

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**UNIDADE DIDÁTICA E METODOLÓGICA PARA  
ATIVIDADES COMPLEMENTARES EM FÍSICA**

**JACIELI FATIMA LYRA REBELLO**

**GUARAPUAVA - PR**

**MARÇO-2016**



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da divisão dos itens do questionário	15
Figura 2: Massa de modelar	30
Figura 3: Experimento montado com régua e massa de modelar	30
Figura 4: Foto da deformação da massa de modelar.	30
Figura 5: Esquema representativo da fonte de Heron	33
Figura 6: Tampas das garrafas furadas e garrafa cortada	35
Figura 7: Lata sem fundos e balão cortado	37
Figura 8: lata envolvida com o balão	37
Figura 9: lata com o espelho	37
Figura 10: cano pvc cortado	38
Figura 11: laser fixo no cano pvc	38
Figura 12: experimento pronto	39
Figura 13: Figuras formadas da vibração da voz.	39
Figura 14: Garrafas cheias e tampas grudadas e perfuradas.	41
Figura 15: Experimento pronto.	42
Figura 16: Canudo preso no suporte.	44
Figura 17: Suporte do alumínio pronto	44
Figura 18: Canudo Cortado.	45
Figura 19: Suporte da cartolina pronto	45
Figura 20: Experimento pronto	45
Figura 21: Esquema da trajetória de um raio de luz em refração	50
Figura 22: seta desenhada na folha.	52
Figura 23: Seta com o copo cheio d'água posicionado em frente.	52
Figura 24: Posicionamento dos elementos do experimento.	53
Figura 25: Raio de luz refratado no experimento	53
Figura 26: raio de luz curvado na água	54
Figura 27: reflexão no interior de uma fibra óptica.	54
Figura 28: Giroscópio	56
Figura 29: Movimento de precessão	57
Figura 30: Representação de fibras atingidas por um projétil.	61
Figura 31: Representação dos vórtices de ar em carros de corrida.	62
Figura 32: Junior Johnson, vencedor de Daytona usando o vácuo.	63

Figura 33: Ponte de Tacoma.	67
Figura 34: Formação da areia movediça.	68
Figura 35: Areia movediça.	69
Figura 36: Raios numa tempestade de verão.	72
Figura 37: Caminhando sobre as brasas.	75
Figura 38: Torneira aberta para evitar congelamