido oposto; em consequência, haverá um fluxo líquido de cargas e, portanto, uma corrente elétrica no fio (HALLIDAY, 2009, v.3, p.141).

Na figura 18, vemos um condutor elétrico conectando uma chave e uma lâmpada aos polos do gerador (aparelho que fornece uma diferença de potencial elétrico ao circuito). E, quando a chave é ligada, os elétrons livres do condutor se movimentam ordenadamente do polo negativo para o polo positivo, esse movimento ordenado dos elétrons é denominado corrente elétrica.

Figura 2.17: Circuito elétrico simples.



Fonte: Autoria própria, baseado em HALLIDAY, 2009.

A figura 2.17, mostra uma região ampliada do fio no qual existe uma corrente. Se uma carga dq passa por um plano hipotético de uma seção transversal do fio em um intervalo de tempo dt , a intensidade de corrente elétrica i nesse plano é:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (2.41)$$

A carga que passa pelo plano hipotético, no intervalo de tempo de 0 a t , é calculada pela integral:

$$q = \int_0^t i dt. \quad (2.42)$$

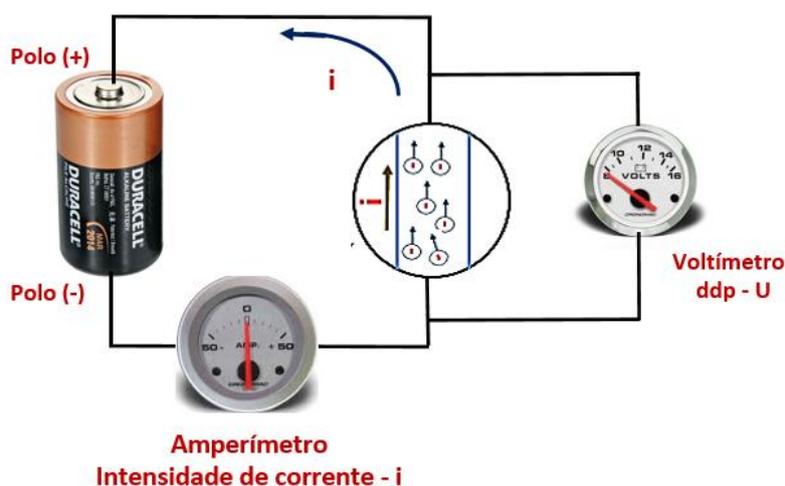
A corrente elétrica definida pela equação 2.41, é uma grandeza escalar, já que a carga e o tempo que aparecem na equação são grandezas escalares. Entretanto, frequentemente representamos uma corrente com uma seta para indicar o sentido em que as cargas estão se movendo. É importante ressaltar que essas setas não são vetores. E, quando o condutor é percorrido por uma corrente i se dividindo em dois ramos, conclui-se, pelo princípio da conservação da carga, que a soma das correntes nos dois ramos é igual à corrente inicial (HALLIDAY, 2009, v.3).

Um outro conceito importante é o de resistência elétrica, associada a oposição que os condutores apresentam à passagem da corrente elétrica. E, se aplicarmos uma diferença

de potencial nas extremidades dos fios constituídos destes metais, teríamos uma corrente elétrica de maior intensidade na prata, seguida do cobre e, por último do chumbo que ofereceria maior dificuldade a passagem dos portadores de carga elétrica.

Seja um fio feito de material condutor ligado aos polos de uma pilha, como vemos na figura 2.18. Sabe-se que a pilha estabelece uma diferença de potencial (ddp – U) no fio condutor e, conseqüentemente, uma corrente elétrica. Para se determinar o valor da corrente elétrica, coloca-se em série no circuito um amperímetro (instrumento que indica a intensidade de corrente no fio) e, em paralelo, um voltímetro que permitirá a leitura da tensão elétrica como podemos ver na figura 2.18. Com o circuito montado e funcionando, faremos as medições de tensão e corrente através dos aparelhos instalados.

Figura 2.18: Circuito elétrico simples.



Fonte: Autoria própria, baseado em HALLIDAY, 2009.

Vamos dobrar a diferença de potencial da pilha (podemos fazer isso ligando uma segunda pilha, igual à primeira e em série). Como consequência dessa alteração, o voltímetro indicará o dobro da tensão anterior, e o amperímetro marcará o dobro da intensidade de corrente elétrica. E, finalmente, se triplicarmos a diferença de potencial, como já vimos, triplicaremos a corrente elétrica. Então, a razão entre a diferença de potencial e a corrente elétrica tem um valor constante. Portanto, essa relação é denominada de primeira lei de Ohm:

$$i = \frac{U}{R}. \quad (2.43)$$

Outro conceito importante é o de potência elétrica. Nos dias atuais, falamos muito em economia de energia elétrica e, para se obter essa economia desejada, deve-se verificar na compra de um aparelho elétrico, em suas características elétricas, uma grandeza denominada de potência elétrica nominal do aparelho.

A potência elétrica de um aparelho é definida como a rapidez com que um trabalho elétrico é realizado. Ou seja, é a medida do trabalho realizado por uma unidade de tempo. No sistema internacional de medidas a unidade de potência é o watt (W). Considerando um resistor de resistência R ligado a uma fonte de energia elétrica, uma bateria, por exemplo, cuja tensão é U . E, que a potência indica a quantidade de energia elétrica que foi transformada em outro tipo de energia por unidade de tempo. Então, a potência dissipada pelo resistor é:

$$P = U \cdot i. \quad (2.44)$$

E, pela lei de ohm, temos

$$P = R \cdot i^2. \quad (2.45)$$

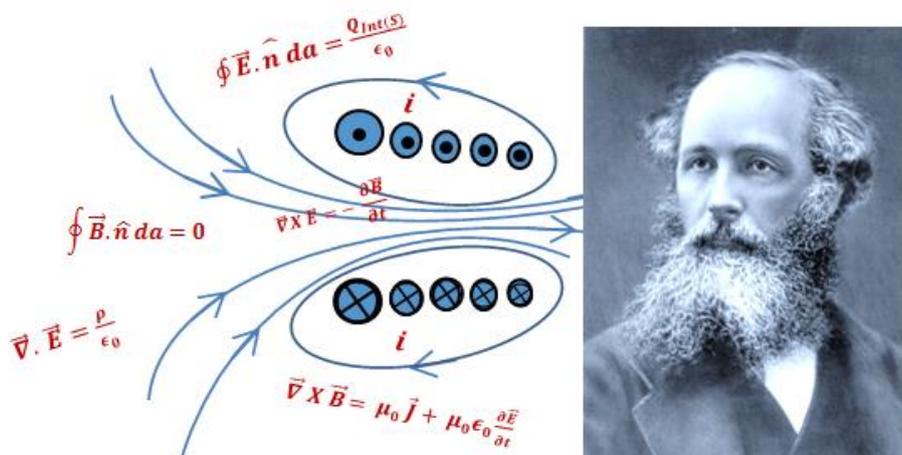
No Sistema Internacional (SI), a unidade de medida de energia elétrica é representada em joule (J). Entretanto, a unidade mais utilizada é o quilowatt-hora (kWh), como podemos ver na medição do consumo de energia elétrica feita pelas companhias de distribuição. Mais informações isto estão no produto educacional relacionado a esta dissertação.

2.5 Ondas eletromagnéticas

Por fim, iremos falar um pouco sobre as ondas eletromagnéticas, importante por exemplo na parte do produto educacional em que falamos do aparelho de micro-ondas, tão presente hoje em dia nos lares.

As leis fundamentais do eletromagnetismo, as equações de Maxwell (figura 2.19 e quadro 2.1), são à base de todos os fenômenos eletromagnéticos. A partir dessa generalização Maxwell forneceu uma importante ligação entre campos elétricos e magnéticos. Através dessas equações ele previu a existência das ondas eletromagnéticas que se deslocam no vácuo à velocidade de aproximadamente $3,0 \times 10^8$ m/s.

Figura 2.19: Equações de Maxwell a esquerda, e a direita uma foto do físico e matemático escocês James Clerk Maxwell.



Fonte: Página da Mi Septiembre Rojo¹³ – Adaptada.

A descoberta das ondas eletromagnéticas levou a várias aplicações práticas, como por exemplo: o rádio, a televisão, o forno de micro-ondas, a telefonia celular etc.

As equações de Maxwell aplicadas ao vácuo estão representadas no Quadro 2.1.

Quadro 2.1: As equações de Maxwell.

	Forma integral	Forma diferencial
Lei de Gauss para a eletricidade Relaciona o fluxo elétrico às cargas elétricas envolvidas	$\oint \vec{E} \cdot \hat{n} da = \frac{Q_{Int(S)}}{\epsilon_0}$	$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$
Lei de Gauss para o magnetismo Mostra que o campo magnético não é divergente e não existem Monopolos magnéticos.	$\oint \vec{B} \cdot \hat{n} da = 0$	$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$
Lei de Faraday Relaciona o campo elétrico induzido à variação do fluxo magnético	$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d}{dt} \iint \vec{B} \cdot \hat{n} da$	$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$
Lei de Ampere-Maxwell Relaciona o campo magnético induzido à variação do fluxo elétrico e à corrente	$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \iint \left(\mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right) \cdot \hat{n} da$	$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

Fonte: Autoria própria, baseado em NUSSENZVEIG, 2011.

¹³ Disponível em: <https://miseptiembrerojo.wordpress.com/2018/04/07/efecto-fotoelectronico/>. Acesso em 20 de nov. 2019.

Se aplicarmos a identidade da análise vetorial¹⁴ tanto para o vetor campo elétrico quanto para o vetor campo magnético, obteremos que no vácuo (região na qual as densidades de carga e corrente são nulas) os vetores campo elétrico e campo magnéticos são ondas que se propagam com a velocidade da luz. No caso, pode-se mostrar que

$$\nabla^2 \vec{E} - \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0. \quad (2.46)$$

E, para o campo magnético que

$$\nabla^2 \vec{B} - \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2} = 0. \quad (2.47)$$

Por fim, podemos escrever a equação da onda para o campo eletromagnético no vácuo como

$$\nabla^2 u - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0. \quad (2.48)$$

Onde,

$$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}, \quad (2.49)$$

é a velocidade da luz no vácuo. A equação de onda (3.46) tem solução bem conhecida, do tipo ondas planas.

2.6 Radiações eletromagnéticas e sua interação com a matéria

Em meados do século XIX a luz visível, os raios infravermelhos e os ultravioletas eram as únicas ondas eletromagnéticas conhecidas. Influenciado pelas previsões teóricas de Maxwell, Heinrich Hertz descobriu as ondas de rádio, e destacou que essas ondas se propagam com a mesma velocidade que a luz visível (HALLIDAY, 2009).

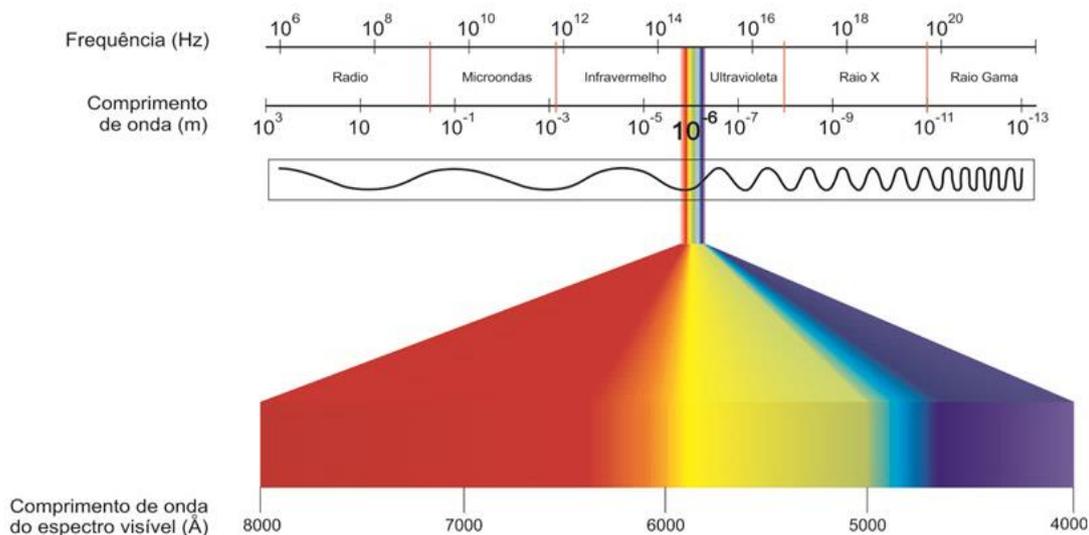
Como mostra a Figura 20 e segundo Halliday (2009, v. 4, p. 2):

[...] hoje conhecemos um largo *espectro* de ondas eletromagnéticas, que foi chamado por um autor criativo de "arco-Íris de Maxwell". Estamos imersos em ondas eletromagnéticas pertencentes a esse espectro. O Sol, cujas radiações definem o meio ambiente no qual nós, como uma espécie, evoluímos e nos adaptamos, é a fonte predominante. Nossos corpos são também atravessados por sinais de rádio e televisão. Micro-ondas de radares e de sistemas de telefonia celular podem nos atingir. Temos também as ondas eletromagnéticas

¹⁴ Identidade da análise vetorial: o rotacional do rotacional de um dado vetor é igual ao gradiente do divergente desse vetor menos o laplaciano dele. Ou seja, $\nabla \times (\nabla \times \vec{G}) = \nabla(\nabla \cdot \vec{G}) - \nabla^2 \vec{G}$, onde \vec{G} é uma dada função vetorial.

provenientes de lâmpadas elétricas, dos motores quentes dos automóveis, das máquinas de raios X, dos relâmpagos e dos elementos radioativos existentes no solo. Além disso, somos banhados pelas radiações das estrelas e de outros corpos de nossa galáxia e de outras galáxias.

Figura 2.20: Espectro eletromagnético.



Fonte: Página do IF UFRGS “Radiação.”¹⁵

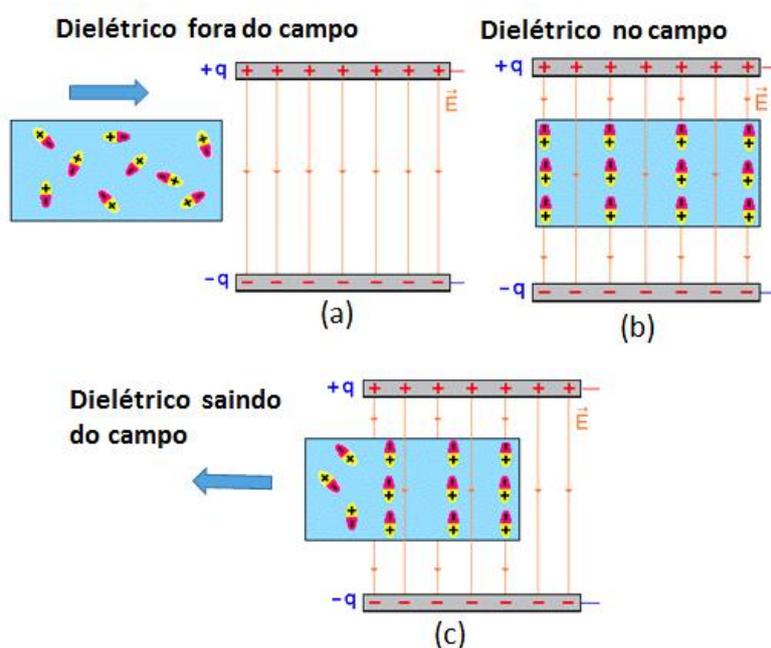
Um ponto importante também relacionado as ondas eletromagnéticas, está no estudo de sua interação com a matéria. Os efeitos, em um tecido ou em qualquer outra substância originados pela radiação eletromagnética ocorrem quando há transferência de energia desta radiação ao meio considerado através da absorção desta radiação. Os efeitos desta absorção no tecido humano são de natureza térmica ou não-térmica, ou seja, se os efeitos são devidos a deposição de calor (efeito térmico) ou devido a interação direta do campo eletromagnético com as substâncias, sem transferência significativa de calor, efeito não-térmico (ELBERN, 2005). “Os fatores mais importantes, para a absorção das ondas são: a constante dielétrica, a condutividade, a geometria e o conteúdo de água do meio” (ELBERN, 2005, p.04).

A luz da física clássica, o aquecimento de um material devido à irradiação por micro-ondas é devido à interação da onda eletromagnética com o dipolo elétrico da molécula (BARBOZA, 2001). O aquecimento de uma substância em um forno de micro-ondas pode ser simplificada entendido, fazendo-se uma analogia ao que acontece com as moléculas quando submetidas à ação de um campo elétrico. Isto é, quando o

¹⁵ Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/aularad.htm>. Acesso em 10 de nov. 2019.

campo é aplicado, as moléculas que possuem momento de dipolo elétrico tendem a se alinhar com o campo, figura 2.21a e figura 2.21b. Quando o campo elétrico que originou a orientação dos dipolos das moléculas é retirado acontecerá uma relaxação dielétrica, ou seja, as moléculas tenderão a voltar para o estado anterior dissipando a energia absorvida na forma de calor, figura 2.21c.

Figura 2.21: Dielétrico submetido a um campo elétrico.



Fonte: Autoria própria, baseado em BARBOZA, 2001.

Segundo Barboza (2001, p. 902):

[...] a princípio, quanto maior for o dipolo mais intensa deve ser a orientação molecular sob a ação do campo elétrico. Se o campo elétrico pudesse ser ligado e desligado se alternando com certa frequência, teríamos então uma situação “parecida” com aquela onde o campo elétrico da onda eletromagnética interage com a molécula, aumentando a sua energia rotacional.

Se um material possui maior valor de constante dielétrica (K), então maior quantidade de energia pode, a princípio, ser armazenada. Em um campo que alterna as fases (como em uma onda eletromagnética), a orientação molecular varia ciclicamente. Para irradiações na região de micro-ondas (1000 a 10000 MHz) a polarização espacial das moléculas do material leva ao seu aquecimento. “O tempo de relaxação requerido para os dipolos reduzirem o ordenamento dependerá fundamentalmente de dois fatores: o tamanho das moléculas e a da viscosidade do meio” (BARBOZA, 2001, p.902). O

tempo de relaxação, em fase condensada, também dependerá da “altura” da barreira de energia¹⁶ que precisa ser alcançada no processo de reorientação molecular (BARBOZA, 2001).

Por fim, se uma amostra possuir uma frequência de relaxação próxima da frequência da onda eletromagnética, então a quantidade de calor produzida será elevada. Ou seja, é importante que haja sincronismo entre a frequência de relaxação molecular e a do campo eletromagnético.

¹⁶ **Barreira de energia** (ou barreira coulombiana) é barreira de energia devida à interação eletrostática que dois núcleos necessitam ultrapassar para que possam estar próximos o suficiente para propiciar uma reação de fusão nuclear.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Essa seção aborda sobre o percurso metodológico da pesquisa, discorrendo a natureza do estudo, a caracterização do campo, os sujeitos envolvidos, os instrumentos aplicados e os procedimentos de análise dos dados.

3.1 A natureza da pesquisa

A presente pesquisa consiste em um estudo descritivo de abordagem qualitativa, que tem por objetivo analisar a possibilidade de utilizar um material contextualizado para o ensino de Física no Ensino Médio da EJA, do Colégio Santa Madalena Sofia (Maceió-Al), para a produção de um material didático para o ensino de Física.

Nomeamos pela abordagem qualitativa por trabalhar “com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis” (MINAYO, 2002, p. 21-22), e, especialmente, nos permitir dar voz aos nossos sujeitos de pesquisa.

3.2 Sujeitos da pesquisa

Nossos sujeitos de pesquisa foram alunos que estudam na terceira série da EJA, na rede particular do Colégio Santa Madalena Sofia um Colégio católico Sofia (os alunos da EJA compõem o quadro da filantropia) do município de Maceió no Estado de Alagoas. A terceira série da EJA corresponde a última série do Ensino Médio. Participaram da pesquisa 49 alunos, 35 do sexo feminino e 15 do sexo masculino, distribuídos nas seguintes faixas etárias:

Tabela 3.1. Faixa etária dos alunos participantes da pesquisa.

20-25 anos	25-30 anos	31-35 anos	36-40 anos	41-45 anos	46-50 anos	50 ou mais
11	06	09	08	05	04	06

Fonte: Autoria própria, 2020.

Desse universo, 15 alunos, o que corresponde a 30,6%, são alunos oriundos das séries iniciais do referido Colégio e, o restante, 34 ou 69,4% são alunos de outras escolas. O acesso a esses alunos se deu pelo fato do referendo mestrando ser o professor titular

dessa turma. Contudo, buscou-se seguir o princípio da ética profissional e lisura da pesquisa.

3.3 O questionário

Foi elaborado e aplicado com os alunos um questionário composto por 12 questões configuradas em múltipla escolha e abertas. O questionário estruturava-se em quatro blocos de questões: a) Análise sobre a disciplina e b) Análise sobre o Material. Sua aplicação se deu após o término das atividades desenvolvidas em sala de aula. Não foi pedido que os alunos se identificassem no questionário, ou seja o mesmo foi aplicado de forma anônima. Deste modo, os alunos poderão se expressar de forma autônomo. Por fim, na análise dos dados obtidos na pesquisa levou em consideração a aptidão dos discentes pela disciplina, o material didático utilizado e exposição dos conteúdos durante as aulas.

3.4 Elaboração e aplicação do produto

Nosso produto é um material didático para o ensino de física na EJA (Educação de Jovens e Adultos), na Figura 3.1 é mostrada a capa dele. O material foi elaborado com o objetivo de atender as necessidades dos discentes dessa modalidade de ensino de maneira contextualizada. Embora o produto tenha obtido uma ótima aceitação pelos alunos, como veremos na parte da análise da aplicação deste produto educacional, entendemos que à medida que ele for sendo utilizado por outros professores como uma ferramenta didática, sugestões poderão surgir para que ele seja aprimorado cada vez mais. Além disto, embora tenha sido planejado para turmas da EJA, ele certamente poderá ser utilizado em outras turmas do ensino médio.

O produto foi elaborado a partir de um tema central: A Física em Casa. A partir desse desenvolveram-se os subtemas: a Física na Sala, a Física no Banheiro e A Física na Cozinha. No subtema a Física na Sala, estudou-se a Física da TV, da Janela e do Ventilador; no subtema a Física do Banheiro estudou-se a Física do Chuveiro elétrico e, finalmente, no subtema a Física da Cozinha estudou-se a Física da Geladeira, a Física do fogão e a Física do forno de Micro-ondas.

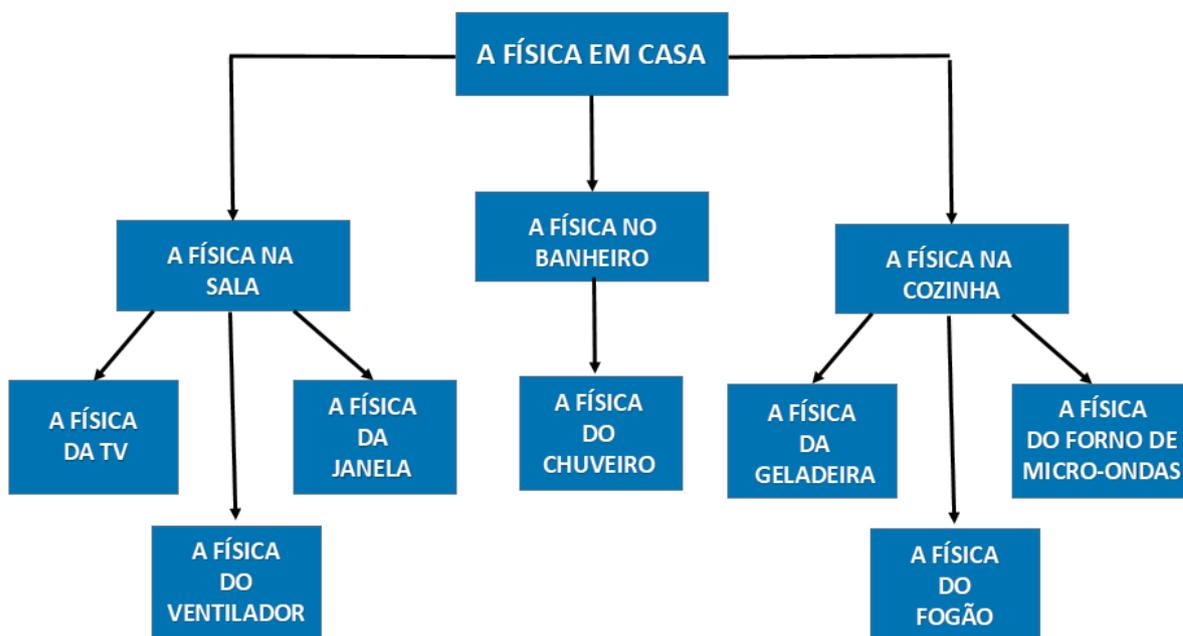
Figura 3.1: Capa do produto educacional que foi desenvolvido.



Fonte: Arquivo do autor.

O produto foi elaborado a partir de um tema central: A Física em Casa. A partir desse desenvolveram-se os subtemas: a Física na Sala, a Física no Banheiro e A Física na Cozinha. No subtema a Física na Sala, estudou-se a Física da TV, da Janela e do Ventilador; no subtema a Física do Banheiro estudou-se a Física do Chuveiro elétrico e, finalmente, no subtema a Física da Cozinha estudou-se a Física da Geladeira, a Física do fogão e a Física do forno de Micro-ondas. A Figura 3.2 a seguir mostra de maneira esquemática os temas abordados pelo produto.

Figura 3.2: Tema central e subtemas desenvolvidos no produto.



Fonte: Arquivo do autor.

O produto foi construído da seguinte forma: a partir do subtema elaboraram-se os planos de aulas (material destinado aos professores) e o material didático para o aluno, este foi elaborado conforme mostra o esquema representado na Figura 3.3.

Figura 3.3: Representação esquemática do material didático do aluno.



Fonte: Arquivo do autor.

3.5 Descrição das etapas do material

SUBTEMA: A escolha do subtema teve como objetivo a contextualização dos conteúdos de física. Por exemplo, o televisor (ou a TV) é um eletrodoméstico presente no dia a dia de todas as pessoas. Assim, no subtema a Física da TV (figura 3.4), exploramos o seu funcionamento com relação ao “tubo de raios catódicos” (ou CRT, uma expressão inglesa cathode ray tube) que envolve os conceitos de força e campo elétrico, força e campo magnético e diferença de potencial (ddp) ou tensão elétrica e a evolução das telas das TVs. Deste modo, levamos o aluno a refletir e aplicar os conteúdos apreendido durante as aulas de Física.

Figura 3.4: Foto da página do produto educacional mostrando o subtema TV.

1 A FÍSICA NA SALA- TELEVISOR

Introdução

O que iremos explorar nesta UNIDADE 1: SALA

-  TV
-  Ventilador
-  Janela

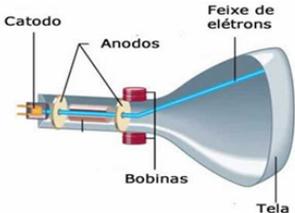
A TV

A TV, junto com a geladeira, talvez seja um dos eletrodomésticos mais abundantes das nossas lares. O tubo iconoscópico, que foi a base das primeiras TVs, foi inventado por volta de 1923, por Vladimir Zworykin, um russo que vivia no E.U.A. A primeira transmissão de TV foi realizada apenas alguns anos depois, em 1928, por Ernst F. W. Alexanderson. A primeira transmissão em cores ocorreu comercialmente em 1954, na rede norte-americana NBC. Em 1960 a japonesa SONY introduziu no mercado os televisores com transistores. E, em 1962 O satélite Telstar transmitia os sinais através do Oceano Atlântico.

Televisões de tubo

Funcionamento da TV de tubo é possível graças a um “tubo de raios catódicos” (ou CRT, uma expressão inglesa cathode ray tube) é composto por um canhão eletrônico, que produz um feixe de elétrons, que são acelerados por uma diferença de potencial elétrica em direção as bobinas, onde campos magnéticos são produzidos. Ao atingir os campos magnéticos, os elétrons em alta velocidade são desviados por uma força magnética que os faz varrer toda extensão da tela. E, finalmente quando atinge a tela, essas partículas deixam uma marca luminosa que forma as imagens.

Figura 1.1 – Tubo de raios catódicos.



Fonte: Referência [1].

Na figura 1.2, vemos um tubo de raios catódicos de uma televisão de 29” (vinte e nove polegadas) cujo peso é de 35 a 40 Kg.

Figura 1.2 – Tubo de raios catódicos TV 29” .



Fonte: Referência [2].

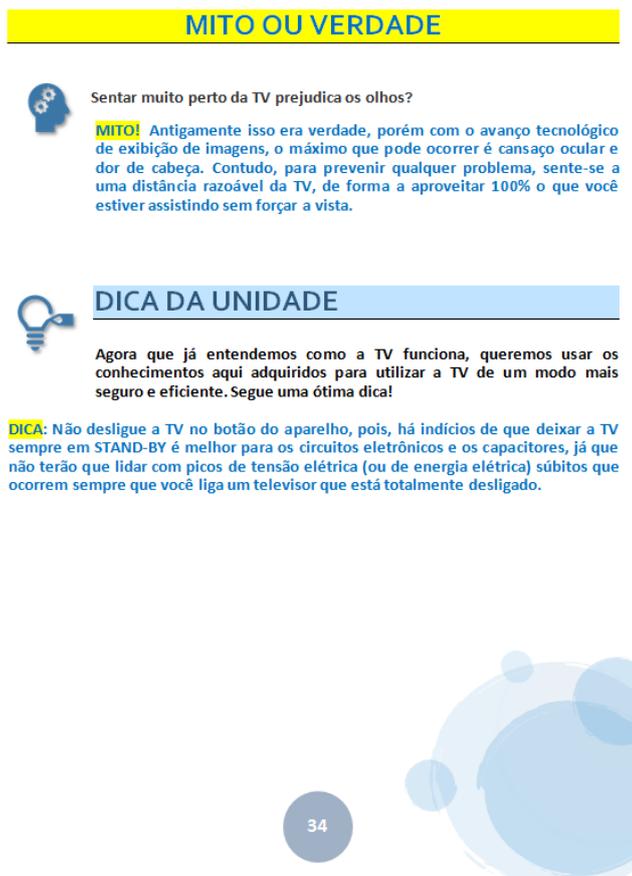
Fonte: Arquivo do autor.

CONTEÚDO: Na elaboração do texto buscou-se utilizar uma linguagem coloquial (natural ou popular) e figuras ou imagens simples com objetivo de facilitar a aprendizagem. Entretanto, mantendo-se o rigor científico.

MITO OU VERDADE e DICA DA UNIDADE: Após a exposição e discussão dos conteúdos de um subtema, por exemplo, a Física da geladeira, apresenta-

se uma situação diária relacionada ao subtema que seja duvidosa, por exemplo, tratamos da pergunta: *É ruim colocar alimentos ainda quentes no refrigerador?* Para analisá-la e concluir se é **MITO OU VERDADE** (Ver Figura 3.5). Depois dessa discussão, foram colocadas algumas dicas referentes ao uso deste eletrodoméstico para melhorar a sua eficiência.

Figura 3.5: Foto de uma página do produto educacional mostrando a seção **MITO OU VERDADE**.



MITO OU VERDADE

 Sentar muito perto da TV prejudica os olhos?

MITO! Antigamente isso era verdade, porém com o avanço tecnológico de exibição de imagens, o máximo que pode ocorrer é cansaço ocular e dor de cabeça. Contudo, para prevenir qualquer problema, sente-se a uma distância razoável da TV, de forma a aproveitar 100% o que você estiver assistindo sem forçar a vista.

DICA DA UNIDADE

 Agora que já entendemos como a TV funciona, queremos usar os conhecimentos aqui adquiridos para utilizar a TV de um modo mais seguro e eficiente. Segue uma ótima dica!

DICA: Não desligue a TV no botão do aparelho, pois, há indícios de que deixar a TV sempre em STAND-BY é melhor para os circuitos eletrônicos e os capacitores, já que não terão que lidar com picos de tensão elétrica (ou de energia elétrica) súbitos que ocorrem sempre que você liga um televisor que está totalmente desligado.

34

Fonte: Arquivo do autor.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO: Foram elaboradas questões sobre os conteúdos ministrados com a finalidade de provocar a reflexão e consolidação da matéria ensinada. As assertivas foram elaboradas de forma que o aluno indique se ela é *certa* ou *errada* e justifique sua resposta.

PROBLEMAS PROPOSTOS: São testes de múltiplas escolhas organizados na sequência crescente de dificuldades dos conteúdos. Esses problemas são colecionados dos vestibulares de diversas faculdades do nosso País; logo, os alunos que desejarem dar

seguimento aos seus estudos podem se preparar um pouco através destas questões para os vestibulares que ainda não adotaram o estilo de questões do ENEM.

3.6 Descrição da Aplicação do Produto

A aplicação de um subtema do produto educacional (a Física da TV) ocorreu durante os meses de outubro e novembro do ano letivo de 2019, em uma turma composta de 50 alunos do terceiro ano do ensino médio, na modalidade de ensino da EJA do Colégio Santa Madalena Sofia, localizado no Município de Maceió-AL. A proposta foi desenvolvida no terceiro bimestre, com um total de 04 aulas, respeitando a estrutura organizacional dessa modalidade de ensino.

A turma foi previamente sensibilizada sobre a participação e colaboração de todos, na execução da proposta para o terceiro bimestre, para que os objetivos desejados fossem alcançados, que foi primeiramente ensinar os conceitos pertinentes ao material proposto. Este se dividiu em quatro encontros, nos quais se buscou desenvolver a aprendizagem ativa e significativa, através do uso do produto educacional. A descrição, de maneira geral, da aplicação do produto encontra-se no quadro a seguir (Tabela 3.1).

O material foi enviado por meio digital para os alunos 15 dias antes do início da aplicação do produto para um grupo no WhatsApp, criado para esse fim, com o objetivo de dar um tempo maior para os alunos lerem o produto educacional. E, durante as aulas foi distribuído 5 vias impressas do produto para os grupos que eles mesmo criaram.

Quadro 3.1: Cronograma de aplicação do produto educacional.

ENCONTRO	AULA	DESCRIÇÃO
Primeiro	A FÍSICA DA TV AULA-01	O objetivo geral desse encontro foi aprofundar os conhecimentos sobre estrutura da matéria e o conceito de força elétrica, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano. A duração da aula foi de 60 minutos. O desenvolvimento da aula ocorreu conforme o planejado no plano de aula, em anexo.
Segundo	A FÍSICA DA TV AULA-02	O objetivo geral desse encontro foi conhecer e dominar os conceitos de campo elétrico e potencial elétrico e suas aplicações no nosso cotidiano. A duração da aula foi de 60 minutos. O desenvolvimento da aula ocorreu conforme o planejado no plano de aula, em anexo.

Terceiro	A FÍSICA DA TV AULA-03	Objetivo geral desse encontro foi aprofundar os conhecimentos sobre as propriedades dos ímãs e o conceito de campo magnético, aplicando-os no nosso cotidiano. A duração da aula foi de 60 minutos. O desenvolvimento da aula ocorreu conforme o planejado no plano de aula, em anexo.
Quarto	A FÍSICA DA TV AULA-04	Objetivo geral desse encontro foi conhecer o conceito de Força Magnética de Lorentz e como aplicá-la no nosso cotidiano. A duração da aula foi de 60 minutos. O desenvolvimento da aula ocorreu conforme o planejado no plano de aula, em anexo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Vamos agora apresentar e discutir os principais resultados da aplicação do produto educacional, tendo como base os dados obtidos, particularmente do questionário, e das atividades desenvolvidas em sala de aula pelos alunos. Procurou-se analisar e refletir sobre as atitudes dos alunos, reações, desempenho e aprendizagem deles mediante o uso deste produto.

4.1 ANÁLISES DAS RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO

As informações extraídas nesta ferramenta foram de extrema importância para direcionar nossas decisões e atividades futuras. Os resultados foram separados de acordo com a finalidade de cada etapa do questionário.

4.1.1 Análises sobre a disciplina

Inicialmente, foi perguntado aos alunos se eles gostavam da disciplina de Física, o resultado encontra-se no gráfico 4.1, onde mostra que 57% dos estudantes respondentes gostam da disciplina Física. Algumas justificativas dos alunos que responderam SIM foram as seguintes:

Aluno 1: *“É uma disciplina importante e essencial para a vida”.*

Aluno 2: *“A Física é legal, quando você tem tempo para estudar e bons professores para passar bem a matéria”.*

Algumas justificativas dos alunos que responderam NÃO foram as seguintes:

Aluno 3: *“Acho muito complicado”.*

Aluno 4: *“Não me interessa pela disciplina”.*

Analisando as respostas dos alunos, podemos inferir que, de maneira geral, os estudantes admitem que a disciplina seja importante para compreender seu cotidiano. Entretanto, ela é muito complicada para alguns. Assim, parte deles perdem o interesse pela disciplina.

Gráfico 4.1: Análise dos alunos sobre a disciplina, questão 01.

Fonte: Dados obtidos do questionário.

Outra pergunta feita no questionário foi se eles gostavam de estudar coisas do dia a dia nas aulas de Física, e 92% dos estudantes responderam que sim, conforme podemos ver no gráfico 4.2. Desta forma, verificamos que o nosso produto é potencialmente significativo para a aprendizagem dos conteúdos dessa matéria nas turmas em que o produto educacional foi aplicado.

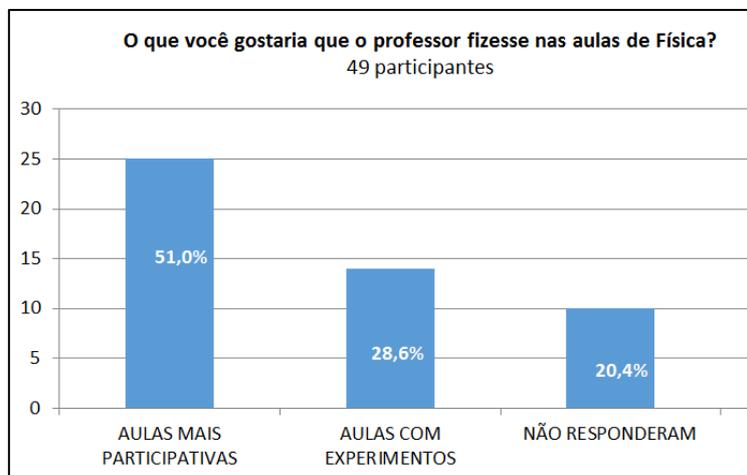
Gráfico 4.2: Análise dos alunos sobre a disciplina, questão 02.

Fonte: Dados obtidos do questionário.

A partir das respostas dos alunos ao questionário, obtivemos também que 51% dos estudantes respondentes disseram que gostariam de aulas mais participativas, outros 28,6% deles que gostariam de aula práticas ou com experimentos, e 20,4% deles não opinaram (gráfico 4.3). Assim, verificamos que os estudantes preferem aulas mais

participativas ou dialogadas e aulas experimentais. Daí a importância de aulas como as que fizemos com a aplicação do produto educacional para eles.

Gráfico 4.3: Análise dos alunos sobre a disciplina, questão 03.

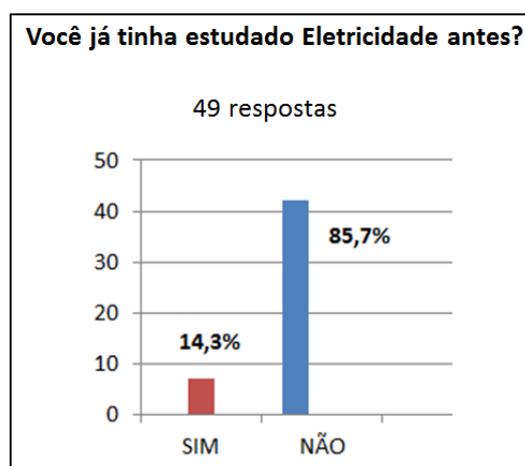


Fonte: Dados obtidos do questionário.

4.1.2 Análises sobre o Material

Em seguida, havia no questionário perguntas mais relacionadas ao produto educacional em si, que serão analisadas a partir de agora. No gráfico 4.4, vemos que 85,7% dos estudantes responderam que não tinham estudado eletricidade antes. Assim, os alunos que tiveram contato com o produto educacional eram alunos que estavam estudando o conteúdo pela primeira vez.

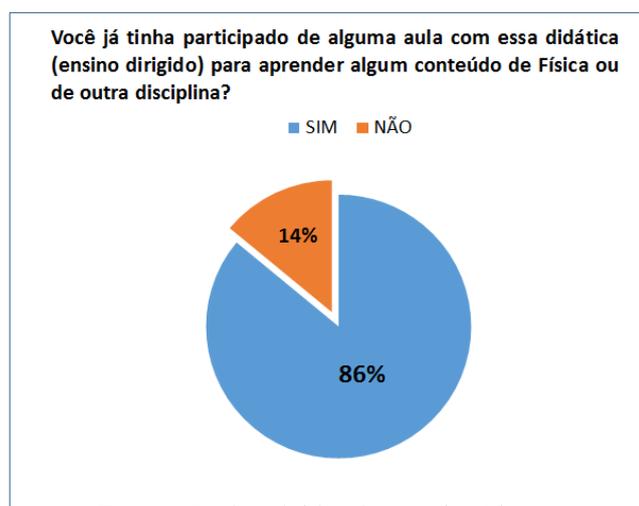
Gráfico 4.4: Análise dos alunos sobre o material, questão 04.



Fonte: Dados obtidos do questionário.

Foi também perguntando se os estudantes respondentes já tinham participado de alguma aula com essa didática antes, e 86% deles disseram que não, como pode-se ver no gráfico 4.5. Então, constatamos que a escolha da metodologia de ensino dirigida foi acertada para a turma EJA em que o produto educacional foi aplicado. Verificamos também, que 14% dos estudantes participantes já tinham estudado na disciplina Biologia por essa metodologia.

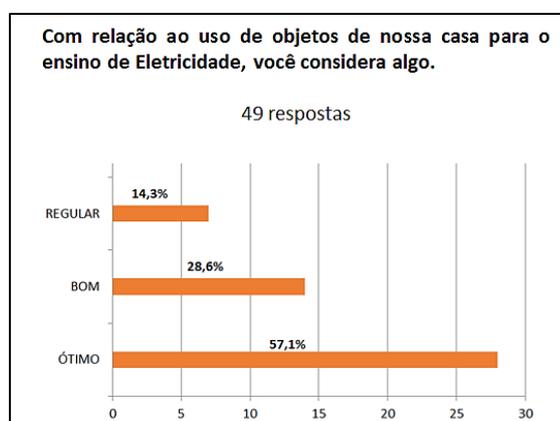
Gráfico 4.5: Análise dos alunos sobre o material, questão 05.



Fonte: Dados obtidos do questionário.

A partir do gráfico 4.6, vemos que 57,1% dos estudantes respondentes consideraram ótimo o uso de objetos da casa para ensinar eletricidade e 28,6% consideram algo bom. Portanto, constatamos que o uso de objetos presentes em nossa casa para o ensino de Física é uma opção acertada para a contextualização dos conteúdos de Física.

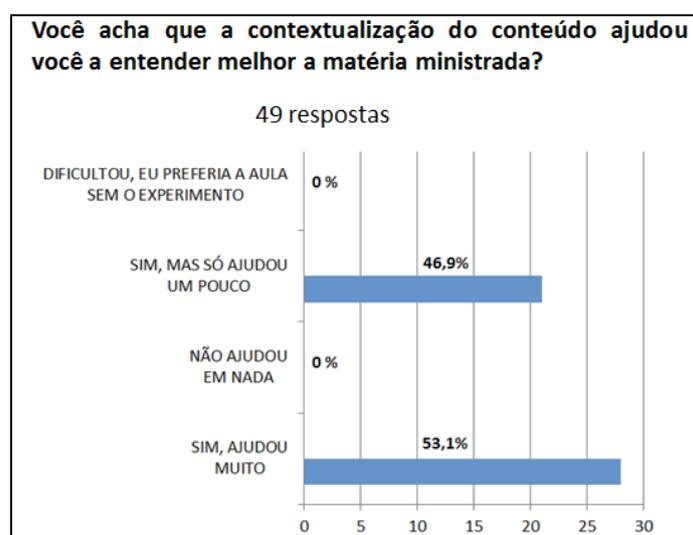
Gráfico 4.6: Análise dos alunos sobre o material, questão 06.



Fonte: Dados obtidos do questionário.

Quando perguntados se a contextualização que foi feita através do produto educacional ajudou eles a entender melhor o conteúdo de Física ministrado, 53,1% dos estudantes respondentes consideraram que a contextualização do conteúdo ajudou muito e 46,9%, consideraram que ajudou, mas só um pouco, como visto no gráfico 4.7. Assim, vemos que para todos eles a contextualização que foi feita ajudou de alguma forma.

Gráfico 4.7: Análise dos alunos sobre o material, questão 07.



Fonte: Dados obtidos do questionário.

A partir do gráfico 4.8, vemos que 79,6% dos estudantes respondentes disseram que a proposta didática usada durante as aulas e o produto educacional os deixou mais motivados para participar das aulas de Física, o que foi um resultado muito bom! Apenas 20,4% deles disseram que o produto não ajudou na motivação para participar das aulas de Física. Algumas justificativas dos alunos que responderam NÃO, foram as seguintes:

Aluno 1: *“Falta de tempo para lê o material disponível”.*

Aluno 2: *“Não gosto da matéria”.*

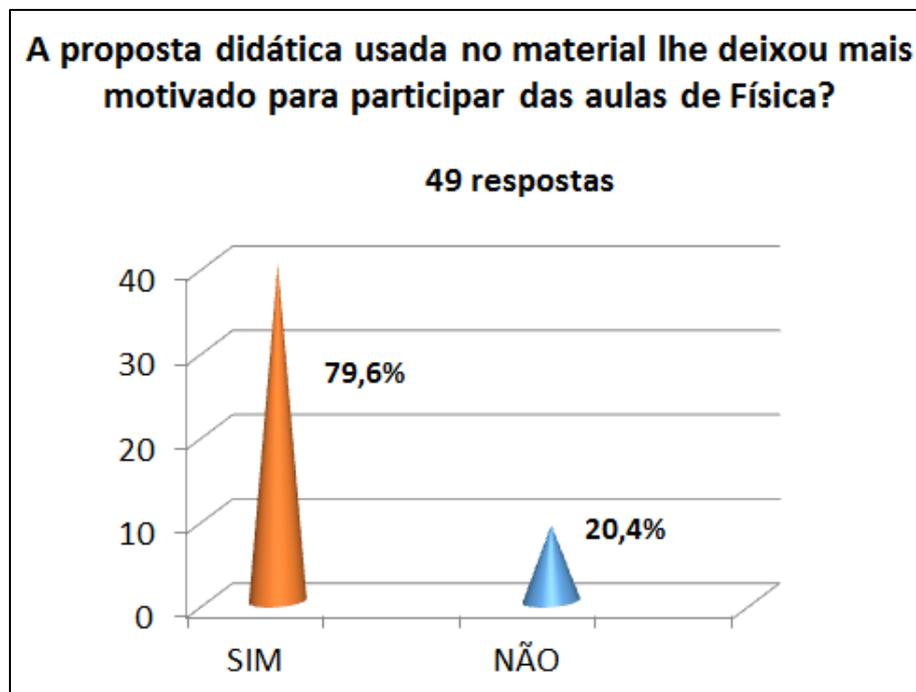
Aluno 3: *“Acho muito complicado”.*

Aluno 4: *“Não me interessa pela disciplina”.*

Assim, vemos das respostas acima que na verdade o problema não foi o produto educacional em si, mas, o fato de não terem tido tempo para lerem o material que havia

tido dado antecipadamente para eles olharem, alguns dias antes, como falamos no capítulo anterior, ou então porque não gostavam da disciplina de Física.

Gráfico 4.8: Análise dos alunos sobre o material, questão 08.



Fonte: Dados obtidos do questionário.

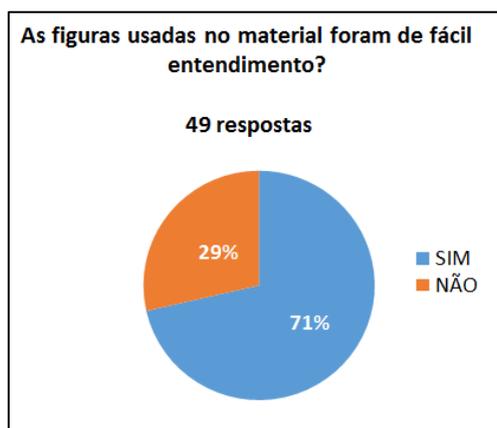
Sobre o design do material, 100% dos alunos responderam que o material é atraente e que isso facilita muito a leitura dele. No gráfico 4.9, vemos que 71% dos estudantes respondentes disseram que as figuras facilitaram a compreensão do conteúdo, e 29% deles disseram que as figuras não eram de fácil entendimento. Algumas justificativas dos alunos que responderam NÃO foram as seguintes:

Aluno 1: “*A Física não entra na minha cabeça*”.

Aluno 2: “*Não entendo muito Física*”.

Aluno 3: “*Tenho dificuldades com a Física*”.

Assim, dos comentários acima, vemos que o problema não foi bem as figuras, mas novamente, foi a dificuldade que os alunos possuem com Física.

Gráfico 4.9: Análise dos alunos sobre o material, questão 10.

Fonte: Dados obtidos do questionário.

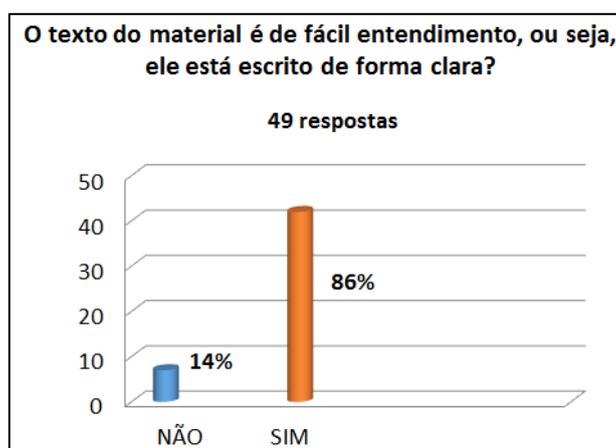
Foi perguntado no questionário aos alunos se o texto do material é de fácil entendimento, isto é, ele está escrito de forma clara, e 86% dos estudantes respondentes disseram que sim. Apenas 14% dos alunos não aprovaram a proposta, gráfico 4.10. Algumas justificativas dos alunos que responderam NÃO:

Aluno 1: “Tenho dificuldade de estudar Física”.

Aluno 2: “A Física é muito complicada”.

Aluno 3: “Não tenho tempo para estudar”.

Assim, a partir das respostas acima, vemos que o problema novamente não foi o produto educacional em si, mas sim, foi devido à dificuldade dos alunos com a disciplina, ou à falta de tempo deles para estudá-la.

Gráfico 4.10: Análise dos alunos sobre o material, questão 11.

Fonte: Dados obtidos do questionário.

Com base nos resultados aqui apresentados, podemos, portanto, afirmar que o produto educacional teve uma ótima avaliação pelos alunos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados aqui apresentados, da aplicação de um subtema do produto educacional (a Física da TV) para alunos da EJA, através da proposta de um ensino contextualizado da Física, constatamos uma boa aceitação por parte dos alunos, onde a grande maioria deles gostou bastante da proposta apresentada. Vimos que alguns poucos alunos disseram não terem gostado ou achado o material de fácil entendimento, dentre outros pontos negativos. Mas, analisando as respostas deste grupo de alunos, vimos que, na verdade, o problema deles estava mais associado ao fato de não gostarem de Física, ou de não terem tempo de estudar Física, do que com o produto educacional em si.

Não houve tempo hábil para aplicar o produto educacional proposto aqui em sua totalidade, pois, seriam necessárias várias aulas para isto. Mas fica a pretensão de servir como um material de apoio para os professores que irão ministrar aulas de Física na modalidade da EJA ou no ensino regular. Levando em consideração a importância destes conteúdos e da dificuldade de realização de experimentos desta área da física em sala de aula, propomos estas atividades, que estão relacionadas a equipamentos que fazem parte do dia a dia dos alunos, e que assim oferecem aos alunos da EJA uma boa interação entre eles e os conteúdos contextualizados da física. Contudo, vale destacar que nossa intenção não é que este material seja o substituto de aulas experimentais, ou de outras ferramentas didáticas, mas sim, que ele possa ser mais uma ferramenta de auxílio ao professor de Física, e que possa ser utilizada juntamente com outras ferramentas didáticas.

Por fim, nosso desejo é que este material possa contribuir para uma mudança na realidade educacional do nosso país, e que os alunos cada vez mais aprendam a Física e apliquem esse ensinamento no cotidiano em que vivem. No entanto, para que isso ocorra no futuro, é essencial que as alterações ocorram agora no presente, o que coloca sobre nós uma enorme responsabilidade com o tipo de educação que estamos proporcionando aos alunos da EJA e nas outras modalidades de ensino do nosso País.

REFERÊNCIAS

BASSALO, J.M.F. A Crônica da Física do Estado Sólido: I. Do Tubo de Geissler às Válvulas a Vácuo. Revista Brasileira do Ensino de Física, v. 15, n. 1, p. 127-138, 1993. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol15a15.pdf>. Acesso em 18 de dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Referenciais Curriculares Nacionais para Educação de Jovens e adultos. Parecer nº 11/2000. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL, Lei no 10.172, 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. (PNE 2001-2010). Brasília: Planalto, 9 jan. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm. Acesso em 18 de dez. 2019.

BARBOZA, Ana Claudia R. N.; CRUZ, Camila V. M. S.; GRAZIANI, Cruz, Marcelo B.; LORENZETTI, Myrian C. F. AQUECIMENTO EM FORNO DE MICROONDAS / DESENVOLVIMENTO DE ALGUNS CONCEITOS FUNDAMENTAIS. Química Nova, Vol. 24, Nº 6, 901-904, 2001. Disponível em: https://www.academia.edu/11057839/Aquecimento_em_forno_de_microondas_desenvolvimento_de_alguns_conceitos_fundamentais. Acesso em 13 de dez. 2019.

CUNHA, Conceição Maria da. Introdução - discutindo conceitos básicos, In: SEED-MEC Salto para o futuro — Educação de jovens e adultos. Brasília, 1999.

REITZ, John R; MILFORD, Frederick J.; CHRISTY, Robert W. Fundamentos da teoria eletromagnética. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1982.

ELBERN, Alwin. Rio Grande do Sul: Editora UFRGS/DENUC, 2005. – (Apostila). Disponível em: http://www.portaldoeletrodomestico.com.br/cursos/microondas/Radiacoes_ao_ionizantes.pdf. Acesso em 12 de dez. 2019.

EUGÊNIO, Benedito Gonçalves. *O Currículo na Educação de Jovens e Adultos: entre o formal e o cotidiano numa escola municipal em Belo Horizonte*. Belo Horizonte: PUC/MG, 2004 (Dissertação de Mestrado em Educação).

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 47ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro-RJ: Paz e Terra, 1987.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termologia*. v. 2, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC. 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Eletromagnetismo*. v. 3, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC. 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Óptica e Física moderna*. v. 4, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC. 2009.

IRELAND, Timothy. *Escolarização de trabalhadores: aprendendo as ferramentas básicas para a luta cotidiana*. In: OLIVEIRA, Inês B., PAIVA, Jane (orgs.). *Educação de Jovens e Adultos*. Rio de Janeiro: DP&A, 2004.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU. 1999.

MOREIRA, M. A. *Teorias da aprendizagem*. 2 ed. São Paulo: EPU. 2011.

MOREIRA, I. C. Conferência Nobel de Thomson sobre a descoberta do elétron. Tradução e notas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 299-307, 1997.

Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v19_299.pdf. Acesso em 20 de dez. 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (Org.). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 21. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Mecânica., v. 1, 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013,

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Fluidos Oscilações e ondas Calor., v. 2, 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2014,

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Eletromagnetismo. v.3, 5 ed. Mecânica: Edgard Blücher, 2011

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Óptica Relatividade Física Quântica. v.3, 8 ed. Mecânica: Edgard Blücher, 2010

RONCA, C. (1980). Aprendizagem significativa. In: Penteadó, Wilma Millan Alves (Org.). Psicologia e Ensino. São Paulo: Papervivros, pp. 59 - 83.

SANTOS, J. C. F. dos. (2008). O Papel do professor na promoção da aprendizagem significativa. *Revista Científica Uniabeu*, Belford Roxo, V, n.1, p. 9-14, jan.-jun.

SOARES, Leôncio José Gomes. A educação de jovens e adultos: momentos históricos e desafios atuais. *Revista Presença Pedagógica*, v.2, nº11, Dimensão, set/out 1996.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiro: Mecânica, oscilações e Ondas, Termodinâmica*. v.1, 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física: eletricidade e magnetismo, óptica*. v. 2, 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

UNESCO. Declaração de Hamburgo sobre a educação de adultos e plano de ação para o futuro. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE A EDUCAÇÃO DE ADULTOS, 1997, Hamburgo. *Anais...* Hamburgo, Alemanha, 1997.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. *Física II: Termodinâmica e Ondas*.v.2, 10. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física III: Eletromagnetismo.v.3, 12. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física III: Óptica e física Moderna. v.4, 12. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

APÊNDICE A: PRODUTO EDUCACIONAL - FÍSICA EM CASA: USO DOS ITENS ENCONTRADOS NOS LARES PARA ENSINAR FÍSICA PARA ALUNOS DA MODALIDADE EJA



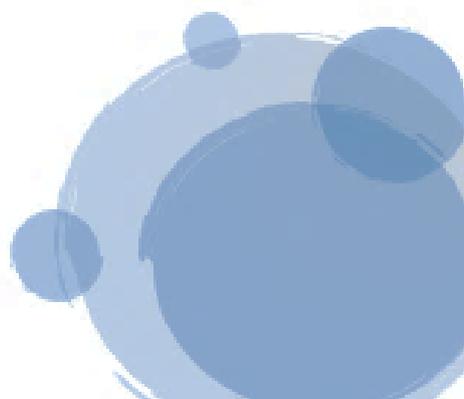
PRODUTO EDUCACIONAL - MNPEF

PAULO MARTINS VIEIRA & PROF. DR. WAGNER FERREIRA DA
SILVAPCRR2020@OUTLOOK.COM

PREFÁCIO

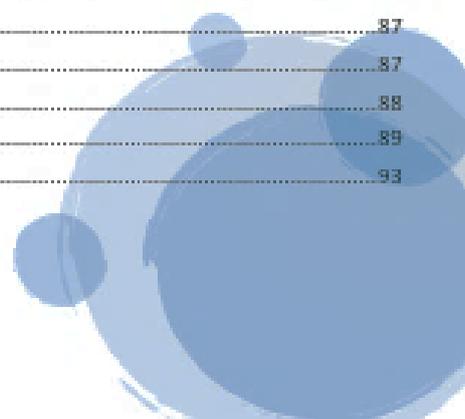
Hoje em dia, felizmente, há uma grande preocupação em apresentar aos alunos uma Física contextualizada. Contudo, até onde sabemos, não havia até o momento um material que compilasse de forma organizada a física que pode ser explorada na nossa casa, e foi pensando nisto, que decidimos desenvolver este produto educacional no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da SBF (MNPEF-SBF). Em princípio, ele foi desenvolvido para ser utilizado com alunos da EJA (Educação de Jovens e Adultos), mas, certamente ele pode ser utilizado, tanto por professores como estudantes, no ensino médio ou mesmo no ensino básico. Ele foi organizado de modo que em cada cômodo de uma casa, foi explorada a Física envolvida no funcionamento de um item, como num eletrodoméstico, por exemplo. Assim, o sumário deste material é organizado por cômodo da casa. Contudo, com o objetivo de ser também um material de apoio para professores que ministram conteúdos de forma regular na EJA, seguindo a sequência dos conteúdos usualmente ensinados nos livros textos de Física, inserimos também um sumário organizado por conteúdo de física. A ideia deste material é que seja um material complementar de apoio ao professor, mas, que também possa ser utilizado por qualquer pessoa que queira explorar um pouco mais da física que há presente em nosso dia a dia nos nossos lares. Esperamos que este material possa ser uma importante ferramenta para mostrar que a Física é uma disciplina muito interessante, para assim torná-la mais presente na realidade das pessoas.

Paulo Martins Vieira & Prof. Dr. Wagner Ferreira da Silva.
Maceió, Alagoas
Fevereiro de 2020.

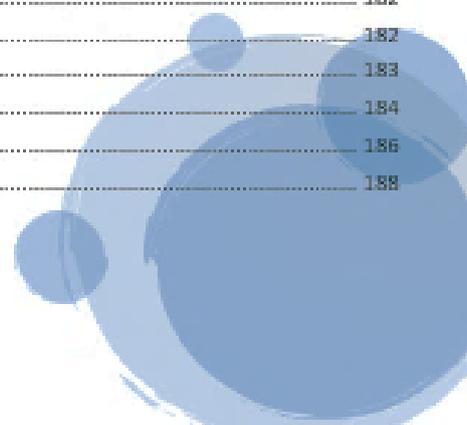


SUMÁRIO

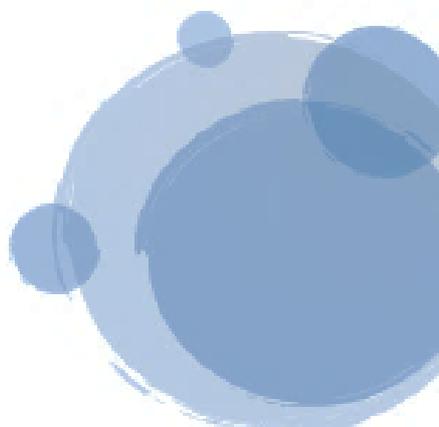
1 A FÍSICA NA SALA- TELEVISOR	1
1.1 Estrutura da Matéria	3
1.2 Força Elétrica – Lei de Coulomb	6
1.3 Campo Elétrico	9
1.4 Potencial Elétrico	11
1.5 Campo e Força Magnética	13
LEITURA COMPLEMENTAR 1: Motor elétrico	33
MITO OU VERDADE	34
DICA DA UNIDADE	34
REFERÊNCIAS DA UNIDADE	35
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO	37
PROBLEMAS PROPOSTOS	43
LEITURA COMPLEMENTAR 2: Evolução das TVs	50
OLED – Diodo emissor de Luz Orgânico	55
REFERÊNCIAS DA UNIDADE	56
2 A FÍSICA NA SALA- VENTILADOR	57
2.1 Funcionamento e tipos de ventiladores	57
2.2 Climatizadores	58
2.3 Mudanças de estado físico da matéria	59
2.4 Eficiência energética	61
2.5 Motores Elétricos	64
2.6 Indução Eletromagnética	66
2.7 Força Eletromotriz Induzida	70
LEITURA COMPLEMENTAR: Motor de Indução	73
MITO OU VERDADE	75
DICA DA UNIDADE	75
REFERÊNCIAS DA UNIDADE	76
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO	78
PROBLEMAS PROPOSTOS	82
3. A FÍSICA NA SALA-JANELA	87
3.1 Janelas: circulações do ar dentro de casa	87
3.2 Como Melhorar a Ventilação na Casa	88
3.3 Transmissão de Calor através das janelas	89
3.4 Reflexão e Refração da Luz	93



3.5 Diopetro	95
LEITURA COMPLEMENTAR: "Janelas do futuro"	97
MITO OU VERDADE	99
DICA DA UNIDADE	99
REFERÊNCIAS DA UNIDADE	100
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO	101
PROBLEMAS PROPOSTOS	104
4 A FÍSICA NO BANHEIRO-CHUVEIRO ELÉTRICO	109
Introdução	109
4.1 A Falta de pressão da água no chuveiro	109
4.2 Mecânicas dos fluidos	111
4.3 Funcionamentos do Chuveiro Elétrico	128
4.4 Noções de eletrodinâmica	130
MITO OU VERDADE	143
DICA DA UNIDADE	143
REFERÊNCIAS DA UNIDADE	144
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO	145
PROBLEMAS PROPOSTOS	150
5 A FÍSICA NA COZINHA-GELADEIRA	160
5.1 A geladeira	160
5.2 As leis da termodinâmica	162
MITO OU VERDADE	169
DICA DA UNIDADE	169
REFERÊNCIAS DA UNIDADE	170
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO	171
PROBLEMAS PROPOSTOS	172
6 A FÍSICA NA COZINHA-FOGÃO	175
6.1 O fogão	175
6.2 Processos de propagação do calor	177
LEITURA COMPLEMENTAR: Garrafa térmica	181
MITO OU VERDADE	182
DICA DA UNIDADE	182
REFERÊNCIAS DA UNIDADE	183
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO	184
PROBLEMAS PROPOSTOS	186
7 A FÍSICA NA COZINHA - FORNO DE MICRO-ONDAS	188



7.1 O forno de micro-ondas.....	188
7.2 Ondas.....	191
7.3 Classificação das Ondas.....	193
7.4 Ondas Periódicas.....	195
7.5 Fenómenos Ondulatórios.....	198
7.6 Acústica.....	204
7.7 Ondas eletromagnéticas.....	209
MITO OU VERDADE.....	213
DICA DA UNIDADE.....	213
EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO.....	215
PROBLEMAS PROPOSTOS.....	221



UNIDADE I

A FÍSICA NA SALA



- TV
- Ventilador
- feJanela



1 A FÍSICA NA SALA- TELEVISOR

Introdução

O que iremos explorar nesta
UNIDADE 1: SALA



TV



Ventilador



Janela

Iremos apresentar aqui um pouco da Física que pode ser encontrada na sala. Para isto, iremos explorar a Física envolvida no funcionamento da TV, com ênfase na mudança que tivemos das grandes TVs de tubo para as modernas TVs ultras finas de QLED e outras mais. Além disto, iremos explorar a física envolvida no funcionamento de um ventilador, bem como da importância das janelas para tornarem este cômodo, e outros da casa, mais agradáveis. Esperamos que você goste bastante deste passeio pela sala!

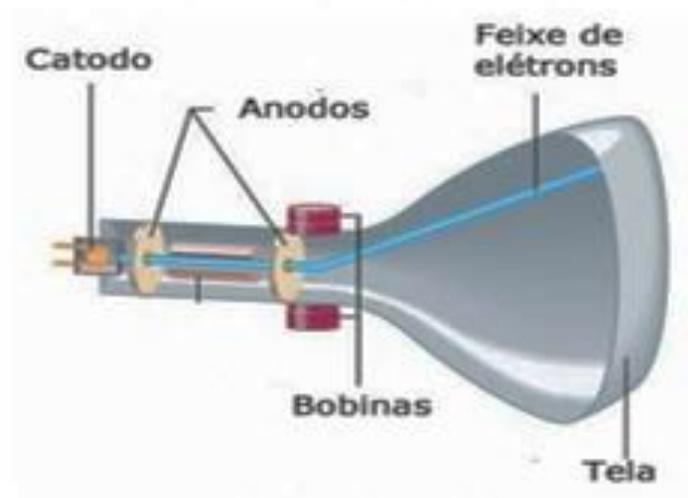
A TV

A TV, junto com a geladeira, talvez seja um dos eletrodomésticos mais abundantes das nos lares. O tubo iconoscópico, que foi a base das primeiras TVs, foi inventado por volta de 1923, por Vladimir Zworykin, um russo que vivia no E.U.A. A primeira transmissão de TV foi realizada apenas alguns anos depois, em 1928, por Ernst F. W. Alexanderson. A primeira transmissão em cores ocorreu comercialmente em 1954, na rede norte-americana NBC. Em 1960 a japonesa SONY introduziu no mercado os televisores com transistores. E, em 1962 O satélite Telstar transmitia os sinais através do Oceano Atlântico.

Televisões de tubo

Funcionamento da TV de tubo é possível graças a um “tubo de raios catódicos” (ou CRT, uma expressão inglesa cathode ray tube) é composto por um canhão eletrônico, que produz um feixe de elétrons, que são acelerados por uma diferença de potencial elétrica em direção as bobinas, onde campos magnéticos são produzidos. Ao atingir os campos magnéticos, os elétrons em alta velocidade são desviados por uma força magnética que os faz varrer toda extensão da tela. E, finalmente quando atinge a tela, essas partículas deixam uma marca luminosa que forma as imagens.

Figura 1.1 – Tubo de raios catódicos.



Fonte: Referência [1].

Na figura 1.2, vemos um tubo de raios catódicos de uma televisão de 29" (vinte e nove polegadas) cujo peso é de 35 a 40 Kg.

Figura 1.2 – Tubo de raios catódicos TV 29" .

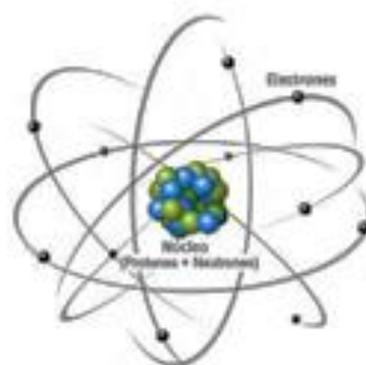


Fonte: Referência [2]

1.1 Estrutura da Matéria

A matéria é constituída por átomos. Os átomos, por sua vez, são constituídos de partículas, no núcleo: os prótons e os nêutrons; na eletrosfera: os elétrons. Para melhor compreensão dos fenômenos elétricos é importante conhecer como funciona a estrutura de um átomo, para tanto será utilizado o modelo planetário do átomo.

Figura 1.3 – Modelo planetário do átomo.



Fonte: Referência [3].

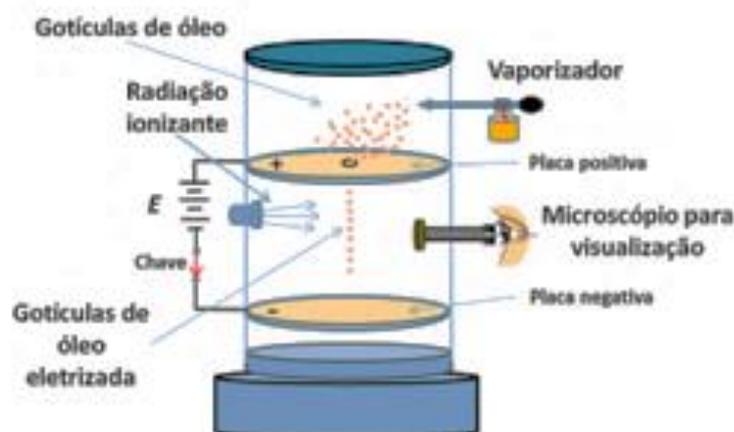
a. Carga de partículas elementares (carga elétrica elementar)

Se pudéssemos separar os prótons, nêutrons e elétrons de um átomo, e lançá-los em direção a um ímã (sabe-se que o ímã gera em torno de si um campo magnético), no interior deste campo os prótons seriam desviados para uma direção, os elétrons a uma direção oposta a do desvio dos prótons e os nêutrons não seriam afetados. Esse comportamento de desvia de sua trajetória acontece devido as suas propriedades elétricas (carga elétrica). Deste modo, os prótons são partículas com cargas positivas, os elétrons têm carga negativa e os nêutrons não possuem carga elétrica.

A carga elétrica do um próton e um elétron têm valores absolutos iguais, embora tenham sinais opostos. O valor da carga de um próton ou um elétron é chamado carga elétrica elementar e simbolizado por e . A unidade de medida adotada internacionalmente para a medida de cargas elétricas é o Coulomb (C). O valor conhecido atualmente da carga elétrica elementar só foi precisamente determinado pelo físico norte-americano Robert Millikan em 1910. A descoberta rendeu a ele o prêmio Nobel de Física em 1923. Seu

experimento ficou conhecido como Experimento da Gota de Óleo.

Figura 1.4 – Diagrama esquemático da experiência de Millikan (gotas de óleo).



Fonte: Referência [4].

Sua montagem experimental definitiva era um atomizador (uma espécie de borrifador) capaz de **borrifar óleo em pequenas gotículas**, que eram lançadas em direção a um **capacitor de placas paralelas** preenchido com ar e alimentado por **baterias** que geravam algumas dezenas de milhares de volts de tensão elétrica.

Com os resultados experimentais em mãos, Millikan percebeu que os valores de carga elétrica determinados experimentalmente nas gotículas de óleo eram sempre múltiplos de um valor menor: $1,59 \cdot 10^{-19}$ C. E, portanto, o valor absoluto a carga do elétron e do próton é $1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

b. Corpo eletrizado, e corpo neutro

Corpo eletrizado: Dizemos que um corpo encontra-se eletrizado quando ele perde ou ganha elétrons. Sendo assim, um corpo eletrizado positivamente possui mais prótons dos elétrons, e um corpo eletrizado negativamente possui mais elétrons dos prótons.

Corpo neutro: Um corpo encontra-se neutro quando possui mesma quantidade de elétrons e prótons.

c. Quantização da carga elétrica

Na natureza, existem grandezas que podem ser divididas indefinidamente em partes menores, por exemplo, um intervalo de tempo. Essas grandezas são chamadas de grandezas CONTÍNUAS, pois suas medidas podem corresponder a qualquer número real. Existem também grandezas que possuem um limite para a sua divisão em partes menores. Chamadas de grandezas QUANTIZADAS. Vimos pela experiência de Millikan (gotas de óleo) que a carga elétrica é sempre múltiplos de um valor menor: $1,59 \cdot 10^{-19}$ C; carga do elétron ou do próton. Logo a carga elétrica é uma grandeza quantizada.

Portanto, a quantidade de carga elétrica total (Q) é sempre um número inteiro (n) de vezes o valor elementar (e)

$$Q = ne$$

$n = n^\circ$ de elétrons em excesso ou falta

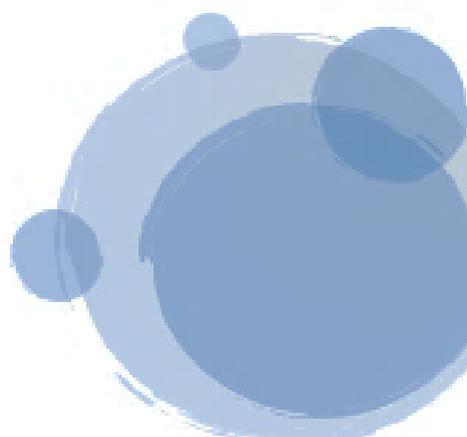
$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C (carga elementar)

d. Princípio da conservação da carga elétrica

O princípio da conservação das cargas elétricas afirma que: em um sistema eletricamente isolado, a soma algébrica das cargas positivas e negativas é CONSTANTE.

Vamos considerar um sistema eletricamente isolado constituído por dois corpos com cargas elétricas Q_1 e Q_2 e, que aconteça troca de cargas elétricas entre os corpos e as novas caras sejam, Q'_1 e Q'_2 . Então, aplicando o princípio da conservação da carga elétrica, temos:

$$Q_1 + Q_2 = Q'_1 + Q'_2$$



e. Condutores e isolantes

Para que um material seja condutor de eletricidade, é necessário que ele possua portadores de cargas elétricas LIVRES. Esses portadores podem ser elétrons, íons ou ainda ambos.

Os principais condutores elétricos são:

- Metais: os portadores de carga elétrica são os elétrons. Por exemplo, os fios elétricos nas instalações elétricas de nossa casa.
- SOLUÇÕES ELETROLÍTICAS: os portadores de carga elétrica são os íons. Por exemplo, as soluções usadas pelas baterias dos automóveis.
- GASES IONIZADOS: os portadores de carga são íons e os elétrons. Por exemplo, os gases usados nas lâmpadas fluorescentes (gás argônio e vapor de mercúrio).

Por outro lado, os materiais que possuem portadores de carga elétrica em pequena quantidade, em relação ao total de partículas, são chamados isolantes. São exemplos de isolantes: borracha, porcelana, madeira seca, porcelana, plástico, etc.

1.2 Força Elétrica - Lei de Coulomb

a. Princípio de atração e repulsão

Charles François de Cisternay Du Fay, químico francês, em 1737 foi quem primeiro denominou a atração e repulsão entre cargas elétricas com a celebre frase:

“Cargas de mesmo nome se repelem enquanto cargas de nomes opostos se atraem”



Figura 1.5 – Lei de Cisternay Du Fay.



Fonte: Arquivo do autor.

A força é um tipo de interação elétrica que pode tanto afastar como aproximar os corpos carregados. Portanto, cargas elétricas de mesmo sinal se repelem e as cargas elétricas de sinais opostos se atraem.

b. Lei de Coulomb

O físico francês Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) em 1725, realizando experimentos com um dispositivo chamado balança de torção, estabeleceu uma lei para a atração e repulsão.

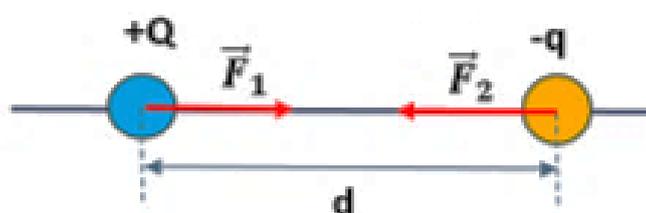
Figura 1.6 – Balança de Torção.



Fonte: Referência [5].

Coulomb utilizou aparato experimental constituído de uma haste metálica capaz de girar quando carregada repelida por uma pequena esfera metálica carregada com cargas elétricas de mesmo sinal. A figura acima mostra um esquema de como era a balança de torção utilizada por Coulomb. De acordo com a lei Coulomb, a força entre duas partículas eletricamente carregadas é diretamente proporcional ao módulo de suas cargas e, é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Na figura a seguir mostramos esquematicamente as duas partículas com cargas $+Q$ e $-q$, separadas por uma distância d .

Figura 1.7 – Esquema de duas partículas eletrizadas.



Fonte: Arquivo do autor.

A seguir, apresentamos a fórmula matemática descrita pela lei de Coulomb:

$$|\vec{F}| = \frac{|Q||q|}{d^2}$$

F — força eletrostática (N)

k_0 — constante dielétrica do vácuo ($N.m^2/C^2$)

Q — carga elétrica (C)

q — carga elétrica de prova (C)

d — distância entre as cargas (m)

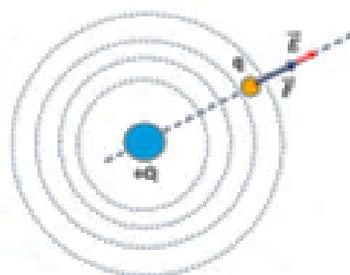
Observe que: $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = |\vec{F}|$

1.3 Campo Elétrico

Há indícios que o estudo do campo elétrico teve seu início nos trabalhos de Tales de Mileto no século VI. Na época, o filósofo havia feito experimentos utilizando uma resina de âmbar que, depois de sofrer atrito, passa a atrair outros objetos, como por exemplo, uma pele de coelho.

Sabemos hoje que essa atração ocorre pela ação do campo elétrico. Assim como a Terra tem um campo gravitacional, uma carga Q também tem um campo que pode influenciar cargas de prova q nele colocadas. Logo, Campo Elétrico é o campo estabelecido em todos os pontos do espaço sob a influência de uma carga geradora de intensidade Q (ou por um sistema de cargas), de forma que qualquer carga de prova de intensidade q fica sujeita a uma força de interação (atração ou repulsão) exercida pela carga geradora Q .

Figura 1.8 – Carga de prova q sofrendo a ação do campo elétrico.



Fonte: Arquivo do autor.

a. Vetor Campo Elétrico

O vetor campo elétrico é definido como um vetor com mesma direção do vetor da força de interação entre a carga geradora Q e a carga de prova q e com mesmo sentido se $q > 0$ (como vemos na fig. 1.8) e sentido oposto se $q < 0$. A intensidade do vetor campo elétrico é determinada por:

$$|\vec{E}| = \frac{|\vec{F}|}{q}$$

$|\vec{E}|$ - Módulo do campo elétrico.

$|q|$ – Módulo da carga elétrica

$|\vec{F}|$ – Módulo da força elétrica.

A unidade adotada pelo SI para o campo elétrico é o N/C (Newton por Coulomb).

Usando a lei de Coulomb, pode-se determinar a intensidade do vetor campo elétrico para uma carga puntiforme Q, será:

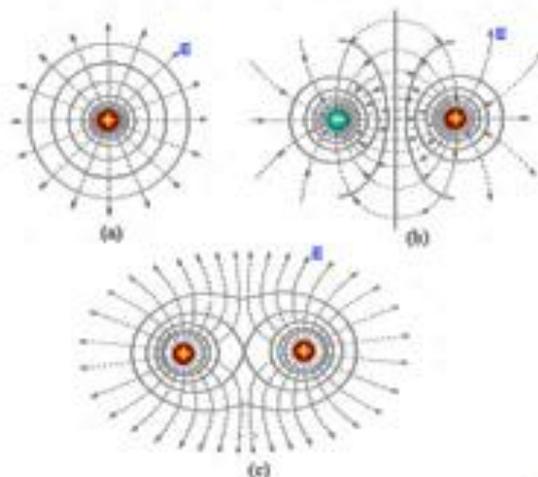
$$|\vec{E}| = K \frac{|Q|}{r^2}$$

Pode-se verificar que a intensidade do vetor campo elétrico não depende da carga de prova.

b. Linhas de força ou de campo elétrico

As linhas de força ou de campo elétrico são linhas imaginárias que são desenhadas de modo que sua tangente, em qualquer ponto, aponte no sentido do vetor do campo elétrico naquele ponto.

Figura 1.9 – Linhas de força ou de campo elétrico.



Fonte: Referência [6].

Em (a) representamos as linhas de campo elétrico de uma carga puntiforme, em (b) o campo de duas cargas de puntiformes de mesmo módulo, porém de sinais opostos e (c) o campo elétrico de duas cargas puntiformes iguais.

c. Campo elétrico uniforme

O campo elétrico UNIFORME é campo onde o vetor campo elétrico \vec{E} , é o mesmo em todos os pontos. Assim, em cada ponto do campo, o vetor campo elétrico possui a mesma intensidade, a mesma direção e o mesmo sentido. Deste modo, as linhas de força que representam o campo elétrico uniforme são retas paralelas igualmente espaçadas e todas com o mesmo sentido.

Figura 1.10 – Linhas de força de um campo elétrico uniforme.



Fonte: Arquivo do autor.

Portanto, as linhas de campo de um campo elétrico uniforme (CEU) são linhas paralelas e equidistantes entre si.

1.4 Potencial Elétrico

O potencial elétrico é definido como sendo a energia potencial por unidade de carga, ou seja, o potencial elétrico "V" em qualquer ponto de um campo elétrico como sendo a energia potencial $E_{p, \text{car}}$ por unidade de carga associada a uma carga de teste q_0 neste ponto. Esse potencial é definido considerando outro ponto como referencial que está localizado no infinito.

Na figura a seguir vemos um campo elétrico e colocando-se uma carga de teste q_0 no

ponto P ela fica submetida a uma energia potencial elétrica $E_{P_{elct}}$; então, o potencial elétrico ou eletrostático é:

$$V = \frac{E_{P_{elct}}}{q_0}$$

Figura 1.11 – Carga de teste q_0 em um ponto P de um campo elétrico.



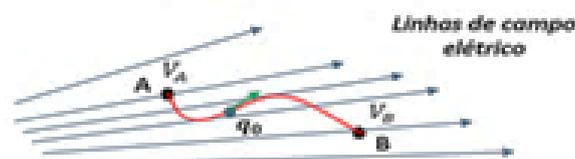
Fonte: Arquivo do autor.

A energia potencial e carga são grandezas escalares, sendo assim, o potencial elétrico é uma grandeza escalar. A unidade de potencial elétrico é $\frac{J_{coul}}{Coulomb}$ que é denominado de Volt (V).

a. Diferença de potencial elétrico

A diferença de potencial (ddp) é definida considerando dois pontos (A e B) no interior de campo elétrico, cujo potencial do ponto A é V_A e, do ponto B é V_B , então, denomina-se ddp entre os pontos A e B (V_{AB}) potencial do ponto A em relação ao ponto B, ou seja, $V_{AB} = V_A - V_B$. Essa ddp será chamada de TENSÃO ELÉTRICA entre os pontos considerados.

Figura 1.12 – Diferença de potencial ddp entre os pontos A e B.



Fonte: Arquivo do autor.

Por fim, pode-se afirmar que a V_{ab} é igual ao trabalho realizado pela força elétrica

quando uma carga de teste UNITÁRIA se desloca de A até B.

Como exemplo de ddp , em nosso cotidiano, temos uma pilha, baterias, tomada de força elétrica, etc. Como vemos na figura a seguir.

Figura 1.13 – Exemplo de ddp em nosso cotidiano.



Fonte: Referência [7 e 8].

1.5 Campo e Força Magnética

Desde a antiguidade se conhece uma pedra capaz de atrair pequenos pedaços de ferro. Tal *minério* é um tipo de ímã natural. Os ímãs ficaram conhecidos pelos seus fenômenos magnéticos, ou seja, a capacidade de atrair outros corpos. Os ímãs naturais são compostos por pedaços de ferro magnético ou rochas magnéticas como a magnetita (óxido de ferro Fe_3O_4). Os ímãs artificiais são produzidos por ligas metálicas como, por exemplo, níquel-cromo.

Figura 1.14 – Ímã artificial.



Fonte: Referência [9].

A primeira aplicação prática do magnetismo foi encontrada pelos chineses: a bússola, que se baseia na interação do campo magnético de um ímã (a agulha da bússola) com o

campo magnético terrestre.

1.6.1 - Propriedades dos Ímãs

a. Pólos magnéticos de um ímã

Quando um ímã é aproximado de pequenos objetos de ferro, como pregos, alfinetes ou limalhas (pó de ferro), observa-se que a atração desses objetos é mais intensa em certas partes; essas regiões de maior atração são denominadas de pólos magnéticos do ímã.

Para um ímã em forma de barra, seus pólos magnéticos estão situados em suas extremidades como mostrar a Figura 1.15 a seguir.

Figura 1.15 – Pólos magnéticos de um ímã em forma de barra.



Fonte: Referência [10].

Considerando-se um ímã em forma de barra, de modo que possa girar livremente em torno de seu centro de massa, observa-se que ele se orienta sempre ao longo de uma mesma direção. Observou-se também, que direção coincide aproximadamente com a

direção norte-sul da Terra, ou seja, um dos pólos do ímã aponta aproximadamente para o norte geográfico terrestre e o outro pólo, para o sul geográfico.

Figura 1.16 – Orientação dos pólos magnéticos de um ímã.

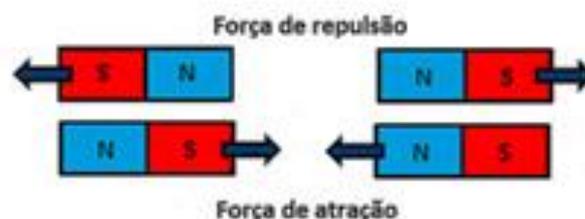


Fonte: Arquivo do autor.

b. Atração e repulsão

Ao manusear dois ímãs em forma de barra, percebe-se que a força magnética entre eles pode ter duas características: atrativa ou repulsiva, e que sua intensidade sofre variação de acordo com a distância entre eles. Isto é, pólos magnéticos de mesmo nome se repelem e de nome diferentes se atraem. Veja a Figura a seguir:

Figura 1.17– Atração e repulsão dos pólos magnéticos.



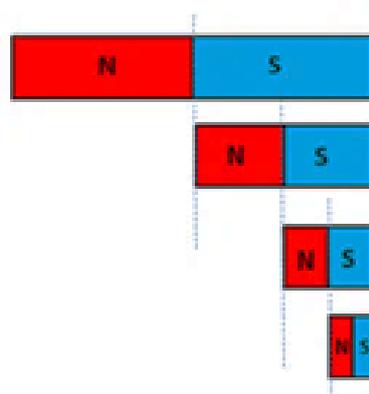
Fonte: Arquivo do autor.

c. Inseparabilidade dos pólos magnéticos

Cortando-se um ímã em forma de barra ao meio, obteremos dois novos ímãs, cada um deles com as mesmas propriedades magnéticas do ímã original, ou seja, cada "pedaço" do ímã original apresenta os pólos norte e sul.

Por fim, se repetirmos o mesmo processo, partindo mais uma vez uns dos pedaços do ímã, iremos obter dois novos ímãs, como esquematizado na figura a seguir:

Figura 1.18 – Inseparabilidade dos polos.



Fonte: Arquivo do autor.

Devemos enfatizar, portanto, que não existe **MONOPOLO** magnético, pois por mais que se divida um ímã, sempre permanecerá um polo norte e um polo sul.

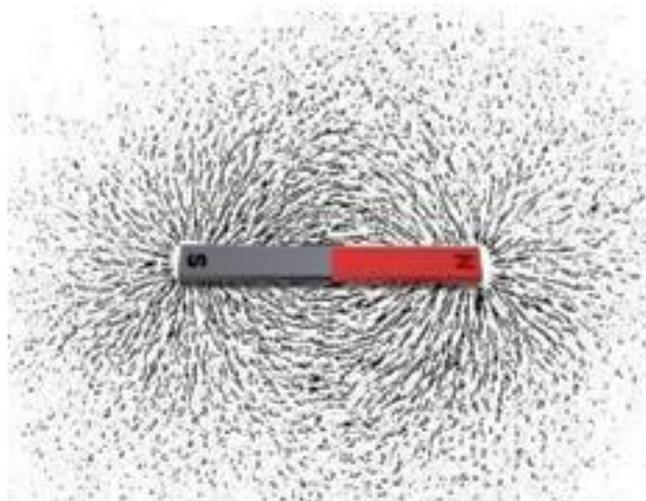
1.6.2 - Campo Magnético

Quando estudamos eletrostática, tivemos a ideia de campo elétrico como uma região do espaço que se modifica pela presença de carga elétrica. No campo magnético a situação é bastante semelhante, ou seja, quando um objeto de ferro é colocado nas proximidades de um ímã observamos a interação entre eles. Essa região é chamada “região de influências” do ímã e, essa interação será relevante, indicando existência de campo magnético ao seu redor. A direção do campo magnético gerada por um ímã pode ser revelada com o auxílio de limalhas de ferro ou de uma bússola.

Sabe-se que a agulha magnética da bússola, por ser imantada, se alinha com a direção de um campo magnético existente na posição em que for colocada. A Figura 1.16 mostra um ímã em barra e pequenas agulhas magnéticas que adquirem a mesma direção do

campo magnético em torno desse ímã, deste modo, demonstrando o padrão de orientação do campo magnético

Figura 1.19 – Direção de um campo magnético indicada pelas limalhas de ferro.

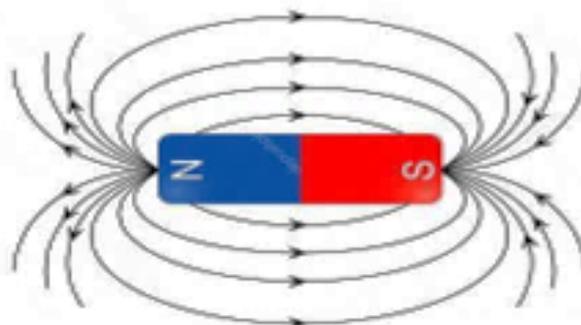


Fonte: Referência [11]

Para representar a existência desse campo vamos usar a ideia das linhas de campo magnético que é muito semelhante a das linhas de campo elétrico (ou linhas de força).

Na Figura 1.19 observam-se limalhas de ferro em torno de um ímã. As limalhas se comportam como minúsculas bússolas e também se alinham com a direção do campo magnético. A distribuição das limalhas de ferro em volta do ímã nos leva a introduzir a ideia de “linhas de campo magnético” ou “linhas de indução magnética”, que são entidades geométricas utilizadas para representar a orientação de um campo magnético. Deste modo, vamos representar o campo magnético de um ímã, em forma de barra, como mostra a figura 1.20, a seguir:

Figura 1.20 – Linhas de campo magnético.



Fonte: Referência [12]

a. Características das linhas de indução magnética

As quatro características das linhas de indução magnética que serão citadas a seguir estão ilustradas na figura 1.20.

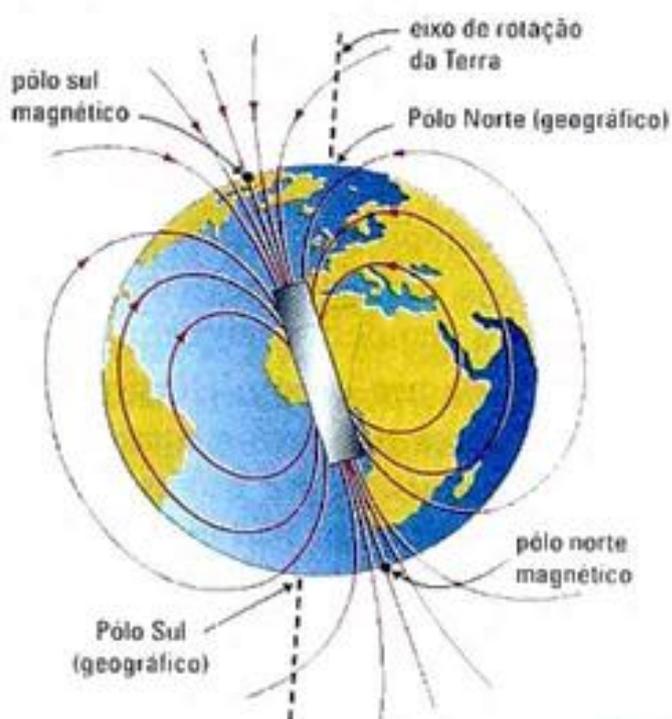
Características das linhas de indução:

- Por convenção, na parte externa do ímã as linhas saem do polo norte e vão para polo sul, enquanto na parte interna elas saem do sul e vão para do norte. Ou seja, são linhas fechadas.
- As linhas de indução magnética tangenciam o campo magnético em cada ponto do espaço.
- A concentração de linhas de indução magnética é maior onde o campo magnético é mais intenso.
- Duas linhas de indução magnética nunca se cruzam. Se isso fosse possível, haveria no ponto de intersecção duas possíveis direções para o campo magnético. Isto é, isso seria o mesmo que dizer que uma bússola colocada nesse ponto, poderia se alinhar em duas diferentes direções de campo magnético.

1.6.3 - CAMPO MAGNÉTICO DA TERRA

A Terra se comporta como se fosse um grande ímã. Possui campo magnético que pode ser representado por linhas de indução. Observando a figura 1.21, percebemos que as linhas de indução ou campo magnético saem de uma região próxima ao polo sul da Terra e entram em outra próxima ao polo Norte. Dessa forma, fica fácil compreender a razão pela qual a extremidade norte da agulha imantada de uma bússola aponta para o norte terrestre, ou seja, lá se encontra o polo sul do campo magnético da Terra, e polos magnéticos de tipos diferentes se atraem.

Figura 1.21 – Linhas de campo magnético da Terra.



Fonte: Referência [13].

1.6.4 – Campo Magnético Gerado Por Uma Corrente Elétrica

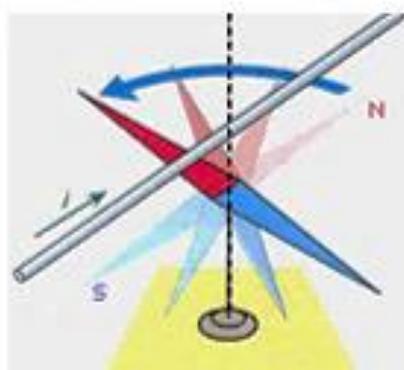
Hans Christian Oersted, em 1820, realizou uma experiência que hoje denominamos de experiência de Oersted, demonstrando com essa experiência uma forte ligação entre eletricidade e magnetismo.

a. Experiência de Oersted

Conta a história que em uma de suas aulas de ciências naturais, enquanto mostrava o aquecimento produzido em um fio condutor devido à passagem de corrente elétrica, percebeu que a agulha de sua bússola, que estava próxima ao experimento, sofria uma mudança de direção.

Figura 1.22 – Experiência de Oersted

(Deflexão da agulha magnética de uma bússola).



Fonte: Referência [14]

Depois de certo período de estudo, Oersted afirmou que a passagem de corrente elétrica através do fio estava criando um campo magnético no espaço ao seu redor que, associado ao campo magnético da Terra, desviava a agulha da bússola em certa direção. Assim, sempre que uma corrente elétrica atravessar um condutor, independente do seu formato, cria-se ao seu redor um campo magnético.

Sabemos atualmente que, basta o movimento de cargas elétricas para que seja criado um campo magnético, sem a necessidade de um condutor. Portanto, além dos ímãs, os movimentos de cargas elétricas (ou correntes elétricas) também podem ser considerados fontes de campo magnético.

b. Condutor retilíneo

Quando uma corrente elétrica passa por um fio reto, origina-se um campo magnético ao redor desse condutor.

A direção do campo magnético gerado pela corrente elétrica pode ser observada com o auxílio de limalhas de ferro distribuídas sobre o plano horizontal. As limalhas se alinharão com a direção do campo magnético em cada posição do plano, e seu padrão de distribuição representará as linhas de campo, ou seja, comporta-se semelhante à agulha magnética de uma bússola. A figura 1.23 mostrar o alinhamento das limalhas de ferro.

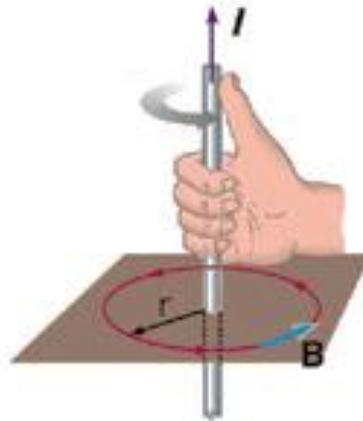
Figura 1. 23 - Direção do campo magnético gerado pela corrente.



Fonte: Referência [15]

O sentido dessas linhas de campo geradas ao redor do condutor reto pode ser determinado através de uma regra prática, chamada de **regra da mão direita**, em que o polegar aponta no sentido convencional da corrente elétrica e os demais dedos envolvem o condutor, revelando a orientação das linhas de campo magnético, como mostra a Figura 1.24.

Figura 1. 24 - Direção do campo magnético gerado pela corrente.



Fonte: Referência [16]

A determinação da intensidade do campo magnético em um ponto **P**, afastado de uma distância r do fio condutor, é dada pela Lei de Ampère. Ou seja:

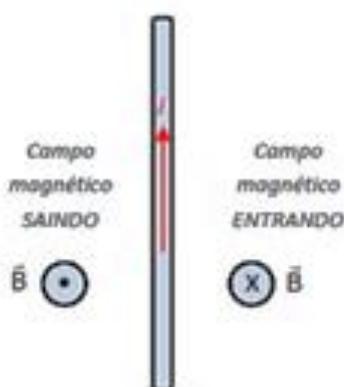
A intensidade do campo magnético gerado por um fio longo é proporcional a $\frac{i}{2\pi d}$. A constante de proporcionalidade é a chamada permeabilidade magnética, que depende do meio em que existe o campo magnético.

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot d}$$

No vácuo, a permeabilidade tem valor: $\mu_0 = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$.

A unidade de medida de campo magnético, no Sistema Internacional, é o tesla (T), em homenagem a Nikola Tesla. Por fim, representa-se o campo magnético entrando e saindo de um plano como mostra a figura 1.25.

Figura 1. 25 - Sentido do campo magnético entrando e saindo de um plano.



Fonte: Arquivo do autor

c. Campo magnético no centro da espira

Na figura 1.26, representa-se o campo magnético gerado por uma corrente elétrica que percorre a espira no sentido anti-horário e aplicando-se a regra da mão direita pode-se concluir que o campo magnético no centro da espira é perpendicular ao plano da espira e saindo do plano da espira como se representa na figura.

Figura 1.26 – Campo magnético no centro de uma espira circular.



Fonte: Arquivo do autor.

A intensidade do campo magnético no centro da espira circular é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica e inversamente proporcional ao raio da

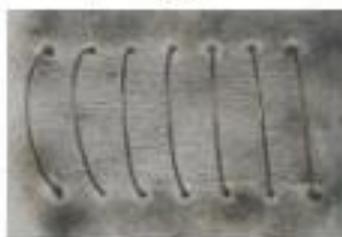
espira e pode ser determinado por:

$$|\vec{B}| = \frac{\mu_0 \cdot i}{2R}$$

d. Campo magnético em um solenoide

Um solenoide é um fio retilíneo curvado em forma de hélice ou espiral. Se passar corrente elétrica por este condutor, o campo magnético apresentará o efeito mostrado na Figura 1.27.

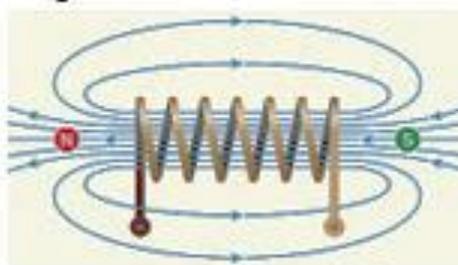
Figura 1.27 – Campo magnético em um solenoide.



Fonte: Referência [17]

Na figura 1.28, observa-se a orientação das linhas de ferro que indica a direção do campo magnético que, também, pode ser obtida a partir da regra da mão direita. Assim, ao aplicar a regra, percebe-se que no interior do solenoide as linhas de campo são praticamente paralelas, igualmente espaçadas e de mesmo sentido, caracterizando um campo magnético praticamente uniforme nessa região. E, na parte externa do solenoide, o campo é bastante intenso nas extremidades, o que pode ser confirmado pela concentração de linhas de campo nesta região, como mostra a figura.

Figura 1.28 – Campo magnético no centro e nas extremidades de um solenoide.



Fonte: Referência [18]

Longe das extremidades, o campo magnético é muito fraco se considerarmos um solenoide real. O comportamento desse condutor, quando percorrido por corrente elétrica é semelhante a um ímã em forma de barra, possuindo em uma de suas extremidades um polo magnético norte, e na outra extremidade, um polo magnético sul.

Sabe-se que o campo magnético no interior do solenoide é uniforme e que sua intensidade é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica (i) e ao número (N) de espiras que compõem esse condutor, e ainda inversamente proporcional ao comprimento (l) do solenoide. Ou seja:

$$|\vec{B}| = \frac{N \cdot \mu_0 \cdot i}{l}$$

Por fim, pode-se atingir altos valores de campo magnético com o uso de um solenoide; basta, para isso, utilizar um solenoide com um grande número de espiras e com altos valores de corrente elétrica esse dispositivo é usado para o transporte de sucatas e são chamados de eletroímãs.

Figura 1.29 – Eletroímã.



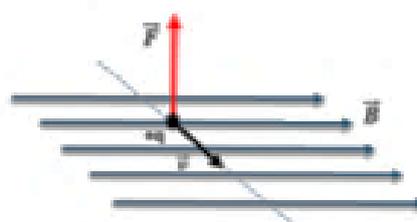
Fonte: Referência [17]

1.6.5 - Força Magnética Sobre Cargas Elétricas

Sabemos os elétrons em um tubo de raios catódicos são acelerados e tendem a ir sempre

para o centro da tela. Para que isso não ocorra, o tubo é equipado com várias bobinas de direcionamento de elétrons. Essas bobinas criam campos magnéticos no interior do tubo com a finalidade de mover o feixe de elétrons tanto na vertical quanto na horizontal, devido a ação da força magnética que atua sobre os elétrons em movimento. Deste modo, vamos estudar a força magnética sobre uma carga elétrica em movimento. Ou seja, quando uma carga elétrica se move em uma região do espaço onde existe um campo magnético, uma força magnética passa a atuar sobre ela, como mostrar a figura 1.30 a seguir.

Figura 1.30 – Carga elétrica em movimento em uma região do espaço onde existe um campo magnético.



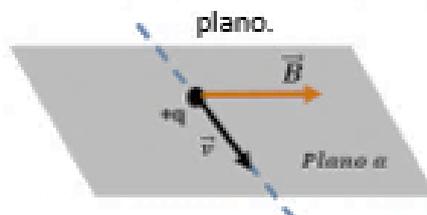
Fonte: Arquivo do autor.

A força magnética é representada por um vetor, logo, só fica completamente especificada quando se conhece sua intensidade e orientação. Isto é, a força possui módulo, direção e sentido.

Direção

Considere o vetor campo magnético e o vetor velocidade da partícula num mesmo plano. A força magnética é sempre perpendicular a esse plano, como mostra a figura 1.31, a seguir.

Figura 1.31 – Vetor campo magnético e o vetor velocidade da partícula num mesmo plano.

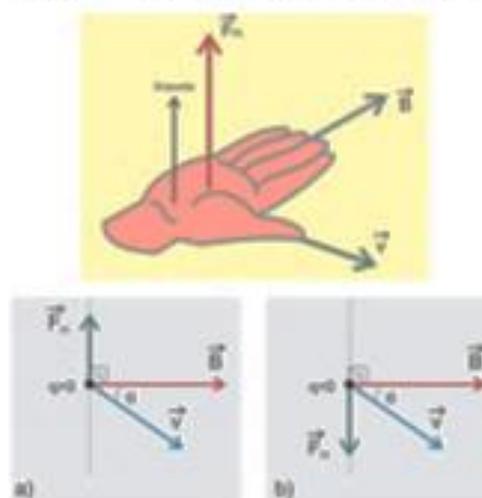


Fonte: Arquivo do autor.

Sentido

O sentido da força magnética pode ser determinado pela regra da mão direita espalmada. Ou seja, como vemos na figura 1.32(a), a força magnética para $q > 0$ (*carga positiva*) a força magnética possui sentido saindo da palma da mão, como se fosse um empurrar. E, se $q < 0$ (*carga negativa*) a força magnética e entrando na palma da mão, figura 1.32(b).

Figura 1.32 – Determinação da força magnética pela regra da mão direita.



Fonte: Referência [19] – Adaptada.

a. Intensidade de força magnética sobre "q"

Sempre que uma carga elétrica "q" estiver em movimento dentro de um campo magnético \vec{B} , ela sofrerá uma força magnética \vec{F} , como se representa na figura 1.27. O módulo da força magnética, quando a velocidade e o campo magnético formam um ângulo θ entre si, é dado por:

$$F = |q|.v.B.\text{sen } \theta$$

A partir dessa relação, vamos discutir alguns casos particulares.

- Velocidade paralela ao campo magnético

Quando a velocidade for paralela ao campo magnético, temos que θ igual 0° ou 180° e aplicando na equação anterior, temos

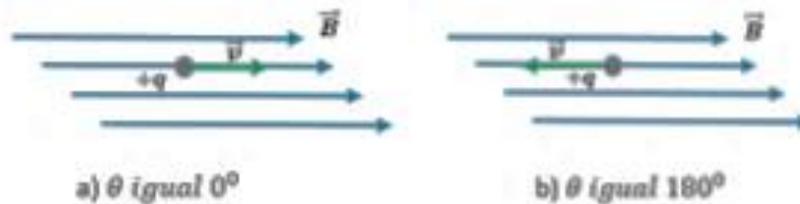
$$\text{sen } 0^\circ = \text{sen } 180^\circ = 0$$

$$F = |q| \cdot v \cdot B \cdot 0$$

$$F = 0$$

Sendo força magnética sobre a carga é nula, então pode-se concluir que o movimento da carga no interior do campo magnético será **RETILÍNEO E UNIFORME**.

Figura 1.33 – Velocidade paralela ao campo magnético.



Fonte: Arquivo do autor.

- Velocidade perpendicular ao campo magnético

Quando a velocidade perpendicular ao campo magnético, temos que θ igual 90° e aplicando na equação anterior, temos que $\text{sen } 90^\circ = 1$, então:

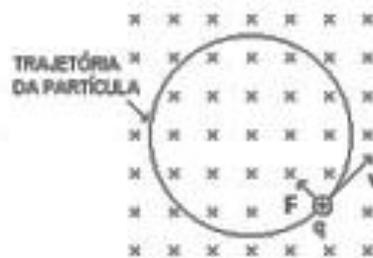
$$F = |q| \cdot v \cdot B \cdot 1$$

Portanto, $F = |q| \cdot v \cdot B$

Aplicando-se a regra da mão direita espalmada na figura xxx, verifica-se que a força magnética estará sempre voltada para o centro de trajetória curvilínea, por isso se

constituirá na força centrípeta, e a carga elétrica descreverá **MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME** e, portanto, a força magnética tem o papel de alterar a direção do movimento, enquanto que o módulo da velocidade permanecerá constante.

Figura 1.34 – Velocidade paralela ao campo magnético.



Fonte: Referência [20].

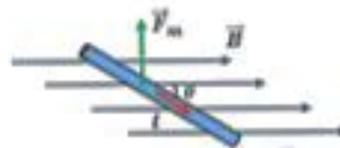
Por fim, percebe-se que o raio da trajetória circular descrita por uma carga elétrica depende diretamente da massa e do módulo da velocidade da partícula, e inversamente do módulo da carga e do módulo do campo magnético em que ela está inserida. Ou seja

$$R = \frac{mv}{|q|B}$$

1.6.6 - Força Magnética Sobre Fio Condutor

Sabemos que corrente elétrica é formada por cargas elétricas em movimento ordenado num condutor. E, que cargas elétricas ao se movimentarem no interior de um campo magnético podem sofrer ação de força magnética. Desse modo, pode-se concluir que um fio condutor percorrido por corrente elétrica e, dentro de uma região onde existe um campo magnético, também poderá sofrer ação de força magnética, figura 1.32.

Figura 1.35 – Força magnética sobre um condutor.



Fonte: Arquivo do autor.

As características da força dessa força são:

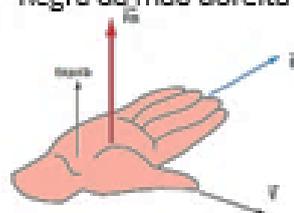
DIREÇÃO:

a força magnética exercida sobre fio tem direção perpendicular ao plano formado pela direção do campo magnético e pelo fio que conduz a corrente elétrica, como representado na Figura 1.31.

SENTIDO:

Na determinação do sentido da força magnética, usa-se a REGRA DA MÃO DIREITA ESPALMADA, ilustrada na Figura 1.36.

Figura 1.36 – Regra da mão direita espalmada.



Fonte: Referência [21].

A figura 1.36, mostra o sentido da força magnética exercida sobre um fio percorrido por corrente elétrica, é no sentido do empurrão, ou seja, saindo da palma da mão.

INTENSIDADE:

A intensidade da força magnética sobre condutores é expressa por:

$$F_m = B \cdot i \cdot l \cdot \text{sen } \theta ,$$

Onde: B é a intensidade do campo magnético, i é a intensidade da corrente elétrica, l é o comprimento do condutor e θ é o ângulo formado entre o campo magnético e a corrente elétrica.

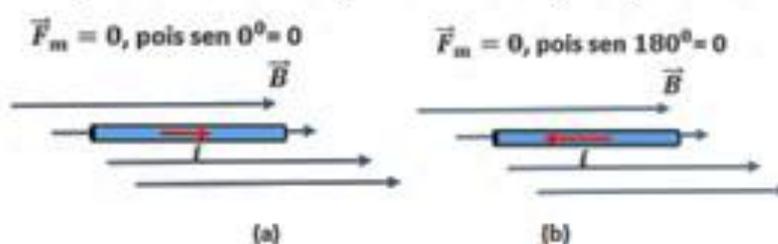
Por fim, é importante destaca que B é a intensidade do campo magnético externo, e não a intensidade do campo magnético gerado pela corrente no fio.

Casos particulares:

a) condutor paralelo ao campo magnético

Se as linhas de campo magnético estiverem na mesma direção da corrente elétrica, ou seja, a direção do fio é igual a do campo magnético; a força magnética sobre o fio será **nula**, como mostra a Figura 1.37 (a) e (b).

Figura 1.37 – condutor paralelo ao campo magnético.

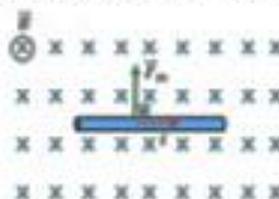


Fonte: Arquivo do autor.

b) condutor perpendicular ao campo magnético

Se o campo magnético for perpendicular ao condutor, ou seja, $\theta = 90^\circ$; a força magnética sobre o fio condutor terá valor MÁXIMO, pois $\sin 90^\circ = 1$. Figura 1.38.

Figura 1.38 – condutor perpendicular campo magnético.



Fonte: Arquivo do autor.

O módulo da força magnética é calculado pela expressão:

$$F_m = B \cdot i \cdot l$$

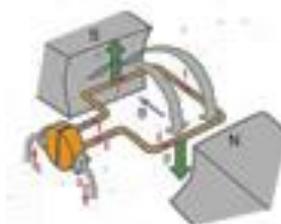
Por fim, vamos mostrar uma aplicação desse caso: os motores elétricos.



LEITURA COMPLEMENTAR 1: Motor elétrico

Os motores elétricos são dispositivos eletromecânicos que transformam energia elétrica em energia mecânica. Possuem diferentes tamanhos, potências; podem ser encontrados em diversos equipamentos, como por exemplo: Furadeiras, ventiladores, secadores de cabelo, eletrodomésticos, etc. O funcionamento dos motores elétricos se dá pelo fato de que um fio condutor percorrido por corrente elétrica dentro de uma região de campo magnético sofre ação de uma *força perpendicular* ao plano formado pelo fio e pelo campo magnético como vemos na figura 1.39.

Figura 1.39 – Motores elétricos.



Fonte: Referência [22].

Considerando a espira retangular representada na Figura 1.39, percebemos que as forças exercidas em cada um de seus lados formam um binário, resultando em rotação da espira ao redor de um eixo.

MITO OU VERDADE



Sentar muito perto da TV prejudica os olhos?

MITO! Antigamente isso era verdade, porém com o avanço tecnológico de exibição de imagens, o máximo que pode ocorrer é cansaço ocular e dor de cabeça. Contudo, para prevenir qualquer problema, sente-se a uma distância razoável da TV, de forma a aproveitar 100% o que você estiver assistindo sem forçar a vista.



DICA DA UNIDADE

Agora que já entendemos como a TV funciona, queremos usar os conhecimentos aqui adquiridos para utilizar a TV de um modo mais seguro e eficiente. Segue uma ótimas dicas!

DICA: Não desligue a TV no botão do aparelho, pois, há indícios de que deixar a TV sempre em STAND-BY é melhor para os circuitos eletrônicos e os capacitores, já que não terão que lidar com picos de tensão elétrica (ou de energia elétrica) súbitos que ocorrem sempre que você liga um televisor que está totalmente desligado.

REFERÊNCIAS DA UNIDADE

BASSALO, J.M.F. A Crônica da Física do Estado Sólido: I. Do Tubo de Geissler às Válvulas a Vácuo. *Revista Brasileira do Ensino de Física*, v. 15, n. 1, p. 127-138, 1993. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol15a15.pdf>. Acesso em 18 de dez. 2019

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de Física: Eletromagnetismo*. V. 3, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

NUSSENZVEIG, H. M. *Curso de Física Básica: Eletromagnetismo*. V.3, 5 ed. Mecânica: Edgard Blücher, 2011

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física: eletricidade e magnetismo, óptica*. V. 2, 4. Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; FREDMAN, R. A.; ZEMANSKY, M. W. *Física III: Eletromagnetismo*. V.3, 12. Ed. São Paulo: Pearson, 2009.

[1] Disponível em: <http://www.cientecno.com/site/paga/4>. Acesso em 25 de jun. 2019.

[2] Disponível em: <https://revistaforum.com.br/o-fim-do-tubo-de-raios-catodicos/>. Acesso em 25 de jun. 2019.

[3] Disponível em: <https://www.techminds.info/forum/conceitos-fundamentais/cargas/>. Acesso em 01 de jul. 2019.

[4] Disponível em: <http://web.ccead.pucrio.br/condigital/mvs/linha%20tempo/Millikan/descobertas.html/>. Acesso em 01 de jul. 2019

[5] Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/lei-coulomb.htm>. Acesso em 01 de jul. 2019.

[6] Disponível em: <https://rdlider.com.br/blog/2019/07/05/fim-da-tomada-com-tres-pinos-poe-em-risco-a-seguranca-do-consumidor-da-industria/>. Acesso em 08 de jul. 2019.

[7] Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/pilha-seca-leclanche.htm>. Acesso em 08 de jul. 2019.

[8] Disponível em: <https://www.doccity.com/pt/relatorio-campo-eletrico-1/4717057/>. Acesso em 01 de jul. 2019.

- [9] Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/imas.html>. Acesso em 09 de jul. 2019.
- [10] Disponível em : <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/imas.html>. Acesso em 09 de jul. 2019.
- [11] Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/magnetismo.htm>. Acesso em 15 de jul. 2019.
- [12] Disponível em: <https://pt.depositphotos.com/77599276/stock-illustration-magnetic-field-vector.html>. Acesso em 15 de jul. 2019.
- <https://donaatraente.wordpress.com/enquadramento-teorico/campo-magnetico/campo-magnetico-terrestre-podemos-colocar-coisas/>
- [14] Disponível em:
[http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/3135F/05 teoria frame.htm](http://www.fisicavivencial.pro.br/sites/default/files/sf/3135F/05%20teoria%20frame.htm). Acesso em 15 de jul. 2019.
- [15] Disponível em: <https://sites.google.com/site/umcursodefisica/eletromagnetismo/6-campo-magnetico-gerado-por-um-fio-reto-e-muito-longo>. Acesso em 02 de setembro. 2019.
- [16] Disponível em: <http://www.geocities.ws/saladefisica8/eletromagnetismo/conductor.html>. Acesso em 02 de setembro. 2019.
- [17] Disponível em: http://www.openfisica.com/fisica/1partesto/openfisica4/campo_bobina.php. Acesso em 22 de jul. 2019.
- [18] Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/experimento-oersted.html>. Acesso em 22 de jul. 2019.
- [19] Disponível em: <https://www.infoescola.com/quimica/separacao-magnetica/>. Acesso em 22 de jul. 2019.
- [20] Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/movimento-carga-no-campo-magnetico.html>. Acesso em 30 de jul. 2019.
- [21] Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/curso-enem-play/forca-magnetica-2/>Acesso em 25 de setembro 2019.
- [22] Disponível em: <https://www.citissystems.com.br/motor-cc/>. Acesso em 25 de setembro 2019.
- [22] Disponível em: <https://www.citissystems.com.br/motor-cc/>. Acesso em 25 de setembro 2019.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO

QUESTIONÁRIO

Aula-01: Estrutura da Matéria e força Elétrica

Julgue os itens abaixo e assinale certo ou errado e justifique a sua resposta.

01. Um corpo eletricamente neutro é desprovido de carga elétrica, CERTO () ERRADO ().
02. A experiência da gota de óleo de millikan mostrou que a carga elétrica é quantizada, CERTO () ERRADO ().
03. Os isolantes elétricos são materiais portadores de elétrons livres, CERTO () ERRADO ().
04. Nos isolantes os elétrons se deslocam livremente ao longo do material que o constituem, CERTO () ERRADO ().
05. Não é possível eletrizar um isolante, CERTO () ERRADO ().
06. um corpo possui $2 \cdot 10^{10}$ prótons em excesso. Logo sua quantidade de carga elétrica é de $+3,2 \cdot 10^9$, CERTO () ERRADO (). Dado carga do próton = $=1,6 \cdot 10^{-19}C$.
07. Coulomb construiu um aparelho denominado balança de torção, através do qual ele podia fazer medidas da força de atração e repulsão entre duas esferas eletricamente carregadas., CERTO () ERRADO ().
08. Quando a distância entre duas cargas elétricas iguais é dobrada, o módulo da força elétrica entre elas é reduzida a metade, CERTO () ERRADO ().
09. Duas cargas pontuais se encontram a uma certa distância. Dobram-se os valores de cada carga e ajusta-se a distância para que as forças de interação permaneçam constantes. Podemos dizer que esta distância em relação à distância original, é o dobro, CERTO () ERRADO ().

Aula -02: Campo e Potencial Elétrico

Julgue os itens abaixo e assinale certo ou errado e justifique a sua resposta.

01. Campo elétrico é a região que envolve a carga elétrica que lhe dá origem, sendo que uma carga de teste aí colocada fica sujeita à ação de uma força de natureza elétrica, CERTO () ERRADO ().

02. Uma carga puntiforme de $1,6 \cdot 10^{-9}$ C, ao ser colocada em um ponto de um campo elétrico, fica sujeita a uma força de intensidade igual a $3,2 \cdot 10^{-2}$ N. Então, o módulo do campo elétrico nesse ponto dessa região é $2,0 \cdot 10^7$ N/C, CERTO () ERRADO ().

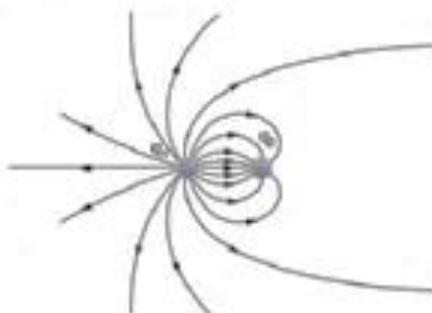
03. O módulo do vetor campo elétrico produzido por uma carga elétrica puntiforme em um ponto P é igual a E. Dobrando-se a distância entre a carga e o ponto P, por meio do afastamento da carga, o módulo do vetor campo elétrico nesse ponto muda para $\frac{E}{2}$, CERTO () ERRADO ().

04. A figura representa, na convenção usual, a configuração de linhas de força associadas a duas cargas puntiformes Q_1 e Q_2 .



Podemos afirmar que Q_1 é positiva e Q_2 é negativa, CERTO () ERRADO ().

05. A figura mostra as linhas de força do campo eletrostático criado por um sistema de 2 cargas puntiformes q_1 e q_2 .



Podemos afirmar que as cargas possuem mesmo módulo e que q_2 negativa, CERTO () ERRADO ().

06. O potencial elétrico é uma grandeza essencialmente positiva, pois é uma grandeza escalar, CERTO () ERRADO ().

07. O potencial elétrico em um ponto campo elétrico é um vetor perpendicular ao citado campo, CERTO () ERRADO ().

08. Nas tomadas elétrica de nossas casa encontramos dois padrões brasileiro o clássico e o novo, figura a seguir.



Fonte: Disponível em <https://www.brasileirosnaargentina.com.br/blog/como-sao-as-tomadas-eletricas-na-argentina>, Acesso em 02 de setembro, 2019.

Podemos afirmar que a principal diferença entre os padrões é que no novo inclui-se um item de segurança que é a entrada central que representa o aterramento da tomada, CERTO () ERRADO ().

09. A ddp (diferença de potencial elétrico) entre as entradas das tomadas elétrica é de 220V/ 110V dependendo da região do Brasil, CERTO () ERRADO ().

10. Nas pilhas e baterias a ddp (diferença de potencial elétrico) entre seus terminais é constante e seu valor dependendo de sua aplicação, CERTO () ERRADO ().

Aula-03: Ímãs e campo magnético

01. Determinados minérios de ferro podem atrair pequenos pedaços de ferro, CERTO () ERRADO ().

02. Pólos são regiões dos ímãs onde o magnetismo apresenta-se mais forte, CERTO () ERRADO ().

03. Pólos de nomes diferentes se atraem; assim, um ímã que pode girar livremente orienta-se de modo que seu pólo norte fique voltado para sul geográfico, CERTO () ERRADO ().

04. Um estudante quebra um ímã ao meio, obtendo dois pedaços, ambos com pólo sul e pólo norte, CERTO () ERRADO (). 05. Um astronauta, ao descer na Lua, constata que não há campo magnético na mesma, portanto ele poderá usar uma bússola para se orientar, CERTO () ERRADO ().

06. A experiência de Oersted nos permite concluir que um fio condutor percorrido por uma corrente elétrica produz efeitos magnéticos, CERTO () ERRADO ().

07. A terra pode ser considerada como um grande ímã, sendo que seus pólos norte e sul magnéticos situam-se aproximadamente sobre os pólos sul e norte geográficos, respectivamente, CERTO () ERRADO ().

08. Uma agulha imantada colocada na região de um campo magnético orienta-se na direção do vetor campo magnético, estando o seu pólo sul no sentido do vetor campo magnético, CERTO () ERRADO ().

09. As linhas de indução do campo de um ímã nascem no pólo norte e morrem no pólo sul, CERTO () ERRADO ().

10. Na figura a seguir vemos um condutor retilíneo percorrido por uma corrente elétrica de intensidade i . Considerando um ponto P a uma distância d do condutor.

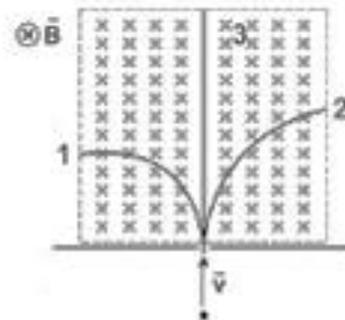


Podemos afirmar que a intensidade do campo é proporcional à sentido dado pela regra da mão direita, CERTO () ERRADO ().

11. Um solenoide ideal, de comprimento 50 cm e raio 1,5 cm, contém 2000 espiras e é percorrido por uma corrente de 3,0 A. O campo de indução magnética é paralelo ao eixo do solenoide e sua intensidade B é dada por: $\frac{\mu_0 N i}{l}$, onde N é o número de espiras, l é comprimento do solenoide e i a corrente. Sendo $\mu_0 = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{T \cdot m}{A}$. Então a intensidade do campo magnetizado no interior do solenoide é constante e vale $48 \cdot 10^{-4} T$, CERTO () ERRADO ().

Aula-04: Força magnética

A região delimitada pela linha tracejada contém, exclusivamente, um campo magnético uniforme cujo vetor indução magnética é B . A direção de B é perpendicular ao plano da página e seu sentido aponta para dentro deste plano.



Três partículas são lançadas perpendicularmente a esse campo magnético com a mesma velocidade v , constante.

01. As forças que atuam sobre as partículas 1 e 2 são perpendiculares ao plano determinado por v e B , CERTO () ERRADO (). 02. O único efeito das forças que atuam sobre as partículas 1 e 2 é o aumento da velocidade escalar das partículas ao entrarem na região do campo v e B , CERTO () ERRADO ().

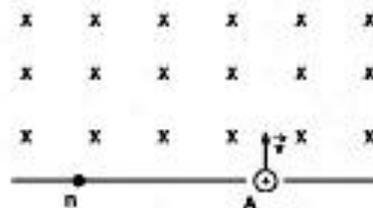
02. O único efeito das forças que atuam sobre as partículas 1 e 2 é o aumento da velocidade escalar das partículas ao entrarem na região do campo v e B , CERTO () ERRADO ().

03. A partícula 3 não sofre desvio de trajetória ao entrar no campo v e B porque ela apresenta excesso de carga elétrica, CERTO () ERRADO ().

04. A razão entre a massa e a carga da partícula 2 é maior que a da partícula 1, CERTO () ERRADO ().

05. A partícula 2 possui carga positiva, CERTO () ERRADO ().

Um íon positivo de massa $2,0 \cdot 10^{-26}$ kg e carga $2,0 \cdot 10^{-20}$ C é lançado pelo orifício A do anteparo, com velocidade $5,0 \cdot 10^3$ m/s, perpendicularmente ao campo magnético uniforme de intensidade $B = 1,0$ T (como ilustra a figura abaixo).



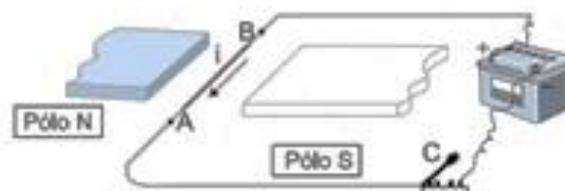
06. A força $F = 1,0 \cdot 10^{-16}$ N, que age sobre o íon, é perpendicular à velocidade, CERTO () ERRADO (). 07. O íon descreve uma trajetória circular e atinge o ponto B situado a 10,0 mm de A, CERTO () ERRADO ().

08. O íon descreve uma trajetória parabólica e perde velocidade ao atravessar o campo magnético, CERTO () ERRADO ().

09. O íon descreve uma trajetória linear ao atravessar o campo magnético, mantendo o módulo da velocidade, CERTO () ERRADO ().

10. O íon descreve uma trajetória parabólica, mantendo o módulo da velocidade, CERTO () ERRADO ().

11. Um condutor retilíneo AB é alimentado por uma bateria de força eletromotriz E, conforme mostra a figura abaixo.



Fonte: Disponível em: http://projetomedicina.com.br/site/attachments/articulo/284/fisica_eletromagnetismo_exercicios_2.pdf, Acesso em 27 de setembro, 2019.

Colocando-se esse condutor entre os pólos norte e sul de um ímã e fechando-se a chave C, o condutor AB será atraído pelo pólo norte, CERTO () ERRADO ().

Um condutor retilíneo de comprimento $L = 0,20$ m, percorrido por uma corrente elétrica $i = 20$ A, está imerso num campo magnético uniforme, de indução $B = 2,0 \cdot 10^4$ T.

12. O módulo da força magnética que atua no condutor quando ele é disposto paralelamente às linhas de indução do campo é nula, CERTO () ERRADO ().

13. O módulo da força magnética que atua no condutor quando ele é disposto perpendicularmente às linhas de indução do campo é $8,0 \cdot 10^4$ N, CERTO () ERRADO ().

12. Em um motor elétrico, fios que conduzem uma corrente de 5 A são perpendiculares a um campo de indução magnética de intensidade 1 T. A força exercida sobre cada centímetro de fio é 0,05 N, CERTO () ERRADO ().

PROBLEMAS PROPOSTOS

Aula-01: Estrutura da Matéria e força Elétrica

01. (UFMT – MG) Da palavra grega elektron derivam os termos eletrização e eletricidade, entre outros. Analise as afirmativas sobre alguns conceitos da eletrostática.

- I. A carga elétrica de um sistema eletricamente isolado é constante, isto é, conserva-se.
 II. Um objeto neutro, ao perder elétrons, fica eletrizado positivamente;
 III. Ao se eletrizar um corpo neutro, por contato, este fica com carga de sinal contrário à daquele que o eletrizou. É correto o contido em:
- a) I apenas. B) I e II, apenas. C) I e III, apenas.
 d) II e III, apenas. E) I, II e III.

02. Quando um corpo exerce sobre o outro uma força elétrica de atração, pode-se afirmar que:

- a) um tem carga positiva e o outro, negativa.
 b) pelo menos um deles está carregado eletricamente.
 c) um possui maior carga que o outro.
 d) os dois são condutores.
 e) pelo menos um dos corpos conduz eletricidade

03. (Fafi-MG) Dizer que a carga elétrica é quantizada significa que ela:

- a) só pode ser positiva
 b) não pode ser criada nem destruída
 c) pode ser isolada em qualquer quantidade
 d) só pode existir como múltipla de uma quantidade mínima definida
 e) pode ser positiva ou negativa.

04. (PUCCAMP-SP- Modificada) Duas pequenas esferas idênticas estão eletrizadas com cargas Q e $-Q$ e se atraem com uma força elétrica de intensidade F , quando estão separadas de uma distância d . Posicionado-as a uma distância $2d$ uma da outra, a intensidade da nova força de interação elétrica entre as esferas será:

- a) $F/2$ b) $F/3$ c) $F/4$ d) $F/5$ e) $F/10$

05. (CESGRANRIO) A lei de Coulomb afirma que a força de intensidade elétrica de partículas carregadas

é proporcional:

- I. às cargas das partículas;
- II. às massas das partículas;
- III. ao quadrado da distância entre as partículas;
- IV. à distância entre as partículas.

Das afirmações acima:

- a) somente I é correta;
- b) somente I e III são corretas;
- c) somente II e III são corretas;
- d) somente II é correta;
- e) somente I e IV são corretas.

Gabarito: 01- B, 02-B, 03- D, 04- B, 05- C

Aula-02: Campo e Potencial Elétrico

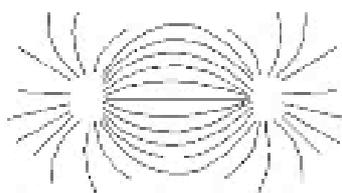
01. (UFRS) O módulo do campo elétrico, produzido por uma carga elétrica puntiforme de um ponto P, é igual a E. Dobrandose a distância entre a carga e o ponto P, por meio do afastamento da carga, o módulo do campo elétrico nesse ponto muda para:

- a) E/4. B) 2 E. C) 8 E. D) E/2. E) 4 E.

02. (UCS-RS -Modificada) Uma carga elétrica q fica sujeita a uma força elétrica de 4,0 N ao ser colocada num campo elétrico de 2,0 N/C. O valor da carga elétrica q em C é de:

- a) 4,0. B) 2,0. C) 0,5. D) 3,0. E) 1,0.

03. (UFMG/97-modificado) Um professor apresenta a figura adiante aos seus alunos e pede que eles digam o que ela representa.



Andréa diz que a figura pode representar as linhas de campo elétrico de duas cargas elétricas idênticas;

Beatriz diz que a figura pode representar as linhas de campo elétrico de duas cargas elétricas de sinais contrários.

A estudante que fez um comentário correto foi:

- a) Andréa.
- b) Beatriz.
- c) as duas.
- d) nenhuma das duas.

04. (UFAL) Considere uma carga puntiforme Q , positiva, fixa no ponto O , e os pontos A e B , como mostra a figura:



Sabe-se que os módulos do vetor campo elétrico e do potencial elétrico gerados pela carga Q no ponto A são respectivamente, E e V . Nessas condições, os módulos dessas grandezas no ponto B são, respectivamente:

- a) $4E$ e $2V$
- b) $2E$ e $4V$
- c) $\frac{E}{2}$ e $\frac{V}{2}$
- d) $\frac{E}{2}$ e $\frac{V}{4}$
- e) $\frac{E}{4}$ e $\frac{V}{2}$

05. (ACAFE) Entende-se que a diferença de potencial (ddp) entre dois pontos de um campo elétrico corresponde:

- a) à capacidade de armazenar carga elétrica
- b) à energia consumida por um aparelho elétrico qualquer.
- c) ao deslocamento dos elétrons livres entre dois pontos considerados.
- d) ao trabalho (energia) realizado pela força elétrica entre dois pontos considerados por unidade de carga
- e) à energia consumida por unidade de tempo.

Gabarito: 01- A, 02-B, 03- B, 04- E, 05- D

Aula-03: Ímãs e campo magnético

01. (UFSM) Leia atentamente as afirmativas que seguem.

- I. O pólo norte geográfico é um pólo sul magnético.
- II. Em um ímã permanente, as linhas de indução saem do pólo norte e vão para o pólo sul, independentemente de estarem na parte interna ou externa do ímã.
- III. Considerando a agulha de uma bússola, a extremidade que aponta para o norte geográfico é o pólo norte magnético da agulha.

Está(ao) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- a) I apenas.
- b) II apenas.
- c) III apenas.
- d) I e II apenas.
- e) I e III apenas.

02. (UFSM) Quando uma barra de material ferromagnético é magnetizada, são:

- a) acrescentados elétrons à barra.
- b) retirados elétrons da barra.
- c) acrescentados ímãs elementares à barra.
- d) retirados ímãs elementares da barra.
- e) ordenados os ímãs elementares da barra.

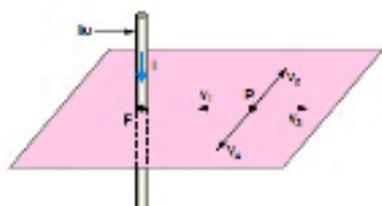
03. (UFSM) Um condutor reto muito longo é percorrido por uma corrente "I". A intensidade do campo magnético, em um ponto situado a uma distância "r" da parte central do mesmo, é

- I. independente da distância do ponto ao condutor.
- II. diretamente proporcional à intensidade de corrente "I".
- III. diretamente proporcional à distância do ponto ao condutor.

Das proposições, está(ão) correta(s):

- a) somente I.
- B) somente II.
- C) somente III.
- D) somente I e II.
- E) somente I e III.

04. (UEL) O esquema representa os vetores v_1 , v_2 , v_3 e v_4 no plano horizontal. Pelo ponto F passa um fio condutor retilíneo bem longo e vertical. Uma corrente elétrica I percorre esse fio no sentido de cima para baixo e gera um campo magnético no ponto P.



O campo magnético gerado no ponto P pode ser representado:

- a) por um vetor cuja direção é paralela ao fio condutor
- b) pelo vetor v_4
- c) pelo vetor v_3
- d) pelo vetor v_2
- e) pelo vetor v

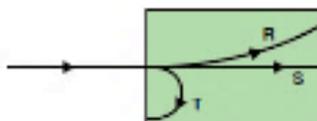
05. (FEI-SP) A intensidade do campo magnético produzido no interior de um solenóide muito comprido percorrido por corrente depende basicamente:

- a) só do número de espiras do solenóide
- b) só da intensidade da corrente
- c) do diâmetro interno do solenóide
- d) do número de espiras por unidade de comprimento e da intensidade da corrente
- e) do comprimento do solenóide

Gabarito: 01- E, 02-E, 03- B, 04- B, 05- D

Aula-04: Força magnética

01. (UFMG) A figura mostra, de forma esquemática, um feixe de partículas penetrando em uma câmara de bolhas.



A câmara de bolhas é um dispositivo que torna visíveis as trajetórias de partículas atômicas. O feixe de partículas é constituído por prótons, elétrons e nêutrons, todos com a mesma velocidade. Na região da câmara existe um campo magnético perpendicular ao plano da figura entrando no papel. Esse campo provoca a separação desse feixe em três feixes com trajetórias R, S e T

A associação correta entre as trajetórias e as partículas é:

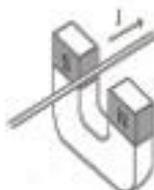
- a) trajetória R: elétron, trajetória S: nêutron, trajetória T: próton;
- b) trajetória R: nêutron, trajetória S: elétron, trajetória T: próton;
- c) trajetória R: próton, trajetória S: elétron, trajetória T: nêutron;
- d) trajetória R: próton, trajetória S: nêutron, trajetória T: elétron.

02. (Uneb-BA) Uma partícula eletrizada com carga elétrica $q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ é lançada com velocidade $v = 5 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ em uma região onde existe um campo magnético uniforme de intensidade 8 T . Sabendo-se que o ângulo entre a velocidade e o campo magnético é de 30° , pode-se afirmar que a intensidade, em newtons (N), da força magnética sofrida pela partícula é:

- a) 0,2
- b) 0,8
- c) 0,4
- d) 1,0
- e) 0,6

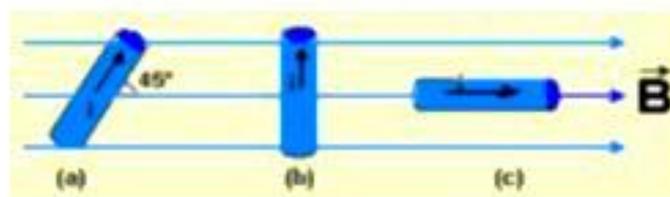
03. Um fio condutor entre os pólos de um ímã em forma de U é percorrido por uma corrente i , conforme está indicado na figura. Então, existe uma força sobre o fio que tende a movê-lo:

- a) na direção da corrente.
- b) para fora do ímã.
- c) para dentro do ímã.
- d) para perto do pólo S.
- e) para perto do pólo N.

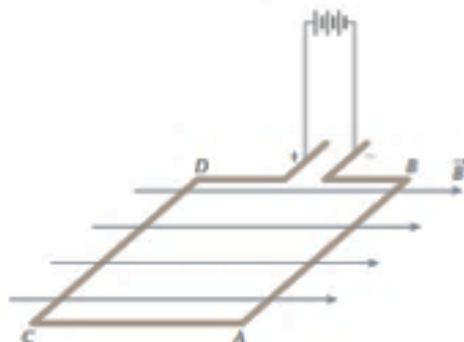


04. (UFMS-MS) Um fio condutor, de comprimento L , percorrido por uma corrente de intensidade i , está imerso num campo magnético uniforme B . A figura a seguir mostra três posições diferentes do fio (a), (b) e (c), em relação à direção do campo magnético. Sendo $F(a)$, $F(b)$ e $F(c)$ as intensidades das forças magnéticas produzidas no fio, nas respectivas posições, é correto afirmar que:

- a) $F(a) > F(b) > F(c)$.
- b) $F(b) > F(a) > F(c)$.
- c) $F(a) > F(c) > F(b)$.
- d) $F(b) > F(b) > F(a)$.
- e) $F(a) = F(b) = F(c)$.



05. (Unifesp) A figura mostra uma espira retangular imersa em um campo magnético uniforme, elemento básico de um motor elétrico de corrente contínua.



O plano da espira é paralelo ao vetor indução magnética B . A extremidade da espira junto ao ponto D está ligada ao polo positivo da bateria e a extremidade B , ao polo negativo; a corrente percorre o circuito no sentido de D para B . São dados:

- intensidade da corrente que percorre a espira: $i = 0,80 \text{ A}$
 - resistência do fio no trecho $DCAB$: $R = 2,5 \text{ Ohms}$
 - módulo do vetor campo magnético: $B = 0,50 \text{ T}$
 - comprimento dos lados $AB = CD = 0,050 \text{ m}$
- O módulo da força magnética que atua em um dos lados, AB ou CD é em Newton.

- a) 0,02
- b) 0,08
- c) 0,04
- d) 1,00
- e) 0,06

Gabarito: 01- D, 02-B, 03-D, 04- B, 05-

LEITURA COMPLEMENTAR 2: Evolução das TVs

TVs de tela LCD

As TVs de tubo eram muito pesadas e não produziam imagens de alta definição. As telas de LCD (*liquid crystal display* – Display de cristal líquido) surgiram no início da década de 90 com a proposta de melhores imagens e aparelhos mais leves.

Figura 1 – Televisão de Tela LCD 32



Fonte: Referência [1].

As imagens formadas nas telas de LCD resultam de estímulos elétricos gerados no cristal líquido que compõem a tela. Embora tenham maior eficiência, perdem a qualidade para alguns tipos de transmissão. As principais características da tela LCD são sua leveza, sua portabilidade, e sua capacidade de ser produzido em quantidades muito maiores do que os tubos de raios catódicos (CRT). Seu baixo consumo de energia elétrica lhe permite ser utilizado em equipamentos portáteis, alimentados por bateria. De maneira simplificada pode-se dizer que a tela de LCD é um dispositivo eletrônico-óptico modulado, composto por um determinado número de pixels, preenchidos com cristais líquidos e dispostos em frente a uma fonte de luz para produzir imagens em cores ou preto e branco.

Figura 2 – As imagens mostram maneiras alternativas de se reconstruir uma imagem usando um conjunto de pixels, pontos, linhas e filtragem, respectivamente.



Fonte: Referência [2].

TVs de tela de Plasma

Depois do LCD, surgiram as TVs de plasma, nas quais a tela é composta por uma enorme quantidade de células que contêm gases, como por exemplo, xênon e neon. Esses gases são ionizados, e cada célula compunha um pequeno “pedaço da imagem”, de forma que a junção de todas as células forma a imagem revelada na TV.

Figura 3 – Televisão de plasma 42”

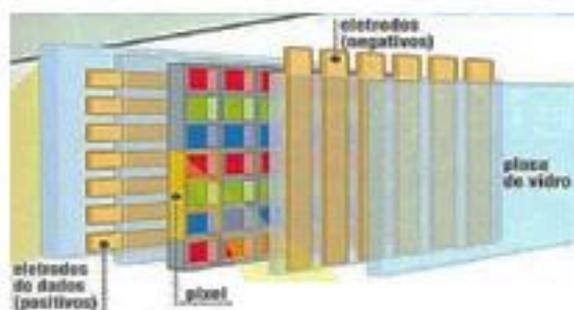


Fonte: Referência [3].

Construtivamente a tela é constituída por uma finíssima malha de eletrodos positivos.

e negativos, nos quais passam uma corrente elétrica que polariza o gás presente no interior dos pixels, como vemos na figura 4 a seguir:

Figura 4 – Detalhe construtivo da Tela de plasma.



Fonte: Referência [4].

Por fim, verifica-se que essa tecnologia apresentava dois defeitos: alto consumo de energia e pouca durabilidade.

TVs de tela de LED

Em substituição aos gases ionizados nas telas das TVs de plasma, as telas começaram a ser formadas por uma grande quantidade de LED (*Light Emitting Diode* – Diodo Emissor de Luz). A junção de inúmeras lâmpadas de LED forma a imagem vista na tela.

Figura 5 – Smart TV LED 32"



Fonte: Referência [5].

As telas das TVs de LED são muito mais brilhantes, como o contraste muito melhor. As cores são também muito mais vivas e originais se comparadas ao modelo de LCD.

Em resumo, a imagem fica muito mais nítida, já que é feita com diodos emissores de luz (LED).

Figura 6 – LED Diodo Emissor de Luz.



Fonte: Referência [6].

As vantagens da TVs de LED é a redução significativa do consumo de energia elétrica e a maior durabilidade do produto.

Mais realismo, cor e contraste nas TVs

Já sabemos que nos anos 90, apareceram as TVs LCDs, depois vieram às telas de Plasma e, mais próximo da nossa realidade, temos as telas em LED, que hoje em dia dominam o comércio. Contudo, vamos apresentar duas tecnologias que chamam a atenção por sua opulência no visual, já que são delgadas, possuem maior taxa de contraste, cores mais precisas e próximas da realidade. Estamos falando das tecnologias QLED e OLED.

Tecnologia de pontos quânticos¹

A tecnologia QLED, criada pela Samsung, traz como característica principal os pontos quânticos de uma imagem. Os aparelhos com essa tecnologia apresentam como foco principal a imagem, além de se destacar por seu visual diferenciado, com o intuito de conquistar um público mais exigente.

¹ Fonte: <http://tudo.extra.com.br/eletronicas/oled-vs-qled/>. Acesso em junho de 2019.

Figura 7 – TV QLED Tecnologia de pontos quânticos.



Fonte: Referência [7].

Os Diodos emissores de luz quântica – QLED (do inglês Quantum Dot Light Emitting Diodes) promete reproduzir qualquer variação de cor em todo tipo de luminosidade ou luz ambiente. De forma prática, isso significa um ganho no brilho e no contraste, apresentando cores mais próximas da realidade.

A QLED consome menos energia que as telas LED mais antigas e compensa os reflexos da luz ambiente, exibindo imagens perfeitas tanto quando se olha pela frente como lateralmente.

Os principais destaques são os pontos quânticos e o HDR de altíssimo brilho, os quais acabam funcionando como um vitral de igreja, que precisa de grande quantidade de luz para mostrar todas as cores e detalhes. Por exemplo, a luz do LED azul em contato com o ponto quântico deixa a cor muito mais vívida. Fica claro dizer que quanto maior for a iluminação de um ambiente mais difícil será para a TV reproduzir isso. Mas a QLED consegue realizar uma reprodução fiel à original.

OLED – um LED orgânico

A tecnologia OLED, encontrada em alguns modelos de telas da LG. A *Organic Light Emitting Diodes* (OLED) vem sendo popularizada em grande parte dos televisores da marca sul-coreana, mas a Sony também já anunciou sua própria TV com tecnologia OLED.

Figura 8 – TV com tecnologia OLED.



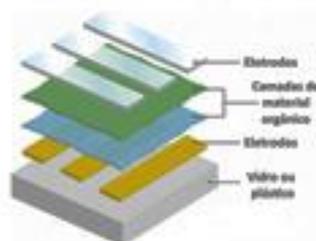
Fonte: Referência [8].

Os diodos orgânicos conseguem emitir e controlar a própria luz, permitindo que os pixels sejam auto iluminados. Cada pixel da tela é formado por quatro subpixels, sendo que cada um é responsável pela criação de três cores principais (vermelho, verde e azul). Com todos ativos, eles emitem uma luz branca, responsável pelo brilho e pelas cores mais definidas do painel. A TV controla a atividade dos pixels, ativando e desativando os subpixels, formando, assim, as imagens na tela.

OLED – Diodo emissor de Luz Orgânico²

O OLED é um componente orgânico encapsulado entre lâminas de vidro. Com a passagem da corrente elétrica, ocorre a eletroluminescência, assim como no LED. A principal diferença é que o LED orgânico (OLED) não é um ponto, mas uma superfície.

Figura 9 – A estrutura de um OLED



Fonte: Referência [9].

² Fonte: <https://www.vivadecora.com.br/pro/iluminacao/oled-vs-led/>. Acesso em 30 de Jun. 2019.

A estrutura de um OLED é um pouco parecida com a de um sanduíche. As camadas orgânicas são posicionadas entre dois eletrodos planos, que são cerca de cem vezes mais finos que um fio de cabelo humano e invisíveis a olho nu.

Quando se faz uma corrente elétrica passar através delas, as moléculas nas camadas orgânicas começam a brilhar.

REFERÊNCIAS DA UNIDADE

- [1] Disponível em: <https://www.lovashop.com.br/TV-LCD-Sony-32-KLV-32S300A~9357~943~54~Produtos-Revisados~Celulares>. Acesso em 26 de jun. 2019.
- [2] Disponível em : <https://pt.wikipedia.org/wiki/Pixel#/media/Ficheiro:ReconstructionsFromPixels.png>. Acesso em 26 de jun. 2019.
- [3] Disponível em : <https://www.lg.com/br/images/tv/42pn4600/gallery/medium01.jpg>. Acesso em 26 de jun. 2019.
- [4] Disponível em : <https://sabecomofunciona.blogspot.com/2008/12/tv-de-plasma.html>. Acesso em 26 de jun. 2019.
- [5] Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/smart-tv-led-32-samsung-4290-wi-fi-conversor-digital-2-hdmi-1-usb/p/193421800/et/elit/>. Acesso em 26 de jun. 2019.
- [6] Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/post/12983-como-funciona-a-tecnologia-led-das-televisoes>. Acesso em 26 de jun. 2019.
- [7] Disponível em: <https://www.samsung.com/au/tvs/qled-q9f-88inch/>. Acesso em 26 de jun. 2019.
- [8] Disponível em: https://www.bhphotovideo.com/c/product/1411164-REG/lg_oled55b8pua_55_b8pua_4k_hdr.html. Acesso em 26 de jun. 2019.
- [9] Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/iluminacao/oled-vs-led/>. Acesso em 01 de jul. 2019.

2 A FÍSICA NA SALA- VENTILADOR

Introdução

O ventilador é um eletrodoméstico muito útil em nossa casa, pois, por ser um País tropical a temperatura em nossas casas pode chegar aos 40^o C. Então, vamos entender a Física envolvida em seu funcionamento para utilizá-lo com mais eficiência e economia de energia elétrica.

2.1 Funcionamento e tipos de ventiladores

O ventilador é um dispositivo mecânico utilizado para converter energia mecânica de rotação, aplicada em seu eixo (Rotor), em aumento de pressão do ar e consequentemente promove uma *corrente de ar*.

Você já parou para pensar como o ventilador consegue nos refrescar em “dias de calor”?

A resposta é que o vento consegue acelerar a troca de calor do nosso corpo com o meio externo. Quando estamos suados, a sensação de frescor acaba sendo ainda maior, pois o vento acelera a transformação da água sobre nossa pele em vapor. Essa mudança de estado físico da água diminui a temperatura do nosso corpo, elevando a sensação de frescor.

Figura 2.1 – Corrente de ar provoca sensação de fresco.



Fonte: Referência [1].

Portanto, a função principal do ventilador é gerar a circulação do ar no ambiente. Nas residências, esta circulação é proporcionada pela convecção.

Este aparelho pode ser de diversos tipos, dependendo do sentido de fluxo de ar em relação ao ambiente ventilado. Ou seja, podem ser *sopradores* - se há injeção de ar no ambiente ou *exaustores* - se há retirada de ar do ambiente. Os *sopradores* são os mais usados em nosso dia-a-dia, como vemos na figura 2.2. E, os *exaustores* são mais usados em fábrica. Mas, vemos o uso de exaustores sobre fogões em ambientes fechados, por exemplo, em cozinhas.

Figura 2.2 – O ventilador de teto (soprador).



Fonte: Referência [2].

No Brasil, pequenos ventiladores usados para refrigerar mecanismos eletrônicos (por ex., placas de computador) são chamados de ventoinhas.

2.2 Climatizadores

Os climatizadores promovem a circulação do ar no ambiente e também conseguem manter o ar úmido, através da evaporação de água.

Figura 2.3 – Climatizador de ar.



Fonte: Referência [3].

A vantagem no uso do climatizador em relação ao condicionador de ar está no fato de ser mais econômico, mais barato e mais leve, o que facilita o transporte para diversos lugares. Portanto, para quem tem problemas respiratórios, o climatizador de ar é a opção mais adequada. Sabemos que o objetivo do climatizador não é refrigerar o ambiente e sim ventilar e umidificar, logo, ele não é um equipamento adequado para ser usado em lugares já excessivamente quentes e úmidos.

Por fim, não se esqueça de que a economia também depende do uso consciente dos aparelhos elétricos. Nunca deixe nenhum desses três equipamentos ligados se não houver ninguém no ambiente e faça sua parte.

2.3 Mudanças de estado físico da matéria

O que caracteriza um estado físico da matéria são as forças atuantes em seu interior, ou seja, força de coesão que tende a aproximar as partículas, e repulsão, que tende a afastá-las.

Estados físicos da Matéria

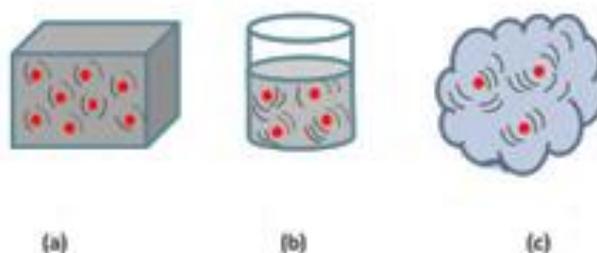
Sólido: a força de coesão supera a de repulsão. Nessa fase de agregação, as partículas apresentam apenas movimento vibracional, e a matéria terá maior densidade molecular.

Líquido: as forças de coesão e repulsão apresentarem a mesma intensidade. Nessa fase de agregação as partículas apresentam certo grau de liberdade.

Gasoso: a repulsão superar a de coesão. Nessa fase as partículas terão ampla liberdade de movimento, e a matéria estará com menor densidade molecular. Na figura 2.4 a seguir, representamos os estados básicos da matéria.



Figura 2.4 – Estado físico da matéria.



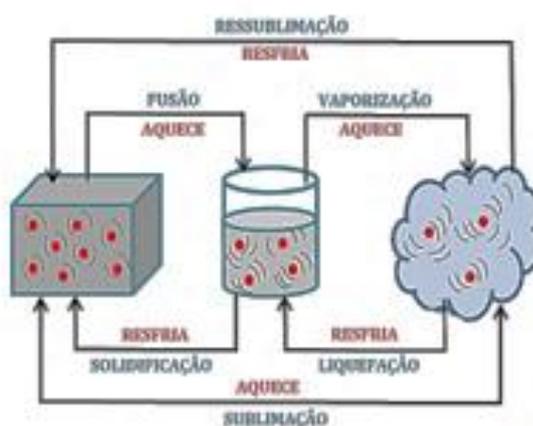
Fonte: Arquivo do autor.

Em (a) o estado sólido apresenta forma e volume constante, em (b) o líquido apresenta forma variável e volume constante e em (c) o gasoso, forma e volume variáveis.

A matéria pode apresentar-se em qualquer estado físico, dependendo dos fatores pressão e temperatura. De modo geral, o aumento de temperatura e a redução de pressão favorecem o estado gasoso, e pode-se dizer que o inverso favorece ao estado sólido.

As transformações de estado físico da matéria apresentam denominações, como podemos ver na figura 2.5 abaixo.

Figura 2.5 – Transformações de estado físico da matéria.



Fonte: Arquivo do autor.

Fusão: passagem do estado sólido para o estado líquido. Por exemplo, o derretimento de um cubo de gelo.

Vaporização: passagem do estado líquido para o estado gasoso. Uma vaporização pode ocorrer de três modos distintos:

- **Calefação:** vaporização muito rápida, quase instantânea. Por exemplo, gotas de água sendo derramadas em uma chapa metálica aquecida.
- **Ebulição:** vaporização por meio de aquecimento direto, envolvendo todo o líquido. Por exemplo, o aquecimento da água em uma panela ao fogão.
- **Evaporização:** vaporização que envolve apenas a superfície do líquido. Por exemplo, a secagem de roupas em um varal.

Liquefação ou condensação: passagem do estado gasoso para o estado líquido. Por exemplo, a umidade externa de um de um copo metálico ao ser exposto a uma temperatura relativamente alta.

Solidificação: passagem do estado líquido para o estado sólido. Por exemplo, o congelamento da água quando levada ao refrigerador.

Sublimação: passagem do estado sólido para o estado gasoso ou o processo inverso, sem passagem pelo estado líquido. Por exemplo, as bolinhas de naftalinas exposta ao meio ambiente.

2.4 Eficiência energética

Quando ligamos um aparelho elétrico, uma lâmpada, por exemplo, você percebe que rapidamente ela se esquentar. Este aquecimento mostra que nem toda a energia elétrica que foi fornecida a lâmpada foi transformada em luz, ou seja, uma parte da energia foi dissipada e transformada em calor pelo Efeito Joule. Essa perda pode ser observada em vários outros aparelhos, como motores elétricos, na televisão, no computador entre outros.

A eficiência energética (representada pela letra e) é definida como a razão entre a quantidade de energia utilizada durante a realização de alguma atividade, também chamada de energia útil, e a energia fornecida ao dispositivo. Essa relação pode ser descrita matematicamente:

$$e = \frac{E_{\text{ÚTEL}}}{E_{\text{TOTAL}}}$$

Quanto mais próximo de uma unidade (1) for o valor assumido por e , maior será a **eficiência energética** do aparelho. Porém, quanto mais próximo de 0 (zero), menor a eficiência energética.

Hoje, as geladeiras são responsáveis por cerca de 30% do consumo doméstico e o ar-condicionado é o segundo item de maior consumo nos setores residencial e comercial. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) do Ministério de Minas e Energia, o consumo de energia dos principais equipamentos residenciais crescerá por conta de seu acesso mais facilitado às famílias – em especial o ar-condicionado, que responderá sozinho por mais de 18% do consumo elétrico domiciliar em 2024.

Esse eletrodoméstico também causa picos de demanda, forçando o acionamento das dispendiosas termelétricas. Projeções da Agência Internacional de Energia (IEA) mostram que o aparelho será responsável por 31% do pico de carga em 2050 [05].

A eficiência energética dos ventiladores é um fator importante. Afinal, trata-se de consumir mais ou menos energia. Ele depende do tipo de ventilador, das características construtivas (aerodinâmica das hélices entre outras) e das condições de operação.

Por fim, deve-se observar que há um ponto de máximo rendimento e , que ele pode cair bastante. Pois, de modo geral, os ventiladores operam ininterruptamente ou por longos períodos. Sendo assim, o correto dimensionamento das instalações elétricas é importante para evitar desperdícios de energia.

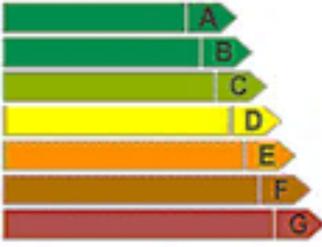


O selo PROCEL

Com a finalidade de estimular a fabricação e a compra de produtos mais eficientes, foi criado, em 1993, o selo PROCEL de economia de energia, que adverte ao consumidor, no ato da compra, os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética. Esse selo é constituído por uma escala de letras que vão de A até G, conforme mostra a figura 2.6.

Os aparelhos que recebem conceito A são os mais eficientes, enquanto os que recebem conceito G são os menos econômicos. Portanto, recomenda-se para reduzir o consumo de energia comprar sempre aparelhos que recebem conceito A.

Figura 2.6 – Selo PROCEL de economia de energia.

Energia (Elétrica)	REFRIGERADOR	
Fabricante Marca	ABCDEF XYZ(Lego)	
Tipo de degelo Modelo/tensão(V)	ABC/Autônomo IPQR/Q20	
Mais eficiente		
		
Menos eficiente		
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mes) <small>(baseado no teste único regular)</small>		XY,Z

Fonte: Referência [4].

2.5 Motores Elétricos

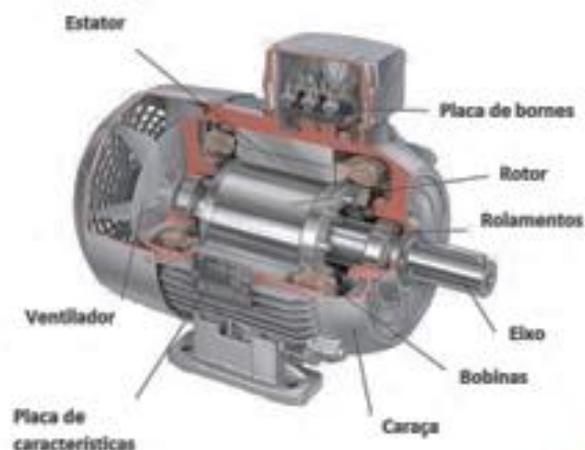
Motor elétrico é a máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica. O motor de indução é o mais usado de todos os tipos de motores, pois combinam as vantagens da utilização de energia elétrica, facilidade de transporte, custo reduzido, grande versatilidade de adaptação às cargas e melhores rendimentos.

Motores de corrente contínua

São motores que podem funcionar com velocidade ajustável entre amplos limites e se prestam a controles de grande flexibilidade e precisão. Por isso, seu uso é restrito a casos especiais em que estas exigências compensam o custo muito mais alto da instalação. Pois, precisam de uma fonte de corrente contínua, ou de um dispositivo que converta a corrente alternada comum em contínua.

Na figura 2.7, é possível observar as partes que compõem um motor CC. Ou seja, um eixo acoplado ao rotor que é a parte girante do motor, o estator que é composto por um ímã e comutador que tem a função de transferir a energia da fonte de alimentação ao rotor entre outras.

Figura 2.7 – Partes de um motor CC

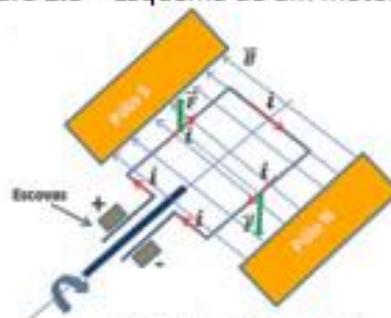


Fonte: Referência [5].

O Princípio de Funcionamento dos motores

O funcionamento básico do motor CC é o seguinte: quando o condutor conduzindo uma corrente elétrica (cor em vermelho) na forma de uma espira retangular dentro de um campo magnético (cor em azul), este condutor experimenta uma força (cor em verde) que gera o torque e o giro do eixo do motor.

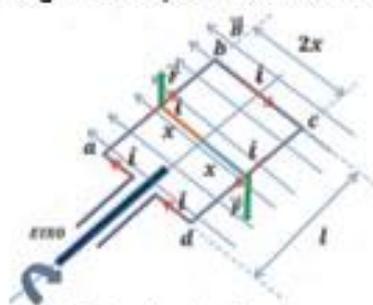
Figura 2.8 – Esquema de um motor CC.



Fonte: Arquivo do autor.

Submetendo-se o comutador com tensão CC, é gerada uma corrente contínua que é transferida para a bobina através do contato das escovas do comutador com esta bobina. Logo, a função do comutador é ser o elo entre a fonte de alimentação e bobina do rotor. O campo magnético é gerado entre os pólos norte e sul do ímã e possui um sentido partindo do norte para o sul. Por fim, O torque relutante que vai impulsionar a bobina e por sua vez o rotor, é calculado considerando os dados do diagrama da figura 2.9.

Figura 2.9 – Diagrama esquemático de um motor de CC.



Fonte: Arquivo do autor.

Considerando as informações da figura, vamos determinar o torque resultante (τ_R) para o motor CC, ou seja:

$$\tau_R = \tau_{ab} + \tau_{bc} + \tau_{cd} + \tau_{da}$$

$$\tau_{bc} = \tau_{da} = 0, \text{ pois, campo paralelo ao fio e,}$$

$$ab = cd = l$$

$$bc = da = 2x, \text{ então}$$

$$\tau_R = \tau_{ab} + \tau_{cd}, \text{ sendo } \tau_{ab} = \tau_{cd} = F \cdot x \cdot \text{sen } \theta \text{ e } Bil \cdot \text{sen}90^\circ$$

$$\tau_R = F \cdot x \cdot \text{sen } \theta + F \cdot x \cdot \text{sen } \theta$$

$$\tau_R = (Bil \cdot \text{sen}90^\circ) \cdot x \cdot \text{sen } \theta + (Bil \cdot \text{sen}90^\circ) \cdot x \cdot \text{sen } \theta$$

$$\tau_R = Bil \cdot 2x \cdot \text{sen } \theta, \text{ e fazendo } A = l \cdot 2x$$

$$\tau_R = B \cdot i \cdot A \cdot \text{sen } \theta$$

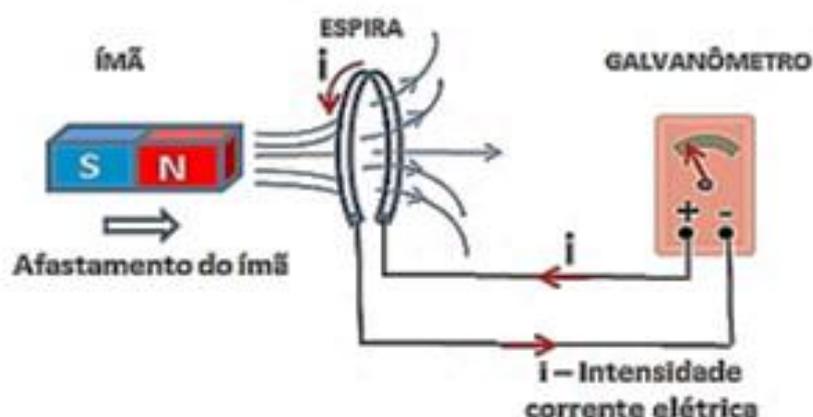
O torque é proporcional ao campo magnético entre os polos e intensidade de corrente elétrica nas espiras.

2.6 Indução Eletromagnética

Depois Oersted descobrir que corrente elétrica provoca campo magnético em um fio, os cientistas passaram a se questionar se o inverso seria possível, ou seja, se campo magnético poderia gerar corrente elétrica. E, foi Michael Faraday que descobriu que esse fato era possível.

Ele conseguiu estabelecer corrente elétrica em uma espira variando o campo magnético através de sua superfície. A Figura 2.10, mostra esquematicamente uma das experiências realizadas por Faraday.

Figura 2.10 – Esquema de uma das experiências realizadas por Faraday.



Fonte: Arquivo do autor.

A figura 2.10, mostra uma espira conectada a um galvanômetro (aparelho destinado à medição de baixas intensidades de corrente elétrica), e como não há nenhuma fonte para criar força eletromotriz espera-se que o medidor não detecte corrente elétrica na espira. Mas, movimentando-se um dos polos de um ímã em relação à espira, seja aproximando ou afastando, verifica-se que ocorre movimentação do ponteiro do galvanômetro, indicando que apareceu corrente elétrica no condutor.

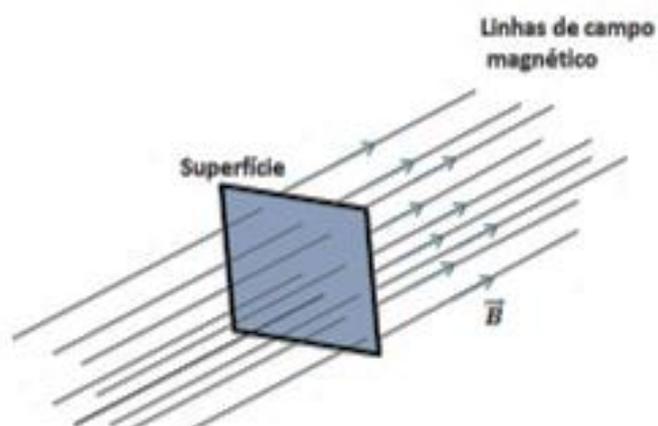
Contudo, quando o ímã é colocado em repouso em relação à espira, o galvanômetro não indica mais existência de corrente elétrica. Esse acontecimento é chamado de **indução eletromagnética**. A corrente e força eletromotriz gerada são chamadas de corrente elétrica induzida e força eletromotriz induzida.

A seguir, trataremos mais detalhadamente o fenômeno da indução eletromagnética.

2.6.1 Fluxo Magnético

O fluxo magnético representado pela letra grega ϕ (ϕ) é uma grandeza que está relacionada ao número de linhas de campo magnético que atravessam uma superfície, como representado na Figura 2.11, a seguir.

Figura 2.11 – Linhas de campo magnético atravessando uma superfície.



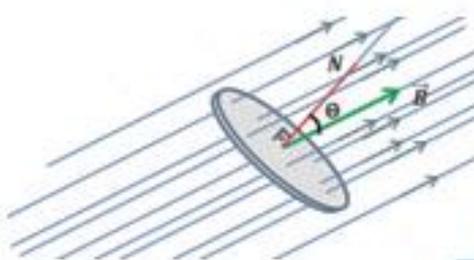
Fonte: Arquivo do autor.

Logo, podemos dizer que quanto maior for o número de linhas de campo magnético que atravessam essa superfície, maior será o fluxo magnético através dela.

Cálculo do Fluxo Magnético

Considerando uma espira circular de área S , inserida em uma região de campo magnético B . A reta normal N perpendicular à superfície da espira forma um ângulo teta (θ) com as linhas de campo magnético, figura 2.12, a seguir.

Figura 2.12 – Espira circular de área S , inserida em uma região de campo magnético B .



Fonte: Arquivo do autor.

Assim, podemos definir fluxo magnético como:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$$

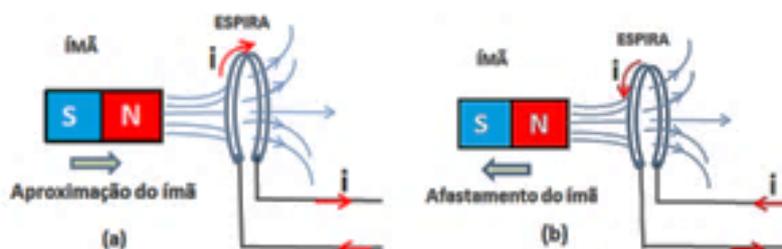
A unidade de fluxo magnético no Sistema Internacional é $T \cdot m^2$ e, recebe o nome de **weber**, cujo símbolo é **Wb**.

Variação do fluxo magnético

A variação do fluxo magnético através de uma superfície depende:

a) **Intensidade do campo magnético:** quanto mais intenso se torna um campo magnético, mais linhas de campo atravessam a área de uma superfície, aumentando o fluxo magnético através dela. Veja os casos na figura 2.13, a seguir:

Figura 2.13 – Variação do fluxo magnético através de uma superfície.

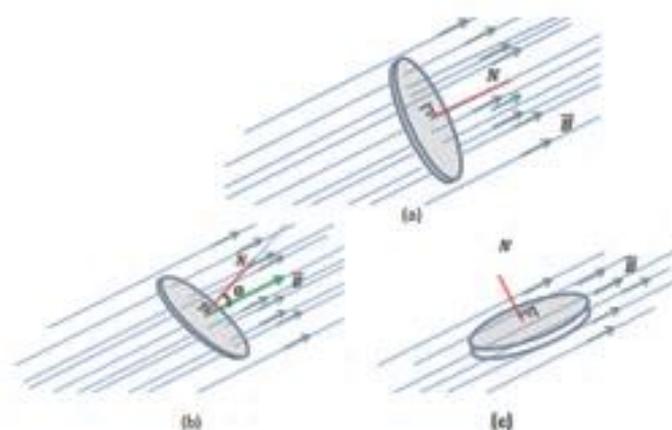


Fonte: Arquivo do autor.

Em (a) o campo magnético aumenta, pois, o ímã se aproxima da espira aumentando o número de linhas de campo magnético que atravessa superfície da espira. Entretanto, em (b) o campo magnético diminui, pois, o ímã se afasta da espira diminuindo o número de linhas de campo magnético que atravessa superfície da espira.

b) **Ângulo:** quanto maior a área da superfície de uma espira, por exemplo, maior será o número de linhas de campo magnético que a atravessa, aumentando, dessa forma, o fluxo magnético. Veja a figura 2.14, a seguir:

Figura 2.14 – Variação do fluxo magnético através de uma superfície.



Fonte: Arquivo do autor.

Em (a) o fluxo de campo magnético é máximo, pois, linhas de campo magnético que atravessa superfície da espira são normais $\theta = 0$ e $\text{sen } 0^\circ = 1$, logo, $\Phi = B \cdot S$. Em (b) o fluxo de campo magnético diminui, pois, $90^\circ > \theta > 0$ sendo calculado pela expressão $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \theta$. E em (c) o fluxo de campo magnético é nulo, pois, $\theta = 90^\circ$ $\cos 90^\circ = 0$.

2.7 Força Eletromotriz Induzida

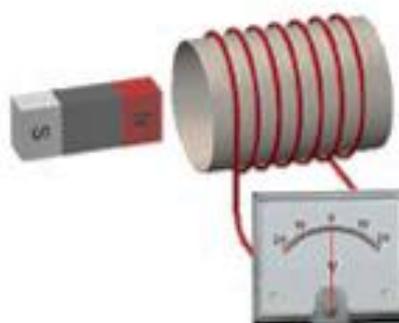
Faraday verificou, através de experimentos, que uma força eletromotriz é induzida originando uma corrente elétrica induzida quando ocorre variação do fluxo magnético no interior de uma espira, como vimos na figura 2.13. Portanto, sempre que o número de linhas de campo magnético através da superfície do condutor variar, aumentando ou diminuindo, uma força eletromotriz (*fem*), que simbolizaremos pela letra epsilon (ϵ), será induzida nesse condutor.

2.7.1 Lei De Faraday

A figura 3.15, mostra uma experiência em que um dos polos de um ímã em forma de barra é aproximado e afastado de um conjunto de espiras justaposta (bobina) ligado a

um equipamento destinado à medição de corrente elétrica (amperímetro).

Figura 2.15 – Experiência de Faraday.



Fonte: Referência [6].

O experimento mostrou que tanto no movimento de aproximação quanto de afastamento do polo norte ou do polo sul do ímã, ocorre geração de corrente elétrica induzida nas espiras, constatada através do movimento do ponteiro do amperímetro.

Contudo, quando não há movimento relativo entre ímã e bobina, o ponteiro do amperímetro não acusa existência de corrente elétrica, pois, não há variação de fluxo magnético através da área das espiras.

A lei de Faraday afirma que:

“A intensidade da fem induzida em uma espira condutora é proporcional à variação do número de linhas de campo magnético que atravessa a espira em função do tempo.”

De acordo com lei de Faraday, temos que:

- A intensidade da fem induzida é proporcional a variação do fluxo de campo magnético, ou seja, quanto maior for a variação do fluxo magnético, maior será a intensidade da fem induzida.

- A intensidade da fem induzida é inversamente proporcional ao tempo, isto é, quanto mais rápida for a variação do fluxo magnético, maior será a intensidade da fem induzida e, conseqüentemente, maior a intensidade da corrente elétrica induzida. A expressão matemática da lei de Faraday é:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

No Sistema Internacional, a unidade de fem é volt (V).

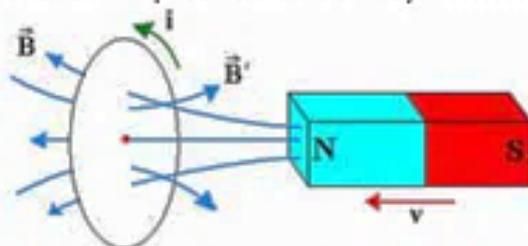
2.7.2 Lei de Lenz

A lei de Lenz nos permite determinar o sentido da corrente elétrica induzida num condutor. Ela afirma que:

“A força eletromotriz induzida em um condutor é em um sentido tal que se opõe à variação que a induziu.”

A Figura 2.16, mostra um ímã em forma de barra e uma espira circular. Aproximando-se da espira o polo norte do ímã aumenta o fluxo magnético através da superfície da espira.

Figura 2.16 – Experiência de Faraday.



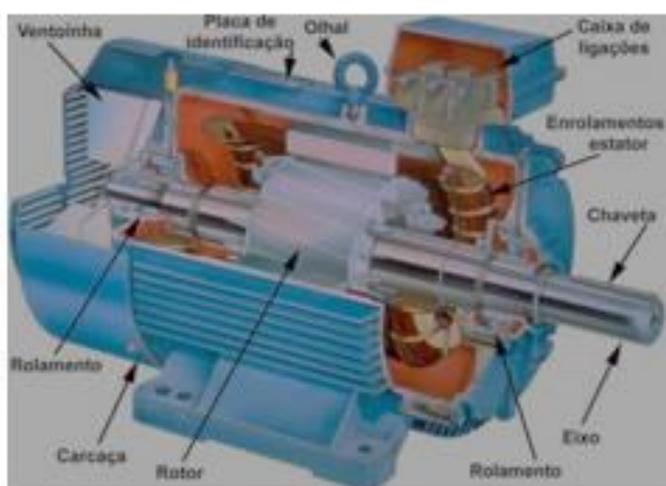
Fonte: Referência [7].

Pela lei de Faraday sabe-se que variação do fluxo magnético na espira induz uma corrente elétrica. De acordo com a lei de Lenz o sentido dessa corrente é tal que o campo magnético da espira sempre fará oposição ao movimento do ímã, repelindo-o quando ele se aproxima e atraindo-o quando ele se afasta.

LEITURA COMPLEMENTAR: Motor de Indução

O motor de Indução nada mais é do que um tipo de modelo elétrico que é desenvolvido e composto por dois campos magnéticos girantes, esses dois campos são chamados de estator e rotor³.

Figura 2.16 – Motor de Indução



Fonte: Referência [8].

O espaço existente entre os campos mencionados anteriormente é chamado de entreferro. É um motor muito utilizado hoje em dia e pode ser usado em várias formas, logo, é muito mais comum do que a gente imagina, mas não são todas as pessoas que tem contato com o mesmo e nem muito menos que sabem o que o que é um motor de indução.

³ Texto disponível em: <http://www.portaleletricista.com.br/motor-de-inducao-funcionalidade-significado-dicas-passo-a-passo/>. Acesso em 12 de out. 2019.

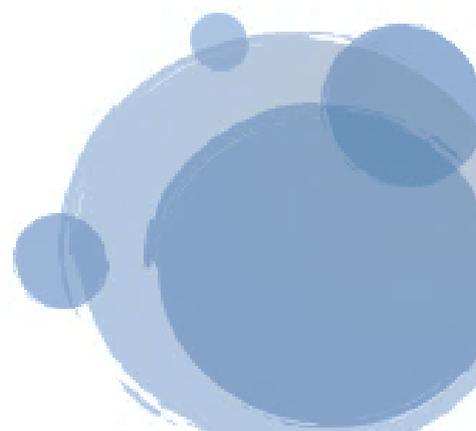
Funcionalidade

Tanto o estator como o rotor, que são os componentes desse motor e é o que permite que ele tenha as funcionalidades que tem, são feitos de chapas finas de aço magnético. Esse motor é muito importante, para se ter uma ideia ele é usado nas indústrias e passou a ser um dos motores elétricos mais utilizados nesse ambiente devido a sua eficácia. Indústrias de pequeno e médio porte estão aderindo o motor de indução em suas fábricas.

A grande parte dos motores elétricos tem uma característica que acaba não agradando muito que são as escovas de bobinas, elas podem gerar perturbações que afetam o circuito. No caso do motor de indução essa escova não está presente, logo, um problema é resolvido, ele consegue fazer o trabalho de forma melhor do que os outros e sem o uso desse acessório que atrapalha muito. Sua importância é muito alta nos dias atuais. Pois vem com essa correção muito útil.

É um dos tipos mais usados em indústrias, esse motor é responsável por muitos tipos de trabalhos feitos dentro desse ambiente. Ele é muito eficaz, além de rápido e satisfaz completamente o resultado do que é buscado. Ele foi criado há muitos anos e desde sempre passou por alterações até chegar ao modelo que é hoje, que é um dos mais usados.

Mesmo com todas as modificações desse motor ele permaneceu com suas características principais que o funcionamento através do estator e rotor. Um lado positivo faz referência a economia, pois ele gera energia de força menor do que a própria eletricidade, logo, acaba sendo um condutor mais econômico, por isso sua presença é grande nas indústrias.



MITO OU VERDADE



Não é saudável respirar o ar de Climatizadores ?

MITO! Uma das grandes qualidades dos climatizadores de ar é justamente o quanto puro e saudável o ar fica após ser climatizado. Pois, boa parte dos Climatizadores possui filtros antimoho e antibacterianos, que impedem a proliferação de impurezas que fazem mal à saúde, em especial de pessoas alérgicas.

Portanto, quem respira o ar “resfriado” por Climatizadores Evaporativos desfruta de um ar fresco, sem bactérias sem mofo e ácaro. E, ainda evita o ressecamento das vias respiratórias nasais.



DICA DA UNIDADE

Agora que já entendemos como o ventilador funciona, queremos usar os conhecimentos aqui adquiridos para utilizar o ventilador de um modo mais seguro e eficiente. Segue uma ótimas dicas!

DICA: Nos dias de muito calor você não abre mão de ligar o climatizador de ar ou um ventilador, saiba que é preciso tomar alguns cuidados para que o bem-estar momentâneo não resulte em um problema de saúde mais grave. Pois, as hélices sujas, fazem com que o ventilador jogue nos ambientes inúmeros ácaros, bactérias e fungos, que podem desencadear diversas doenças respiratórias. Por isso, é necessário realizar a limpeza externa dos aparelhos e fazer a manutenção do filtro de climatizador de ar.

REFERÊNCIAS DA UNIDADE

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termologia. v. 2, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC. 2007.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: Eletromagnetismo. v. 3, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC. 2007.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Fluidos Oscilações e ondas Calor., v. 2, 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2012,

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Eletromagnetismo. v.3, 5 ed. Mecânica: Edgard Blücher, 2011

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. Física: eletricidade e magnetismo, óptica. v. 2, 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.; ZEMANSKY, M. W. Física II: Termodinâmica e Ondas.v.2, 10. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.; ZEMANSKY, M. W. Física III: Eletromagnetismo.v.3, 12. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

[01] Disponível em: <https://br.depositphotos.com/162081064/stock-photo-beauty-young-woman-sitting-on.html> . Acesso em 25 de jun. 2019.

[02] Disponível em: <https://www.tuacasa.com.br/como-instalar-ventilador-de-teto/>. Acesso em 25 de jun. 2019.

[03] Disponível em: <https://guiadoeletro.com.br/qual-o-melhor-climatizador-de-ar-do-mercado/>. Acesso em 04 de outubro. 2019.

[04] Disponível em: <http://iserassessoria.org.br/e-hora-de-falar-sobre-eficiencia-energetica/> . Acesso em 04 de out. 2019.

[05] Disponível em:

<http://scienceblogs.com.br/xixxis/files/2011/08/eficienciaenergetica.gif> . Acesso em 04 de out. 2019.

[06] Disponível em: <http://fleridamotores.blogspot.com/2014/11/motores-electricos-un-motor-electrico.html> . Acesso em 08 de out. 2019.

[07] Disponível em: <http://inducation.weebly.com/lei-de-faraday.html> . Acesso em 09 de outubro. 2019.

[08] Disponível em: <http://www.portaleletricista.com.br/motor-de-inducao-funcionalidade-significado-dicas-passo-a-passo/> Acesso em 12 de out. 2019.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO

QUESTIONÁRIO

Aula-01: Mudanças de estado física da matéria e eficiência energética

01. O ventilador quando em funcionamento converte energia elétrica em energia mecânica, CERTO () ERRADO ().
02. A diferença principal do ventilador para o climatizador de ar é que o segundo é umidificador de ar, CERTO () ERRADO ().
03. Quando estamos suados e nos colocamos em frente a um ventilador ligado percebemos que desaparece mais rapidamente, isso ocorre porque o vento faz a água do suor vaporizar mais rápido, CERTO () ERRADO ().
04. Para combater traças e baratas, era comum colocar algumas bolinhas de naftalina no guarda-roupas. Com o passar do tempo, essas bolinhas diminuíam de tamanho. Esse fenômeno físico é chamado de fusão, CERTO () ERRADO ().
05. Pedras de gelo ao serem colocadas em um copo, com o decorrer do tempo, diminuem de tamanho. A causa desse comportamento deve-se ao fenômeno de fusão, CERTO () ERRADO ().
06. Ao colocarmos a roupa molhada no varal, a ação do Sol faz com que a água evapore, secando-a, CERTO () ERRADO ().
07. O estado sólido é caracterizado por apresentar forma variável e volume constante. Neste estado a superfície permanece na horizontal, CERTO () ERRADO ().
08. A eficiência energética de um processo de conversão de energia é definida como a razão entre a produção de energia ou trabalho útil e o total de entrada de energia no processo, CERTO () ERRADO ().

09. A eficiência das lâmpadas pode ser comparada utilizando a razão, considerada linear, entre a quantidade de luz produzida e o consumo, CERTO () ERRADO ().

10. Em 1985, o governo criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e, no ano de 1993, instituiu o selo Procel de economia de energia



Acerca desse assunto o consumidor pode comparar eletrodomésticos que têm melhor eficiência energética, CERTO () ERRADO ().

Aula-02: Motores de corrente contínua e indução eletromagnético

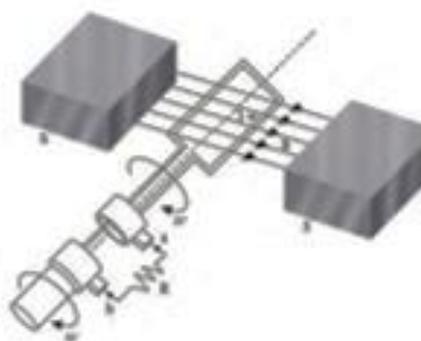
01. Motor elétrico é uma máquina destinada a transformar energia elétrica em energia mecânica, CERTO () ERRADO ().

02. O motor de indução elétrica é o mais usado de todos os tipos de motores, pois combinam as vantagens da utilização, grande versatilidade de adaptação às cargas e melhores rendimentos, CERTO () ERRADO ().

03. Motores de CC podem funcionar com velocidade ajustável entre amplos limites e se prestam a controles de grande flexibilidade e precisão, CERTO () ERRADO ().

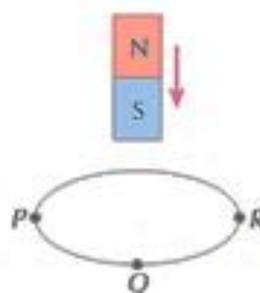
04. Uma bobina retangular, com 20 voltas de fio, de dimensões 10 cm por 5 cm, encontra-se dentro de um campo magnético uniforme de intensidade 0,50T. Quando a bobina é percorrida por uma corrente de 0,50 A e está montada sobre um plano fazendo um ângulo de 30° com a direção do campo magnético, ela fica submetida a um torque de $4,33 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}$, CERTO () ERRADO ().

05. Na ilustração abaixo, vemos um esquema que mostra um gerador, movendo-se com velocidade angular ω no sentido horário. Considere que o plano da espira se encontra em um ângulo de 30° com a direção do campo magnético \vec{B} , caminhando para ficar perpendicular à direção deste campo.



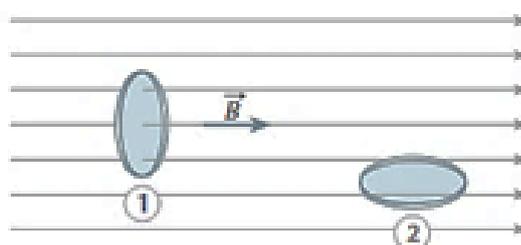
Nestas condições, o fluxo magnético ϕ através da espira está aumentando, CERTO () ERRADO ().

06. Aproxima-se um ímã de uma espira circular PQR, perpendicularmente ao plano da espira, como mostra a figura.



O sentido da corrente induzida na espira, enquanto o ímã se aproxima é de RQP, CERTO () ERRADO ().

07. Uma bobina chata, formada de 100 espiras circulares idênticas, de raio 10 cm, está em posição perpendicular às linhas de indução de um campo magnético uniforme de intensidade 0,2 T, conforme a situação (01) da figura.



Em 0,5 s, a bobina é levada para a posição (02). A *fem* induzida média nesse intervalo de tempo é de 1,26 V, CERTO () ERRADO ().

PROBLEMAS PROPOSTOS

Aula-01: Mudanças de estado física da matéria e eficiência energética

01. (Facimpa – MG) Observe:

- I – Uma pedra de naftalina deixada no armário;
- II – Uma vasilha de água deixada no freezer;
- III- Uma vasilha de água deixada no fogo;
- IV – O derretimento de um pedaço de chumbo quando aquecido;

Nesses fatos estão relacionados corretamente os seguintes fenômenos:

- a) I. Sublimação; II. Solidificação; III. Evaporação; IV. Fusão.
- b) I. Sublimação; II. Sublimação; III. Evaporação; IV. Solidificação.
- c) I. Fusão; II. Sublimação; III. Evaporação; IV. Solidificação.
- d) I. Evaporação; II. Solidificação; III. Fusão; IV. Sublimação.
- e) I. Evaporação; II. Sublimação; III. Fusão; IV. Solidificação.

02, (Vunesp) O naftaleno, comercialmente conhecido como naftalina, empregado para evitar baratas em roupas, funde em temperaturas superiores a 80°C . Sabe-se que bolinhas de naftalina, à temperatura ambiente, têm suas massas constantemente diminuídas, terminando por desaparecer sem deixar resíduo. Essa observação pode ser explicada pelo fenômeno da:

- a) fusão. b) sublimação. c) solidificação.
- d) liquefação. e) ebulição.

03. Aumentar a eficiência dos processos de conversão de energia implica economizar recursos e combustíveis. Das propostas seguintes, qual resultará em maior aumento da eficiência geral do processo?

- A) Aumentar a quantidade de combustível para queima na usina de força.
- B) Utilizar lâmpadas incandescentes, que geram pouco calor e muita luminosidade.
- C) Manter o menor número possível de aparelhos elétricos em funcionamento nas moradias.

- D) Utilizar cabos com menor diâmetro nas linhas de transmissão a fim de economizar o aterial condutor.
- E) Utilizar materiais com melhores propriedades condutoras nas linhas de transmissão e lâmpadas fluorescentes nas moradias.

04. A eficiência das lâmpadas pode ser comparada utilizando a razão, considerada linear, entre a quantidade de luz produzida e o consumo. A quantidade de luz é medida pelo fluxo luminoso, cuja unidade é o lúmen (lm). O consumo está relacionado à potência elétrica da lâmpada que é medida em watt (W). Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 40W emite cerca de 600 lm, enquanto uma lâmpada fluorescente de 40W emite cerca de 3 000lm.

Disponível em: <http://tecnologia.terra.com.br>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

A eficiência de uma lâmpada incandescente de 40W é:

- A) maior que a de uma lâmpada fluorescente de 8W, que produz menor quantidade de luz.
- B) maior que a de uma lâmpada fluorescente de 40W, que produz menor quantidade de luz.
- C) menor que a de uma lâmpada fluorescente de 8W, que produz a mesma quantidade de luz.
- D) menor que a de uma lâmpada fluorescente de 40W, pois consome maior quantidade de energia.
- E) igual a de uma lâmpada fluorescente de 40W, que consome a mesma quantidade de energia

05. (IADES 2015) Em 1985, o governo criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) e, no ano de 1993, instituiu o selo Procel de economia de energia. Acerca desse assunto, é correto afirmar que o consumidor pode comparar se uma geladeira, freezer ou outros eletrodomésticos.

- A) são mais adequados para uso em redes de energia instáveis.
- B) funcionam em diferentes valores de frequência.
- C) ainda estão em fase de teste, por isso podem apresentar defeitos.
- D) possuem garantia de devolução do governo.
- E) têm melhor eficiência energética.

Gabarito: 01- A, 02-B, 03-E, 04- D, 05- E



Aula-02: Motores de corrente contínua e indução eletromagnético

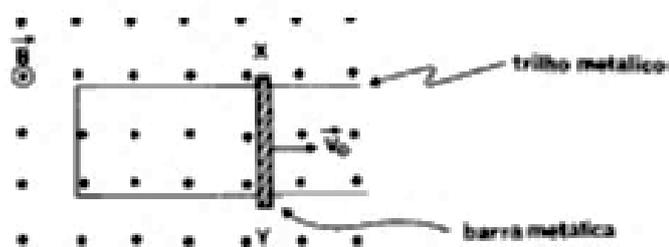
01. (UFOP/2009) Qual dispositivo abaixo utiliza o princípio da indução eletromagnética no seu funcionamento básico?

- A) um chuveiro elétrico
- B) um ferro de passar roupa
- C) um liquidificador
- D) uma bateria de automóvel

02. (CEFET/2009) A força eletromotriz induzida pode ser obtida pela variação temporal do fluxo magnético e será nula quando a(o)

- a) campo de indução magnética variar e for paralelo à superfície de fluxo magnético.
- b) campo de indução magnética aumentar e for normal à superfície de fluxo magnético.
- c) superfície de fluxo magnético variar e o campo de indução magnética for normal a ela.
- d) superfície de fluxo magnético diminuir e o campo de indução magnética for normal a ela.

03. (UFMG/93) Observe a figura.

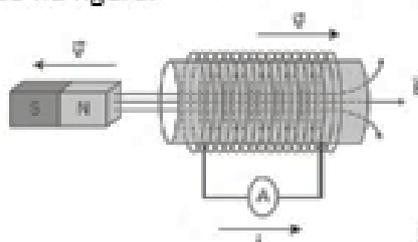


Essa figura mostra um trilho metálico, horizontal, sobre o qual uma barra, também metálica, pode-se deslocar livremente, sem atrito. Na região onde está o trilho existe um campo magnético \vec{B} , "saindo" do papel. Lançando-se a barra para a direita, com velocidade \vec{v} , haverá nela uma corrente elétrica

- A) de X para Y e seu movimento será acelerado.
- B) de X para Y e seu movimento será retardado.

- C) de Y para X e seu movimento será acelerado.
E) de Y para X e seu movimento será uniforme.

04. (Enem 2014) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual v , a induzindo uma corrente elétrica de intensidade i , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a

- esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.
- direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.
- esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.
- direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.
- esquerda e manter o ímã em repouso com mesma polaridade.

05. Analise as afirmações abaixo e assinale a alternativa **incorreta** em relação à lei de Faraday-Lenz:

- Ao aproximarmos um ímã de um material condutor, induziremos sobre ele uma corrente elétrica.
- Uma mudança no fluxo de campo magnético sobre um condutor produz neste uma corrente elétrica cujo campo magnético opõe-se à variação do fluxo de campo magnético externo.
- Uma mudança no fluxo de campo magnético sobre um condutor produz neste uma corrente elétrica cujo campo magnético favorece a variação do fluxo de campo magnético externo.
- Se a velocidade relativa entre uma fonte de campo magnético e um condutor for nula,

não haverá formação de corrente elétrica neste.

e) Mantendo-se constante o fluxo de campo magnético sobre um condutor, não haverá formação de corrente elétrica neste.

Gabarito:

01- C, 02-A, 03-A, 04- E, 05- C

3. A FÍSICA NA SALA-JANELA

Introdução

Nos dias de altas temperaturas, “dias de muito calor”, a forma mais natural de refrescar o ambiente é aumentando a circulação do ar no interior da casa, ou seja, ventilando-a.

3.1 Janelas: circulações do ar dentro de casa

A melhor maneira e a mais barata economicamente é promover a circulação do ar dentro da casa e para que isso aconteça aplica-se o método chamado de **ventilação cruzada**.

A ventilação cruzada é, geralmente, estabelecida a partir do projeto arquitetônico do imóvel. Ou seja, a ventilação cruzada consiste no posicionamento dos vãos seguindo a direção do vento predominante. Assim, o ar entra por uma janela e sai por outra imediatamente oposta originando a circulação do ar dentro dos vãos. Esse sistema pode ser feito tanto de forma horizontal como vertical.

Figura 3.1 – Ventilação cruzada dentro de casa.



Fonte: Referência [1].

Portanto, as janelas funcionam promovendo a entrada e saída da corrente de

ar dentro de cada cômodo.

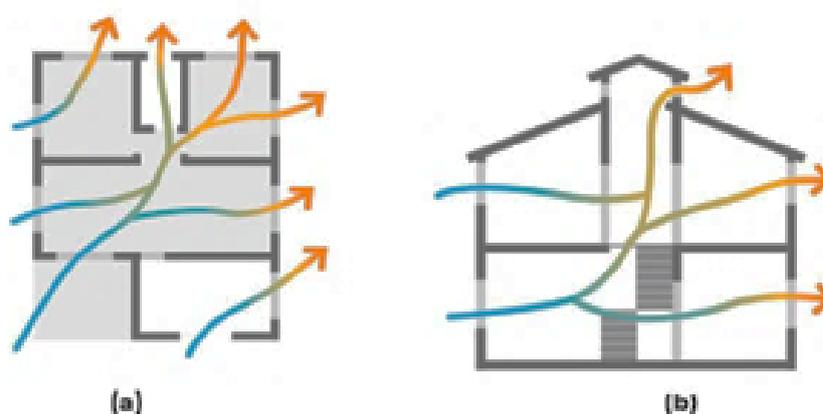
3.1a Ventilação cruzada de forma horizontal

Na ventilação cruzada de forma horizontal o vento predominante entra e sai sem mudar sua direção na vertical, figura 3.2a. Então, o ar consegue circular livremente por todos os cômodos, mantendo o conforto climático da casa.

3.1b Ventilação Cruzada Vertical

Na ventilação cruzada de forma vertical o ar entra tanto pelos vãos do pavimento térreo quanto do pavimento superior, promovendo uma boa ventilação.

Figura 3.2 – Ventilação cruzada horizontal e vertical.



Fonte: Referência [2].

3.2 Como Melhorar a Ventilação na Casa

Para melhorar a ventilação na casa deve-se projetar e instalar janelas com grandes vãos, pois, essas janelas aumentam bastante a ventilação dos cômodos. E, para fazer uma ventilação cruzada, o ideal é poder criar uma corrente de ar com uma porta ou com outra janela localizada na parede do lado oposto. As janelas com grandes vãos diminuem a

privacidade. Nesse caso, o ideal é escolher modelos de janela com bandeira superior (basculante), assim mantem-se a renovação de ar dentro de casa.

Figura 3.3 – janela com bandeira superior.



Fonte: Referência [3].

A bandeira pode ser com abertura opcional, como na figura 3.3, ou em veneziana. Dessa forma, a circulação proporcionada pelo vão bandeira, evitando as rajadas de vento que podem acontecer com a janela totalmente aberta.

3.3 Transmissão de Calor através das janelas

A climatização dos ambientes proporciona diversas vantagens para quem frequenta ou permanece no ambiente. Pois, o conforto térmico favorece o bem estar das pessoas e conseqüentemente seu rendimento nas atividades do seu dia a dia. Como já vimos, uma forma de ventilar os ambientes é promover a ventilação cruzada. Mas, em lugares de temperaturas extremas, muito quente ou muito frio, a ventilação cruzada não resolve. Dessa forma, se faz necessário a climatização do ambiente. Ou seja, através do uso de ar condicionados ou aquecedores. A seguir vamos estudar a troca de calor através da janelas de vidros.

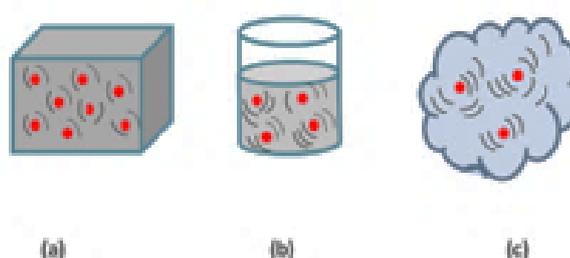
3.3.1 Conceitos Básicos

Temperatura

É a grandeza física que caracteriza o estado térmico de um corpo ou sistema. No nosso

dia a dia, o conceito de temperatura estar relacionado a quente e frio, contudo, podemos definir como quente um corpo que tem suas moléculas agitando-se muito, ou seja, com alta energia de movimento. Da mesma forma, um corpo frio, é aquele que tem baixa agitação das suas moléculas.

Figura 3.4 – Temperatura de um corpo.



Fonte: Arquivo do autor.

Na figura 3.4, vemos em (a) um corpo de certa substância no estado sólido (baixa agitação das suas moléculas), em (b) o corpo encontra-se no estado líquido (média agitação das suas moléculas) e em (c) no estado gasoso (alta agitação das suas moléculas). Por fim, a unidade de temperatura, no SI, é o Kelvin (K).

Calor

É a energia térmica que passa espontaneamente de um corpo com maior temperatura para outro com menor temperatura. A figura 3.5, a seguir, mostra a passagem de calor de um corpo "A" com temperatura T_A para outro "B" de temperatura menor correspondente a T_B .

Figura 3.5 – Propagação do calor.



Fonte: Arquivo do autor.

Quando as temperaturas dos corpos, T_A e T_B , igualarem-se, dizemos que o equilíbrio térmico foi atingido e, nesse momento, como não haverá diferença de temperatura, o calor deixará de fluir espontaneamente.

Calor Sensível

É a quantidade de calor que tem como efeito apenas a alteração da temperatura de um corpo.

A quantidade de calor sensível é calculada usando-se a Equação Fundamental da Calorimetria, que diz que a quantidade de calor sensível (Q) é igual ao produto de sua massa, da variação da temperatura e de uma constante de proporcionalidade dependente da natureza de cada corpo denominada calor específico. Assim:

$$Q = m c \Delta T$$

Onde:

Q = quantidade de calor sensível (cal ou J).

c = calor específico da substância que constitui o corpo (cal/g°C ou J/kg°C).

m = massa do corpo (g ou kg).

ΔT = variação de temperatura (°C).

3.3.1 Fluxo de Calor

Para que um corpo seja aquecido, normalmente, usa-se uma fonte térmica de potência constante, ou seja, uma fonte capaz de fornecer uma quantidade de calor por unidade de tempo. Por exemplo, a boca de um fogão a gás. Assim, definimos *fluxo de calor* (Φ), que a fonte fornece de maneira constante, como o quociente entre a quantidade de calor (Q) e o intervalo de tempo de exposição (Δt):

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t}$$

A unidade adotada para fluxo de calor, no sistema internacional, o **Watt (W)**, que corresponde a Joule por segundo, embora na prática usa-se unidade **caloria/segundo (cal/s)** e seus múltiplos: **caloria/minuto (cal/min)** e **quilocaloria/segundo (kcal/s)**.

Lei de Fourier

A lei que rege a condução térmica, também conhecida como lei de Fourier; ela recebeu esse nome em homenagem ao cientista que primeiro estudou detalhadamente a transmissão de calor por condução. A figura 3.6, a seguir, temos uma barra metálica ligada a dois recipientes, um contendo água em ebulição e outro contendo uma mistura de água e gelo. Pela figura vemos, também, que a barra está isolada lateralmente.

Figura 3.6 – Fluxo de calor.



Fonte: Arquivo do autor.

Joseph Fourier, através de experimentos, como o da figura 3.6, conseguiu observar que a temperatura varia linearmente por toda a barra, ou seja, de uma extremidade a outra. Sendo assim, o fluxo de calor Φ através da barra é proporcional à área de seção "A" da barra e à diferença de temperatura, $\Delta T = T_f - T_b$, entre as duas extremidades; e inversamente proporcional ao comprimento, L, da barra. Portanto, a lei de Fourier, ou lei da condução térmica, pode ser expressa por:

$$\Phi = \frac{k \cdot A \cdot \Delta T}{L}$$

Na equação acima, k é uma constante que depende do material e é denominada **condutividade térmica** do material. O valor desse coeficiente é elevado para os bons condutores de calor; e baixo para os maus condutores, conhecidos como isolantes térmicos. A tabela a seguir mostra o valor da condutividade térmica de alguns materiais.

	k (kJ/h.m.°C)
Mármore	8,72
Vidro de Janela	2,80
Betão	2,74
Tijolo	2,49
Gesso	1,56
Arela	1,18
Cimento	1,06
Borracha	0,68
Couro	0,57
Papel	0,47
Cartão	0,23
Madeira	0,21
Wall Mate	0,17
Algodão	0,15
Cortiça	0,15
Lã	0,13
Lã de Rocha	0,03

Fonte: Perry's Chemical Engineer Handbook.

Agora, estudaremos dois efeitos ópticos que ocorrem na superfície das janelas de vidro.

3.4 Reflexão e Refração da Luz

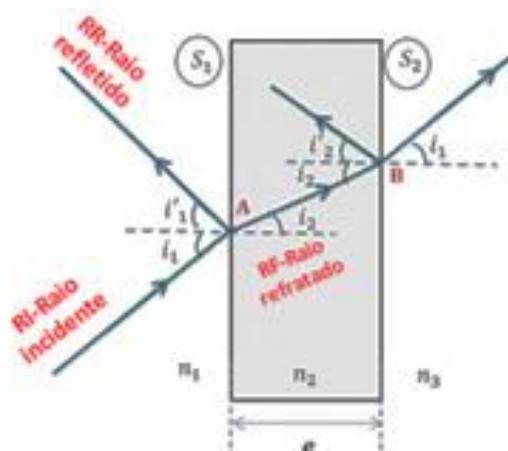
Quando um feixe de luz muda de meio de propagação é possível em geral observar dois efeitos: a reflexão e a refração. O fenômeno da refração ocorre a princípio porque a velocidade da luz varia com a mudança de meio.

A grandeza que caracteriza o meio é o índice de refração do meio n , que depende do comprimento da onda da luz incidente. É definido como a relação entre a velocidade da luz no vácuo c ($3,0 \cdot 10^8$ m/s) e a velocidade de propagação da luz V , incidente no meio considerado. Ou seja:

$$n = \frac{c}{V}$$

Na figura 3.7, vemos um esquema que representa um corte transversal em um “pedaço” de uma janela de vidro. Esse “pedaço de vidro” é chamado de lâmina de faces paralelas.

Figura 3.7 – Reflexão e refração em uma lâmina de faces paralelas.



Fonte: Arquivo do autor.

Na face S_1 de incidência da luz na figura acima representamos os raios de luz incidente (RI), refletido (RR) e refratado (RF). Inicialmente vamos estudar o fenômeno de reflexão na face de incidência S_1 .

3.4a - Leis da Reflexão

Considerando as informações da figura 3.6, vemos que a luz é refletida na face S_1 , considerando-se os ângulos de incidência (i_1), e o ângulo de reflexão (i_1'), como o desvio dos feixes em relação a uma reta normal (N). Podemos enunciar as leis da reflexão:

1ª Lei da Reflexão

A primeira lei da reflexão diz que o raio incidente, o raio refletido e a reta Normal são coplanares. Ou seja, coexiste no mesmo plano geométrico;

2ª Lei da Reflexão

A segunda lei diz que ângulo refletido é igual ao ângulo de incidência.

$$i_1 = i_1'$$

Observando que o raio de luz passou de meio n_1 para o meio n_2 . Vamos estudar agora o fenômeno de refração na face de incidência S_1 .

3.4 b - Leis da Refração

Considerando-se os ângulos de incidência (i_1), e o ângulo de reflexão (i_2), em relação reta normal (N). Podemos enunciar as leis da refração:

1ª Lei da Refração

A 1ª lei da refração diz que o raio incidente, o raio refratado e a reta normal ao ponto de incidência (reta tracejada em S_1) estão contidos no mesmo plano.

2ª Lei da Refração - Lei de Snell

A 2ª lei da refração é utilizada para calcular o desvio dos raios de luz ao mudarem de meio, e é expressa por:

$$n_1 \cdot \text{sen } i_1 = n_2 \cdot \text{sen } i_2$$

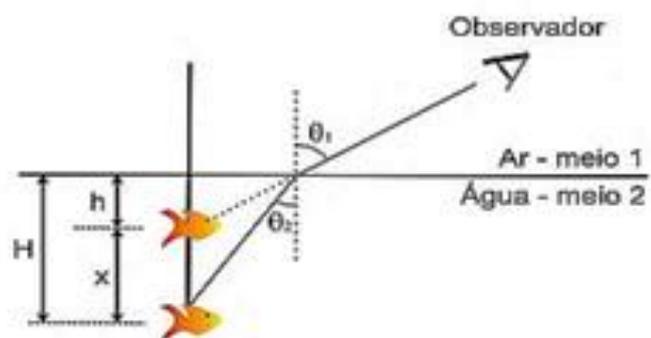
3.5 Diopetro

É todo o sistema formado por dois meios homogêneos e transparentes e, quando separação acontece em um meio plano, chamamos então, diopetro plano. Por exemplo, a separação entre a água e o ar, que são dois meios homogêneos e transparentes quando consideramos dimensões discretas.

Formação de imagens através de um diopetro

Considere um pescador que vê um peixe em um lago. O peixe encontra-se a uma profundidade H da superfície da água. O pescador o vê a uma profundidade h . Conforme mostra a figura abaixo.

Figura 2.8 – Dioptro plano.



Fonte: Arquivo do autor.

A fórmula que determina estas distâncias é:

$$\frac{H}{h} = \frac{n_2}{n_1}$$

LEITURA COMPLEMENTAR: "Janelas do futuro".

Conhece as janelas do futuro? Elas captam energia solar e mudam a opacidade

Construções sustentáveis e novas formas de captar energia. Não é de hoje que esse assunto transita entre os cientistas. Afinal, é preciso pensar em alternativas para diminuir os impactos causados pelo homem ao meio ambiente. Unindo design e engenharia, já começaram a surgir alguns produtos diferentes. As janelas inteligentes são um exemplo. Vários modelos já surgiram, sendo capazes de mudar a sua opacidade de acordo com os raios solares.

Ainda assim, esse objeto continua exercendo fascínio entre os pesquisadores, e sempre surgem novas ideias no mercado. A mais recente foi desenvolvida por uma equipe de engenheiros da universidade alemã Friedrich-Schiller e promete revolucionar o mercado. O motivo? A janela não só muda a sua opacidade, como também capta a energia dos raios solares.



Janelas que geram energia

As janelas projetadas pelos pesquisadores alemães são muito mais funcionais. Feitas com o design da Linha de Fluidos Wide-Area (LaWin), elas usam uma suspensão fluida de partículas de ferro. Esse fluido está contido dentro da janela em uma série de longos canais verticais, permitindo que a janela altere a opacidade e absorva e distribua o calor no ambiente.



O que muda? Primeiramente, a economia. Afinal, a luminosidade do ambiente pode ser controlada por meio de um interruptor que arrasta as nanopartículas fluidas do ferro, deixando a janela totalmente transparente.

Segundo, além de captar a luz do sol e transformar em energia, as janelas suportam sistemas de ar-condicionado interno. Ou seja, dá para resfriar o ambiente usando a energia proveniente das janelas.

Para usar as janelas inteligentes, é necessário integrar os painéis LaWin aos vidros, o que é um processo fácil, pois já existem tecnologias mais avançadas na fabricação de vidro. A instalação é parecida com o processo de criação de vidros duplos e triplos.

Agora, imagine quanto os prédios comerciais e residenciais podem ganhar com essa tecnologia... O custo-benefício vale a pena, pois a tecnologia ajudará a reduzir o gasto com sistemas de refrigeração.

Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/126394-conhece-janelas-futuro-elas-captam-energia-solar-mudam-opacidade.htm>. Acesso em 14 de out. 2019.

MITO OU VERDADE



As Janelas de madeira instaladas em apartamentos não duram muito.

VERDADE! Se você mora em apartamento, esqueça as janelas de madeira. Como elas ficam muito expostas ao sol e chuva elas sofrem diretamente a ação do tempo e não duram muito.

DICA DA UNIDADE



Agora que já entendemos como a janela funciona, queremos usar os conhecimentos aqui adquiridos para utilizar as janelas de um modo mais seguro e eficiente. Segue ótimas dicas!

DICAS:

- ✓ Na hora de instalar as janelas, lembre-se que elas precisam ficar alinhadas e bem presas na estrutura da parede;
- ✓ O ideal é que as janelas sejam sempre proporcionais ao tamanho do ambiente, ou seja, a área da janela é igual à área total do ambiente e dividir por 10. Por exemplo, numa cozinha com 20 metros quadrados fica legal uma janela de 2,0 metros quadrado e numa sala de 30 metros quadrados o melhor é uma janela de 3,0 metros quadrados.
- ✓ Na instalação tome cuidado para não entortar a estrutura da janela, porque pode prejudicar o funcionamento na hora de abrir e fechar.

Portanto, seguindo essas dicas, a sua casa vai ficar cheia de luz e bons ventos.

REFERÊNCIAS DA UNIDADE

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termologia. v. 2, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Fluidos Oscilações e ondas Calor., v. 2, 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2012,

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. Física: eletricidade e magnetismo, óptica. v. 2, 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.; ZEMANSKY, M. W. Física II: Termodinâmica e Ondas.v.2, 10. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

[1] Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=4&Cod=2064>. Acesso em 09 de set. 2019.

[2] Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/787778159799787638/?nic=1>. Acesso em 09 de set. 2019.

[3] Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/janela-de-madeira-maxim-ar-com-vidro-temperado-100cm-x-150cm-madebal-natural-/p/5177406/cj/jnla/>. Acesso em 14 de out. 2019.



EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO

QUESTIONÁRIO

Aula-01: Ventilação cruzada e fluxo de calor

Julgue os itens abaixo e assinale certo ou errado e justifique a sua resposta.

01. A melhor maneira e a mais economicamente para promover a circulação do ar dentro da casa é aplicar o método chamado de ventilação cruzada, CERTO () ERRADO ().

02. A ventilação cruzada ocorre quando o ar entra por uma janela e saia por outra imediatamente oposta originando a circulação do ar dentro dos vãos, CERTO () ERRADO ().

03. Para fazer uma ventilação cruzada, o ideal é poder criar uma corrente de ar com uma porta ou com outra janela localizada na parede do lado oposto, CERTO () ERRADO ().

04. Pode-se definir temperatura de um corpo como grandeza física que mede o grau de agitação de moléculas, ou seja, a energia cinética média das moléculas, CERTO () ERRADO ().

05. Calor é uma forma de energia contida nos corpos, CERTO () ERRADO ().

06. Quando uma enfermeira coloca um termômetro clínico de mercúrio sob a língua de um paciente, por exemplo, ela sempre aguarda algum tempo antes fazer a sua leitura. Pode-se afirmar que esse intervalo de tempo é para que o termometro entre em equilíbrio térmico com corpo do paciente, CERTO () ERRADO ().

07. Um atleta envolve sua perna com uma bolsa de água quente, contendo 600g de água à temperatura inicial de 90°C. Após 4 horas ele observa que a temperatura da água é de 40°C. Considerando o calor específico da água igual 1,0 cal/g. °C. Pode-se afirmar que a perda média de energia da água por unidade de tempo é 7,5 Kcal/h, CERTO () ERRADO ().

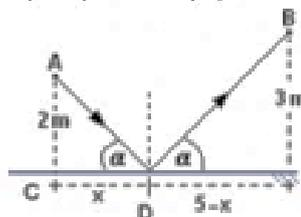
08. Uma casa tem cinco janelas, tendo cada uma um vidro de área 1,5 m² e espessura 3·10⁻³ m. A temperatura externa é -5°C e a interna é mantida a 20°C, mediante o uso de um aquecedor. Sendo condutividade térmica do vidro igual a 0.72 kcal/hm °C. Pode-se afirmar que em 6 horas o calor perdido apenas pelas janelas é de 200 Kcal, CERTO () ERRADO ().

Aula-02: Reflexão e Refração da Luz

01. Um raio de luz incide num espelho plano formando um ângulo de 40° , com o espelho como indica a figura a seguir. Pode-se que o ângulo de reflexão é de 60° , CERTO () ERRADO ().



02. Na figura abaixo, A é uma fonte de luz e B é um ponto que deve ser iluminado por luz proveniente de A, após refletir-se no espelho plano. Pode-se afirmar que a distância x entre os pontos C e D da figura é 2,5 m, CERTO () ERRADO ().



03. Em um determinado líquido velocidade de propagação da luz é 80% daquela verificada no vácuo. Então, o índice de refração desse líquido é 1,25, CERTO () ERRADO ().

04. Considerando o esquema a seguir e, sabendo que $\sin 30^\circ$ é igual $\frac{1}{2}$, e $\sin 60^\circ$ é $\frac{\sqrt{3}}{2}$. Então, o valor do índice de refração relativo $\frac{n_2}{n_1}$ é $\sqrt{3}$, CERTO () ERRADO ().



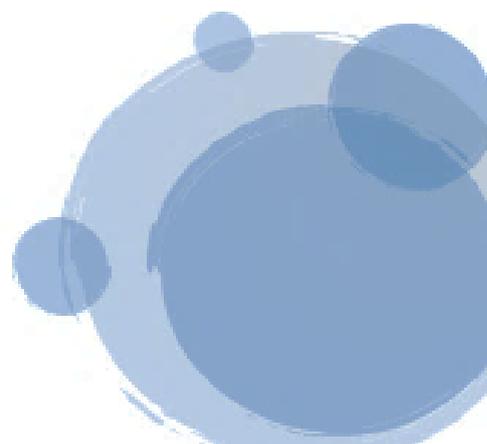
05. Um raio de luz passa do ar para um meio de índice de refração absoluto n . Sendo 45° o ângulo de incidência no ar e 30° o ângulo de refração no meio. Então o valor de n é $\sqrt{2}$, CERTO () ERRADO ().

Um estudante de Física avista um peixe dentro da água e faz as seguintes afirmações relacionadas à imagem que observa:

05. A imagem do peixe vista por fora d'água é uma imagem virtual, pois é formada pelo prolongamento dos raios de luz, CERTO () ERRADO ().

07. Por causa da refração da luz proveniente do meio líquido, o peixe parece estar em uma profundidade maior, CERTO () ERRADO ().

08. Os raios de luz que emanam do peixe e propagam-se em direção perpendicular à interface da água sofrerão refração, mas sua direção de propagação não será alterada, CERTO () ERRADO ().



PROBLEMAS PROPOSTOS

Aula-01: Ventilação cruzada e fluxo de calor

01. Considerando que, em uma região de clima quente e seco, deseje-se desenvolver um projeto arquitetônico e urbanístico voltado ao conforto ambiental, assinale a opção correta⁴.

a) A vegetação a ser utilizada no projeto urbanístico não deve impedir a passagem dos ventos, devendo-se limitar a altura mínima das copas para que, ao mesmo tempo, produzam sombra e não façam barreiras à circulação do ar.

b) O partido arquitetônico deve prever construções alongadas no sentido perpendicular ao vento dominante.

c) As ruas com direção norte-sul devem ter um traçado extenso e reto, devendo-se evitar desvios para favorecer a canalização dos ventos.

d) Como a variação da temperatura noturna não é tão significativa nesse tipo de clima, deve-se prever no projeto aberturas suficientemente grandes para permitir ventilação nas horas do dia em que a temperatura externa esteja mais baixa que a interna.

e) já que não há conveniência de ventilação, pode-se optar pela realização de pequenas aberturas, que propiciarão a proteção da radiação solar direta na construção.

02. Considerando as principais funções da ventilação natural, atente aos itens listados a seguir⁵:

I. manter o ambiente livre de impurezas e odores indesejáveis, e fornecer CO₂ e reduzir

⁴ Disponível em: <https://www.estudegratis.com.br/questoes-de-concurso/materia/arquitetura/assunto/ventilacao>. Acesso em 30 de out. 2019.

⁵ Disponível em: <https://www.estudegratis.com.br/questoes-de-concurso/materia/arquitetura/assunto/ventilacao>. Acesso em 30 de out. 2019.

a concentração de O_2 ;

II. remover o excesso de calor acumulado no interior da edificação produzido por pessoas ou fontes internas;

III. resfriar a estrutura do edifício e seus componentes evitando o aquecimento do ar interno;

IV. facilitar as trocas térmicas do corpo humano com o meio ambiente, especialmente no inverno.

Correspondem a funções da ventilação natural os itens

- a) I e III apenas.
- b) I e II apenas.
- c) II e III apenas.
- d) I, II e III.

03. (Enem PPL 2013) É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta.

No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?

- a) Sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- b) Sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- c) Não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- d) Não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.
- e) Não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes.

04. Uma sala de estúdio é mantida à temperatura de 20°C e encontra-se separada de uma sala vizinha, à temperatura ambiente de 30°C , por uma janela retangular de vidro, de 8,0 mm de espessura, 1,0 m de altura por 1,5 m de largura. Sabendo que a condutividade térmica do vidro é $0,80 \text{ W/m.K}$, o total de calorías transmitidas pela janela, após 4,2 minutos é de, aproximadamente:

- a) 1,50 kcal. b) 37,8 kcal. c) 60,0 kcal. d) 90,0 kcal. e) 126 kcal.

05. Marque a alternativa correta a respeito da Lei de Fourier.

- a) A Lei de Fourier determina a quantidade de calor trocada entre duas regiões de uma superfície em função de suas dimensões.
- b) A Lei de Fourier determina o fluxo de calor entre duas regiões de uma superfície em função de suas dimensões.
- c) A Lei de Fourier mostra que o fluxo de calor entre duas regiões de uma superfície independe de suas dimensões.
- d) Na lei de Fourier, o fluxo de calor e a condutividade térmica do material que compõe a superfície são inversamente proporcionais.
- e) Todas as alternativas anteriores estão incorretas.

Gabarito:

01- A, 02-C, 03- C, 04- D, 05- B

Aula-02: Reflexão e Refração da Luz

01. Analise as proposições a seguir sobre a reflexão da luz:

I – O fenômeno da reflexão ocorre quando a luz incide sobre uma superfície e retorna ao seu meio original;

II – Quando ocorre reflexão difusa, a imagem formada é bastante nítida;

III – Na reflexão regular, os raios de luz propagam-se de forma paralela uns aos outros;

IV – Quando a luz é refletida por uma superfície, o ângulo de reflexão é sempre igual ao ângulo de incidência da luz.

Estão corretas:

- a) I, II e III apenas
- b) I, III e IV apenas
- c) I, II e IV apenas
- d) II, III e IV apenas
- e) todas afirmativas estão corretas

02. Um raio de luz atinge uma superfície metálica, onde reflete. O ângulo entre os raios incidente e refletido mede 35° . O ângulo de incidência mede:

- a) $20,5^\circ$
- b) $17,5^\circ$
- c) $35,0^\circ$
- d) $70,0^\circ$
- e) $75,0^\circ$

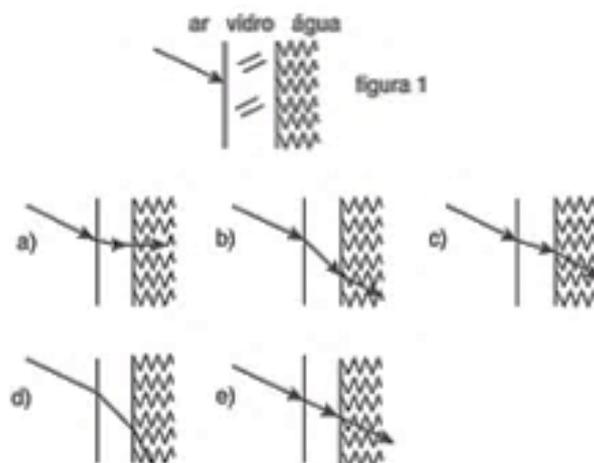
03. (UN. MACKENZIE) A velocidade de propagação da luz em determinado líquido é 50% daquela verificada no vácuo. O índice de refração desse líquido é:

- a) 2,00 b) 1,50 c) 1,25 d) 0,80 e) 0,50

04. (CENTRO DE ED. TECNOLOGIA DO PARANÁ) De acordo com a Lei de Snell-Descartes, para um dado dioptra existe uma razão constante entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de refração. O fator de proporcionalidade desta lei é denominado:

- a) índice de reflexão relativo.
 b) índice de refração relativo.
 c) índice de absorção relativo.
 d) índice de transmissão relativo.
 e) n.r.a.

05. Refração da Luz: (ufmG) A figura 1 a seguir mostra um feixe de luz incidindo sobre uma parede de vidro a qual está separando o ar da água. Os índices de refração são 1,00 para o ar, 1,50 para vidro e 1,33 para a água. A alternativa que melhor representa a trajetória do feixe de luz passando do ar para a água é:



Gabarito: 01- B, 02-B, 03- A, 04- B, 05- C

UNIDADE II

A FÍSICA NO BANHEIRO



▪ Chuveiro Elétrico

4 A FÍSICA NO BANHEIRO-CHUVEIRO ELÉTRICO

Introdução

Quantas vezes você percebeu falta de pressão de água no chuveiro? Pode ser um problema com o abastecimento de água da sua região ou você só precisa seguir as dicas deste desta aula. A pressão da água no chuveiro, e de qualquer torneira na casa é a força com a qual a água sai quando abrimos a torneira ou registro. Se observarmos que a água diminuiu e “sai fraca”, isso pode ter a ver com o redutor, canos de “poucas polegadas” e, também, o que costuma ser o mais comum, instalação hidráulica inadequada do pedreiro. A seguir você verá como resolver esse problema.

4.1 A Falta de pressão da água no chuveiro

Falta de pressão da água em torneiras, chuveiros e vaso sanitário ocorrem, na maioria dos casos, porque a caixa d’água é instalada muito próxima dos pontos de utilização; pois, A distância mínima entre eles é essencial. O reservatório precisa estar num ponto elevado para que a água adquira pressão por meio da gravidade. Para compreendermos como utilizar o desnível entre a caixa d’água e chuveiro para obter mais pressão na saída água precisamos estudar a mecânica dos fluidos.

Figura 4.1 - Instalação da caixa d’água.



Fonte: Referência [1].

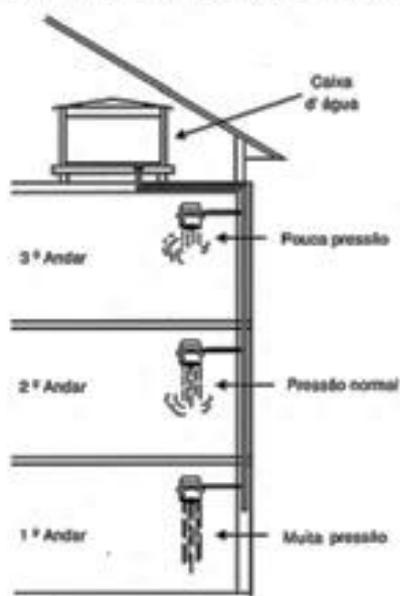
Pressão e vazão da água

Pressão é a razão entre a força exercida por um líquido em uma determinada área de um ponto. E, vazão é o volume de determinado líquido que passa uma área de um ponto em unidade de tempo. E, sabemos que se houver um problema de pressão, há também um problema de vazão. Quando se tem um problema de falta de pressão de água em algum ponto de fornecimento, por exemplo, uma torneira, é necessário avaliar as diversas possibilidades de resolvê-lo sem desobedecer às normas vigentes do sistema de instalações prediais. No Brasil, por exemplo, a norma vigente é a ABNT NBR 15575-6. Para o chuveiro pede-se que a distância entre o nível mais baixo do reservatório e o chuveiro seja de, no mínimo, 150 cm (1,5 m).

Pressão da água em um edifício

A pressão da água de uma residência é diferente da de um edifício de apartamentos: como a pressão hidrostática está diretamente relacionada à altura da coluna de água, quanto mais alta for o edifício, maior será a pressão da água fornecida, figura 4.2.

Figura 4.2 – Pressão da d'água em um edifício.



Fonte: Referência [2].

É por isso que a pressão da água dos pavimentos mais baixos é maior que a dos pavimentos mais altos, que estão mais próximos da caixa d'água. Logo, se faz necessário a instalação de um redutor de pressão nos chuveiros dos pavimentos mais baixos.

O redutor fica acoplado na entrada de água do chuveiro e serve para diminuir o fluxo de água do chuveiro com vazão forte. Sua função principal é de economizar água e preservar o chuveiro em caso de pressão alta de água.

Figura 4.3 – Redutor de pressão nos chuveiros.



Fonte: Arquivo do autor.

A explicação do funcionamento do redutor de pressão está equação geral da conservação da energia em escoamentos, ou seja, a famosa Equação de Bernoulli.

4.2 Mecânica dos fluidos

A Mecânica dos fluidos é a área da física que estuda os fenômenos físicos relacionados aos fluidos (ar, água, etc).

Vamos começar nosso estudo pelos conceitos de densidade e de pressão. Depois veremos os conceitos da Estática dos Fluidos, onde são estudadas as Leis de Stevin, Princípios de Pascal e de Arquimedes.

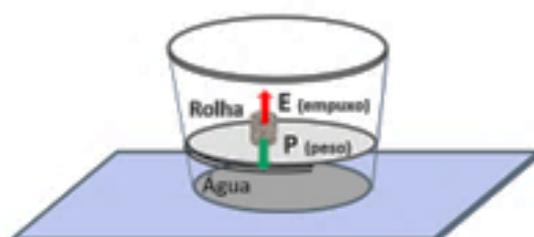
4.2a- Conceitos iniciais

Densidade

A densidade ou massa específica de um corpo é caracterizada através da relação da sua massa com o seu volume. Ou seja, um corpo que possui um grande volume e pouca massa, este corpo têm baixa densidade. Já as substâncias que têm pequeno volume e elevada massa, estas substâncias têm então uma densidade elevada.

Por exemplo, a relação entre a massa e o volume de um navio é inferior à da água e, por isso, o navio flutua sobre a água, como também, uma rolha de cortiça pelo mesmo motivo (rolha de menor densidade que a água) é capaz de flutuar em um copo d'água.

Figura 4.4 – Rolha parcialmente submersa em um copo com água.



Fonte: Arquivo do autor.

Mais a diante veremos o conceito de empuxo, por enquanto, entenda que o empuxo é uma força responsável pela flutuação dos corpos. A expressão da densidade é

$$\mu = \frac{m}{V}$$

Onde: m é massa do corpo e V seu volume.

UNIDADE DE MEDIDA

No Sistema Internacional (SI), a unidade de densidade é Kg/m^3 , mas é muito comum o

uso da unidade g/cm^3 . Veja a tabela a seguir:

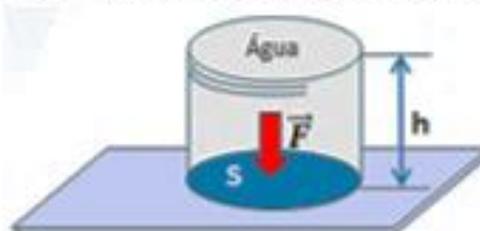
Substância	Densidade [g/cm^3]
Madeira	0,5
Álcool	0,8
Ferro	7,8
Água	1,0

Pressão

A pressão agindo em um ponto de um fluido é igual em todas as direções e pode ser definida pela componente normal da força aplicada por unidade de área de superfície.

Consideremos um recipiente de forma cilíndrica cheio de água, representado na figura 4.5, a seguir.

Figura 4.5 – Pressão no fundo de recipiente com água.



Fonte: Arquivo do autor

A pressão na superfície do fundo do cilindro é

$$\text{Pressão} = \frac{\text{Força Normal}}{\text{Área da base}} \rightarrow p = \frac{F_N}{S}$$

Sendo $F = P = mg$ e $m = \mu V$ então,
 $F = \mu \cdot V \cdot g = \mu \cdot S \cdot h \cdot g$, substituindo na equação anterior, temos

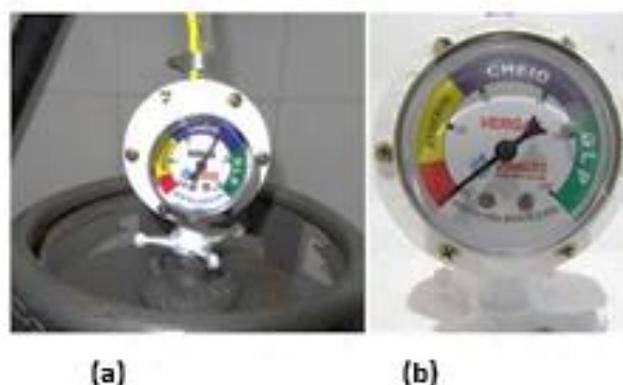
$$p = \frac{\mu \cdot S \cdot h \cdot g}{S} \rightarrow \boxed{p = \mu \cdot g \cdot h}$$

De acordo com a equação acima, pode-se concluir que a pressão da coluna de água sobre a superfície no fundo do recipiente depende da natureza do líquido (água, óleo, mercúrio, etc), do local (gravidade) e da altura da coluna do líquido.

Equipamentos como MANÔMETROS, figura 4.6, medem a pressão tomando a pressão atmosférica como referência, a essa medida dá-se o nome de *pressão manométrica*.

Por fim, convem deixar claro que a unidade de pressão, no SI (Sistema Internacional) o pascal (Pa), vem da sua própria definição, ou seja, força (expressa em newton) dividida pela área (expressa em metros quadrados).

Figura 4.6 – Manômetro.



(a)

(b)

Fonte: Referência [3].

Em (a) vemos o manômetro instalado em um butijão de GLP e em (b) o regulado indicando as posições: verde de 100-125, azul de 50-75, amarelo 25 e vermelho – vazio.

As indicações são determinadas a partir da variação de pressão manométrica do gás no interior do butijão. Ou seja, verde maior pressão do gás, azul pressão intermediária, amarelo pressão baixa e vermelho pressão nula (vazio).

Portanto, Há diversos tipos de pressão. Se definirmos a pressão de um gás tendo como referência a atmosférica então esta é chamado de pressão relativa ou manométrica. Caso contrário, a pressão é dita absoluta.

UNIDADE DE MEDIDA

No Sistema Internacional (SI), a unidade de pressão é N/m^2 ou Pascal (Pa). Mas é muito comum o uso da unidade Kgf/cm^2 . Outra unidade muito usada nos manômetros é psi.

Veja a seguir a relação entre: psi, Pascal (Pa) e $\frac{Kgf}{cm^2}$.

$$1,00 \text{ psi} = 6\,894,76 \text{ Pa} = 0,0703 \frac{Kgf}{cm^2}$$

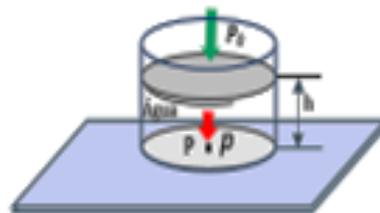
4.2b Estática dos Fluidos

A Estática dos Fluidos é a ramo da física que estuda os fenômenos relacionados aos fluidos parados. Os conhecimentos da estática dos fluidos são usados para determinar pressões atuando nas paredes de uma caixa d'água, em uma comporta de uma barragem, as forças atuando em um sistema hidráulico e o empuxo que recebe os corpos submersos nos fluidos. Vamos estudar três princípios: Stevin, Pascal e Arquimedes.

Teorema de Stevin

Teorema de Stevin ou lei de Stevin é o princípio que mostrou a relação da pressão que atua em um ponto do fluido e a altura em que esse ponto está situado (profundidade).

Figura 4.7 – Pressão em um ponto de fluido.



Fonte: Arquivo do autor

A pressão no ponto P é dada pela equação:

$$P_P = P_0 + P_{Hidrostática}$$

$$p_p = p_0 + \mu \cdot g \cdot h$$

Pela equação anterior pode-se concluir que quanto maior a profundidade de um ponto, em um líquido em repouso, maior será a pressão atuante nesse ponto.

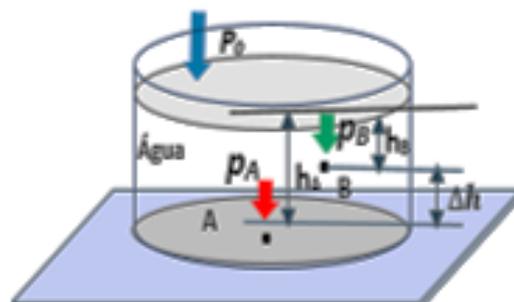
Onde p_0 é a pressão atmosférica seu valor no nível do mar é:

$$1 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} \cong 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

e, h é a profundidade.

Pode-se aplicar o teorema de Stevin para determinar a diferença de pressão Δp entre os pontos A e B dentro de um líquido em equilíbrio. Deste modo, vamos considerar as informações indicadas na figura 4.8, a seguir e determinar Δp_{AB} .

Figura 4.8 – Pressão entre dois pontos de fluido.



Fonte: Arquivo do autor.

Aplicar o teorema de Stevin nos pontos A e B, temos

$$a) p_A = p_0 + \mu g h_A \quad (01)$$

$$b) p_B = p_0 + \mu g h_B \quad (02)$$

A diferença de pressão entre A e B é

$$\Delta p_{AB} = p_A - p_B \quad (03)$$

Substituído (01) e (02) em (03), temos:

$$\Delta p_{AB} = p_A - p_B$$

$$\Delta p_{AB} = p_0 + \mu g h_A - (p_0 + \mu g h_B)$$

$$\Delta p_{AB} = p_0 + \mu g h_A - p_0 - \mu g h_B$$

$$\Delta p_{AB} = \mu g h_A - \mu g h_B$$

$$\Delta p_{AB} = \mu g (h_A - h_B)$$

$$\Delta p_{AB} = \mu g \Delta h$$

De acordo com a expressão anterior podemos concluir que a diferença de pressão entre dois pontos de um mesmo líquido em equilíbrio é igual a pressão da coluna líquida entre os pontos.

A partir dessa conclusão, pode-se afirmar que se os dois pontos estiverem no mesmo nível, ou seja, $\Delta h = 0$, então, $\Delta p_{AB} = 0$; sendo assim, tem-se

$$0 = p_A - p_B$$

$$p_A = p_B$$

Portanto, dois pontos em um mesmo nível, em um líquido em equilíbrio suportam a mesma pressão hidrostática.

Aplicações do Teorema de Stevin

Vasos comunicantes

É um conjunto de recipientes que contêm um fluido homogêneo, ou seja, quando o

líquido se acomoda, ele fica equilibrado na mesma profundidade em todos os recipientes, independentemente de sua forma e de seu volume. Esse processo é uma consequência da lei de Stevin e ocorre graças à gravidade e à pressão constantes em cada vaso.

Figura 4.9 – Vasos comunicantes.

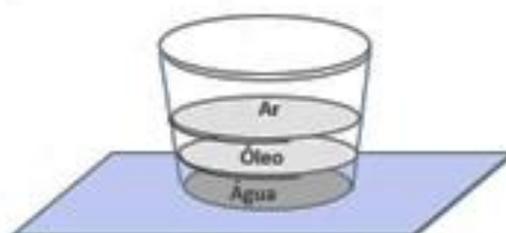


Fonte: Referência [4].

Tubo em forma de "U"

Quando dois líquidos que não se misturam (imiscíveis) são colocados em um mesmo recipiente, o líquido de maior densidade ocupa a parte de baixo e o de menor densidade a parte de cima, como por exemplo, água e óleo, figura 4.10. A superfície de separação entre eles é horizontal.

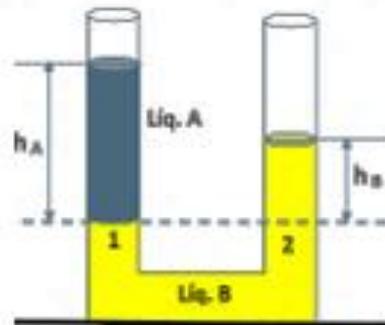
Figura 4.10 – diferença de densidade entre a água, óleo e o ar.



Fonte: Arquivo do autor.

Na figura 4.11, temos um tubo em forma de U que contém dois líquidos diferentes, o líquido A e o líquido B, que não se misturam. Vamos considerar as pressões p_1 e p_2 nos pontos 1 e 2, localizadas em um mesmo nível horizontal que passa pela superfície de separação entre os líquidos A e B.

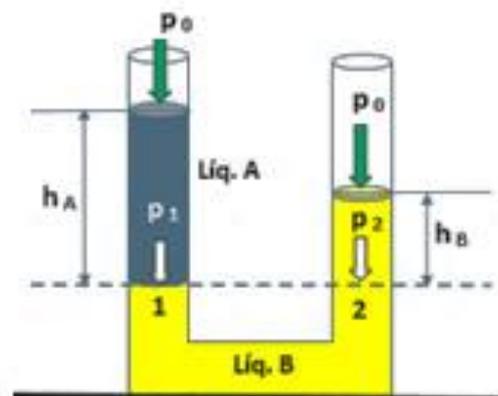
Figura 4.11 – Tubo em forma de U ocupado pelo líquidos A e B.



Fonte: Arquivo do autor.

Considerando as pressões indicadas na figura 4.12, e que nos pontos 1 e 2 do mesmo líquido (A) em repouso.

Figura 4.12 – Representação da pressão atmosférica p_0 e da pressão hidrostática p_1 e p_2 dos líquidos A e B.



Fonte: Arquivo do autor.

Aplicando a lei de Stevin, podemos dizer que as pressões p_1 e p_2 são iguais, isto é:

$$p_1 = p_2 \quad (01)$$

Se novamente aplicarmos a Lei de Stevin, poderemos encontrar o valor de p_1 e p_2 , sendo

assim, temos:

$$p_1 = p_0 + \mu_A g h_A \quad (02)$$

$$p_2 = p_0 + \mu_B g h_B \quad (03)$$

Em que, nas equações acima, p_0 é a pressão atmosférica e h_A e h_B são as alturas das superfícies livres dos líquidos A e B em relação aos pontos 1 e 2, isto é, em relação a reta horizontal que passa pela superfície de separação entre os dois líquidos.

Substituído as equações (02) e (03) em (01), obteremos:

$$p_1 = p_2$$

$$p_0 + \mu_A g h_A = p_0 + \mu_B g h_B$$

Finalmente, simplificando p_0 e g , vem:

$$\mu_A h_A = \mu_B h_B$$

Portanto, de acordo com a equação acima, e também tomando como base a figura 4.12, podemos dizer que a altura da coluna dos líquidos h_A e h_B são *inversamente* proporcional as densidades μ_A e μ_B dos líquidos. Isto é, quanto *maior* a densidade *menor* a altura da coluna líquida.

Lei de Pascal

A lei de Pascal é o princípio físico que rege o funcionamento de dispositivos hidráulicos, tais como, elevadores para carros, os freios hidráulicos e todos os sistemas hidráulicos e pneumáticos utilizados nas indústrias.

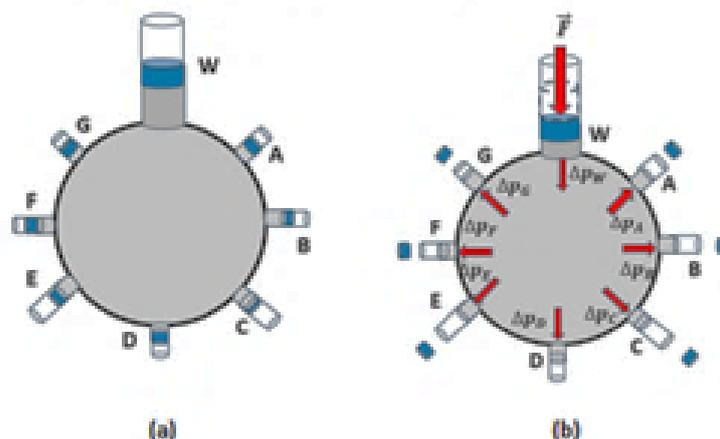
Considerando um fluido ideal ou incompressível (são fluidos que tem a capacidade de opor-se à compressão do mesmo sob qualquer condição) a lei ou o princípio de Pascal afirma que:

“A variação de pressão provocada em um ponto de um fluido ideal em equilíbrio se transmite integralmente a todos os pontos do fluido e das paredes do recipiente que o contém.”

Na figura 4.13, em (a) vemos um recipiente constituído de oito êmbolos (ou pistões) cheio de um líquido ideal em equilíbrio.

Aplicando-se uma força \vec{F} no êmbolo W, ele sofre um deslocamento que provoca uma variação de pressão Δp_W no ponto W do líquido e, de acordo com a lei de Pascal esse acréscimo de pressão se transmite integralmente a todos os pontos do líquido. Então, verifica-se em (b) que o acréscimo de pressão nos êmbolos A, B, C, D, E, F e G são iguais.

Figura 4.13 – Representação da lei de Pascal.



Fonte: Arquivo do autor.

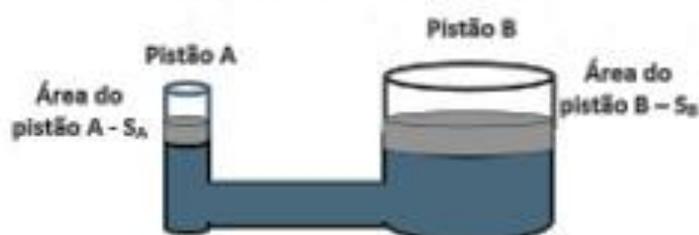
Aplicação da lei de Pascal

Prensa hidráulica

A prensa hidráulica é um dispositivo largamente utilizado com finalidade principal de multiplicador de forças. A prensa hidráulica é constituída de um tubo em U, sendo que

os ramos possuem áreas da secção transversal diferentes. Um tubo une esses ramos e o sistema é preenchido com um líquido ideal, aprisionado por dois pistões figura 3.14.

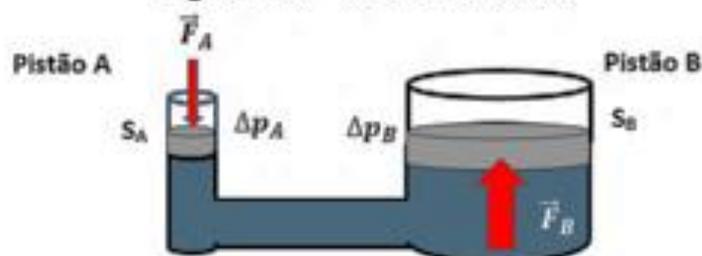
Figura 4.14 – Prensa hidráulica.



Fonte: Arquivo do autor.

De acordo com a lei de pascal, o acréscimo de pressão em um pistão se transmite integralmente para o outro, ou seja, exercendo uma força F_A no pistão A ele se desloca originando um acréscimo de pressão e, esse acréscimo de pressão se transmite integralmente para o pistão B originando uma força F_B , como vemos na figura 3.15.

Figura 4.15 – Prensa hidráulica.



Fonte: Arquivo do autor.

Retomando a figura 3.15, que ilustra dois recipientes cilíndricos de áreas transversais diferentes e interligados por um tubo, pode-se escrever:

$$\Delta p_A = \frac{F_A}{S_A}$$

$$\Delta p_B = \frac{F_B}{S_B}$$

De acordo com a lei de pascal, temos

$$\Delta p_A = \Delta p_B$$

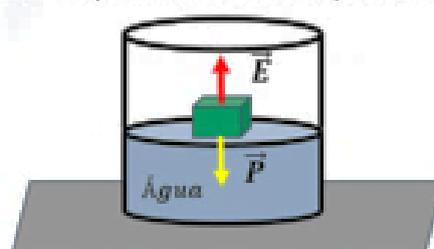
$$\frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B}$$

Dessa forma, pode-se observar que a intensidade da força é diretamente proporcional à área do pistão. Ou seja, uma força pequena F_A é capaz de suportar, no outro pistão, um peso muito grande. Por isso, que esse dispositivo é denominado, às vezes, de multiplicador de força.

Princípio de Arquimedes

O sábio grego Arquimedes (200 anos ac) descobriu, enquanto tomava banho, que um corpo imerso na água se torna mais leve devido a uma força, exercida pelo líquido sobre o corpo, vertical e para cima, que alivia o peso do corpo. Essa força, do líquido sobre o corpo, é chamada **empuxo**. Assim, quando um corpo se encontra imerso em um fluido, agem duas forças: a força peso (\vec{P}), devida à interação com o campo gravitacional terrestre, e a força de empuxo (\vec{E}), devida à interação do corpo com o fluido. Na figura 4.16, a seguir, representamos essas forças atuando sobre um corpo imerso na água.

Figura 4.16 – Empuxo sobre um corpo imerso na água.



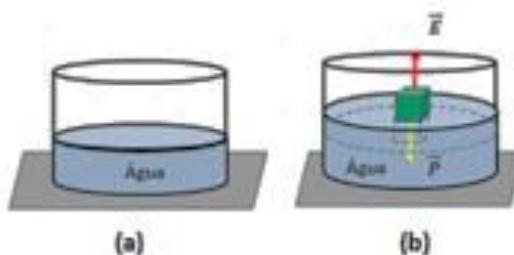
Fonte: Arquivo do autor

Princípio de Arquimedes

Todo corpo mergulhado num fluido (líquido ou gás) sofre, por parte do fluido, uma força vertical para cima, cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo.

Consideremos um recipiente contendo certa quantidade de água, figura 4.17a; em seguida, vamos colocar sobre a água um corpo rígido de volume V , após o equilíbrio, percebemos que o corpo flutua na superfície da água e esta se desloca para cima, figura 4.17b. Então, de acordo com o princípio de Arquimedes o corpo recebe uma força vertical para cima, cuja intensidade é igual ao peso da água deslocada pelo corpo.

Figura 4.17 – Empuxo sobre um corpo imerso na água.



Fonte: Arquivo do autor

$$E = P_{Liq.Desl.}$$

$$E = d_{Liq.} \cdot V_{Liq.Desl.} \cdot g$$

Onde:

E = Empuxo (N)

$d_{Liq.}$ = Densidade do fluido (kg/m^3)

$V_{Liq.Desl.}$ = Volume do fluido deslocado (m^3)

g = Aceleração da gravidade (m/s^2)

Observação:

O valor do empuxo não depende da densidade do corpo que é imerso no fluido, mas podemos usá-la para saber se o corpo flutua, afunda ou permanece em equilíbrio com o fluido:

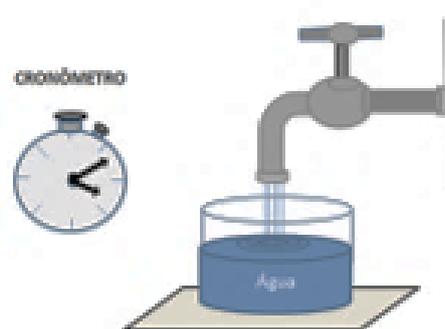
- ✓ Se densidade do corpo for maior que a densidade do fluido: o corpo afunda
- ✓ Se densidade do corpo for igual a densidade do fluido: o corpo fica em equilíbrio com o fluido
- ✓ Se densidade do corpo for menor que a densidade do fluido: o corpo flutua na superfície do fluido

4.2c- Noções de Dinâmica dos Fluidos

Vazão (Q)

Um exemplo clássico para a medição de vazão é a realização do cálculo a partir do enchimento completo de um reservatório através da água que escoa por uma torneira aberta, como mostra a figura 4.18.

Figura 4.18 – Exemplo clássico para a medição de vazão.



Fonte: Arquivo do autor.

Considere que ao mesmo tempo em que a torneira é aberta um cronômetro é acionado. Supondo que o cronômetro foi desligado assim que o balde ficou completamente cheio marcando um intervalo de tempo (Δt), uma vez conhecido o volume (V) do balde e o Δt para seu completo enchimento, a equação a seguir determina a vazão volumétrica da torneira.

$$Q = \frac{V}{\Delta t}$$

Onde:

Q = Vazão (m^3/s)

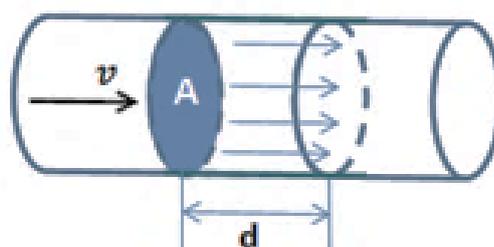
V = Volume (m^3)

Δt =Intervalo de tempo (s)

Na prática a vazão é pode ser expressa em L/s (litros por segundos), m^3/h (metros cúbicos por hora), etc.

Outra forma matemática de se determinar a vazão volumétrica é através do produto entre a área da seção transversal do conduto e a velocidade do escoamento neste conduto como pode ser observado na figura 4.19, a seguir.

Figura 4.19 – Vazão durante o escoamento de um fluido em conduto.



Fonte: Arquivo do autor.

A partir dos conceitos básicos de cinemática, sabe-se que a relação $d/\Delta t$ é a velocidade

do escoamento, portanto, pode-se escrever a vazão da seguinte forma:

$$Q = \frac{V}{\Delta t} = \frac{A \cdot d}{\Delta t} = A \cdot v$$

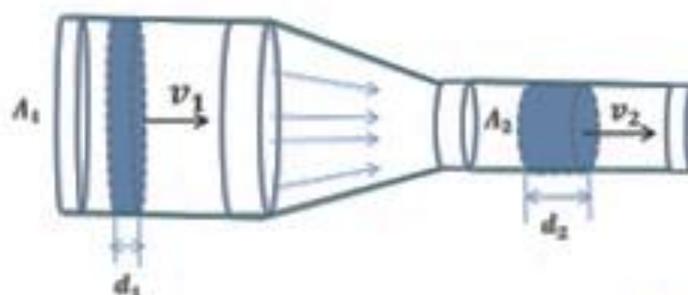
$$Q = A \cdot v$$

Equação da Continuidade

Um evento bastante trivial mostra que é possível aumentar a velocidade da água que sai de uma mangueira de jardim fechando parcialmente o bico da mangueira com o dedo. Esta variação na velocidade está diretamente relacionada ao fato de alterarmos a secção da área de saída de água da mangueira.

Observando a figura 4.20, a seguir, é fato simples de compreender (principalmente quando consideramos o fluido ideal) que a quantidade de água que entra na mangueira com velocidade v_1 deve ser a mesma que sai com velocidade v_2 , já que não há, no decurso, nenhuma fonte nem sumidouro de fluido. Ou seja, a vazão de líquido deve ser constante.

Figura 4.20 – Vazão durante o escoamento de um fluido em conduto.



Fonte: Arquivo do autor.

Então, pode-se escrever matematicamente:

$$\Delta V_{Entrada} = \Delta V_{Saída}$$

$$A_1 d_1 = A_2 d_2$$

$$A_1 v_1 \Delta t_1 = A_2 v_2 \Delta t_2$$

Como a vazão é constante:

$$\Delta t_1 = \Delta t_2$$

Então, a equação fica reduzida à:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Esta relação entre a velocidade do fluido e a área de secção por onde ele passa é chamada **Equação da Continuidade**.

A equação anterior pode ser escrita como:

$$A \cdot v = \text{Constante}$$

Por fim, é comum alguns acreditarem que a água que sai da mangueira com maior velocidade, em virtude da redução da área, tem sua pressão aumentada. No entanto, acontece exatamente ao contrário. Ou seja, a pressão nesta condição é menor. A explicação deste fenômeno se faz necessário uma análise do ponto de vista da Equação de Bernoulli.

4.3 Funcionamentos do Chuveiro Elétrico

O chuveiro elétrico comum possui uma câmara onde a água penetra e entra em contato com um elemento de aquecimento (resistência elétrica) ligado à rede de energia.

A corrente somente pode passar pelo elemento de aquecimento, ligando-o à rede de

energia, quando o registro for aberto e a água pressionar uma peça denominada diafragma, conforme a figura 4.21, a seguir.

Figura 4.21 – Chuveiro elétrico.



Fonte: Referência [5].

O diafragma é de borracha e se encurva encostando os contatos elétricos que estabelecem a corrente elétrica na resistência. Assim, quando a resistência elétrica aquece troca calor com a água dentro da câmara.

Temperatura da água

A temperatura da água depende de vários fatores: a) O primeiro é a potência elétrica dissipada pela resistência do elemento de aquecimento. Ou seja, quanto mais curta for a resistência (menor comprimento do fio), maior é a corrente que circula e, portanto, maior é a quantidade de calor dissipada e trocada com a água.

A chave "inverno" e "verão" que existe no chuveiro ou "quente" e "mais quente" selecionam duas posições do elemento de aquecimento, de modo que circule mais ou menos corrente, conforme indicado na figura 4.19.

Figura 4.19 – Elemento de aquecimento de chuveiro de duas posições.



Fonte: Arquivo do autor

Portanto, quando a chave está na posição em que a “resistência é mais curta”, o chuveiro aquece mais, porque passa corrente com maior intensidade pelo elemento de aquecimento.

O segundo fator a ser considerado é a vazão de água que passa pela câmara do chuveiro. Se mais água passar pelo elemento, ele deve produzir mais calor para obter a mesma temperatura. Assim, se tomarmos como exemplo dois chuveiros de mesma potência, veremos que aquece menos o que está instalado em um local onde a pressão da água é maior e, portanto, sua vazão é maior.

4.4 Noções de eletrodinâmica

Eletrodinâmica é a parte da física que estuda as cargas elétricas em movimento.

Corrente elétrica

A corrente elétrica é o movimento ordenado de portadores de cargas elétricas. Nos metais esses portadores são os elétrons.

Na figura 4.20, vemos um condutor elétrico conectando uma chave e uma lâmpada aos polos do gerador (aparelho que fornece uma diferença de potencial elétrico ao circuito. Quando a chave é ligada, os elétrons livres do condutor se movimentam ordenadamente do polo negativo para o polo positivo, esse movimento ordenado dos elétrons é denominado corrente elétrica.

Figura 4.20 – Circuito elétrico simples.



Fonte: Arquivo do autor

A quantidade de carga elétrica ΔQ que atravessa uma seção transversal do condutor por um determinado intervalo de tempo Δt determina a **intensidade de corrente elétrica**, expressa por:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Onde:

i = intensidade da corrente elétrica

ΔQ = quantidade de carga elétrica

Δt = intervalo de tempo

A unidade de medida utilizada para corrente elétrica é o Coulomb/segundo (C/s), esta unidade recebe o nome de ampère (A).

Resistência elétrica

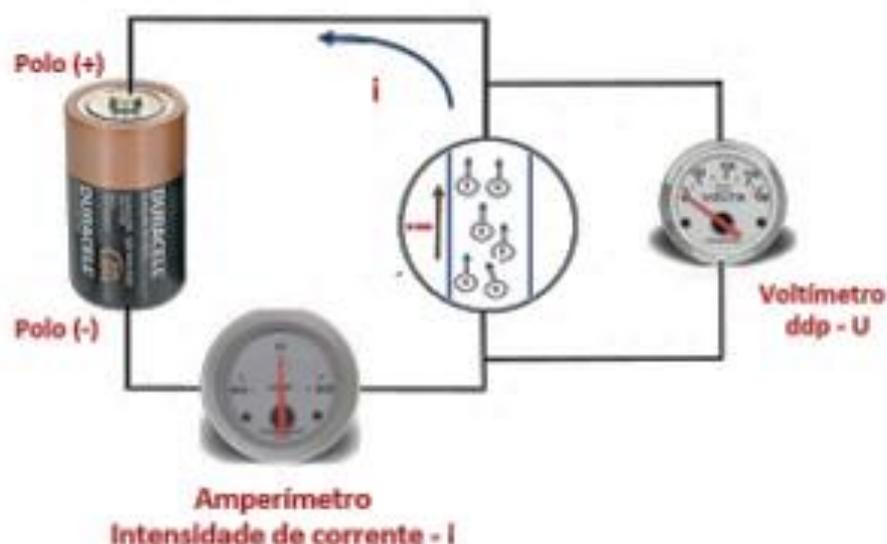
Os metais com já sabemos são bons condutores de eletricidade, ou seja, temos vários elétrons livres. E o movimento ordenado destes elétrons forma a corrente elétrica. Sabe-se, também, que na prata os elétrons livres têm maior facilidade para se movimentarem do que no cobre e no chumbo. Essa dificuldade que o chumbo apresenta à passagem da corrente elétrica é expressa por uma propriedade física da matéria chamada resistência elétrica.

Portanto, resistência elétrica é a oposição que os condutores apresentam à passagem da corrente elétrica. E, Se aplicarmos uma diferença de potencial nas extremidades de fios constituídos destes metais, teríamos uma corrente elétrica de maior intensidade na prata, seguida do cobre e, por último do chumbo que ofereceria maior dificuldade a passagem dos portadores de carga elétrica.

Primeira lei de Ohm

Seja um fio feito de material condutor ligando-se esse fio aos pólos de uma pilha, como vemos na figura 4.21. Sabe-se que a pilha estabelece uma diferença de potencial (ddp – U) no fio condutor e, conseqüentemente, uma corrente elétrica. Para se determinar o valor da corrente elétrica, coloca-se em série no circuito um amperímetro (instrumento que indica a intensidade de corrente no fio) e, em paralelo, um voltímetro que permitirá a leitura da tensão elétrica como podemos ver na figura 4.21. Com o circuito montado e funcionando, faremos as medições de tensão e corrente através dos aparelhos instalados.

Figura 4.21 – Circuito elétrico simples com medidores de intensidade de corrente e de tensão.



Fonte: Arquivo do autor

Agora vamos dobrar a diferença de potencial da pilha (podemos fazer isso ligando uma segunda pilha, igual a primeira, em série com a primeira). Como consequência dessa alteração, o voltímetro indicará o dobro da tensão anterior, e o amperímetro marcará o dobro da intensidade de corrente elétrica. E, finalmente, triplicarmos a diferença de potencial, como já vimos, triplicarmos a corrente elétrica. Então, isso quer dizer que a razão entre a diferença de potencial e a corrente elétrica tem um valor constante. Ou seja:

$$\frac{U}{i} = \frac{2U}{2i} = \frac{3U}{3i} = \text{Constante} = R \text{ (Resistência do fio)}$$

Portanto, a primeira lei de Ohm estabelece que a razão entre a diferença de potencial e a intensidade de corrente elétrica em um condutor é igual a resistência elétrica desse condutor.

$$\frac{U}{i} = R \quad \text{ou} \quad U = R \cdot i$$

A primeira lei de Ohm foi estabelecida tendo como base um condutor de resistência elétrica constante. Esses condutores são chamados de **condutores ôhmicos**

Unidade de medida

A unidade de resistência elétrica no Sistema Internacional é:

$$\text{Unidade (R)} = \frac{\text{Unidade (U)}}{\text{Unidade (i)}} = \frac{\text{Volts (V)}}{\text{ampère (a)}} = \text{ohm } (\Omega)$$

Resistor

Resistores são dispositivos elétricos com a propriedade básica de conversão de energia elétrica em energia térmica, esse fenômeno é chamado de efeito Joule e ocorre, por exemplo, no interior dos chuveiros elétricos, ferro elétrico de passar roupas, sanduicheiras, etc. No nos diagramas de circuitos elétricos os resistores são representados pelos símbolos a seguir:

Figura 4.22 – Eepresentação gráfica dos resistores.

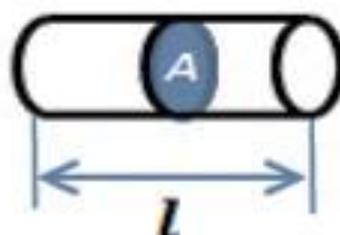


Fonte: Arquivo do autor

Segunda lei de Ohm

Considere um condutor de forma cilíndrica de comprimento l e de seção transversal A . Sabe-se que sua resistência elétrica será maior quanto maior for ser comprimento l , e a seção transversal A for menor. E, caso contraria sua resistência elétrica será menor. Verifica-se, também, que sua resistência depende do material do qual é feito o condutor.

Figura 3.23 – Condutor cilíndrico.



Fonte: Arquivo do autor

Considerando as condições exposta acima, Ohm concluiu:

“A resistência elétrica de um condutor homogêneo de seção transversal constante é diretamente proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional à sua área de seção transversal e depende do material do qual ele é feito”.

Portanto, a 2ª Lei de Ohm, é expressa da seguinte forma:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Onde: ρ (letra grega Rô) representa a resistividade elétrica do condutor e a sua unidade de medida é dada em $\Omega \cdot m$ no SI.

A resistividade é uma característica do material usado na constituição do resistor. Na tabela abaixo temos a resistividade de alguns materiais mais utilizados nas indústrias eletroeletrônicas.

Metal	Resistividade em $10^{-8}\Omega \cdot m$
Cobre	1,69
Ouro	2,44
Prata	1,68
Tungstênio	5,25

Por fim, considera-se a resistividade elétrica do material como uma constante. Mas, ele varia com a temperatura que o condutor estar submetido.

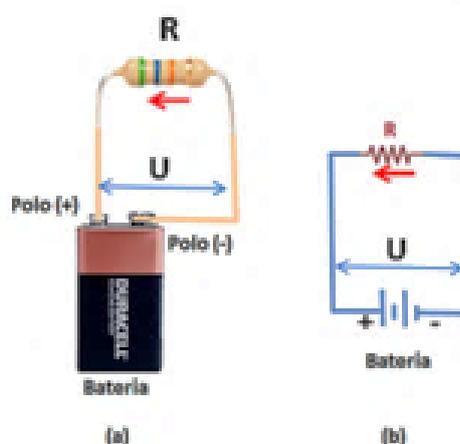
Potência Elétrica

Nos dias atuais fala-se muito em economia de energia elétrica e, para essa economia deve-se verificar, na compra de um aparelho elétrico, uma grandeza muito importante denominada de potência elétrica nominal do aparelho.

A potência elétrica de um aparelho é definida como a rapidez com que um trabalho elétrico é realizado. Ou seja, é a medida do trabalho realizado por uma unidade de tempo. No sistema internacional de medidas a unidade de potência é o watt (W).

Considerando um resistor de resistência R ligado a uma fonte de energia elétrica, uma bateria, por exemplo, cuja tensão é U . Sabe-se que nestas condições o resistor é percorrido por uma corrente elétrica i . Figura 4.24, a seguir.

Figura 4.24 – Circuito elétrico simples.



Fonte: Arquivo do autor

Na figura 4.24 – Em (a) vemos os componentes físicos um circuito elétrico simples e em (b) temos a representação esquemática desse circuito.

No caso dos equipamentos elétricos, a potência indica a quantidade de energia elétrica que foi transformada em outro tipo de energia por unidade de tempo. Então, a potência

dissipada pelo resistor é:

$$P = \frac{\tau_{P(\text{elétrica})}}{\Delta t} \rightarrow P = \frac{q \cdot U}{\Delta t} \rightarrow P = U \cdot i$$

Sendo $U = Ri$, então

$$P = R \cdot i \cdot i \rightarrow P = R \cdot i^2$$

Energia Elétrica

A energia elétrica é produzida nas usinas hidrelétricas, eólicas, solares, termoelétricas, nucleares, etc. No Brasil, cerca de 90% da energia elétrica é produzida nas Usinas Hidrelétricas. A maior Usina Hidrelétrica do Brasil é a de **Itaipu**, localizada no Rio Paraná, na fronteira entre o Brasil e Paraguai, figura 4.25, a seguir.

Figura 4.25 - Usina Híbrida de Itaipu.



Fonte: Referência [6].

Nas Usinas Hidrelétricas, utiliza-se a energia mecânica da água represada nos dos rios, que é convertida em elétrica. Nos dias atuais essa forma de energia é indispensável em nossas casas, pois, seu uso em computadores, baterias, eletrodomésticos, iluminação, televisores, dentre outros, já faz parte de nossas vidas.

Cálculo da energia consumida em nossas casas

No Sistema Internacional (SI), a unidade de medida de energia elétrica é representada

em joule (J). Entretanto, a unidade mais utilizada é o quilowatt-hora (kWh), como podemos ver na medição do consumo de energia elétrica feita pelas companhias de distribuição.

Para calcular a energia elétrica utiliza-se a seguinte equação:

$$E_{\text{elét.}} = P \cdot \Delta t$$

Onde:

$E_{\text{elét.}}$ = energia elétrica.

P = potência.

Δt = variação do tempo.

Para calcular o consumo de energia elétrica nos aparelhos presentes em casa utilizamos a equação:

$$C = \frac{P \cdot T}{1000}$$

Onde:

C = consumo de energia em quilowatt hora.

T = tempo de uso do aparelho elétrico em horas (h).

P = potência do aparelho em Watts (W).

Chegou a hora de respondermos a seguinte pergunta: qual o custo mensal de energia elétrica de um banho diário de 10 minutos ?

Como já sabemos a potência do equipamento usado em determinada tarefa é muito importante no cálculo de seu consumo. Logo, vamos considerar a potência do chuveiro de 5000 W e sedo de 10 minutos durante um dia, temos:

a) Quantidade de horas mensais

$T = 10 \times 30 = 300$ minutos, onde 30 é a quantidade de dias no mês.

Convertendo o tempo de minutos para horas, tem-se

$$T = \frac{300}{60} = 5 \text{ h.}$$



a) Calculando a energia consumida

$$\text{Aplicando a fórmula: } C = \frac{P \cdot T}{1000} = \frac{5000 \cdot 5}{1000} = 25 \text{ Kwh}$$

A energia consumida pelo chuveiro durante o mês é de 25 Kwh. Contudo, o valor em reais vai depender do valor cobrado pela concessionária de energia que distribui na sua cidade. Ou seja, vamos calcular esse valor no dia de hoje (27 de outubro de 2019) em uma residência de classe média da cidade de Maceió, no estado de Alagoas, o KWh custa 1,041, considerando os impostos. Então:

$$V(\text{Reais}) = C \cdot K = 25 \cdot 1,041 = 26,025$$

Portanto, o custo mensal pelo uso da energia elétrica pelo chuveiro, considerando as condições descritas acima é de aproximadamente R\$ 26, 03.

Associação de Resistores

Na prática, é frequente necessitarmos de um resistor de cujo valor de resistência elétrica não dispõe no mercado. Nestes casos, a solução do problema é obtida através da associação de outros resistores com a finalidade de se obter o resistor desejado. Podemos associar resistores das mais variadas formas, mas daremos um destaque especial, neste material, às associações em série, paralelas e mistas.

Associação em Série

Um conjunto de resistores está associado em série quando todos os resistores forem percorridos pela mesma corrente elétrica. Na associação em série os resistores são ligados um em seguida ao outro, ou seja. A figura 4.26, ilustra uma associação em série de três resistores.

Figura 4.26 – Resistores associação em série.



Fonte: Arquivo do autor

Para determinarmos o resistor equivalente a uma associação em série de resistores, devemos lembrar que a corrente elétrica é a mesma, tanto para o resistor equivalente quanto para os resistores associados, e que a ddp no resistor equivalente é a soma das ddp's em cada resistor associado. Ou seja:

$$U_{eq} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

$$\text{e sendo } U = R \cdot i$$

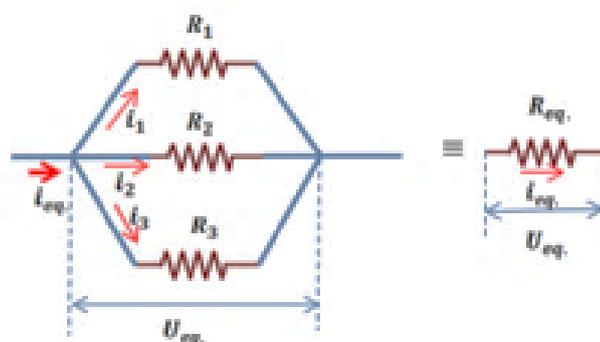
$$\text{temos: } R_{eq} \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i + \dots + R_n \cdot i$$

$$\text{Portanto, } R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Associação em Paralelo

Um conjunto de resistores está associado em paralelo quando todos os resistores estiverem submetidos à mesma diferença de potencial. E, para que isso aconteça os resistores devem ser ligados aos mesmos pontos, conforme a figura 4.27, a seguir:

Figura 4.27 – Resistores associação em paralelo.



Fonte: Arquivo do autor

O resistor equivalente de uma associação de resistores em paralelo deve-se lembrar de que todos os resistores estão submetidos à mesma ddp e que a corrente elétrica total da associação é a soma das correntes elétricas em cada resistor. Assim temos:

$$U_{eq} = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

$$i_{eq} = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n \text{ e, sendo } i = \frac{U}{R}$$

$$\text{Temos: } \frac{U_{eq}}{R_{eq}} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3} + \dots + \frac{U_n}{R_n}$$

Portanto,
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Casos Particulares:

a) No caso dos n resistores apresentarem a mesma resistência, ou seja, $R_1 = R_2 = \dots = R_n = R$, o resistor equivalente terá uma resistência dada por:

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

b) Se a associação é composta por apenas dois resistores R_1 e R_2 , o resistor equivalente é dado por:

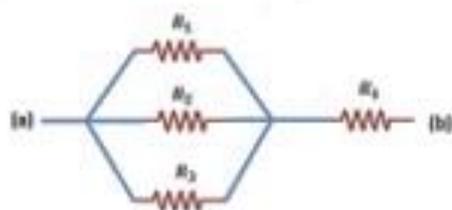
$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Portanto, a resistência equivalente é dada pelo produto dividido pela soma das resistências dos resistores associados.

Associação Mista

Denominamos associação mista de resistores toda associação que pode ser reduzida à associação em série e em paralelo, figura 4.28, a seguir:

Figura 4.28 – Resistores associação em paralelo.



Fonte: Arquivo do autor

Para calcularmos o resistor equivalente a uma associação mista, devemos resolver as associações singulares (série ou paralelo) que estão evidentes e, a seguir, simplificar o circuito até uma única ligação singular.

MITO OU VERDADE



O banho quente pode ressecar a pele e os cabelos?

VERDADE! A água quente, sobretudo quando em contato com corpo por um tempo mais longo, remove o manto lipídico (responsável por reter a umidade natural da derme e dar suavidade à sua textura), que retém a umidade natural a pele. Além disso, o uso de buchas ajuda a agravar o problema.



DICA DA UNIDADE

Agora que já entendemos como o chuveiro funciona, queremos usar os conhecimentos aqui adquiridos para utilizar o chuveiro de um modo mais seguro e eficiente. Segue uma ótima dica!

DICA 1: A norma ABNT NBR 5410, que estabeleceram diversas mudanças para a maneira como as instalações elétricas devem ser feita e, também para o formato das tomadas de força, com a adoção do terceiro pino. Portanto, para instalações novas, os leitores devem consultar as normas vigentes.

DICA 2: Agora, uma dica relacionada ao consumo de energia - No verão, deixe o chuveiro elétrico desligado sempre que a temperatura natural da água estiver boa, ou use ele numa temperatura mais baixa, do que quando está no inverno.

REFERÊNCIAS DA UNIDADE

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: Eletromagnetismo. v. 3, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Mecânica., v. 1, 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013,

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Mecânica., v. 1, 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2013,

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Eletromagnetismo. v.3, 5 ed. Mecânica: Edgard Blücher, 2011

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.; ZEMANSKY, M. W. Física II: Termodinâmica e Ondas.v.2, 10. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

SEARS, F.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.; ZEMANSKY, M. W. Física III: Eletromagnetismo.v.3, 12. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

[1] Disponível em: <https://artcomplanejados.com.br/blog/pressao-da-agua-desnivel-entre-caixa-dagua-e-chuveiro/>. Acesso em 23 de out.. 2019.

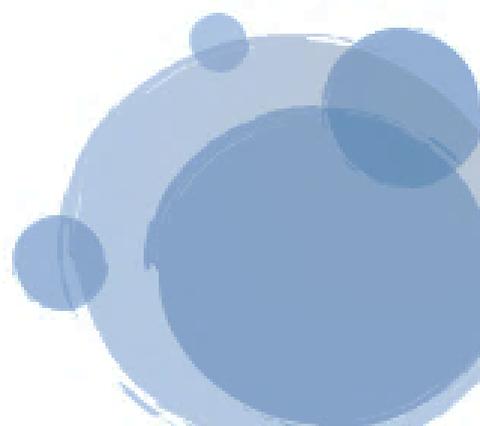
[2] Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/curiosidades/como-escolher-chuveiro/>. Acesso em 24 de out.. 2019.

[3] Disponível em: <https://www.paraflexmangueiras.com.br/produto/manometro-inox-c-glicerina/>. Acesso em 14 de outubro 2019.

[4] Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/vasos-comunicantes.html>. Acesso em 15 de outubro 2019.

[5] Disponível em: <https://resolvetudo.online/produto/troca-de-resistencia-de-chuveiro/>. Acesso em 24 de out. 2019.

[6] Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Usina_Hidrel%C3%A9trica_de_Itaipu. Acesso em 27 de out. 2019.



EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO

QUESTIONÁRIO

Aula-01: Pressão, Densidade e Teorema de Stevin

Julgue os itens abaixo e assinale certo ou errado e justifique a sua resposta.

01. Pressão de uma coluna líquida é a razão entre a força exercida pelo líquido em uma determinada área de um ponto, CERTO () ERRADO ().

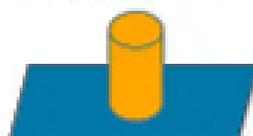
02. Vazão é o volume de determinado líquido que passa uma área de um ponto em unidade de tempo, CERTO () ERRADO ().

03. A pressão da água de uma casa é diferente da de um edifício de apartamentos. Pois, como a pressão hidrostática está diretamente relacionada à altura da coluna de água, quanto mais alta for o edifício, maior será a pressão da água fornecida, CERTO () ERRADO ().

04. Com função principal é de economizar água e preservar o chuveiro em caso de pressão alta de água, sua-se um redutor de pressão que fica acoplada na entrada de água do chuveiro e serve para diminuir o fluxo de água do chuveiro com vazão forte, CERTO () ERRADO ().

05. A densidade absoluta da gasolina é de $0,7 \text{ g/cm}^3$. Então, a masa de 420 g de gasolina ocupa volume 600 cm^3 , CERTO () ERRADO ().

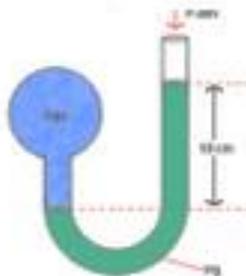
06. Um corpo de peso $P = 60 \text{ N}$ está apoiado sobre uma mesa como ilustra a figura a baixo. Sabendo que a área da base do corpo é $A = 0,20 \text{ m}^2$. A pressão exercida pelo corpo sobre a mesa é 200 Pa , CERTO () ERRADO ().



07. A distância entre a superfície livre da caixa e chuveiro é de 2,00 m. Sendo a densidade da água 1000 Kg/m^3 , pode-se afirmar que a pressão da coluna d'água no chuveiro é de

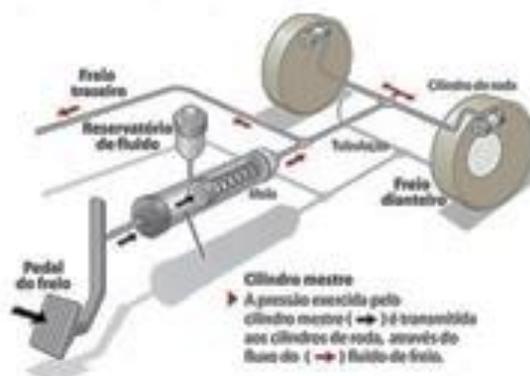
$2,0 \cdot 10^5$ Pa, CERTO () ERRADO ().

08. Na figura abaixo representamos um tubo em U, contendo mercúrio e ligado a um recipiente contendo um gás. Sabendo que a pressão atmosférica é no local em que se encontra o tubo é 76 cm Hg. Pode-se afirmar que a pressão do gás em atm é 1,25, CERTO () ERRADO ().



Aula-02: Lei Pascal e o Princípio de Arquimedes

01. A figura a seguir mostra como sistema de frenagem, basicamente funciona, ou seja, através da conversão de pressão mecânica em hidráulica, utilizando-se de um circuito fechado de fluido de freio desde o cilindro mestre, ligado ao servo freio e pedal de frenagem, até os cilindros ou pinças hidráulicas ligadas às rodas.



Pode-se afirma que sistema de frenagem é uma aplicação da lei de pascal, CERTO () ERRADO ().

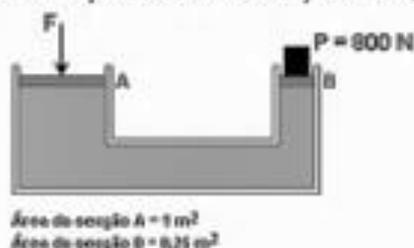
02. O macaco hidráulico, figura abaixo, consta de dois êmbolos: um estreito, que

comprime o óleo, e outro largo, que suspende a carga. Um sistema de válvulas permite que uma nova quantidade de óleo entre no mecanismo sem que haja retorno do óleo já comprimido. Para multiplicar a força empregada, uma alavanca é conectada ao corpo do macaco.



Sabendo que a área do êmbolo mais estreito é cinquenta vezes menor que a área do êmbolo mais largo. Pode-se afirmar que a força mínima aplicada ao êmbolo mais estreito para levantar um carro de 1000 Kg é 200 N, CERTO () ERRADO ().

03. A figura representa uma prensa hidráulica. O módulo da força F aplicada no êmbolo A, para que o sistema esteja em equilíbrio é 3200 N, CERTO () ERRADO ().



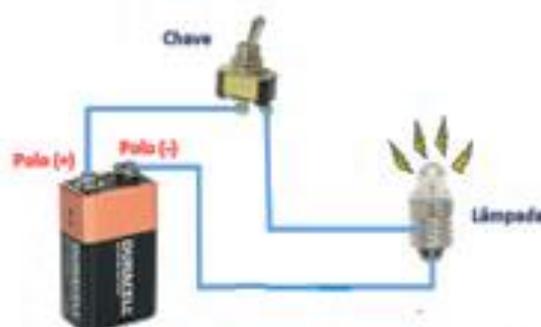
04. Uma pedra pesa 5,0 N e quando mergulhada em água aparenta ter peso de 3,8 N, devido ao empuxo que recebe. Então, o empuxo sobre a pedra é de 1,8 N, CERTO () ERRADO ().

06. Quando o submarino passa a flutuar, em repouso, na superfície do mar, o valor do empuxo, exercido pela água no submarino, será maior que o peso do submarino, CERTO () ERRADO ().

07. Icebergs são blocos de gelo flutuantes que se desprendem das geleiras polares. Se apenas 10% do volume de um iceberg fica acima da superfície do mar e se a massa específica da água do mar vale $1,03 \text{ g/cm}^3$, pode-se afirmar que a massa específica do gelo do iceberg, em g/cm^3 , vale aproximadamente 0,90, CERTO () ERRADO ().

Aula-03: Funcionamento do chuveiro elétrico, corrente e Resistência elétrica

01. Os chuveiros elétricos possuem uma câmara onde a água entra em contato com um elemento de aquecimento e nesse contato ocorre a transferência de calor da água para o elemento de aquecimento (resistor), CERTO () ERRADO ().
02. O elemento de aquecimento fica o tempo todo ligado, ou seja, independente do registro (válvula) está aberto ou fechado, CERTO () ERRADO ().
03. Uma corrente elétrica i igual a 4 A circula por um condutor durante um intervalo de tempo de 2 s. Sendo a carga elétrica fundamental, de 1 elétron, igual a $1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Então, pode-se afirmar que $3,2 \cdot 10^{19}$ elétrons atravessam uma secção reta deste condutor no intervalo citado, CERTO () ERRADO ().
04. Um resistor tem resistência igual a 50Ω , pode-se afirmar que quando o resistor for submetido a uma tensão elétrica 60 V a intensidade de corrente que o atravessa 1,2 A, CERTO () ERRADO ().
05. No circuito de a figura a seguir a resistência da lâmpada é igual a 5Ω , pode-se afirmar que quando o resistor for submetido a uma tensão da bateria de 9,0 V a intensidade de corrente que o atravessa 1,4 A, CERTO () ERRADO ().



06. Um fio de constantan de 1,0 mm de diâmetro cuja resistividade do material é $4,8 \cdot 10^{-2} \Omega \cdot m$. Considerando π pode ser adotado 3,1. Pode-se afirmar que com um comprimento 10 m desse fio obtém-se uma resistência de $3,0 \Omega$, CERTO () ERRADO ().

Aula-04: Potência, Energia Elétrica e Associação de Resistores

01. Em um chuveiro elétrico, a ddp em seus terminais vale 220 V e a corrente que o atravessa tem intensidade 10A. Então, a potência elétrica dissipada pelo chuveiro é 2,2 KW, CERTO () ERRADO ().

02. A corrente elétrica que circular por um resistor conectado a uma fonte de 120 V quando ele dissipa uma potência de 60 W é de 0,7 A, CERTO () ERRADO ().

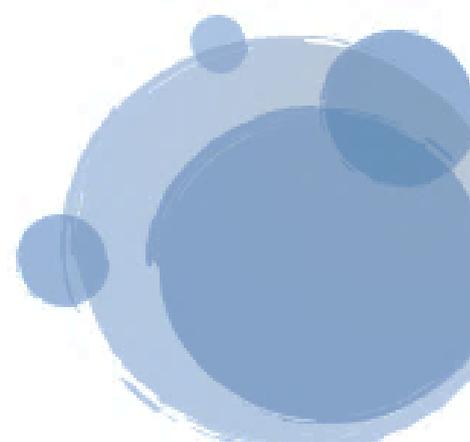
Analise as afirmações a seguir, referentes a um circuito contendo três resistores de resistências diferentes, associados em paralelo e submetidos a uma certa diferença de potencial. Então, pode-se afirmar que:

03. A resistência do resistor equivalente é menor do que a menor das resistências dos resistores do conjunto, CERTO () ERRADO ().

04. A corrente elétrica é menor no resistor de maior resistência, CERTO () ERRADO ().

05. A potência elétrica dissipada é maior no resistor de maior resistência, CERTO () ERRADO ().

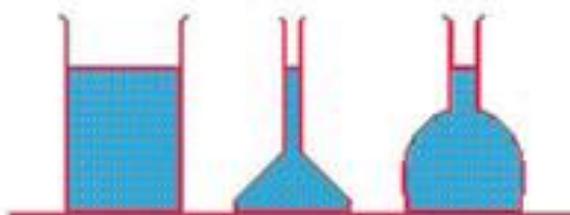
06. O chuveiro elétrico de uma residência possui potência elétrica equivalente a 5000 W. Sabendo que nessa casa moram cinco pessoas e que cada uma toma dois banhos diários de 15 min. Pode-se afirmar que o consumo de energia elétrica mensal correspondente ao chuveiro é de 20 kWh, CERTO () ERRADO ().



PROBLEMAS PROPOSTOS

Aula-01: Pressão, Densidade e Teorema de Stevin

01. A imagem abaixo mostra três recipientes com volumes diferentes contendo o mesmo líquido, ao mesmo nível.



Conhecendo a lei de Stevin, marque a alternativa correta:

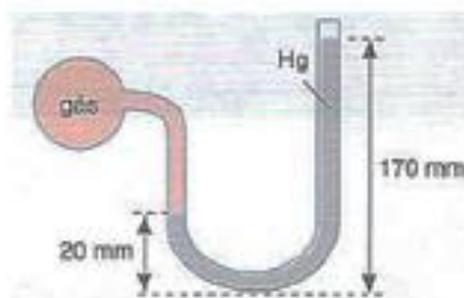
- a) A pressão exercida pelo líquido no fundo dos três recipientes depende do volume de cada um.
- b) O recipiente que possui maior volume terá maior pressão hidrostática em qualquer ponto do líquido.
- c) A pressão exercida pelo líquido no fundo dos três recipientes é a mesma.
- d) O formato do recipiente influencia diretamente na pressão hidrostática.
- e) Nenhuma das alternativas está correta.

02. (UEPI) Em um toca-discos, a força que a agulha exerce sobre o disco é de $1 \cdot 10^{-3}$ kgf e a ponta da agulha tem uma área de $1 \cdot 10^{-7}$ cm². Considere $1 \text{ atm} = 1 \text{ kgf/cm}^2$. Então, a pressão que a agulha exerce sobre o disco é, em atmosferas, igual a :

- a) $1 \cdot 10^{-4}$ b) $1 \cdot 10^{-3}$ c) $1 \cdot 10^4$ d) $1 \cdot 10^3$ e) $1 \cdot 10^{-10}$

03. (U. E. Londrina-PR) Para medir a pressão p exercida por um gás, contido num recipiente, utilizou-se um manômetro de mercúrio, obtendo-se os valores indicados na

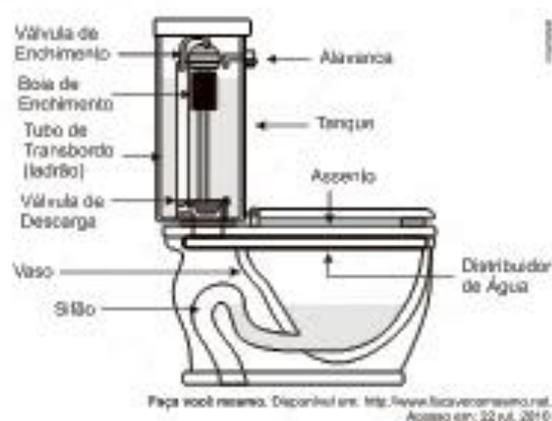
figura abaixo.



A pressão atmosférica local medida por um barômetro indicava 750 mmHg. O valor de p , em mmHg, vale:

- a) 150 b) 170 c) 750 d) 900 e) 940

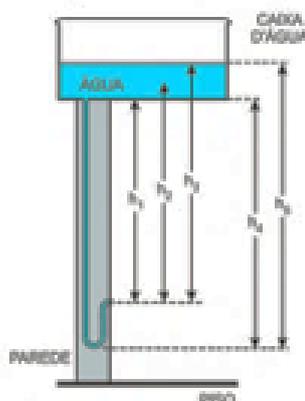
04. (Enem 2011) Um tipo de vaso sanitário que vem substituindo as válvulas de descarga está esquematizado na figura. Ao acionar a alavanca, toda a água do tanque é escoada e aumenta o nível no vaso, até cobrir o sifão. De acordo com o Teorema de Stevin, quanto maior a profundidade, maior a pressão. Assim, a água desce levando os rejeitos até o sistema de esgoto. A válvula da caixa de descarga se fecha e ocorre o seu enchimento. Em relação às válvulas de descarga, esse tipo de sistema proporciona maior economia de água.



A característica de funcionamento que garante essa economia é devida

- à altura do sifão de água.
- ao volume do tanque de água.
- à altura do nível de água no vaso.
- ao diâmetro do distribuidor de água.
- à eficiência da válvula de enchimento do tanque.

05. (Enem - 2012) O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

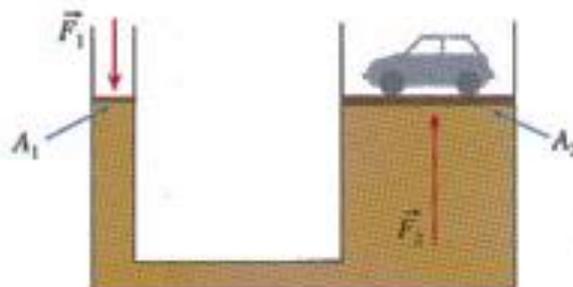
- h_1
- h_2
- h_3
- h_4
- h_5

Aula-02: Lei Pascal e o Princípio de Arquimedes

01. Numa prensa hidráulica, o êmbolo menor tem área de 10 cm^2 , enquanto o êmbolo maior tem sua área de 100 cm^2 . Quando uma força de 5 N é aplicada no êmbolo menor, o êmbolo maior move-se. Pode-se concluir:

- a força exercida no êmbolo maior é de 500 N.
- o êmbolo maior desloca-se mais que o êmbolo menor.
- os dois êmbolos realizam o mesmo trabalho.
- o êmbolo maior realiza um trabalho maior que o êmbolo menor.
- o êmbolo menor realiza um trabalho maior que o êmbolo maior.

02. Na prensa hidráulica na figura, os diâmetros dos tubos 1 e 2 são, respectivamente, 4 cm e 20 cm. Sendo o peso do carro igual a 10 kN, a força que deve ser aplicada no tubo 1, em kN, para equilibrar o carro é



- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5

03. Um corpo rígido e não-poroso, de volume 10 cm^3 e densidade de 5 g/cm^3 , é colocado em líquido de densidade 2 g/cm^3 , num local onde a aceleração da gravidade é de 980 cm/s^2 . O empuxo sofrido pelo corpo é:

- a) $9,80 \cdot 10^4 \text{ N}$ b) $4,90 \cdot 10^4 \text{ N}$ c) $2,94 \cdot 10^4 \text{ N}$ d) $1,96 \cdot 10^4 \text{ N}$ e) 0

04. Uma esfera de alumínio está flutuando na superfície da água contida em um recipiente, com metade do seu volume submerso. Assinale a opção correta:

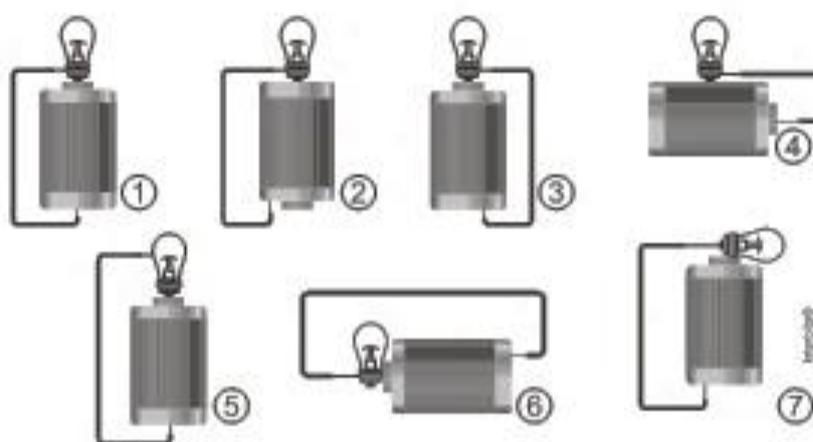
- a) A densidade do alumínio é igual à metade da densidade da água.
 b) A esfera é oca e a densidade da esfera é igual à metade da densidade da água.
 c) A esfera é maciça e a densidade da esfera é igual à metade da densidade da água.
 d) A esfera é maciça e a densidade da esfera é o dobro da densidade da água.
 e) A situação proposta é impossível porque o alumínio é mais denso que a água.

05. Um cubo de madeira (massa específica $0,8 \text{ g/cm}^3$) flutua num líquido de massa específica $1,2 \text{ g/cm}^3$. A relação entre as alturas emersa e imersa é de:

- a) 2/3 b) 2 c) 1,5 d) 0,5 e) 3/2

Aula-03: Funcionamento do Chuveiro Elétrico, Corrente e Resistência Elétrica

01. Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: Investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

- a) (1), (3), (6)
- b) (3), (4), (5)
- c) (1), (3), (5)
- d) (1), (3), (7)
- e) (1), (2), (5)

02. A resistência elétrica de um fio é determinada pela suas dimensões e pelas propriedades estruturais do material. A condutividade σ caracteriza a estrutura do material, de tal forma que a resistência de um fio pode ser determinada conhecendo-se L , o comprimento do fio e A , a área de seção reta. A tabela relaciona o material à sua respectiva resistividade em temperatura ambiente.

Tabela de condutividade

Material	Condutividade (S-m/mm ²)
Alumínio	34,2
Cobre	61,7
Ferro	10,2
Prata	62,5
Tungstênio	18,8

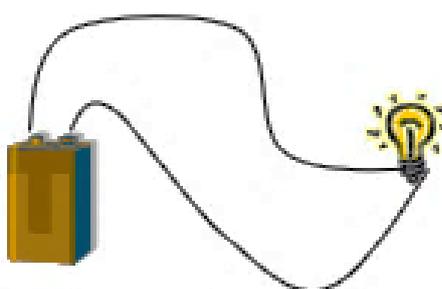
Mantendo-se as mesmas dimensões geométricas, o fio que apresenta menor resistência elétrica é aquele feito de

a) tungstênio. b) alumínio. c) ferro. d) cobre. e) prata.

03. Uma lâmpada fluorescente contém em seu interior um gás que se ioniza após a aplicação de alta tensão entre seus terminais. Após a ionização, uma corrente elétrica é estabelecida e os íons negativos deslocam-se com uma taxa de $1,0 \times 10^{18}$ íons/segundo para um de seus polos. Sabendo-se que a carga de cada íon positivo é de $1,6 \times 10^{-19}$ C, pode-se dizer que a corrente elétrica na lâmpada será

A) 0,16 A. B) 0,32 A. C) $1,0 \times 10^{18}$ A. D) nula.

04. Na figura abaixo está representado um circuito elétrico simples, composto por uma bateria, fios de conexão e uma lâmpada.



Sobre o circuito mostrado, marque a única alternativa correta.

- a) A corrente elétrica não é consumida e circula, inclusive, dentro da bateria.
- b) A quantidade de elétrons na corrente antes da lâmpada é menor que depois da mesma.
- c) A corrente elétrica é formada por íons que circulam em sentidos contrários.
- d) Elétrons são criados no pólo negativo e circulam, fora da bateria, em direção ao pólo positivo, onde são consumidos.

05. (UFSJ – 2ª – 2006) A resistência elétrica de fios metálicos, condutores, depende de vários fatores dentre os quais a temperatura, o material de que é feito o fio, o seu comprimento, a sua espessura. De dois fios feitos de mesmo material, à mesma temperatura, apresenta maior resistência elétrica o de

- A) maior comprimento e maior área de seção transversal.
- B) menor comprimento e menor área de seção transversal.
- C) menor comprimento e maior área de seção transversal.
- D) maior comprimento e menor área de seção transversal.

Aula-04: Potência, Energia Elétrica e Associação de Resistores

01. Quando ocorre um curto-circuito em uma instalação elétrica, como na figura, a resistência elétrica total do circuito diminui muito, estabelecendo-se nele uma corrente muito elevada.



O superaquecimento da fiação, devido a esse aumento da corrente elétrica, pode ocasionar incêndios, que seriam evitados instalando-se fusíveis e disjuntores que interrompem que interrompem essa corrente, quando a mesma atinge um valor acima

do especificado nesses dispositivos de proteção. Suponha que um chuveiro instalado em uma rede elétrica de 110 V, em uma residência, possua três posições de regulação da temperatura da água. Na posição verão utiliza 2100 W, na posição primavera, 2400 W e na posição inverno, 3200 W.

REF. *Física 3: Eletromagnetismo*. São Paulo: EDUSP, 1993 (adaptado).

Deseja-se que o chuveiro funcione em qualquer uma das três posições de regulação de temperatura, sem que haja riscos de incêndio. Qual deve ser o valor mínimo adequado do disjuntor a ser utilizado?

- a) 40 A b) 30 A c) 25 A d) 23 A e) 20 A

02. Todo carro possui uma caixa de fusíveis, que são utilizados para proteção dos circuitos elétricos. Os fusíveis são constituídos de um material de baixo ponto de fusão, como o estanho, por exemplo, e se fundem quando percorridos por uma corrente elétrica igual ou maior do que aquela que são capazes de suportar. O quadro a seguir mostra uma série de fusíveis e os valores de corrente por eles suportados.

Fusível	Corrente Elétrica (A)
Azul	1,5
Amarelo	2,5
Laranja	5,0
Preto	7,5
Vermelho	10,0

Um farol usa uma lâmpada de gás halogênio de 55 W de potência que opera com 36 V. Os dois faróis são ligados separadamente, com um fusível para cada um, mas, após um mau funcionamento, o motorista passou a conectá-los em paralelo, usando apenas um fusível. Dessa forma, admitindo-se que a fiação suporte a carga dos dois faróis, o menor valor de fusível adequado para proteção desse novo circuito é o

a) azul. b) preto. c) laranja. d) amarelo. e) vermelho.

03. Em certo chuveiro elétrico de $2200W - 220V$, cortou-se a resistência ao meio; em virtude deste corte, a nova potência do chuveiro será:

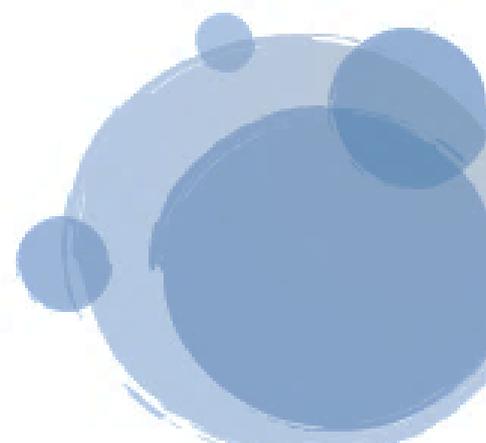
- a) $550W$ b) $1100W$ c) $4400W$
d) a mesma de antes e) $3600W$

04. A energia elétrica consumida por um chuveiro é de $20 kWh$. Qual foi o tempo de funcionamento do mesmo, sabendo que sua potência é $4000W$?

- a) $5 h$ b) $20 h$ c) $4 h$ d) $40 h$

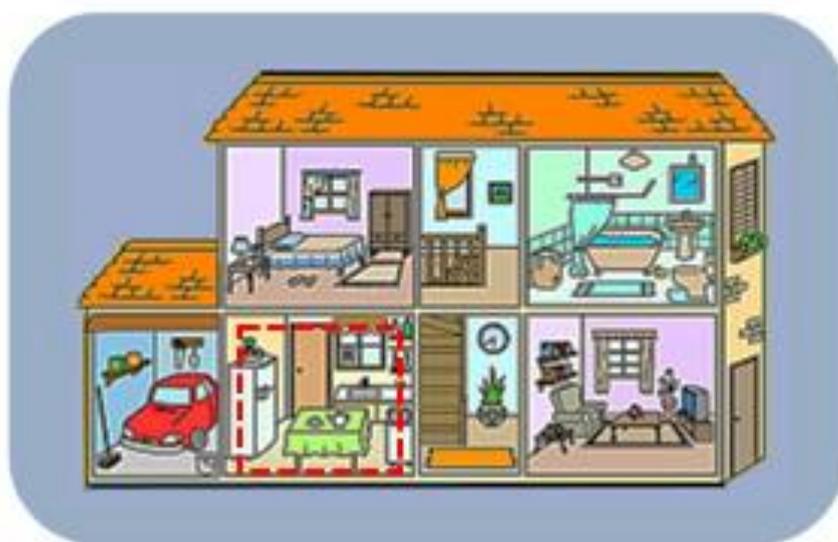
05. Em um circuito elétrico do tipo série é correto afirmar que:

- a) A corrente elétrica é a mesma em todos os pontos do circuito, desde que o valor de resistência dos componentes do circuito seja o mesmo em todos os consumidores;
- b) A corrente elétrica não será a mesma em todos os pontos do circuito, pois depende do valor de cada resistência dos componentes do circuito;
- c) A corrente elétrica é a mesma em todos os pontos do circuito, independente do valor de resistência dos componentes do circuito;
- d) A corrente elétrica só será diferente no circuito quando os valores da tensão e das resistências dos componentes do circuito estiverem ligados.



UNIDADE III

A FÍSICA NA COZINHA



- Geladeira
- Fogão
- Forno Micro-ondas

5 A FÍSICA NA COZINHA-GELADEIRA

O que iremos explorar nesta
UNIDADE 3: COZINHA



Geladeira



Fogão



Forno de
microondas

Conceitos físicos que serão
explorados:

- ✓ Convecção
- ✓ Trocas de calor

Introdução

Iremos apresentar aqui um pouco da Física que pode ser encontrada na cozinha. Para isto, iremos explorar a Física envolvida no funcionamento da geladeira e do fogão. Esperamos que você goste bastante deste passeio pela cozinha!

5.1 A geladeira

A geladeira é um eletrodoméstico comum nos dias atuais em nossas residências. A sua função é manter resfriado ou congelado o que lhe for colocado dentro, tanto na parte de cima (congelador) quanto na parte de baixo. O resfriamento da geladeira por um todo ocorre por meio do congelador, que é por onde passa o gás sob alta pressão e baixa temperatura. Os corpos que estiverem ali buscarão o equilíbrio térmico com o congelador cedendo calor a ele, incluindo o ar que está dentro da geladeira.

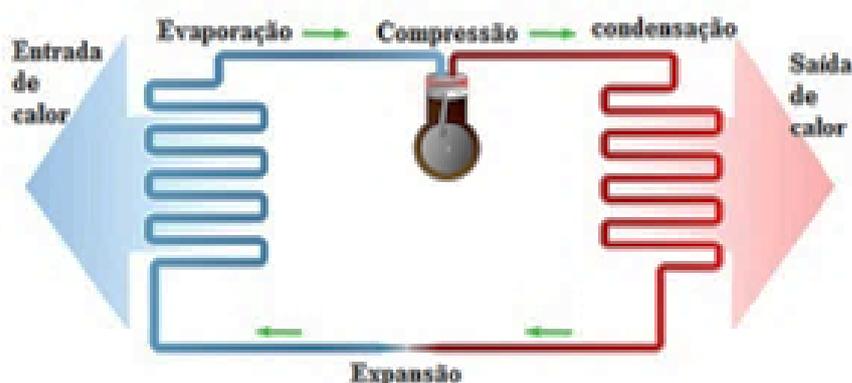
Vamos agora estudar como o calor é retirado do interior da geladeira; para isso, vamos estudar as leis da termodinâmica.

O funcionamento dos refrigeradores baseia-se em três princípios:

- ✓ O calor transfere-se dos corpos mais quentes para os mais frios;
- ✓ A pressão é proporcional à temperatura. Assim, ao reduzir a pressão, também se reduz a temperatura;
- ✓ A evaporação de um líquido retira calor de um corpo. É o que sentimos, por exemplo, quando o álcool evapora sobre a nossa pele.

Veja no esquema na Figura 5.1 como ocorre a refrigeração a partir da utilização do fluido refrigerante.

Figura 5.1 – A figura mostra o caminho percorrido pelo fluido refrigerante.



Fonte: Referência [1].

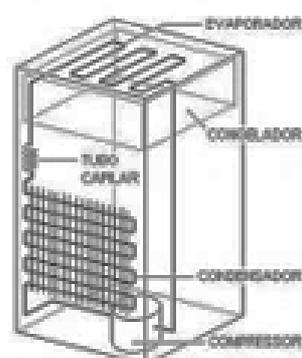
Um refrigerador, na parte de trás, possui alguns tubos (ver Figura 5.2) onde está inserida uma substância, no estado líquido e em alta pressão, denominado fluido refrigerante. Assim que ela passa por um pequeno orifício, vaporiza-se e expande-se. Essa etapa baseia-se no **efeito Joule-Thomson**⁶. Ou seja, quando um gás passa por uma redução de pressão (que pode ser uma válvula), ele sofre uma redução de temperatura. A partir daí, o gás resfria-se drasticamente e circula em uma serpentina, que está dentro da câmara de refrigeração. O gás agora se encontra a uma temperatura extremamente baixa, o que possibilita que ele absorva o calor, resfriando o ambiente. Após receber o calor, o gás continua a circular nos tubos e passa pela compressão, onde é submetido a uma altíssima pressão, o que faz com que sua temperatura aumente e ele volte ao estado líquido. Nessa etapa, é realizado trabalho sobre o gás.

Depois, o gás passa por outra serpentina, cedendo calor para o ambiente externo do refrigerador. É por isso que, atrás de uma geladeira, a temperatura sempre é elevada. O processo repete-se durante o funcionamento do refrigerador.

Figura 5.2 – Um refrigerador, na parte de trás, possui alguns tubos onde está inserida uma

⁶ Efeito Joule-Thomson Descreve a variação da temperatura de um gás ou líquido quando ele é forçado a passar através de uma válvula ou tampão poroso, enquanto mantido isolado, de modo que nenhum calor seja trocado com o ambiente.

substância, no estado líquido e em alta pressão.



Fonte: Referência [2].

Vamos a seguir estudar como o calor é retirado do interior da geladeira; para isso, iremos estudar as leis da termodinâmica.

5.2 As leis da termodinâmica

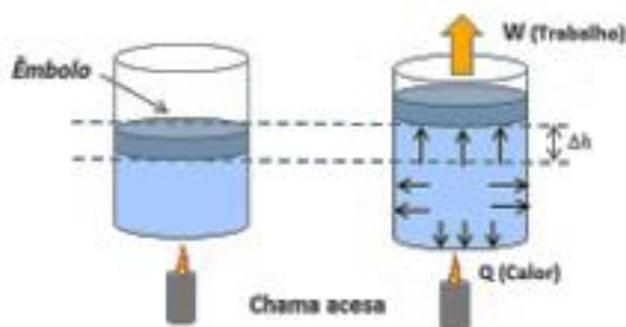
A termodinâmica é um campo da Física que estuda as transferências de energia; busca compreender as relações *entre calor e trabalho*. O estudo da termodinâmica foi desenvolvido por pesquisadores que buscavam uma forma de aprimorar as máquinas, no período da Revolução Industrial, melhorando sua eficiência.

Inicialmente vamos definir os conceitos de trabalho e energia interna de sistema termodinâmico.

Trabalho em Uma Transformação Gasosa

Na figura 5.3, vemos uma chama acesa transferindo calor e provocando uma maior agitação das moléculas e, conseqüentemente, aumento da pressão nas paredes do recipiente pelos choques das partículas. Assim, o êmbolo, por estar solto, começa a subir devido o aumento de pressão, aumentando o volume ocupado pelo gás. Sabe-se que um gás não tem forma nem volume definidos, por isso ocupa o volume que lhe for dado.

Figura 5.3 – Trabalho em uma expansão gasosa.



Fonte: Arquivo do autor.

No caso do experimento representado pela figura 2.3, se o êmbolo sobe, o gás ocupará o volume “extra gerado”. Deste modo, se considerarmos a pressão constante (transformação isobárica), podemos calcular o trabalho nessa transformação pela equação:

$$W = p\Delta V$$

Onde:

W – trabalho medido em Joule (J).

p – pressão da massa gasosa em Pascal (Pa).

ΔV – variação do volume do gás em metros cúbicos (m^3).

Os gases perfeitos possuem uma equação característica, relacionando as três grandezas: temperatura, volume e pressão. É a chamada Equação de Clapeyron, definida como:

$$pV = nRT$$

Para uma transformação isobárica, aplica-se a equação Clapeyron e obtém-se a o trabalho em função das variáveis de estado, assim:

$$pV = nRT$$

$$p\Delta V = nR\Delta T$$

Onde:

p é a pressão

V é o volume (em Litros, L)

T é a temperatura (em Kelvin, K)

n é o número de mols

R é a constante universal dos gases perfeitos ($R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L/mol}\cdot\text{K}$, nas CNTP).

Por fim, uma transformação gasosa ocorre quando pelo menos uma das variáveis de estado do gás se altera. Entretanto, pela Equação de Clapeyron, verifica-se que se uma variável sofre alteração, pelo menos outra deve se alterar também. Logo, destacam-se as seguintes transformações gasosas:

Isotérmicas: o volume e a pressão variam, a temperatura permanece constante;

Isobáricas: a temperatura e o volume variam, a pressão é constante;

Isovolumétricas (ou Isocóricas): a pressão e a temperatura variam, mas o volume é constante.

Ainda existem as transformações adiabáticas, que ocorrem sem a troca de calor com o meio externo.

b. Energia Interna de um Gás

A energia interna de um sistema gasoso é o somatório das energias cinética e potencial das moléculas que formam um gás. Logo, essa energia é uma característica do estado termodinâmico e deve ser considerada como mais uma variável que pode ser expressa em termos de pressão, volume, temperatura e número de mols.

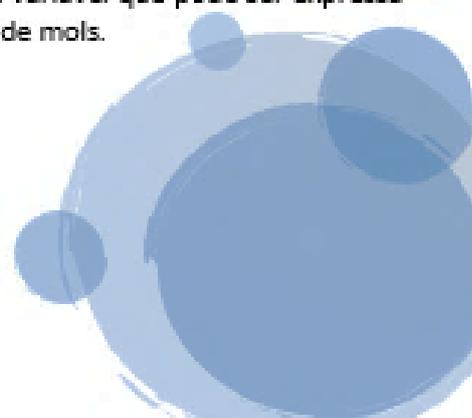
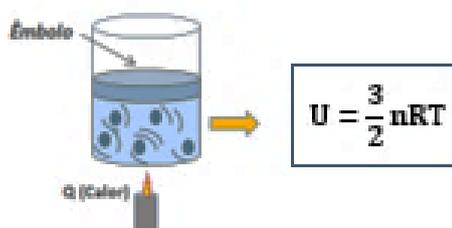


Figura 5.4 – Energia interna de um gás.



Fonte: Arquivo do autor.

Para um gás com n mols, a variação da energia interna total pode ser determinada em função da variação da temperatura do gás. Para essa determinação, usamos a seguinte expressão:

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR\Delta T$$

Atente-se: a temperatura sempre deve ser dada em Kelvin quando se determina o valor da energia interna.

Agora iremos estudar as leis fundamentais da termodinâmica que governam o modo como o calor se transforma em trabalho e vice-versa.

5.2.1 PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA

A Primeira Lei de a Termodinâmica estar relacionada com o princípio da conservação da energia. Isto é, a energia em um sistema fechado não pode ser destruída nem criada, apenas transformada. Por exemplo: Quando uma pessoa utiliza uma bomba para encher um objeto inflável, como mostrado na Figura 2.3, ela está usando força para colocar ar dentro do objeto. Isso significa que a energia cinética faz o pistão abaixar. No entanto, parte dessa energia se transforma em calor, que é perdida para o meio externo.

Figura 5.5 – Bola de futebol sendo inflada por bomba.

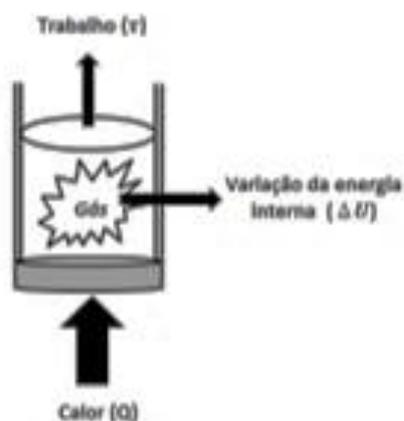


Fonte: Referência [3].

A figura 5.4 mostra esquematicamente um pistão, dispositivo capaz de converter calor em trabalho e vice-versa. A partir da figura podemos relacionar as três grandezas: calor (Q), trabalho (W) e variação energia interna (ΔU); ou seja:

$$Q = W + \Delta U$$

Figura 5.5 – Esquema de um pistão destacando as variáveis calor (Q), trabalho (W) e variação energia interna (ΔU) da 1ª Lei da Termodinâmica.



Fonte: Arquivo do autor.

5.2.2 SEGUNDA LEI DA TERMODINÂMICA

Dois enunciados, aparentemente diferentes ilustram a 2ª Lei da Termodinâmica, os enunciados de *Clausius* e *Kelvin-Planck*:

- **Enunciado de Clausius:**

O calor não pode fluir, de forma espontânea, de um corpo de temperatura menor, para outro corpo de temperatura mais alta.

Tendo como consequência que o sentido natural do fluxo de calor é da temperatura mais alta para a mais baixa, e que para que o fluxo seja inverso é necessário que um agente externo realize um trabalho sobre este sistema.

- **Enunciado de Kelvin-Planck:**

É impossível a construção de uma máquina que, operando em um ciclo termodinâmico⁷, converta toda a quantidade de calor recebido em trabalho.

Este enunciado implica que, não é possível que um dispositivo térmico tenha um rendimento de 100%, ou seja, por menor que seja sempre há uma quantidade de calor que não se transforma em trabalho efetivo.

5.2.3 MÁQUINA TÉRMICA

Máquinas térmicas são capazes de realizar trabalho a partir da variação de temperatura entre uma fonte fria e uma fonte quente. A grande maioria dessas máquinas retira calor de uma fonte quente. Parte desse calor realiza trabalho mecânico e a outra parte é rejeitada para a fonte fria, que pode ser o próprio meio ambiente. Uma máquina térmica tem maior eficiência⁸ quando ela transforma mais calor em trabalho, deste modo, rejeita

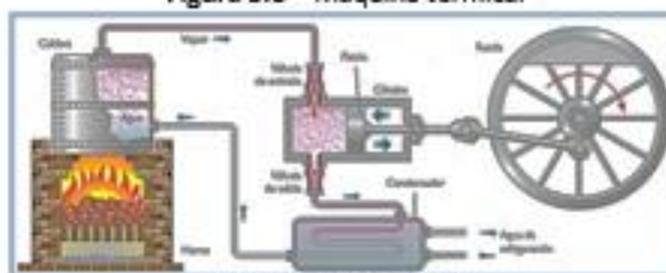
⁷ Um ciclo termodinâmico se constitui de qualquer série de processos termodinâmicos tais que, ao transcurso de todos eles, o sistema regresse a seu estado inicial; ou seja, que a variação das grandezas termodinâmicas próprias do sistema seja nula.

⁸ Na física e engenharia, define-se eficiência como sendo a relação entre a energia fornecida a um sistema (seja em termos de calor ou de trabalho) e a energia produzida pelo sistema (normalmente na forma de trabalho). A eficiência de uma máquina térmica é definida como:

$$\eta = \frac{\tau}{Q_{\text{Fonte quente}}}$$

menos calor para a fonte fria.

Figura 5.6 – Máquina térmica.



Fonte: Referência [4].

A partir da 1ª lei da termodinâmica podemos relacionar o calor recebido Q_1 , o calor rejeitado Q_2 e o trabalho realizado W , da seguinte forma:

$$W = |Q_1| - |Q_2|$$

Definimos rendimento de uma máquina térmica como a razão entre o trabalho útil realizado W e a quantidade de calor Q_1 absorvido a partir da fonte quente:

$$\eta = \frac{W}{|Q_1|}$$

Simplificando, podemos escrever o rendimento de uma máquina térmica como:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}$$

Portanto, considerando o enunciado de Kelvin-Planck, sempre haverá uma perda de calor para a fonte fria, o rendimento η será menor que 1, ou seja, inferior a 100%.

MITO OU VERDADE



É ruim colocar alimentos ainda quentes no refrigerador?

VERDADE! Sim, é verdade! Colocar o alimento quente tanto na geladeira como no congelador não é bom. Isto ocorre porque ela está numa interna baixa e introduzir um alimento quente dentro irá fazer com que ela trabalhe muito para conseguir resfriar para a temperatura em que estava o que irá gerar um consumo energético maior. Alguns afirmam também que os alimentos ficarão mais tempo expostos ao ataque de micro-organismos.

DICA DA UNIDADE



Agora que já entendemos como a geladeira funciona, queremos usar os conhecimentos aqui adquiridos para utilizar a geladeira de um modo mais eficiente. Segue uma ótima dica!

DICA: Nunca use nenhum material para enfeitar as grelhas da geladeira, como panos bordados. Embora alguns possam achar isto bonito e prático para limpeza, irá impedir uma eficiente circulação de ar internamente nela, o que irá prejudicar grandemente o processo de resfriamento dos alimentos, visto que aprendemos aqui que ele se dá por correntes de convecção.

REFERÊNCIAS DA UNIDADE

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Fluidos, Oscilações e ondas Calor., v. 2, 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2012,

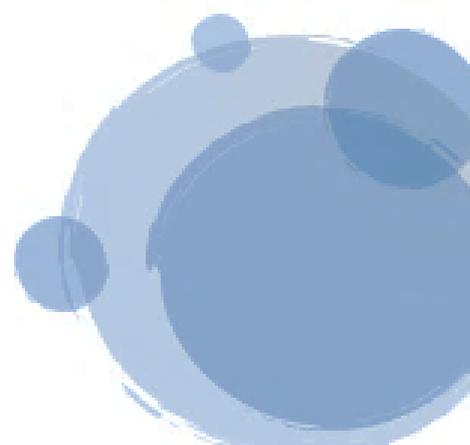
SEARS, F.; YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A.; ZEMANSKY, M. W. Física II: Termodinâmica e Ondas.v.2, 10. ed. São Paulo: Pearson, 2008.

[1] Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/fisica/fisica-funcionamento-dos-refrigeradores.html>. Acesso em 21 de out. 2019.

[2] Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/conveccao.htm>. Acesso em 20 de mar. 2019.

[3] Disponível em: <https://www.lojavirtualphysicus.com.br/bombinha-de-inflar>. Acesso em 30 de mar. 2019.

[4]. [02] Disponível em: <http://dinadafisica.blogspot.com/2017/08/maquinas-termicas.html>. Acesso em 30 de mar. 2019.

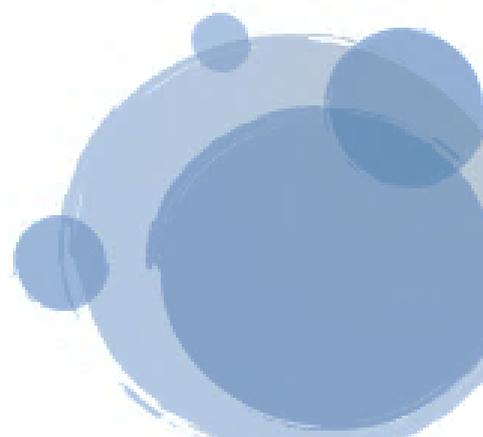


EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO

QUESTIONÁRIO

Julgue os itens abaixo e assinale certo ou errado e justifique a sua resposta.

01. Máquina térmica é um sistema que realiza transformação cíclica: depois de sofrer uma série de transformações ela retorna ao estado inicial. CERTO () ERRADO ().
02. É impossível construir uma máquina térmica que transforme integralmente calor em trabalho. CERTO () ERRADO ().
03. O calor é uma forma de energia que se transfere espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura. CERTO () ERRADO ().
04. É impossível construir uma máquina térmica que tenha um rendimento superior ao da Máquina de Carnot, operando entre as mesmas temperaturas. CERTO () ERRADO ().
05. Quando um gás recebe 400 J de calor e realiza um trabalho de 250 J, sua energia interna sofre um aumento de 150 J. CERTO () ERRADO ().
06. É impossível construir uma máquina térmica que, operando em ciclos, retire energia na forma de calor de uma fonte, transformando-a integralmente em trabalho. CERTO () ERRADO ().
07. Refrigeradores são dispositivos que transferem energia na forma de calor de um sistema de menor temperatura para outro de maior temperatura. CERTO () ERRADO ().



PROBLEMAS PROPOSTOS

01. (Ufrn 2003) Na cidade de Alto do Rodrigues, está sendo construída a TermoAçu, primeira usina termelétrica do estado com capacidade para produzir até 70% da energia elétrica total consumida no Rio Grande do Norte. O princípio básico de funcionamento dessa usina é a combustão de gás natural para aquecer água que, uma vez aquecida, se transformará em vapor e, finalmente, será utilizada para mover as pás giratórias de uma turbina. A produção da energia elétrica será feita acoplando-se ao eixo da turbina algumas bobinas imersas em um campo magnético.

Considere que, em cada ciclo dessa máquina termelétrica real, se tenha:

Q: o calor produzido na combustão do gás;

W: a energia mecânica nas turbinas obtida a partir da alta pressão do vapor acionando as pás giratórias;

E: a energia elétrica produzida e disponibilizada aos consumidores.

Para a situação descrita, é correto afirmar:

- a) $Q = W = E$ b) $Q > W > E$ c) $Q = W > E$ d) $Q < W < E$

02. (Ufscar 2006) Inglaterra, século XVIII. Hargreaves patenteia sua máquina de fiar; Arkwright inventa a fiandeira hidráulica; James Watt introduz a importantíssima máquina a vapor. Tempos modernos!

(C. Alencar, L. C. Ramalho e M. V. T. Ribeiro, "História da Sociedade Brasileira".)

As máquinas a vapor, sendo máquinas térmicas reais, operam em ciclos de acordo com a segunda lei da Termodinâmica. Sobre estas máquinas, considere as três afirmações seguintes:

- I. Quando em funcionamento, rejeitam para a fonte fria parte do calor retirado da fonte quente ().
 II. No decorrer de um ciclo, a energia interna do vapor de água se mantém constante ().
 III. Transformam em trabalho todo calor recebido da fonte quente ().

É correto o contido apenas em

- a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) II e III.

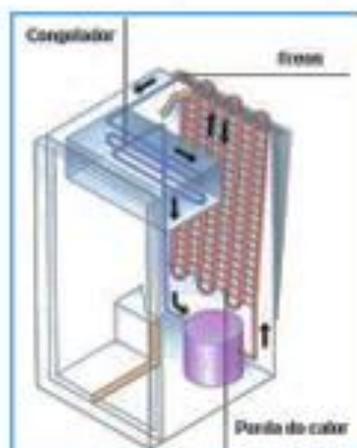
03. Certa amostra gasosa recebe 500 cal de calor trocado com o meio externo e realiza um trabalho igual a 200 cal. A variação de sua energia interna será igual a:

- a) 300 cal. b) 700 cal. c) 2,5 cal. d) 0,4 cal.

04. (UNIMONTES/2009) Uma máquina térmica ideal, operando sob o ciclo de Carnot, converte uma quantidade de energia igual a 800 J em trabalho útil, por ciclo. A máquina trabalha com fontes térmicas a 400 K e 500 K, denominadas fonte fria e fonte quente, respectivamente. Determine a quantidade de calor rejeitado à fonte fria.

- a) 4000 J b) 1600 J c) 800 J d) 3200 J.

05. A figura abaixo representa um esquema de uma geladeira.



Fonte: <http://netfisicaonline.com/geladeira.html>.

Marque entre as opções abaixo aquela que representa corretamente o funcionamento da geladeira

- a) No interior da geladeira, o motor elétrico retira calor dos alimentos e o gás que circula bombeia o calor para fora.
- b) A geladeira é uma máquina térmica funcionando ao contrário, retirando calor da fonte fria através da realização de trabalho externo do motor e liberando calor para fonte quente, o ambiente externo.
- c) O calor dos alimentos flui através do gás e o motor obriga o calor recolhido a expandir-se, liberando-o na parte traseira.
- d) O calor passa naturalmente dos alimentos para um gás apropriado, capaz de atraí-lo, e o mesmo gás, pela ação do motor, repele o calor para o lado de fora da geladeira.

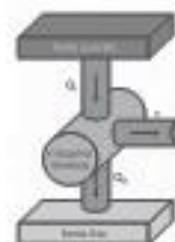
Gabarito:

01) B, 02) A, 03) A, 04) D, 05) B

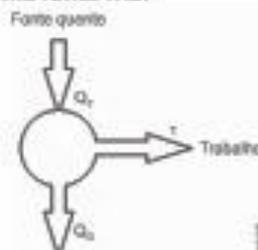
Pense, pesquise e responda:

01. (Famerp 2017) A figura representa o diagrama de fluxo de energia de uma máquina térmica que, trabalhando em ciclos, retira calor (Q_1) de uma fonte quente. Parte dessa quantidade de calor é transformada em trabalho mecânico (τ) e a outra parte (Q_2) transfere-se para uma fonte fria. A cada ciclo da máquina, Q_1 e Q_2 são iguais, em módulo, respectivamente, a $4 \times 10^3 \text{ J}$ e $2,8 \times 10^3 \text{ J}$. Sabendo que essa máquina executa 3.000 ciclos por minuto, calcule:

- o rendimento dessa máquina.
- a potência, em watts, com que essa máquina opera.



02. (Puccamp 2017) A utilização das máquinas térmicas em larga escala, mesmo com seu baixo rendimento, contribuiu decisivamente para a Primeira *Revolução Industrial*. Simplificadamente, uma máquina térmica é um dispositivo que retira calor de uma fonte quente, utiliza parte desse calor para realizar trabalho e direciona o calor restante para uma fonte fria.



Suponha que uma máquina térmica de rendimento 8,0% envie uma quantidade de calor igual a $4,8 \times 10^5 \text{ J}$ para a fonte fria em certo intervalo de tempo. O trabalho realizado por essa máquina nesse intervalo de tempo é

- $4,0 \times 10^3 \text{ J}$
- $4,0 \times 10^5 \text{ J}$
- $3,7 \times 10^5 \text{ J}$
- $12 \times 10^5 \text{ J}$
- $3,7 \times 10^7 \text{ J}$

6 A FÍSICA NA COZINHA-FOGÃO

Introdução

Após a descoberta do fogo, nós o utilizamos de várias maneiras, e uma delas é o preparo de refeições, que além de tornar os alimentos mais gostosos, evita-se a ingestão de micro-organismos nocivos, que estão presentes em alimentos que não foram cozinhados. Até então, era tudo muito desconcentrado o local onde eram preparados os alimentos.

6.1 O fogão

Com o passar do tempo o homem foi descobrindo novas tecnologias que facilita suas atividades domésticas. Então surgiu o fogão, um aparelho no qual utiliza um combustível mais uma faísca para criar o fogo, e assim distribuir as chamas pelas suas “bocas”, com isso ficou muito mais fácil e rápido cozinhar.

a. Fogão a lenha

O fogão a lenha é construído em alvenaria, funciona com queimadores de ferro unidos numa única chapa e colocados sobre a lenha onde é assente a uma cavidade própria. Por dentro da câmara de tijolos, ao lado dos queimadores, há um cubo formado por placas de ferro, o calor que é gerado da lenha tem duas saídas: pelos queimadores e pelo forno (por cima e de lado). As ondas quentes circulam entre a parede de tijolos e as placas de ferro, criam uma corrente de calor.

Quanto ao fumo, depois de ter percorrido esse caminho, vai finalmente sair pela chaminé (Duto).

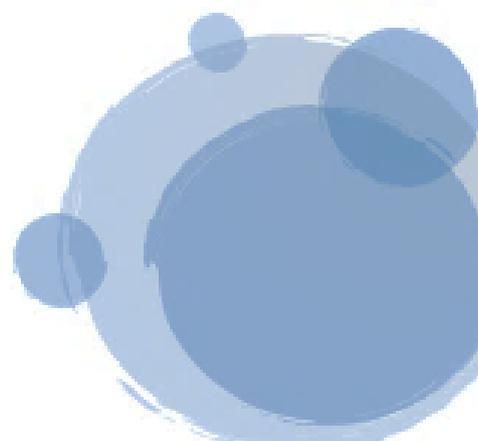
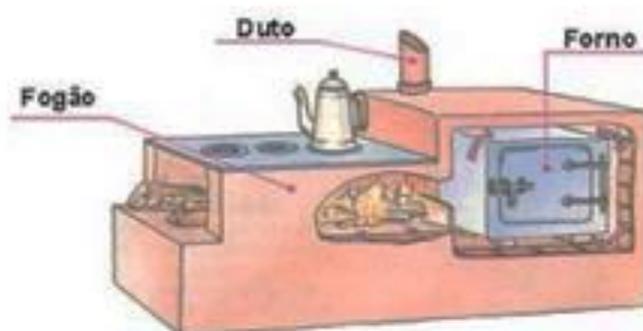


Figura 6.1 – Fogão a lenha.



Fonte: Referência [1].

b. Fogão a gás

Normalmente utiliza gás combustível para gerar energia calorífica por intermédio de tubos, registros e injetores, consegue-se regular a altura e potência ideal da chama. Além do gás, existem os fogões combinados, que utilizam resistências eléctricas, ou fogões apenas eléctricos.

Após a abertura do registro do regulador de gás, o sistema de distribuição do fogão é preenchido de gás. Depois de aberto o registro do fogão, o gás é enviado para o injetor em direcção aos queimadores (bocas), onde ocorre a combustão.

O fogão a gás para poder funcionar precisa de uma *botija de gás GPL* (gás propano ou butano), Ou pode ser funcionar recebendo gás natural.

Figura 6.2 – Fogão a gás.



Fonte: Referência [2].

Trocar de endereço pode transformar a casa, mais principalmente a sua cozinha. Isso porque nem todos os apartamentos ou condomínios recebem o mesmo fornecimento e tipo de gás. Enquanto o GLP (gás liquefeito de petróleo) é o tipo mais tradicional usado, o GN (gás natural) pode exigir adaptações dos fogões já utilizados pela família.

Se você acabou de se mudar para um endereço em que o fornecimento é GN, é possível adaptar o fogão. Entrando em contato com o fabricante. Contudo, se você for comprar um novo fogão, confira o manual do produto ou as especificações técnicas. Portanto, na dúvida procure um técnico especializado nessa área; pois, com fogo não se brinca!

6.2 Processos de propagação do calor

Calor é definido como uma energia em trânsito. Assim, nenhum corpo pode ter calor, pois a partir do momento que a energia terminou de ser transferida, já não é mais calor. A propagação do calor entre dois sistemas pode ocorrer através de três processos diferentes: a condução, a convecção e a irradiação.

a) Condução Térmica

É um processo lento de transmissão de calor, sempre no sentido das temperaturas mais altas para as mais baixas. Só é possível em meios materiais e tende a ser mais acentuada em sólidos, onde a interação entre as partículas é maior.

Na figura 6.3, a seguir vemos uma panela feita de metal que são os melhores condutores de calor por condução.

Figura 6.3 – Panela de metal transferindo calor.



Fonte: Referência [3].

b) Convecção Térmica

As partes diferentemente aquecidas de um fluido movimentam-se no seu interior devido às diferenças de densidades das porções quente e fria do fluido. A figura 6.4, mostra como se forma a corrente de convecção quando a água está fervendo, perceba que a água aquecida no fundo da panela se move para cima e conseqüentemente a água mais fria na parte de cima desce.

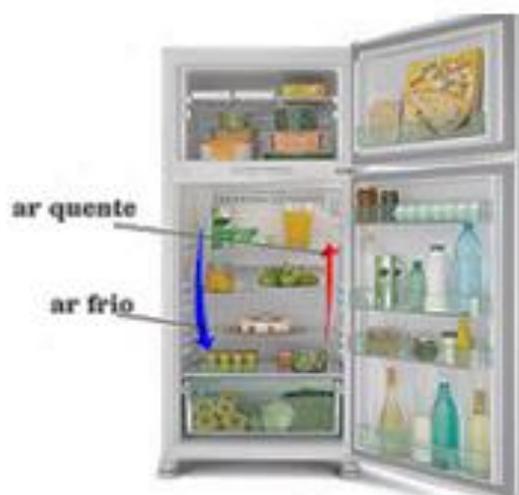
Figura 6.4 – Convecção térmica na água.



Fonte: Referência [4]

As geladeiras e os condicionadores de ar são outros exemplos de convecção térmica.

Figura 6.5 – convecção térmica do ar no interior das geladeiras.



Fonte: Referência [5]

Por que o congelador fica na parte de cima da geladeira?

Nas geladeiras mais antigas o congelador está localizado na parte superior da geladeira porque o ar frio é mais denso, logo, descer. Ao mesmo tempo em que o ar menos frio sobe; constituindo-se assim um ciclo ar dentro da geladeira. Esse ciclo é conhecido como corrente de convecção. Portanto, as correntes de convecção não podem ser interrompidas pela abundância de alimentos e, nem mesmo, pelos recipientes de plástico sobre as divisórias.

É importante ressaltar que o gelo é um ótimo isolante térmico, em vista disso, não pode acumular gelo ao redor do congelador, o que, na prática, atrapalhará o congelamento dos alimentos no interior da geladeira. Por fim, é importante salientar que a convecção é uma forma de transferência de calor que acontece somente em fluidos, isto é, nos líquidos e gases.

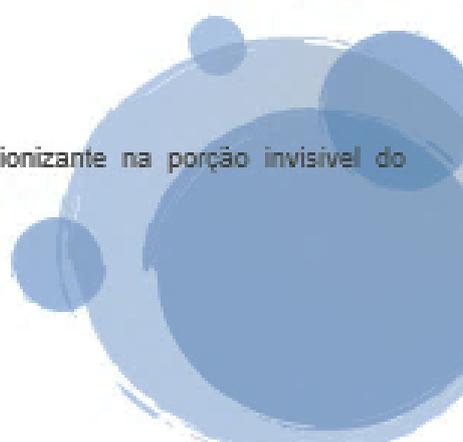
b) Irradiação ou radiação

É uma forma de propagação de calor que não necessita de um meio material para se propagar, esta é a irradiação térmica. Esse tipo de propagação do calor ocorre através dos raios infravermelhos⁹ que são chamadas ondas eletromagnéticas. É dessa forma que o Sol aquece a Terra todos os dias.

A radiação solar e a pele

Nos dias de sol é essencial proteger a pele dos efeitos nocivos do sol como as queimaduras na pele, envelhecimento precoce e até mesmo o perigo de desenvolver algum tipo de câncer de pele. Assim, uso de um bom protetor solar no rosto e no corpo pode evitar a maioria desses danos, pois esses produtos são capazes de absorver ou refletir a radiação solar

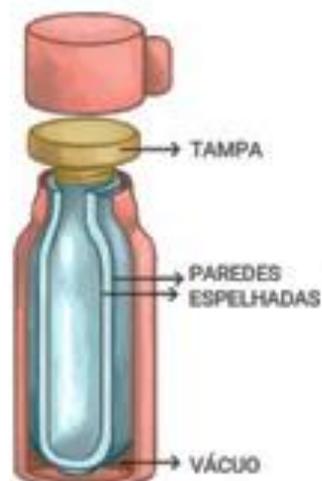
⁹ A radiação infravermelha é uma radiação não ionizante na porção invisível do espectro eletromagnética.



LEITURA COMPLEMENTAR: Garrafa térmica

A garrafa térmica é construída de forma que os três processos de propagação de calor sejam reduzidos ao máximo. O vaso interno é construído de vidro (mau condutor de calor) e, com paredes duplas, entre elas há quase vácuo (Ar muito rarefeito), o qual impede a propagação do calor por condução e convecção. Estas são espelhadas tanto internamente quanto externamente, de forma que os raios infravermelhos sejam refletidos e por último temos a tampa. Esta última quando bem fechada evita o processo de propagação por convecção. Construída dessa maneira por James Dewar, a garrafa térmica mantém sempre bem quentinho o café ou o chá.

Figura 6.6 – Garrafa térmica ou vaso de Dewar.



Fonte: Referência [6]

MITO OU VERDADE



A chama do Gás Natural é mais limpa e ele é mais eficiente?

MITO! Não há diferença entre as chamas, porém sim entre os queimadores. A medição deve ser realizada sempre a partir do PCI – Poder Calorífico Inferior. As medidas oficiais do GLP são 11.100 Kcal/Kg. Já as do GN são 8.800 Kcal/m³ a 20°C e 1 atm. Dessa forma, pode-se dizer que o poder calorífico do GLP vence o desafio sobre o gás natural encanado!



DICA DA UNIDADE

Agora que já entendemos como o fogão funciona, queremos usar os conhecimentos aqui adquiridos para utilizar o fogão de um modo mais eficiente e seguro. Segue uma ótima dica!

DICA: As mangueiras têm um prazo de validade, por isso é recomendado trocá-la a cada 5 anos. Não trocar a mangueira é perigoso, pois com o tempo de uso pode ocorrer vazamentos.

REFERÊNCIAS DA UNIDADE

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Fluidos Oscilações e ondas Calor., v. 2, 5 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2012.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física: Gravitação, Ondas e Termologia. v. 2, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

[1] Disponível em: <http://tecnologiamoderna-efa013.blogspot.com/2008/12/origem-e-funcionamento-do-fogo.html>. Acesso em 21 de out. 2019.

[2] Disponível em: <https://www.magazineleuza.com.br/busca/fogao%20a%20gas/>. Acesso em 21 de out. 2019.

[3] Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/radiacao-conducao-conveccao.htm>. Acesso em 29 de mar. 2019.

[4] Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/radiacao-conducao-conveccao.htm>. Acesso em 29 de mar. 2019.

[5] Disponível em: <http://professormettao.blogspot.com/2017/06/conveccao-termica.html>. Acesso em 28 de mar. 2019.

[6] Disponível em: <http://educacaoedifusao.iqm.unicamp.br/-/como-funciona-a-garrafa-termica>. Acesso em 28 de mar. 2019.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO

QUESTIONÁRIO

Julgue os itens abaixo e assinale certo ou errado e justifique a sua resposta.

01. Para que um pedaço de carne cozinhe mais rapidamente, basta introduzir nele um espeto de metálico. Isso se justifica pelo fato de o metal ser um bom condutor de calor, CERTO () ou ERRADO ().

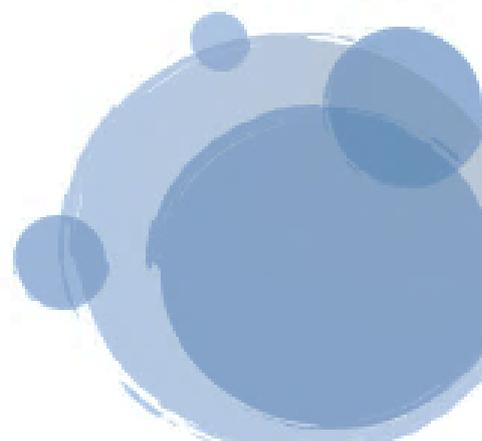
02. Os agasalhos de lã dificultam a perda de energia (na forma de calor) do corpo humano para o ambiente, devido ao fato de o ar aprisionado entre suas fibras ser um bom isolante térmico, CERTO () ou ERRADO ().

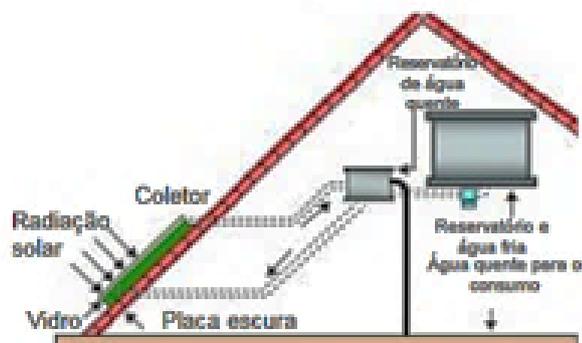
03. Devido à condução térmica, uma barra de metal mantém-se a uma temperatura inferior à de uma barra de madeira colocada no mesmo ambiente, CERTO () ou ERRADO ().

05. Os esquimós constroem seus iglus com blocos de gelo, empilhando-os uns sobre os outros. Se o gelo tem uma temperatura relativamente baixa, explicar-se o uso desse "material de construção" pelo fato do gelo ser um mau condutor de calor, CERTO () ou ERRADO ().

O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.

Fonte: Adaptado de PALZ, Wolfgang, "Energia solar e fontes alternativas". Hemus, 1981.





São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

06. O reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor, CERTO () ou ERRADO ().

07. A cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa, CERTO () ou ERRADO ().

08. A placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência, CERTO () ou ERRADO ().

PROBLEMAS PROPOSTOS

01. (UFRS) Se o vácuo existente entre as paredes de vidro de uma garrafa térmica fosse total, propagar-se-ia calor de uma parede para a outra apenas por:

- a) convecção.
- b) radiação.
- c) condução.
- d) convecção e radiação.
- e) condução e convecção.

02. (U. Mackenzie-SP) Assinale a alternativa correta:

- a) A condução e a convecção térmica só ocorrem no vácuo.
- b) No vácuo a única forma de transmissão do calor é por condução.
- c) A convecção térmica só ocorre nos fluidos, ou seja, não se verifica no vácuo nem em materiais no estado sólido.
- d) A irradiação é um processo de transmissão do calor que só se verifica em meios materiais.
- e) A condução térmica só ocorre no vácuo; no entanto, a convecção térmica se verifica inclusive em materiais no estado sólido.

03. (Unitau-SP) No inverno usamos agasalho porque:

- a) o frio não passa através dele.
- b) pode ser considerado um bom isolante térmico.
- c) transmite calor ao nosso corpo.
- d) permite que o calor do corpo passe para o ar.
- e) tem todas as propriedades citadas nas alternativas anteriores.

04. (F.M. Pouso Alegre-MG) Você coloca a extremidade de uma barra de ferro sobre a chama, segurando-a pela outra extremidade. Dentro de pouco tempo você sente, através do tato, que a extremidade que você segura está se aquecendo. Podemos afirmar que:

- a) não houve transferência de energia no processo.
- b) o calor se transferiu por irradiação.



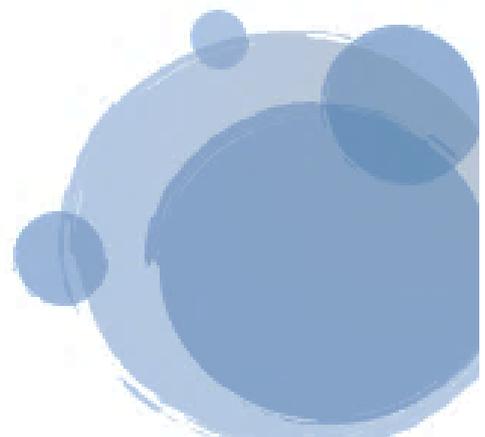
- c) o calor se transferiu por convecção.
- d) o calor se transferiu por condução.
- e) a energia transferida não foi energia térmica.

05 (FUVEST-SP) Nas geladeiras, o congelador fica sempre na parte de cima para:

- a) manter a parte de baixo mais fria do que o congelador;
- b) manter a parte de baixo mais quente que o congelador;
- c) que o calor vá para o congelador;
- d) acelerar a produção de cubos de gelo;
- e) que o frio vá para o congelador.

Gabarito:

01) C, 02) A, 03) B, 04) D 05) C



7 A FÍSICA NA COZINHA - FORNO DE MICRO-ONDAS

Introdução

O Forno de micro-ondas é um aparelho muito conhecido por facilitar e agilizar o preparo de alimentos para o consumo humano. O aquecimento acontece em razão de uma radiação eletromagnética, radiação essa que aumenta a agitação das moléculas de água dos alimentos, aquecendo-os de forma quase uniforme e de fora para dentro, já que as ondas eletromagnéticas se localizam na parte externa dos alimentos. A seguir iremos estudar o funcionamento do forno de micro-ondas e um pouco de ondulatória

7.1 O forno de micro-ondas

Como funciona?

Micro-ondas são ondas eletromagnéticas de alta frequência, como as de rádio. Em 1939, o físico americano Albert Wallace Hull desenvolveu o magnetron, um gerador de micro-ondas para radar. Dez anos depois, o engenheiro Percy Lebaron Spence, seu conterrâneo, percebeu, por acaso, que um copo de leite se aquecia quando próximo de um magnetron. Diretor de uma indústria eletrônica, Spence logo vislumbrou as possibilidades culinárias desse gerador. Assim surgiu, no início dos anos 50, o primeiro forno de micro-ondas. O magnetron recebe de um transformador, uma tensão fixa de cerca de 400 volts e gera dentro do aparelho ondas eletromagnéticas de 2,45 GHz, a mesma frequência de ressonância das moléculas de água.

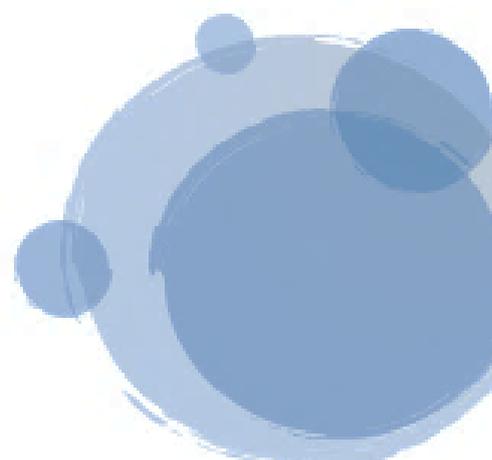
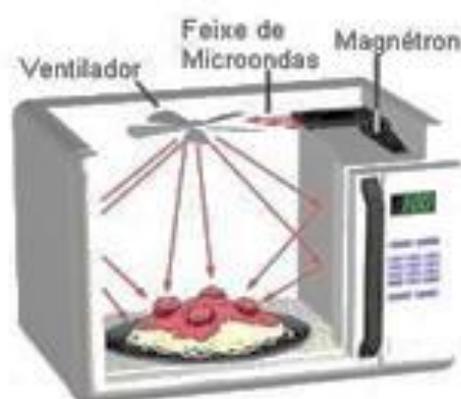


Figura 7.1 – Forno de micro-ondas.



Fonte: Referência [1].

Na figura 7.1, acima vemos que essas ondas são refletidas várias vezes nas paredes metálicas do forno sobre o alimento, fazendo vibrar as moléculas de água contidas nele. A fricção entre elas produz calor, cozinhando o alimento.

As micro-ondas têm alta capacidade de penetração na comida, o que possibilita o cozimento por dentro e não a partir da superfície, como ocorre nos fornos convencionais. Além disso, não fazem vibrar as moléculas de vidro ou plástico, que não se aquecem no interior do forno. Para evitar o vazamento das micro-ondas, o aparelho possui uma grade de metal colada junto ao vidro da porta: os espaços entre as malhas dessa grade são menores que as micro-ondas. Além de fornos e radares, as micro-ondas são usadas também em sistemas de telecomunicações, como nas transmissões por satélite e na telefonia celular.

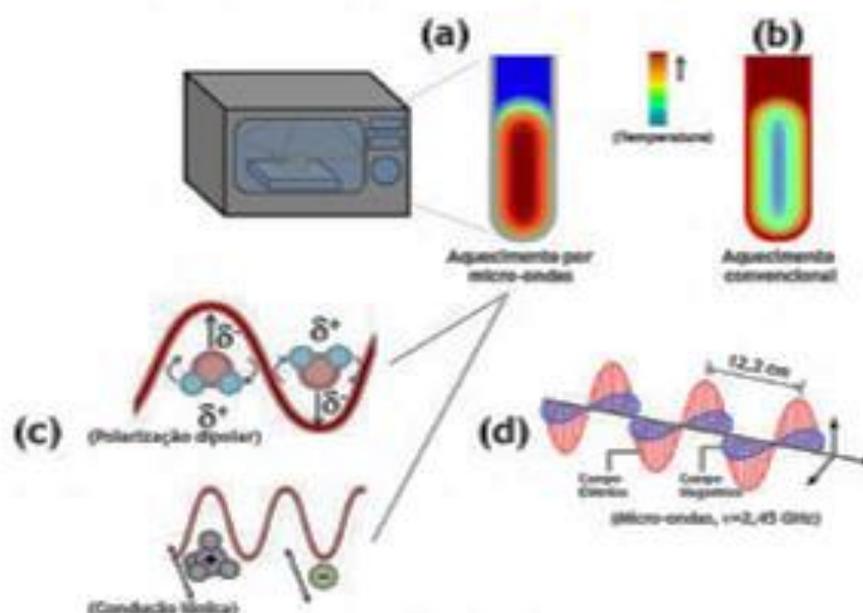
Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-forno-de-microondas/>. Acesso em 01 de nov. 2019. Adaptado.

Aquecimento das moléculas da água no forno de micro-ondas

O aquecimento por micro-ondas consiste em uma alternativa aos procedimentos tradicionais, as quais se baseiam na convecção e condução de energia na forma de calor. As micro-ondas promovem rápidos aquecimentos volumétricos e menores tempos de

processo. Isso leva a maiores velocidades e seletividades de reação, ao mesmo tempo em que se diminuem os custos e se poupa energia. A frequência normalmente utilizada em laboratório (e também em aparelhos domésticos) é de 2,45 GHz, que corresponde a um comprimento de onda de na ordem de 12,2 cm.

Figura 7.2 – Aquecimento por micro-ondas.



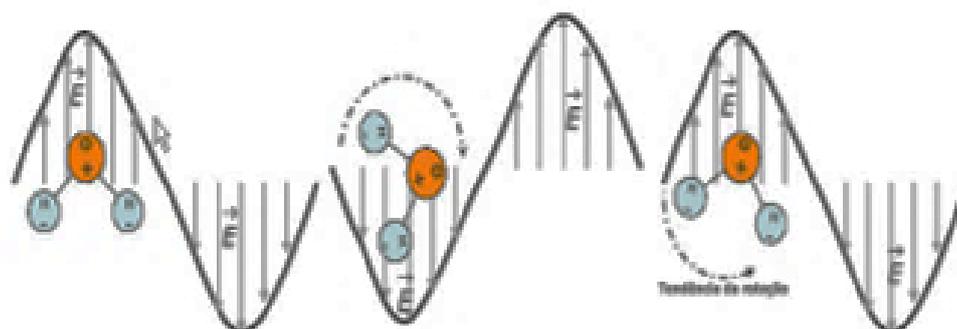
Fonte: Referência [2].

Figura 7.2 Ilustração (a) do perfil de aquecimento de amostras sob irradiação de micro-ondas em comparação ao (b) perfil de aquecimento convencional (condução/convecção), e (c) representação dos mecanismos de aquecimento (polarização dipolar e condução iônica) envolvidos nos processos químicos induzidos pelas micro-ondas, descritas figurativamente em (d). Na presença das micro-ondas nessa frequência, moléculas polares ou íons em um solvente ou em um sólido tendem a se orientar ou se movimentar de acordo com o campo eletromagnético da radiação, o que leva ao aquecimento de qualquer material contendo esse tipo de espécies.

No caso de solventes polares (água, por exemplo) as moléculas tendem a se orientar com o campo alternante, de modo que se gera calor devido à rotação, fricção e colisão

entre as moléculas, o que corresponde ao chamado mecanismo aquecimento por polarização dipolar, como mostrar a figura 7.3, a seguir.

Figura 7.3 – Movimento de rotação da molécula da água.



Fonte: Referência [3].

No caso de íons, a flutuação do campo elétrico faz com que as espécies carregadas se movam em solução, mudando constantemente de direção, o que resulta em um aumento local de temperatura devido à fricção e colisões. Esse efeito é chamado de aquecimento por mecanismo de condução iônica representado na figura 7.2c-condução iônica.

Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6215.
Acesso em 2 de nov.2019. Adaptado.

7.2 Ondas

Em nosso meio, estamos rodeados por ondas, sonoras, luminosas, de rádio, etc. Graças a elas é que existem muitas maravilhas do mundo moderno, como a televisão, o rádio, telecomunicações via satélite, o radar, o forno de micro-ondas, imagens eletrônicas e as mais recentes aplicações: do sistema GPS, Raios X, telecomunicações, etc.

Como exemplo, vamos considerar uma pedra que cai na superfície de um lago; ela desloca certo volume de água. Ocorrem, ao mesmo tempo, um deslocamento lateral e um deslocamento vertical. A porção de água que se projeta acima do nível normal do

lago tende a descer; mas, quando atinge a posição de equilíbrio, ultrapassa-a, devido a inércia, deslocando, lateral e verticalmente, uma nova porção de água ao seu redor. Assim, a oscilação mecânica vai se propagando pela superfície do lago, como mostra a figura 7.4, a seguir.

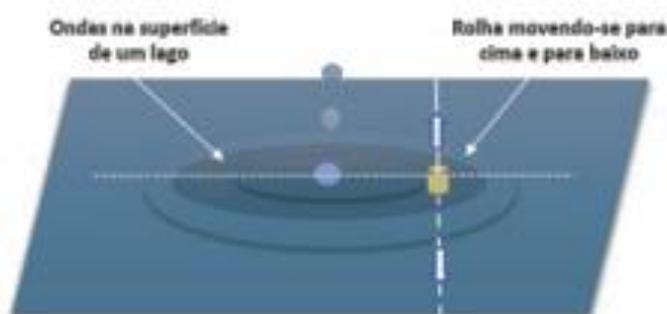
Figura 7.4 – Onda na superfície de um líquido.



Fonte: Referência [4].

O fenômeno descrito é um exemplo de propagação ondulatória. E, a perturbação que se propaga recebe o nome de ONDA. Observa-se também que a água do lago, como um todo, não se desloca. Ou seja, uma boia em sua superfície oscilaria (ficava subindo e descendo) em torno de uma posição, sem ser levada pela onda, como mostra a figura 7.5.

Figura 7.5 – Rolha oscilando na superfície de um lago.



Fonte: Arquivo do autor.

Essa é a principal característica *da propagação ondulatória*:

As ondas transportam energia, sem envolver transporte de matéria.

Por fim, não esqueça dos conceitos de **Pulso** que a perturbação produzida em um ponto de um meio. E, de **Onda** que é o movimento provocado pela perturbação que se propaga em um meio.

7.3 Classificação das Ondas

Podemos classificar as propagações ondulatórias de acordo com três critérios: a natureza da vibração, a direção da vibração e a direção de propagação das ondas.

7.3a Natureza das Vibrações

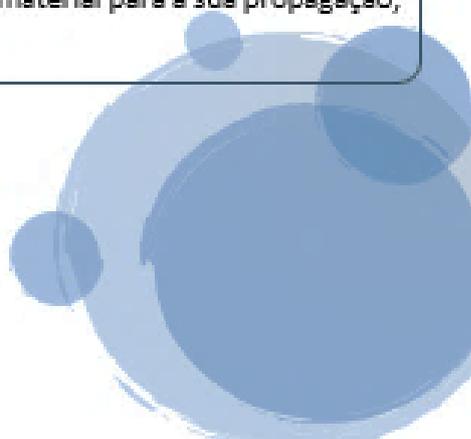
Nas **ondas mecânicas** as partículas materiais vibram; por exemplo: as ondas em cordas, em molas, na superfície e no interior dos líquidos, dos sólidos (os terremotos) e dos gases (som se propagando no ar), etc.

As ondas mecânicas necessitam de um meio material para a sua propagação; assim, o som não se propaga no vácuo.

Nas **ondas eletromagnéticas** as variações acontecem no campo elétrico e no campo magnético. Essas vibrações ocorrem por cargas elétricas oscilantes. São exemplos de ondas eletromagnéticas: as ondas de rádio, as micro-ondas, a luz visível, raio X e raio gama.

As ondas eletromagnéticas não necessitam de um meio material para a sua propagação; logo, podem se propagar no vácuo.

7.3b Direção das Vibrações

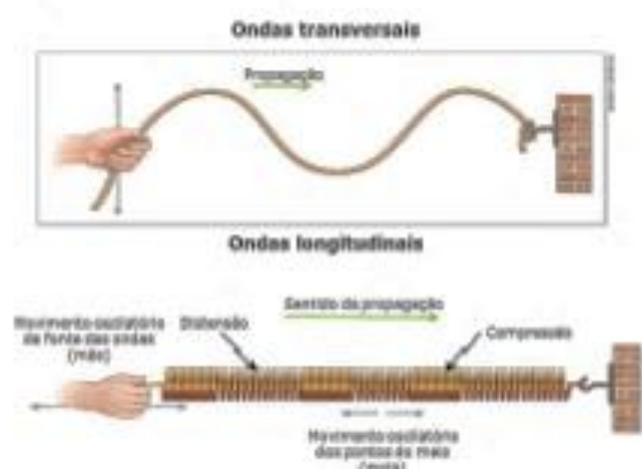


Uma onda é transversal quando a direção da vibração é perpendicular a direção em que se propaga a onda. Por exemplo, ondas em uma corda, figura 7.6.

Onda Longitudinal é aquela em que a direção da vibração é a mesma na qual se efetua a propagação da onda. Por exemplo, ondas em uma mola, figura 7.6.

Ondas Mistas, ambas as condições ocorrem simultaneamente. É o caso das perturbações que se propagam pela superfície dos líquidos, como vimos na figura 7.4.

Figura 7.6 – Ondas transversais e longitudinais.



Fonte: Referência [5].

7.3c Direção das Propagações

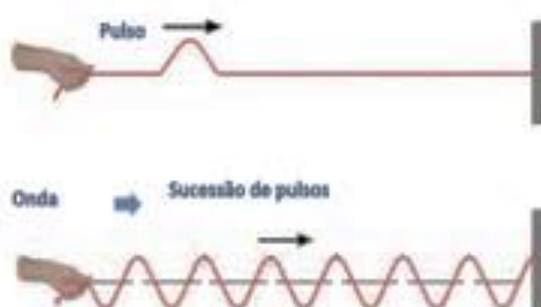
Nas ondas unidimensionais, as ondas se deslocam sobre uma linha, por exemplo, as ondas em uma corda, figura 7.6. Nas ondas bidimensionais, as ondas são produzidas sobre uma superfície, por exemplo, as ondas na superfície dos líquidos, figura 7.4.

Nas ondas tridimensionais, as ondas se propagam em todas as direções, por to

7.4 Ondas Periódicas

Vamos considerar uma pessoa executando um movimento vertical de sobe-e-desce na extremidade livre da corda indicada na figura 7.7, a seguir. E, que os intervalos de tempo para o movimento de sobe-e-desce sejam iguais. Então, observa-se que os pulsos se propagam ao longo da corda em espaços iguais, pois, os impulsos são periódicos.

Figura 7.7 – Ondas transversais e longitudinais.



Fonte: Arquivo do autor.

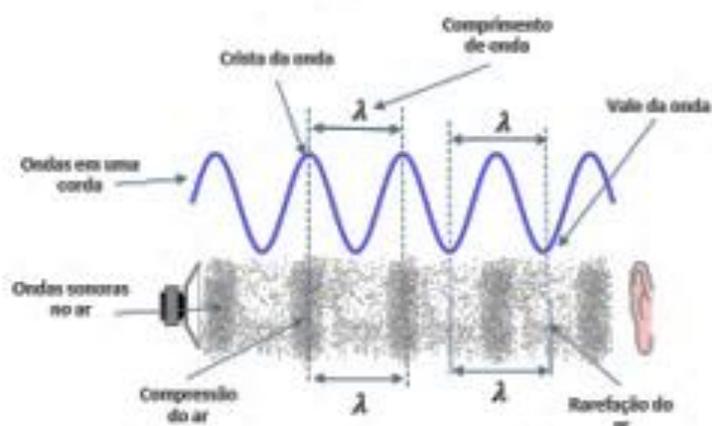
a. Frequência e comprimento

Uma onda possui uma frequência e um comprimento. A **frequência** corresponde ao número de vezes que uma onda passa por um ponto do espaço num intervalo de tempo (esse intervalo de tempo é o período), ou seja, ao número de oscilações (n) da onda por unidade de tempo (Δt) em relação a um ponto. Assim,

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

A frequência é geralmente expressa em **ciclos por segundo** ou Hertz (Hz). O **comprimento de onda** indica a distância entre dois pontos onda em uma oscilação completa, por exemplo, duas cristas ou dois vales consecutivos, como mostra a figura 7.8, a seguir. O comprimento da onda no SI, é dado em metros (m).

Figura 7.8 – Propagação de uma onda.

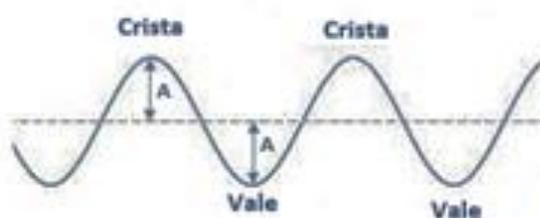


Fonte: Referência [6].

b. Amplitude da onda

A **amplitude** corresponde à altura da onda, marcada pela distância entre o ponto de equilíbrio (repouso) da onda até a crista. Observe que a "crista" indica o ponto máximo da onda, enquanto o "vale", corresponde ao ponto mínimo, como mostra a figura 7.9 a seguir. É importante destacar que amplitude está relacionada com a quantidade de energia que a fonte sonora transmite ao meio de propagação da onda.

Figura 7.9 – Amplitude de uma onda.



Fonte: Arquivo do autor.

c. Velocidade de propagação das ondas

A velocidade de propagação das ondas pode ser determinada se soubermos o comprimento da onda (λ) e o seu período (T) ou frequência (f) de oscilação, pois, a relação entre T e f é,

$$T = \frac{1}{f}$$

Consideremos que uma onda se propague em um meio homogêneo e não absorvedor de energia, sua velocidade e amplitude serão constantes. Logo, pode-se dizer que a onda executa um movimento uniforme. Então, podemos determinar a sua velocidade com a equação da velocidade média.

$$\Delta S = v \cdot \Delta t$$

Se considerarmos o deslocamento escalar da onda como o seu comprimento ($\Delta S = \lambda$) e o tempo para ela percorrer esse mesmo comprimento como sendo o período de oscilação ($\Delta t = T$) e, aplicando a relação entre f e T ; chegaremos a uma equação que determina a velocidade de propagação da onda denominada como *equação fundamental da ondulatória*.

$$\Delta S = v \cdot \Delta t \implies \lambda = v \cdot T \implies$$

$$v = \lambda \cdot f$$

Eq. fundamental ondulatória

Voltando ao caso do forno de micro-ondas, vamos calcular o valor do comprimento de onda, usando a Eq. anterior, das ondas do forno. Assim, sabe-se que o magnetron emite ondas de natureza eletromagnéticas e que estas se propagam com velocidade de $3,0 \cdot 10^8$ m/s. sendo a frequência dessas ondas é de 2.450 GHz. Então,

$$v = \lambda \cdot f \implies 3,0 \cdot 10^8 = \lambda \cdot 2,45 \cdot 10^9 \implies \lambda = \frac{3,0 \cdot 10^8}{2,45 \cdot 10^9} \implies \lambda \cong 1,224 \cdot 10^{-1} \text{ m.}$$

Portanto, o comprimento de onda do forno de micro-ondas é de aproximadamente 12,2 cm.

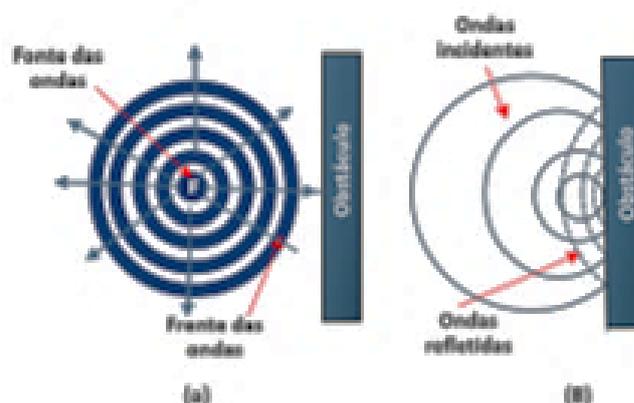
7.5 Fenômenos Ondulatórios

O estudo dos fenômenos ondulatórios permite entender mais um pouco desse mundo extraordinário do qual fazemos parte. E, sem dúvida, a aplicação desse estudo nas diversas áreas do conhecimento produz novas tecnológicas que contribuem para a evolução da vida humana.

a. Reflexão das Ondas

Esse fenômeno acontece quando uma onda sonora se propaga e encontra um obstáculo, como uma parede por exemplo, incide sobre a barreira e retorna para o meio no qual estava propagando-se. Desse acontecimento, originado pela reflexão do som, chamados de eco. Portanto, a **reflexão** ocorre quando uma onda, após atingir a superfície de separação com um outro meio de propagação, volta ao meio de origem. Na figura 7.10, a seguir, mostra em (a) uma onda bidimensional, ou seja, ondas se propagando na superfície da água e, em (b) essa onda incide em um obstáculo e voltando ao meio de origem. Portanto, o exemplo descrito é chamado de reflexão de uma onda.

Figura 7.10 – Reflexão de uma onda plana.



Fonte: Arquivo do autor.

No exemplo anterior falamos de fonte de onda e frente de onda, então, vejamos as definições:

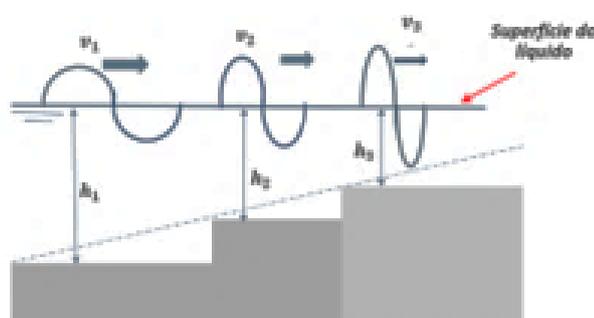
Fonte de onda é qualquer elemento que dar origem aos pulsos, provocando perturbações no meio de propagação. A fonte é responsável pela energia da onda.

Frente de onda é a região do espaço que reúne todos os pontos do meio alcançados ao mesmo tempo por um pulso. As frentes de onda podem ser chamadas de *superfícies de onda*. Por fim, as leis da reflexão das ondas são as mesmas estudadas em Óptica Geométrica.

b. Refração das Ondas

Por meio da refração é possível esclarecer inúmeros efeitos, como o arco-íris, a cor do céu no pôr-do-sol e a construção de instrumentos ópticos e outros. Verifica-se experimentalmente que a velocidade de propagação nas superfícies de líquidos pode ser alterada modificando-se a profundidade deste local. As ondas diminuem de velocidade ao se diminuir a profundidade. Portanto, como exemplo da refração, podemos usar a propagação das ondas na superfície de um líquido ao passando por duas regiões com profundidades diferentes, como vemos na figura 7. 11.

Figura 7.11 – Refração das ondas na superfície de líquido.



Fonte: Arquivo do autor.

Independente de cada onda, sua frequência não é alterada na refração, no entanto, a velocidade e o comprimento de onda podem se modificar. A seguir temos um texto bastante interessante sobre as ondas de tsunamis que é um exemplos de ondas que sofrem refração na superfície do oceano.

Tsunamis

De origem japonesa - *tsunami* designa ondas oceânicas de grande altura. Embora sejam erroneamente denominadas de ondas de maré, as *tsunamis* não são causadas por influência das forças de maré (forças astronômicas de atração do Sol e da Lua). As *tsunamis* são ondas de grande energia geradas por abalos sísmicos. Têm sua origem em maremotos, erupções vulcânicas e nos diversos tipos de movimentos das placas do fundo submarino.



Quando as ondas originadas pelo maremoto se aproximam da costa, a distância entre elas e o fundo marítimo diminui, assim como a velocidade que se propagam. A partir daí, as pequenas ondas que surgiram na origem do maremoto aumentam de tamanho até se tornarem de fato ondas gigantes, atingindo 30 metros ou mais. Nesse momento, quem está na praia pode ver a maré recuando drasticamente para que os paredões d'água possam ser formados. Esse recuo drástico funciona com "sinal" de alerta para que pessoas procurem se abrigar em lugares altos. Pois, quando a tsunami atinge a costa, sua velocidade pode chegar a cerca de 50km/h e é comum que ela penetre a terra, varrendo o que vem pela frente, por mais alguns quilômetros de distância.

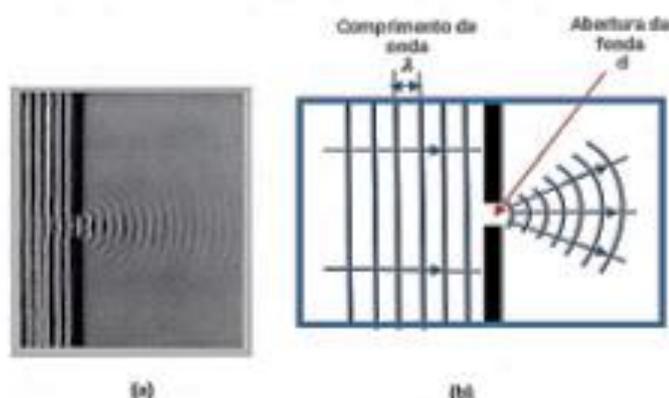
Disponível em: <http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modulos/galeria/detalhe.php?foto=957&evento=7>. Acesso em 04 de nov. 2019. Adaptado.

c. Difração

A difração ocorre com todo tipo de ondas, com ondas sonoras, por exemplo, pode-se perceber a ocorrência desse fenômeno quando duas pessoas mantêm a conversa mesmo quando há muro inserido entre elas.

Vamos considerar uma onda, propagando-se na superfície da água e, que ela encontre um obstáculo dotado de estreita abertura, como mostra a figura 7.12, a seguir. Na figura 7.12, em (a) pode-se observar uma frente de onda de comprimento de onda λ (lambida), contornado um obstáculo de abertura d (difração). E, em (b) representamos esquematicamente esse fenômeno. A maior ou menor capacidade que uma onda tem de sofrer difração está relacionada ao tamanho do obstáculo a ser contornado ou à largura da passagem a ser transposta e o seu comprimento de onda. Assim, observa-se experimentalmente que para que ocorra difração se faz necessário que: λ seja de mesma ordem de grandeza da abertura do obstáculo.

Figura 7.12 – Difração na superfície da água.

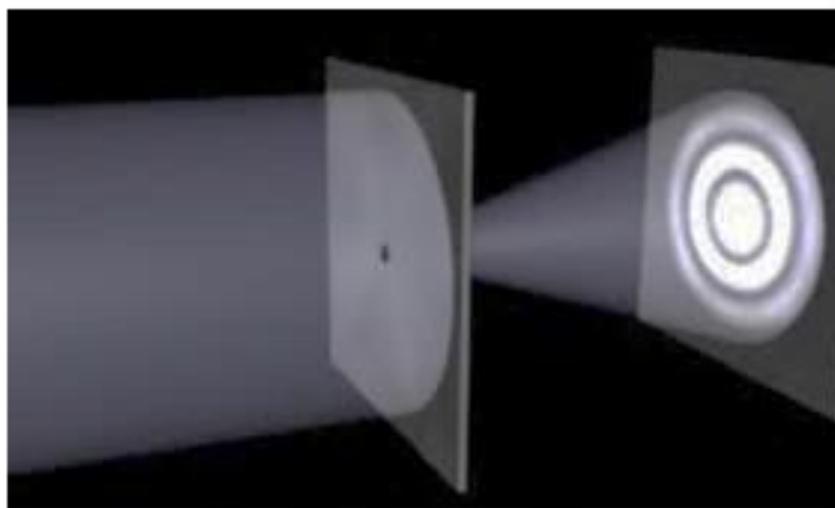


Fonte: Referência [7].

A difração das ondas luminosas é mais difícil de percebermos, pois, os obstáculos e aberturas em que a luz incide são normalmente bastante grandes em relação ao seu comprimento de onda. Contudo, se fizermos a luz passar por orifícios cada vez menores, como por exemplo, o orifício feito pela ponta

de um alfinete em um cartão, observaremos que a luz sofrerá difração ao passar por esse orifício como mostra a figura 7.13, a seguir.

Figura 7.13 – Difração da luz por orifício.



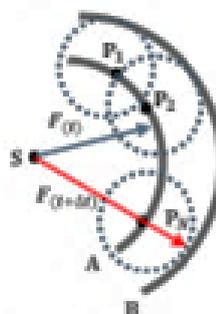
Fonte: Referência [8].

Para explicar a difração das ondas iremos mostrar a seguir o princípio de Huygens.

Princípio de Huygens

Christian Huygens, no final do século XVII, propôs um método de representação de frentes de onda, onde cada ponto de uma frente de onda se comporta como uma nova fonte de ondas elementares, que se propagam para mais à frente da região já atingida pela onda original e com a mesma frequência que ela.

Figura 7.14 – Princípio de Huygens.



Fonte: Arquivo do autor

A figura 7.14, mostra uma fonte de ondas S , que no instante t dá origem a frente de ondas $F(t)$, representada por A e, nessa frente de ondas os pontos, P_1, P_2, \dots, P_N comportam-se como novas frentes de ondas elementares que se propagam para mais à frente da região já atingida pela onda original e, no instante $t + \Delta t$ as frentes de ondas elementares originam a nova frente de onda $F(t + \Delta t)$, que representamos pela letra B .

d. Ressonância

Vamos considerar uma criança em um balanço e que seus pés não chegam ao chão e, para lhe dar balanço, pode-se puxar o balanço para trás e largá-lo depois. Para que a criança continue a balançar bastará empurrá-la ligeiramente no ritmo das oscilações para que ao fim de pouco tempo ela adquira um balanço considerável. Finalmente, para manter o corpo em movimento é preciso agir no ritmo das oscilações. Ou seja, é preciso proceder de modo que os impulsos tenham período igual ao das oscilações próprias do corpo. Neste caso dizemos que há ressonância entre os dois sistemas (criança no balanço e pessoa que o impulsiona).

Figura 7.15 – Dois Sistemas ressonantes: criança no balanço e pessoa que o impulsiona.



Fonte: Referência [9].

Todos os corpos vibram naturalmente com certa frequência, denominada frequência natural. Quando um sistema vibrante é submetido a uma série periódica de impulsos cuja frequência coincide com a frequência natural do sistema, a amplitude de suas oscilações cresce gradativamente, pois a energia recebida vai sendo armazenada.

Sabemos que os vidros das janelas ressoam e os cristais vibram quando o piano ou o rádio emitem certas notas musicais. Isso acontece porque cada objeto tem uma frequência natural de vibração. E, se as ondas sonoras de uma nota o atingirem, ele ressoará com a vibração que o atinge. Alguns cantores são famosos por serem capazes de quebrar um copo de cristal fino cantando junto a ele em sua frequência natural.

Figura 7.15 – Copo de cristal em ressonância as ondas sonoras emitidas pelo rádio.



Fonte: Referência [10].

7.6 Acústica

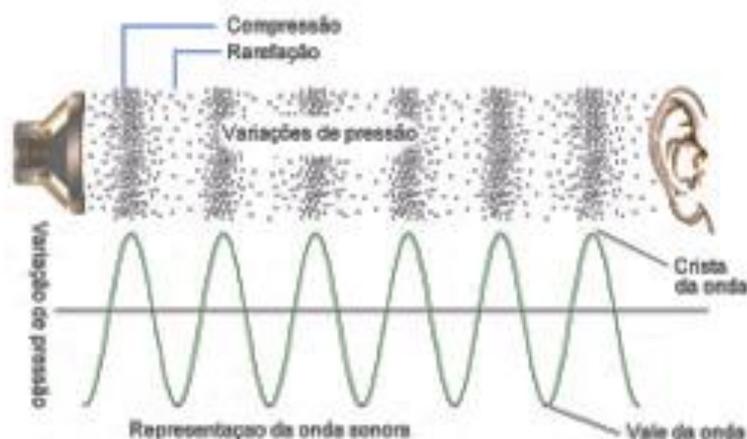
A acústica é a parte da física que estuda fenômeno ondulatório, ou seja, o “SOM” que é originado pelos mais diversos objetos e se propaga através de um determinado meio material.

a. Ondas Sonoras

As ondas sonoras podem ser definidas como uma perturbação que se propaga em um meio (gasoso, líquido ou sólido) de forma longitudinal e tridimensional, isto é, a direção de vibração das partículas do meio coincide com a direção de propagação da onda

sonora e, essa onda se propaga nas direções do espaço. Essa onda é constituída de um *volume de rarefação* e um *volume de compressão* como mostra a figura 3.16, a seguir.

Figura 7.16 – Ondas sonoras no ar.



Fonte: Referência [11]

b. A Velocidade do Som

Durante a tempestade é comum nos depararmos com um fato bastante interessante, quando ouvimos um trovão, é possível enxergar sua luz muito tempo antes de escutar o estrondo característico. Por que isso acontece?

Bem, isso acontece devido à velocidade do som ser muito baixa comparada a velocidade da luz.

✓ **Velocidade da Luz: 300.000. 000 m/s**

✓ **Velocidade do som: 340 m/s**

A velocidade do som se altera conforme o meio de propagação. Observe a tabela 7.1, a seguir:

Tabela 7.1 - Velocidade do som nos sólidos, líquidos e gases.

Sólidos	
Vidro (20 °C)	5130 m/s
Alumínio (20 °C)	5100 m/s
Líquidos	
Glicerina (25 °C)	1904 m/s
Água do mar (25 °C)	1533 m/s
Água (25 °C)	1493 m/s
Mercúrio (25 °C)	1450 m/s
Gases	
Hidrogênio (0 °C)	1286 m/s
Hélio (0 °C)	972 m/s
Ar (20 °C)	343 m/s
Ar (0 °C)	330 m/s

Fonte: Referência [11].

7.6.1 Qualidades fisiológicas do som

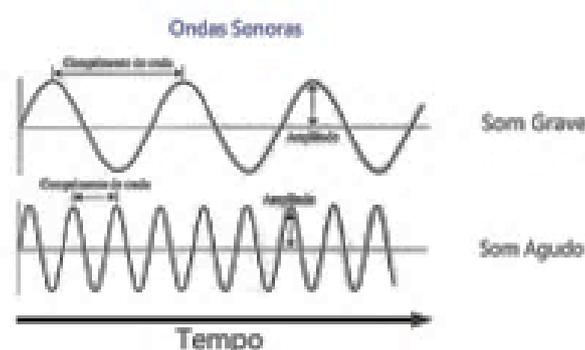
A música é algo presente em nosso cotidiano quer queiramos ou não. Ela pode estar presente na forma de rádio, nos celulares, televisões, etc. Algumas dessas músicas são agradáveis e outras, nem tanto; algumas escutamos diversas vezes e outras não queremos mais ouvir. O som possui todas as características que os outros tipos de onda. Entretanto, por ser uma onda muito importante, ele possui algumas características a mais, essas características são: altura, intensidade e timbre.

a. Altura

A altura é a qualidade fisiológica do som que define se um som é grave ou agudo. Ou seja, quanto maior a frequência do som, mais agudo é o som produzido. E, quanto menor sua frequência mais grave é o som produzido. Por exemplo, voz masculina é *mais grave* que a feminina, pois, em geral a voz das mulheres gira em torno de 300 a 400 Hz e, os homens possuem entre 100 e 200 Hz.

A figura 7,17, a seguir, exemplifica a diferença entre som grave e som agudo, mostrando duas ondas de mesma amplitude e de diferentes comprimentos de onda. Portanto, com diferentes frequências, supondo que as velocidades de propagação sejam as mesmas.

Figura 7.17 – Altura do som / Som grave e som agudo.



Fonte: Referência [12].

Quando a frequência da onda sonora for menor que 20 Hz o som é denominado de **infra-som** e, se for maior que 20.000 Hz de **ultra-som**. Essas ondas até chegam aos nossos ouvidos, mas não são capazes de estimular o nosso sentido da audição. Portanto, os sons audíveis estão compreendidos entre 20 Hz e 20.000 Hz.

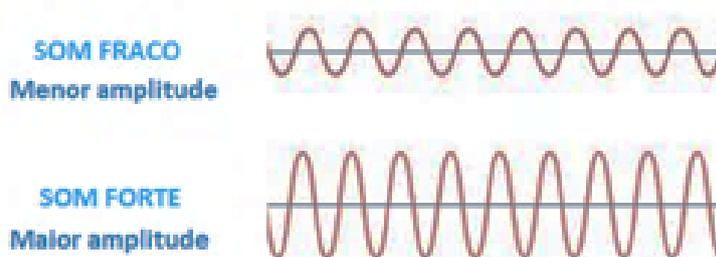
b. Intensidade

Se a energia emitida pela fonte sonora é grande, ou seja, o som é muito forte, temos uma sensação desagradável no ouvido, pois a quantidade de energia transmitida exerce sobre o tímpano uma pressão muito forte. Assim, quanto maior a amplitude da vibração da fonte, maior a energia sonora. Portanto, quanto maior a amplitude da onda, maior a intensidade do som.

Intensidade sonora é a qualidade do som que permite distinguir um som fraco (pequena intensidade) de um som forte (grande intensidade).

Um exemplo desta qualidade acontece quando adiantarmos o botão de volume de um sistema de som, pois, estamos aumentando a potência do aparelho e, conseqüentemente aumentando a intensidade da onda sonora emitida pelos alto-falantes. Na figura 7.18, a seguir vemos dois sons de intensidade diferentes.

Figura 7.18 – Intensidade sonora.



Fonte: Arquivo do autor.

c. Timbre

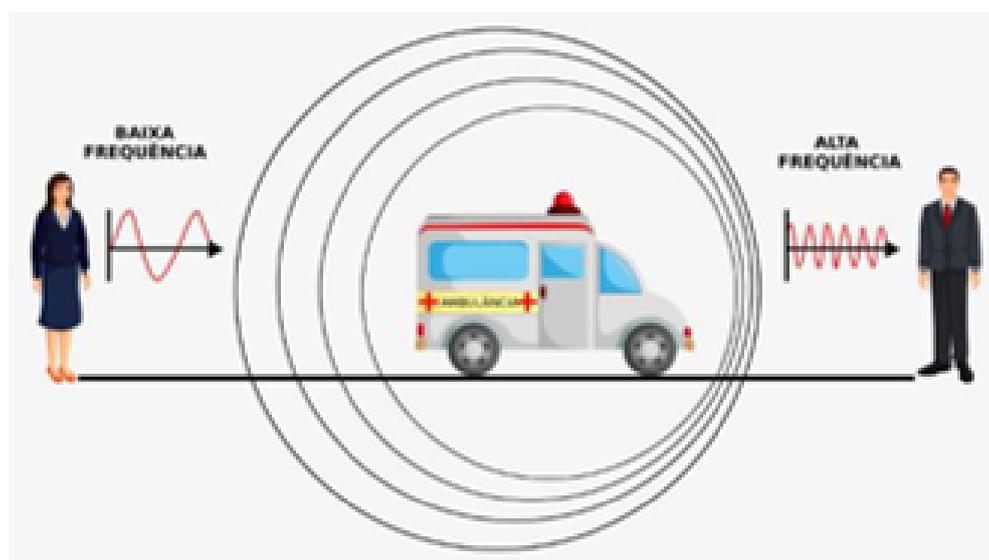
O timbre é a qualidade do som que permite ao ouvido distinguir sons de mesma frequência, provenientes de diferentes instrumentos musicais. Vamos consideremos um violino e um piano, emitindo a mesma nota musical, por exemplo, a nota Lá. As ondas sonoras emitidas pelo violino e pelo piano possuem número de harmônicos diferentes e, essa diferença provoca no ouvido sensações distintas, possibilitando-lhe distingui-las.

7.6 .2 Efeito Doppler

Quando uma pessoa se aproxima de uma fonte sonora fixa, a frequência do som do ouvido é maior do que aquela de quando a pessoa se afasta da fonte. E, o mesmo resultado seria obtido se a fonte se aproximasse ou se afastasse de uma pessoa parada.

Você pode observar esse fenômeno ouvido à sirene de uma ambulância em movimento. O som da sirene é mais grave (frequência menor) quando está se afastando, após ter passado por você. E, na aproximação é mais agudo (maior frequência).

Figura 7.19 – Efeito Doppler.



Fonte: Referência [13].

Verifica-se na figura 7.19, que na aproximação entre o observador e a fonte, o observador recebe maior número de ondas por unidade de tempo e, no afastamento, recebe um menor número de ondas. Essa variação *aparente da frequência de onda* é chamada *efeito Doppler*, em homenagem ao físico e matemático austríaco Christian Johann Doppler ficou célebre por esse princípio.

7.7 Ondas eletromagnéticas

Hoje estamos mergulhados em um mar de radiação eletromagnética. As ondas de rádio, tv, a comunicação através da telefonia celular e internet sem fio, são exemplos das ondas eletromagnéticas que utilizamos e são essenciais no nosso dia a dia. Na figura a seguir vemos os diversos aparelhos que usam essas ondas.

Figura 7.20 – Aparelhos que utilizam as ondas eletromagnéticas.



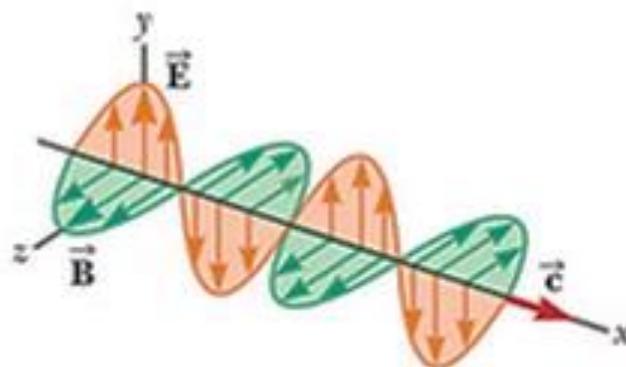
Fonte: Referência [14].

No século XIX, o físico escocês James Clerk Maxwell descreveu matematicamente as ondas eletromagnéticas. Ele se baseou nas equações dos cientistas: Coulomb, Ampere, Gauss e Faraday, dando a elas uma nova visão e formando um conjunto de quatro equações que demonstram a interação entre o campo elétrico e campo. Estas equações passaram a ser conhecidas como equações de Maxwell e são a base do eletromagnetismo.

a. Propriedade das ondas eletromagnéticas

As equações de Maxwell, aplicadas a uma região do espaço onde não existem cargas livres nem correntes elétricas, admitem uma solução ondulatória, com o campo elétrico (\vec{E}) e o campo magnético (\vec{B}) variando harmonicamente um perpendicular ao outro e ambos, perpendiculares à direção de propagação, definida pelo vetor \vec{c} , que representa a velocidade da onda, como mostra a figura 7.21 a seguir.

Figura 7.21 – Variação dos campos \vec{E} e \vec{B} em uma onda eletromagnética.



Fonte: Referência [15].

Veja na figura 7.21, que enquanto o campo magnético (\vec{B}) se propaga na direção z, o campo elétrico (\vec{E}) se propaga na direção y. E, a onda segue na direção x (\vec{c}); todas perpendiculares entre si. Por fim, observe que os campos variam sempre na mesma frequência e estão em fase, ou seja, crescem e diminuem ao mesmo tempo.

Maxwell provou, também, que a luz é uma onda eletromagnética e que todas as ondas eletromagnéticas se propagam no vácuo com a velocidade dada pela equação:

$$c = \frac{|\vec{E}|}{|\vec{B}|}$$

Das equações clássicas de Maxwell, demonstra-se que o módulo da velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo é :

$$c = \sqrt{\frac{1}{\epsilon_0 \mu_0}}$$

Substituindo os valores de ϵ_0 e μ_0 , temos: $c = 299.792.458 \text{ m/s} \approx 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

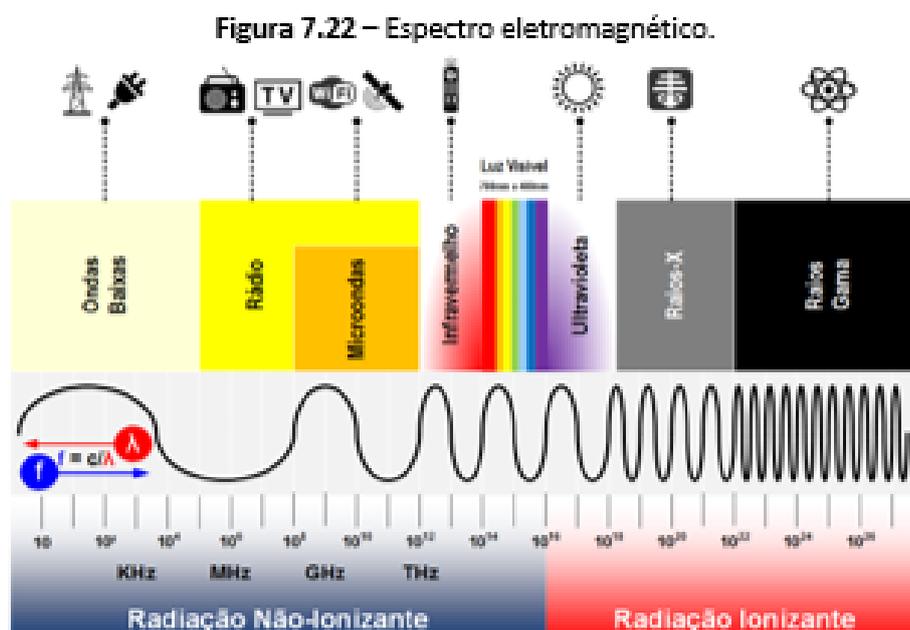
As equações clássicas de Maxwell descrevem, portanto, a radiação eletromagnética como uma onda transversal.

As ondas eletromagnéticas, assim como todas as ondas, são caracterizadas por três grandezas, são elas:

- ✓ **Período:** é o tempo que a onda leva para percorrer um ciclo;
- ✓ **Frequência:** é o número de ciclos por unidade de tempo, sendo a unidade de medida mais conhecida o Hertz, que corresponde a um ciclo por segundo;
- ✓ **Fase:** representa o avanço ou atraso da onda em relação ao ponto de origem.

b. Espectro Eletromagnético

O espectro eletromagnético nos mostra os tipos de ondas eletromagnéticas, que são classificadas pela sua frequência de oscilação ou pelo seu comprimento de onda. As ondas de menor frequência são as ondas de rádio, e as de maior frequência é as que correspondem à radiação gama.



Fonte: Referência [16].

O espectro eletromagnético representa todos os comprimentos de ondas existentes

MITO OU VERDADE



Os alimentos são afetados pela radiação do forno de micro-ondas.

MITO: Os alimentos *não são capazes de absorver as micro-ondas emitidas pelo forno*. Sua única função é a de aquecer qualquer alimento que estiver no interior do forno ao *agitar as moléculas de água presentes em sua composição* e, o calor é a única coisa que se mantém no processo após o desligamento do aparelho. As ondas irradiadas pelo forno imediatamente desaparecem, sem deixar qualquer vestígio no objeto aquecido¹⁰.

▲ DICA DA UNIDADE



Agora que já entendemos como funciona o forno de micro-ondas, queremos usar os conhecimentos aqui adquiridos para utilizar a geladeira de um modo mais eficiente. Segue uma ótima dica!

DICA: Verifique no manual de instruções ou no aparelho o tempo de cozimento de cada alimento. Assim, você evita gastar energia desnecessária, pois, você evita cozinhá-lo demais e até mesmo deixá-lo ressecado.

¹⁰ Disponível em: <https://www.guia3semana.com.br/bem-estar/galeria/10-mitos-e-verdades-sobre-o-micro-ondas>. Acesso em 8 de nov. de 2019. Adaptada.

REFERENCIAS DA UNIDADE

NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Eletromagnetismo. v.3, 5 ed. Mecânica: Edgard Blücher, 2011
 NUSSENZVEIG, H. M. Curso de Física Básica: Óptica Relatividade Física Quântica. v.3, 8 ed. Mecânica: Edgard Blücher, 2010

[1] Disponível em Fonte: <https://trabalhosparaescola.com.br/como-o-forno-de-micro-ondas-funciona/>. Acesso em 01 de nov. 2019.

[2] Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?cd=6215. Acesso em 2 de nov.2019. Adaptado.

[3] Disponível em: <http://monologocuriosidadedodia.blogspot.com/2016/02/10-como-o-microondas-cozinha-os.html>. Acesso em 2 de nov. 2019.

[4] Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/frente-onda-raio-onda.htm>. Acesso em 2 de nov. 2019.

[5] Disponível em: <https://www.stoodi.com.br/resumos/fisica/ondas-conceitos-fundamentais/>. Acesso em 2 de nov. 2019. Adaptada.

[6] Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda_mec%C3%A2nica. Acesso em 2 de nov. 2019. Adaptada.

[7] Disponível em:
<http://www.sabematodo.org/xbltn/perfect/search/search.pl?q=onda&showurl=%2Foptica%2Fdifraccion1uz.html>. Acesso em 2 de nov. 2019. Adaptada.

[8] Disponível em: <http://midia.cmla.com.br/assets/file/original/93a2bfa6ad2e580279659ab21cadf75424bdc0a0.pdf>. Acesso em 2 de nov. 2019. Adaptada.

[9] Disponível em: <https://www.ufrj.br/fisicaecidadania/conteudo/se-quiser-saber-mais-sobre-ressonancia/>. Acesso em 2 de nov. 2019. Adaptada.

[10] Disponível em: <http://paolovico.blogspot.com/2009/02/genite-pensa-que-conhece.html>. Acesso em 6 de nov. 2019. Adaptada.

[11] Disponível em: <http://www.fq.pt/som/propagacao-do-som>. Acesso em 6 de nov. 2019.

[12] Disponível em: <https://blog.lojadasomautomotivo.com.br/wp-content/uploads/ondas-sonoras-som-automotivo.png>. Acesso em 6 de nov. 2019.

[13] Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e-fisica/o-que-e-efeito-doppler.htm>. Acesso em 8 de nov. 2019.

[14] Disponível em: <http://lenergetica.blogspot.com/2015/01/medidor-de-poluicao-eletromagnetica.html>. Acesso em 11 de nov. 2019.

[15] Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/text/fis01044/>. Acesso em 11 de nov. 2019.

[16] Disponível em: <http://labci.sco.blogspot.com/2013/03/o-espectro-eletromagnetico-na-naturza.html>. Acesso em 11 de nov. 2019.

EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO DO CONTEÚDO

QUESTIONÁRIO

Aula-01: O forno de micro-ondas e introdução aos estudos das ondas

Julgue os itens abaixo e assinale certo ou errado e justifique a sua resposta.

01. As micro-ondas que hoje é um eletrodoméstico presente em grande parte dos lares brasileiros contribuem e para o preparo rápido ou aquecimento de alimentos, facilitando o dia a dia de muita gente, CERTO () OU ERRADO ().

02. Na hora da compra um micro-ondas prefira um com o selo Procel de Economia de Energia. Pois, ele indica os produtos que em sua categoria têm melhores níveis de eficiência energética, CERTO () OU ERRADO ().

03. As micro-ondas têm alta capacidade de penetração na comida, o que possibilita o cozimento por dentro e não a partir da superfície, como ocorre nos fornos convencionais, CERTO () OU ERRADO ().

04. Na presença das micro-ondas na frequência 2,45 GHz, as moléculas polares ou íons em um solvente ou em um sólido tendem a se orientar ou se movimentar de acordo com o campo eletromagnético da radiação, o que leva ao aquecimento de qualquer material contendo esse tipo de espécies, CERTO () OU ERRADO ().

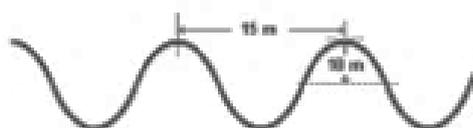
05. A propagação das ondas envolve necessariamente transpõe de energia e matéria, CERTO () OU ERRADO ().

06. A velocidade de propagação v de um pulso transversal numa corda depende da força de tração T com que a corda é esticada e de sua densidade linear μ (massa por unidade de comprimento):

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Um cabo de aço, com 2,0m de comprimento e 200g de massa, é esticado com força de tração de 40 N. A velocidade de propagação de um pulso nesse cabo é, em metros por segundo é 20, CERTO () OU ERRADO ().

07. A figura abaixo representa ondas periódicas que se propagam com frequência de 25 Hz.

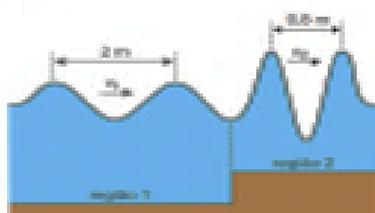


Considerando os dados da figura anterior pode-se afirmar que a velocidade de propagação das ondas é de 375 m/s e amplitude da onda é 20 m CERTO () OU ERRADO ().

08. Uma pedra cai em uma represa, gerando ondas na superfície e da água. A distância entre duas cristas consecutivas é de 25 cm. Pode-se afirmar que velocidade desta onda é de 6,25 m/s, sabendo que o período das ondas é 4s, CERTO () OU ERRADO ().

Aula-02: Fenômenos ondulatórios

01. Com o objetivo de simular as ondas no mar, foram geradas, em uma cuba de ondas de um laboratório, as ondas bidimensionais representadas na figura, que se propagam de uma região mais funda (região 1) para uma região mais rasa (região 2).



Sabendo que, quando as ondas passam de uma região para a outra, sua frequência de oscilação não se altera e considerando as medidas indicadas na figura, é correto afirmar que a razão entre as velocidades de propagação das ondas nas regiões 1 e 2 é igual a 2,0, CERTO () OU ERRADO ().

02. O som mais grave que o ouvido humano é capaz de ouvir possui comprimento de onda igual a 17 m. Sendo Velocidade do som no ar = 340 m/s. Assim, pode-se afirmar

que a mínima frequência capaz de ser percebida pelo ouvido humano é 20 Hz, CERTO () OU ERRADO ().

03. A refração é caracterizada pela mudança de direção de propagação da onda ao mudar de meio, CERTO () OU ERRADO ().

04. Uma onda, que se propaga em determinado meio, terá uma velocidade que depende deste meio e uma frequência definida pela fonte da onda, CERTO () OU ERRADO ().

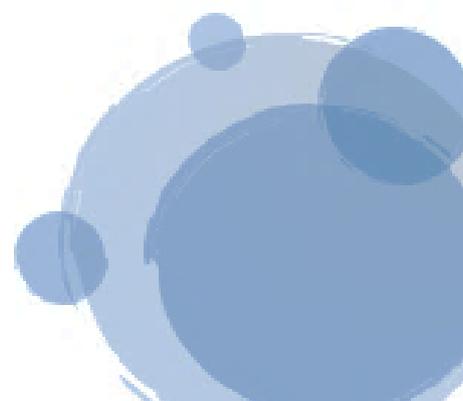
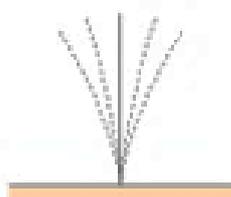
05. Uma onda, que se propaga em determinado meio, terá uma velocidade que depende deste meio e uma frequência definida pela fonte da onda, CERTO () OU ERRADO ().

06. A velocidade de uma onda em um determinado meio é de 120 m/s , para uma frequência de 60 Hz . Dobrando a frequência, a velocidade da onda neste meio também dobra, CERTO () OU ERRADO ().

07. A variação da frequência das ondas percebidas por um observador, devido ao movimento relativo entre este e a fonte geradora das ondas, é explicada pelo efeito Doppler. CERTO () OU ERRADO ().

Aula-03: Acústica

A figura abaixo mostra uma lâmina presa a um suporte rígido, a qual oscila passando 100 vezes por segundo pela posição vertical, onde estaria se estivesse em repouso.



01. A frequência da onda sonora emitida no ar pela vibração da lâmina é de 50 Hz, CERTO () OU ERRADO ().
02. Se a lâmina vibrasse no vácuo, não se riam produzidas ondas sonoras, CERTO () OU ERRADO ().
03. Aumentando-se a amplitude da oscilação da lâmina e mantendo-se a mesma frequência, haverá uma diminuição do comprimento de onda da onda sonora emitida no ar, CERTO () OU ERRADO ().
04. A velocidade de propagação da onda sonora emitida pela vibração da lâmina no ar depende da amplitude desta vibração, CERTO () OU ERRADO ().
05. Durante a apresentação de uma orquestra, um som grave emitido por um contrabaixo e um agudo emitido por um violino propagam-se com a mesma velocidade até a plateia, CERTO () OU ERRADO ().
06. Uma locomotiva parada numa estação emite um som (apito) que se propaga no ar (sem vento) a 340 m/s. Se, em vez de estar parada, a locomotiva estivesse passando pela mesma estação a 20 m/s, o som emitido (apito) se propagaria, no sentido do movimento da locomotiva, a 360 m/s, CERTO () OU ERRADO ().
07. Quando aumentamos o volume do rádio, a velocidade do som emitido por ele também aumenta, CERTO () OU ERRADO ().
08. Ondas sonoras de maior amplitude são sempre mais velozes que as de amplitude menor, CERTO () OU ERRADO ().

Aula-04: Ondas Eletromagnéticas

Analise as afirmações que seguem sobre origem e propagação de ondas eletromagnéticas.

01. As ondas eletromagnéticas são longitudinais, paralelas ao sentido de propagação, pois os campos elétricos e magnéticos que se formam são perpendiculares entre si,

CERTO () OU ERRADO ().

02. Ao se variar um campo magnético produz-se um campo elétrico variável e as linhas de força desse campo estão dispostas em planos perpendiculares à direção do campo magnético, CERTO () OU ERRADO ().

03. As ondas eletromagnéticas são originadas por cargas elétricas em repouso ou em movimento, CERTO () OU ERRADO ().

04. Ao se variar um campo elétrico produz-se um campo magnético variável e as linhas de força desse campo estão dispostas em planos perpendiculares à direção do campo elétrico, CERTO () OU ERRADO ().

05. Os diversos tipos de ondas eletromagnéticas diferem entre si unicamente pelo seu comprimento de onda e pela sua frequência, CERTO () OU ERRADO ().

06. Quanto à natureza de propagação, onda eletromagnética é transversal, CERTO () OU ERRADO ().

07. A velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas, no vácuo, vale $3 \cdot 10^8$ m/s, CERTO () OU ERRADO ().

08. Com relação ao espectro eletromagnético, raios gama têm frequência maior do que a da luz visível, CERTO () OU ERRADO ().

09. Ainda de acordo com o espectro eletromagnético, o comprimento de onda das microondas é inferior às de uma radiação ultravioleta, CERTO () OU ERRADO ().

10. O comprimento de onda de uma radiação de frequência $1,5 \cdot 10^6$ Hz é, no ar, de 20 m, CERTO () OU ERRADO ().

11. No vácuo, a radiação ultravioleta se propaga com velocidade maior do que a radiação infravermelha, CERTO () OU ERRADO ().

12. Nos meios materiais, a luz tem velocidade que depende da cor da luz, CERTO () OU ERRADO ().

13. A luz visível é movimento ondulatório cujo comprimento de onda é da ordem de 10^{-6} m, CERTO () OU ERRADO ().

14. A luz visível tem frequência maior do que a da radiação infravermelha, CERTO () OU ERRADO ().

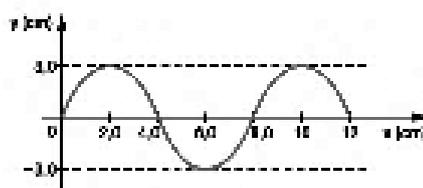
PROBLEMAS PROPOSTOS

Aula-01: O forno de micro-ondas e introdução aos estudos das ondas

01. (PUC-SP) A propagação de ondas envolve, necessariamente:

- a) transporte de matéria e energia
- b) transformação de energia
- c) produção de energia
- d) movimento de matéria
- e) transporte de energia

02. (UEL-PR) Numa corda, uma fonte de ondas realiza um movimento vibratório com frequência de 10 Hz. O diagrama mostra, num determinado instante, a forma da corda percorrida pela onda.



A velocidade de propagação da onda, em centímetros por segundo, é de:

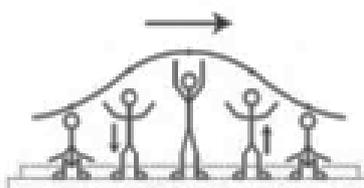
- a) 8,0 c) 40 e) 160 b) 20 d) 80

03. (MACK-SP) Um menino na beira de um lago observou uma rolha que flutuava na superfície da água, completando uma oscilação vertical a cada 2s devido à ocorrência de ondas. Esse menino estimou como sendo 3m a distância entre duas cristas consecutivas. Com essas observações, o menino concluiu que a velocidade de propagação dessas ondas era de:

- a) 0,5 m/s c) 1,5 m/s e) 6,0 m/s b) 1,0 m/s d) 3,0 m/s

04. Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a ola mexicana. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam

de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.

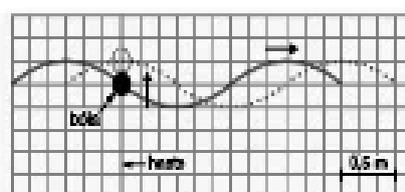


Calcula-se que a velocidade de propagação dessa "onda humana" é 45 km/h , e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm .

Nessa ola mexicana, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de

- a) 0,3
- b) 0,5
- c) 1,0
- d) 1,9
- e) 3,7

05. (Fuvest-SP) Uma boia pode se deslocar livremente ao longo de uma haste vertical, fixada no fundo do mar. Na figura, a curva cheia representa uma onda no instante $t = 0 \text{ s}$, e a curva tracejada, a mesma onda no instante $t = 0,2 \text{ s}$. Com a passagem dessa onda, a boia oscila.



Nessa situação, o menor valor possível da velocidade da onda e o correspondente período de oscilação da boia valem:

- a) $2,5 \text{ m/s}$ e $0,2 \text{ s}$
- d) $5,0 \text{ m/s}$ e $0,8 \text{ s}$

- b) 5,0 m/s e 0,4 s e) 2,5 m/s e 0,8 s
c) 0,5 m/s e 0,2 s

Gabarito: 01) E. 02) C. 03) E. 04) C. 05) E.

Aula-02: Fenômenos ondulatórios

01. (Fuvest-SP) Uma fonte emite ondas sonoras de 200Hz. A uma distância de 3400m da fonte, está instalado um aparelho que registra a chegada das ondas através do ar e as remete de volta através de um fio metálico retilíneo. O comprimento dessas ondas no fio é 17m. Qual o tempo de ida e volta das ondas? Dado: velocidade do som no ar igual a 340 m/s.

- a)11s b)17s c)22s d)34s e)200s

02. (UFPE) Diante de uma grande parede vertical, um garoto bate palmas e recebe o eco um segundo depois. Se a velocidade do som no ar é 340 m/s, o garoto pode concluir que a parede está situada a uma distância aproximada de:

- a)17 m b)34 m c)68 m d)170 m e)340 m

03. Um sistema físico que vibra devido à ressonância deve:

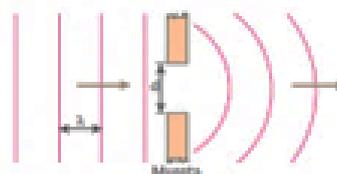
- a) vibrar com sua máxima amplitude possível.
b) vibrar com uma frequência maior que sua frequência natural.
c) receber energia de uma onda que tem frequência igual à sua frequência natural de vibração.
d) ser feito do mesmo material que a fonte emissora de ondas.
e) ter tamanho menor que o comprimento de onda emitido pela fonte de vibração.

04. Em um forno de micro-ondas, o processo de aquecimento é feito por ondas eletromagnéticas que atingem o alimento ali colocado, incidindo assim nas moléculas de água nele presentes. Tais ondas, de frequência 2,45 GHz, atingem aquelas moléculas, que, por possuírem esta mesma frequência natural, passam a vibrar cada vez mais intensamente.

Desse modo, podemos afirmar que o aquecimento descrito é decorrente do seguinte fenômeno ondulatório:

- a) batimento. d) ressonância. b) refração. e) difração. c) interferência.

05. O esquema a seguir representa, visto de cima, a evolução de ondas na superfície da água. Elas se propagam da esquerda para a direita, incidindo na mureta indicada, na qual há uma abertura de largura d :



As ondas, cujo comprimento de onda vale λ , conseguem “contornar” a mureta, propagando-se à sua direita. É correto que:

- a) ocorreu refração, e $d > \lambda$.
 b) ocorreu refração, e $d = \lambda$.
 c) ocorreu difração, e $d < \lambda$.
 d) ocorreu reflexão, e $d > \lambda$.
 e) tudo o que se afirmou não tem relação alguma com o fenômeno ocorrido.

Gabarito: 01) A, 02) D, 03) C, 04) D, 05) C

Aula-03: Acústica

01. (UFRGS) Quais as características das ondas sonoras que determinam a altura e a intensidade do som?

- a) comprimento de onda e frequência
- b) amplitude e comprimento de onda
- c) amplitude e frequência
- d) frequência e comprimento de onda
- e) frequência e amplitude

02. Som mais agudo é som de:

- a) maior intensidade
- b) menor intensidade
- c) menor frequência
- d) maior frequência
- e) maior velocidade de propagação

03.(UFMG) Uma pessoa toca no piano uma tecla correspondente à nota mi e, em seguida, a que corresponde a sol. Pode-se afirmar que serão ouvidos dois sons diferentes porque as ondas sonoras correspondentes a essas notas têm:

- a) amplitudes diferentes
- b) frequências diferentes
- c) intensidades diferentes
- d) timbres diferentes
- e) velocidade de propagação diferentes

04 .O ouvido humano é capaz de ouvir sons entre 20Hz e 20000Hz, aproximadamente. A velocidade do som no ar é aproximadamente 340 m/s. O som mais grave que o ouvido humano é capaz de ouvir tem comprimento de ondas:

- a)1,7 cm b)59,8 mm c)17 m d)6800m e)6800km

05. (PUC-SP) Uma fonte sonora está adaptada a um veículo que se desloca em trajetória retilínea e se aproxima, freando, de um observador parado. Sendo f a frequência do som

emitido pela fonte, podemos afirmar que o som percebido pelo observador tem frequência:



- a) crescente e inferior a f .
- b) crescente e superior a f .
- c) decrescente e superior a f .
- d) decrescente e inferior a f .
- e) invariável.

Gabarito: 01) E, 02) D,) 3) D, 04) C, 05) D

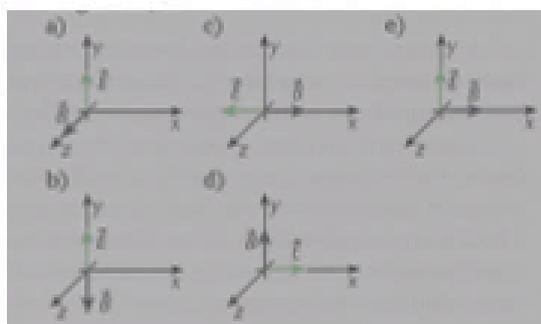
Aula-04: Ondas Eletromagnéticas

01. Em uma região do espaço existem campos elétricos e magnéticos variando com o tempo. Nessas condições pode-se dizer que nessa região:

- a) existem necessariamente cargas elétricas.
- b) quando o campo elétrico varia, são criadas cargas induzidas de mesmo valor absoluto, mas de sinais contrários.
- c) à variação do campo elétrico corresponde o aparecimento de um campo magnético.

- d) a variação do campo magnético só pode ser possível pela presença de ímãs móveis.
 e) o campo magnético variável pode atuar sobre uma carga em repouso, de modo a movimentá-la, independentemente da ação do campo elétrico.

02. A maneira de se representarem os vetores campo elétrico (E) e campo magnético (B), em relação à direção de propagação (x) de uma onda é:



03. Analise as afirmativas abaixo e a seguir assinale a alternativa correta.

- I. Elétrons em movimento vibratório podem fazer surgir ondas de rádio e ondas d luz.
- II. Ondas de rádio e ondas de luz são ondas eletromagnéticas.
- III. Ondas de luz são ondas eletromagnéticas e ondas de rádio são mecânicas.

- a) Somente a I é verdadeira.
- b) Somente a II é verdadeira.
- c) Somente a III é verdadeira.
- d) Somente a I e a II são verdadeiras.
- e) Somente a I e a III são verdadeiras.

04. "cientistas descobriram que a exposição das células endoteliais à radiação dos telefones celulares pode afetar a rede de proteção do cérebro. As micro-ondas emitidas pelas celulares deflagram mudanças na estrutura das proteínas das células, permitindo a entrada de toxinas no cérebro".

(folha de S.Paulo, 25.7.2002).

As micro-ondas geradas pelos telefones celulares são ondas de mesma natureza que a:

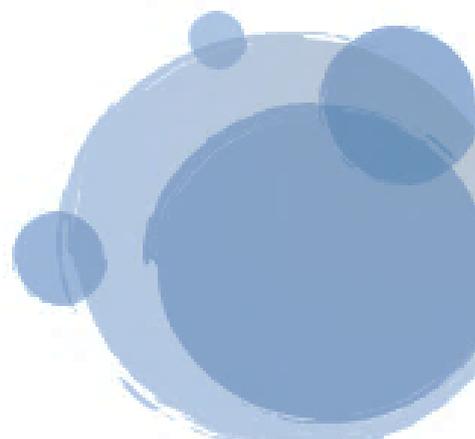
- a) do som, mas de menor frequência.

- b) da luz, mas de menor frequência
- c) do som, e de mesma frequência
- d) da luz, mas de maior frequência.
- e) do som, mas de maior frequência

05. Analise as afirmativas abaixo relativas a diferentes ondas eletromagnéticas e indique qual é correta.

- a) No vácuo, a radiação ultravioleta propaga-se com velocidade maior que as micro-ondas.
- b) no vácuo, a velocidade dos raios X é menor que a velocidade da luz azul.
- c) as ondas de rádio têm frequências maiores que a luz visível.
- d) os raios X e os raios γ têm frequências menores que a luz visível.
- e) a frequência da radiação infravermelha é menor que a frequência da luz verde

Gabarito: 01) C, 02) A,) 3) D, 04) C, 05) D



PLANOS DE AULAS

Unidade - I

A FÍSICA NA SALA



- TV
- Ventilador
- Janel

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DA TV - AULA-01

DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ª SÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre estrutura da matéria e o conceito de força elétrica, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar o conceito de carga elétrica;
- Citar o princípio da tração e repulsão;
- Demonstrar a atração ou repulsão entre corpos eletrizados;
- Relacionar a eletrização de um corpo com a estrutura da matéria;
- Explicitar as características dos condutores e isolantes;
- Citar e aplicar a Lei de Coulomb.

CONTEÚDOS

- Matéria e Carga Elétrica;
- O Princípio da Tração e Repulsão;
- Carga Elétrica Fundamental;
- Condutores e Isolantes Elétricos;
- Carga Elétrica Puntiforme;
- Força Eletrostática entre Cargas Puntiformes;
- Lei de Coulomb.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 10 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 3. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig. "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escrit%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DA TV - AULA-02

DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ª SÉRIES

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Conhecer e dominar os conceitos de campo elétrico e potencial elétrico e suas aplicações no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir Campo Elétrico;
- Registrar as fórmulas referentes ao campo elétrico, aplicando-as corretamente;
- Saber conceituar linhas de força e mostrar as mesmas de um campo gerado por uma carga puntiforme e o campo uniforme;
- Definir energia potencial elétrica em um ponto;
- Diferenciar potencial elétrico entre dois pontos;
- Conceituar o que é potencial elétrico em um ponto.

CONTEÚDOS

- Conceito de Campo Elétrico;
- Vetor Campo Elétrico;
- Campo Elétrico de Várias Cargas Puntiformes;
- Linhas de Força;
- Diferença de Potencial Elétrico entre Dois Pontos de um Campo Elétrico;
- Potencial Elétrico em um Ponto de um Campo de uma Carga Puntiforme;
- Aplicação do Conceito de DDP no Cotidiano.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aula expositiva, dialogada e demonstrativa.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

✓

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco e marcador de quadro branco.
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 10 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referencias:

Alberto Gaspar. Compreendendo a Física, volume 3. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.
 H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.
 D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vira-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DA TV - AULA-03 DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/ 3ª SÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre as propriedades dos ímãs e o conceito de campo magnético, aplicando-os no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Citar algumas importantes manifestações de fenômenos magnéticos;
- Descrever as principais propriedades dos ímãs;
- Citar as propriedades magnéticas da terra;
- Descrever a Experiência de Oersted;
- Conceituar Campo Magnético;
- Definir Vetor Indução Magnética.
- Mostrar o campo magnético em um fio reto, uma espira circular e, em um solenoide devido a passagem uma corrente elétrica.

CONTEÚDOS

- Propriedades dos ímãs;
- Conceito de Campo Magnético;
- Vetor Indução Magnética;
- Linhas de Indução;
- Campo Magnético Terrestre;
- Campo Magnético em um Condutor Reto, uma Espira e, um Solenoide devido a passagem uma Corrente Elétrica.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aula expositiva, dialogada e demonstrativa.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco e marcador de quadro branco.
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 10 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. Compreendendo a Física, volume 3. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.
 H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.
 D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-sara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DA TV - AULA- 04 DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ª SÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Conhecer o conceito de Força Magnética de Lorentz e como aplica-la no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

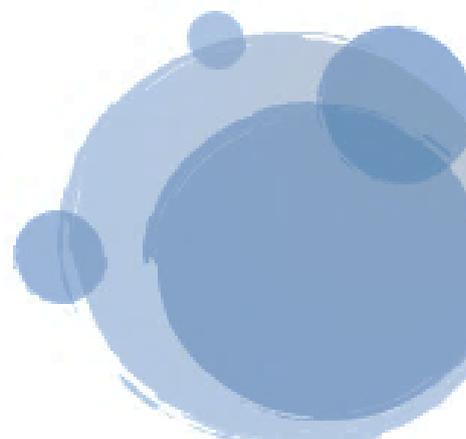
- Conceituar Força de Lorentz e escrever a sua fórmula;
- Analisar o comportamento de uma carga elétrica em movimento em um campo magnético uniforme;
- Demonstrar o conceito de força de Lorentz em um fio dentro de um campo magnético uniforme;
- Descrever o funcionamento de um motor elétrico.

CONTEÚDOS

- Força de Lorentz;
- Movimento em uma Carga Elétrica em um Campo Magnético Uniforme;
- Força de Lorentz aplicada em um fio percorrido por uma corrente elétrica, dentro de um Campo Magnético Uniforme;
- Motor Elétrico.



METODOLOGIA



- ✓ Aula expositiva, dialogada e demonstrativa.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

Fonte: Referência [01]

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco e marcador de quadro branco.
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 10 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. Compreendendo a Física, volume 3. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/ilustrac%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DO VENTILADOR - AULA-01 DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre mudança de estados físicos e o conceito de eficiência energética, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar o funcionamento dos ventiladores e exaustores;
- Citar e definir os vários estados da matéria;
- Enunciar e definir as várias modalidades de mudança de estado;
- Resolver problemas referentes à mudança de estado;
- Explicar e definir o conceito de eficiência energética;
- Aplicar o conceito de eficiência energética nos aparelhos elétricos de seu cotidiano;
- Explicar e aplicar o selo PROCEL de economia de energia.

CONTEÚDOS

- Funcionamento dos ventiladores;
- Estados físicos da matéria;
- Mudança de estados da matéria;
- Eficiência energética;
- Selo PROCEL de economia de energia.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 3. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-de-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%A7%C3%A3o-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.



Fonte: Referência (01)

PLANO DE AULA

TEMA: A FÍSICA DO VENTILADOR - AULA-02 DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre força elétrica e o conceito indução eletromagnética, assim como, a aplicação dos mesmos no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o funcionamento dos motores elétricos de corrente contínua;
- Explicar o funcionamento de um motor de corrente contínua;
- Calcular o torque de rotação de uma espira, devido a ação de um campo magnético uniforme;
- Definir fluxo de indução magnética uniforme através de uma superfície plana;
- Citar a experiência de Faraday e explicar as consequências que se pode tirar dela;
- Definir f.e.m. induzida;
- Citar e explicar a lei de Faraday e a lei de Lenz.

CONTEÚDOS

- Força sobre um condutor retilíneo situado na região de um campo uniforme;
- Rotação de uma espira pela ação de um campo magnético uniforme;
- Motores elétricos;
- Fluxo de indução magnética através de uma superfície plana;
- Experiência de Faraday;
- Força eletromotriz induzida;
- Lei de Lenz.
-



Fonte: Referência (01)

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 3. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DA JANELA - AULA -01

DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre circulação cruzada e transmissão de calor, assim como, a aplicação dos mesmos no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar circulação de ar cruzada;
- Citar e definir os tipos de circulação cruzada;
- Conceituar temperatura, calor e equilíbrio térmico;
- Explicar e definir fluxo de calor;
- Enunciar a lei de lei Fourier;
- Resolver problemas referentes a fluxo de calor.

CONTEÚDOS

- Circulação cruzada;
- Conceitos fundamentais de calorimetria;
- Fluxo de calor;
- Lei de lei Fourier.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. *Compreendendo a Física*, volume 2. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 2, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 2, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DA JANELA - AULA -02

DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre reflexão e refração da luz, assim como, a aplicação dos mesmos no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar a refração e reflexão da luz em uma janela de vidro;
- Enunciar a leis da reflexão e da refração da luz;
- Resolver problemas referentes a reflexão e refração a luz.

CONTEÚDOS

- Reflexão e refração da luz;
- Leis da reflexão e da refração da luz;
- Dioptrios planos.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 2. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 4, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 4, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANOS DE AULAS

Unidade - II

A FÍSICA NO BANHEIRO



- **Chuveiro Elétrico**



Fonte: Referência (01)

PLANO DE AULA

TEMA: A FÍSICA DO CHUVEIRO - AULA. 01

DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre pressão e densidade e Teorema de Stevin, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar a falta de pressão na saída do chuveiro indicando as prováveis causas;
- Explicar o conceito de pressão e densidade;
- Citar teorema de Stevin;
- Demonstrar a relação entre a pressão de uma coluna d'água e altura desta;
- Aplicar o teorema de Stevin.

CONTEÚDOS

- Pressão e vazão da água no chuveiro em uma casa e em um edifício,
- Conceito de pressão e densidade;
- Teorema de Stevin;
- Demonstração do teorema de Stevin;
- Aplicações do teorema de Stevin.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 10 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 1. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig. "Curso de Física Básica" vol. 2, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 2, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.



Fonte: Referência (01)

PLANO DE AULA

TEMA: A FÍSICA DO CHUVEIRO - AULA. 02
DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre a lei Pascal e princípio de Arquimedes, assim como, a aplicação delas no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Citar lei de Pascal;
- Explicar e aplicar a lei de Pascal;
- Citar o princípio de Arquimedes;
- Explicar e aplicar o princípio de Arquimedes;
- Citar o conceito de vazão;
- Explicar e aplicar a equação da continuidade.

CONTEÚDOS

- Lei de Pascal;
- Aplicações da lei de Pascal;
- Princípio de Arquimedes;
- Aplicação do princípio de Arquimedes;
- Vazão de um fluido;
- Equação da continuidade.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 10 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 1. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 2, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 2, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/ilustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.



Fonte: Referência (01)

PLANO DE AULA

TEMA: A FÍSICA DO CHUVEIRO - AULA. 03
DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre funcionamento do chuveiro elétrico, corrente e resistência elétrica, assim como, a aplicação dos mesmos no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar o Funcionamento do Chuveiro Elétrico;
- Citar o conceito de corrente e resistência elétrica;
- Explicar a diferença entre resistência elétrica e resistor;
- Explicar e aplicar as leis de ohm;
- Compreender o funcionamento de um circuito elétrico simples.

CONTEÚDOS

- Funcionamento do Chuveiro Elétrico;
- Corrente e resistência elétrica;
- Primeira e segunda lei de ohm;
- Circuito elétrico simples.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 10 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 3. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig. "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.



Fonte: Referência (01)

PLANO DE AULA

TEMA: A FÍSICA DO CHUVEIRO - AULA. 04
DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre potência e energia elétrica, assim como, a aplicação dos mesmos no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Citar o conceito de potência e energia elétrica;
- Explicar a diferença entre potência e energia elétrica;
- Explicar e aplicar o cálculo da energia consumida por um aparelho elétrico;
- Compreender a associação de resistores.

CONTEÚDOS

- Potência e energia elétrica;
- Cálculo da energia consumida por um aparelho elétrico;
- Associação de resistores.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 10 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. *Compreendendo a Física*, volume 3. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%83rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANOS DE AULAS

Unidade - III

A FÍSICA NA COZINHA



- Geladeira
- Fogão
- Forno de microondas

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DA GELADEIRA

DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ª SÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre o funcionamento da geladeira e as leis da termodinâmica, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar o funcionamento da geladeira;
- Explicar a 1ª e 2ª lei da termodinâmica e dar exemplos;
- Resolver problemas referentes às leis da termodinâmica;

CONTEÚDOS

- Funcionamento da geladeira;
- Trabalho em uma transformação gasosa;
- 1ª e 2ª lei da termodinâmica;
- Máquina térmica.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 3. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzweig. "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.



Fonte: Referência (01)

PLANO DE AULA

TEMA: A FÍSICA DO FOGÃO

DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre o funcionamento do fogão e os processos de transmissão de calor, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar o funcionamento básico do fogão;
- Definir os processos de transmissão de calor;
- Resolver problemas referentes ao processo de transmissão de calor;

CONTEÚDOS

- Funcionamento do fogão;
- Processos de transmissão de calor;
- Vaso de Dewar.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AValiação

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 2. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig. "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DO MICRO-ONDAS - AULA. 01

DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre o funcionamento do micro-ondas, conceitos gerais e equação fundamental da onda, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar o funcionamento básico do forno de micro-ondas;
- Explicar a propagação de uma onda;
- Classificar as ondas quanto à natureza, direção de vibração e direção de propagação;
- Explicar a equação fundamental da onda – Ondas periódicas;
- Resolver problemas referentes aos conceitos gerais e equação fundamental das ondas.

CONTEÚDOS

- Funcionamento Básico do forno micro-ondas;
- Conceitos gerais e equação da onda;
- Ondas periódicas.



Fonte: Referência (01)

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 2. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig. "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escrit%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DO MRICO-ONDAS - AULA. 02
DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre os fenômenos ondulatório, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar os fenômenos ondulatório: reflexão, refração, difração e ressonância;
- Explicar raio de onda frente de onda e o princípio de Huygens;
- Resolver problemas referentes aos fenômenos ondulatórios.

CONTEÚDOS

- Fenômenos ondulatório: reflexão, refração, difração e ressonância;
- Raio de onda frente de onda e o princípio de Huygens,



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 2. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-bom-uma-cadeira-do-escri%C3%B3rio-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DO MRICO-ONDAS - AULA. 03
DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre as ondas sonoras audição e o feito Doppler, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

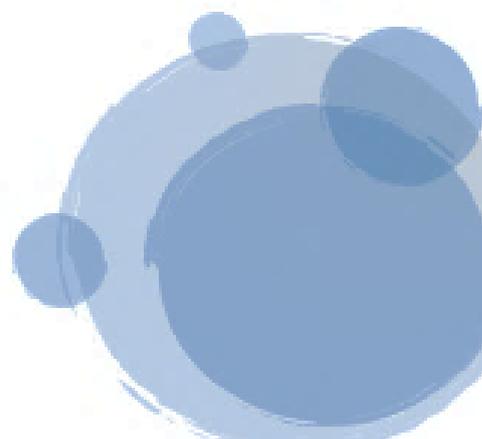
- Definir som, infrassom e ultrassom;
- Explicar a velocidade das ondas sonoras;
- Definir as qualidades fisiológicas do som;
- Explicar o efeito Doppler;
- Resolver problemas referentes as ondas sonoras e o efeito Doppler.

CONTEÚDOS

- Som, infrassom e ultrassom,
- Velocidade das ondas sonoras;
- Efeito Doppler.



METODOLOGIA



- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

Fonte: Referência [01]

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 2. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.

H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/ilustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-v%C3%A1ria-com-uma-cadeira-do-escri%C3%A7%C3%A3o-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.

PLANO DE AULA



Fonte: Referência (01)

TEMA: A FÍSICA DO MRICO-ONDAS - AULA. 04 DADOS

Escola: Colégio Santa Madalena Sofia

Educação de Jovens e Adultos - EJA

Campus: Maceió

Disciplina: Física

Professor Estagiário: Paulo Martins Vieira

Ensino Médio: 2ª/3ªSÉRIE

Data:

Duração da atividade: 1 h.

OBJETIVO GERAL

Aprofundar os conhecimentos sobre as ondas eletromagnéticas, assim como, a aplicação deles no nosso cotidiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir ondas eletromagnéticas;
- Determinar a velocidade das ondas eletromagnéticas;
- Definir as propriedades das ondas eletromagnéticas;
- Explicar o espectro eletromagnético;
- Resolver problemas referentes às ondas eletromagnéticas.

CONTEÚDOS

- Ondas eletromagnéticas,
- Velocidade das ondas eletromagnéticas;
- Propriedades das ondas eletromagnéticas;
- Espectro eletromagnético.



Fonte: Referência [01]

METODOLOGIA

- ✓ Aulas expositivas, dialogadas.
- ✓ Pesquisas
- ✓ Uso de tecnologias (app e redes sociais)
- ✓ Aulas práticas virtuais e demonstrativas.

RECURSOS

- ✓ Notebook, projetor, quadro branco, marcador de quadro branco;
- ✓ Internet, sites, laboratório.

AVALIAÇÃO

- ✓ Faz-se necessário, o acompanhamento do processo de desenvolvimento individual e coletivo utilizando a avaliação diagnóstica.
- ✓ Durante toda aula, serão observados/controlados as exposições dos tópicos previstos, discussões e questionamentos feitos pelos participantes, aplicando a avaliação formativa, refletindo assim, os níveis de compreensão dos assuntos ministrados que servirão de feedback para o professor.
- ✓ Após os procedimentos avaliativos, cabe ao professor redirecionar as ações para assegurar uma melhoria contínua e a qualidade do ensino aprendizagem

ATIVIDADES PARA CASA

- ✓ Lista de exercícios com 05 questões, na ordem crescente de dificuldades.
- ✓ Exercícios online (mídia eletrônica).

Referências:

Alberto Gaspar. **Compreendendo a Física**, volume 2. 2ª edição. São Paulo: Editora Ática, 2011.
H. M. Nussenzveig, "Curso de Física Básica" vol. 3, 4ª ed. Edgard Blücher, S. Paulo, 2004.

D. Hallyday, R. Resnick, J. Walker, "Fundamentos de Física", vol. 3, 8ª ed. LTC Editora, São Paulo, 2010.

[01] Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/illustra%C3%A7%C3%A3o-stock-figura-da-vara-com-uma-cadeira-do-escri%C3%A7%C3%A3o-do-rolamento-image65304104>. Acesso em 30 de setembro 2019.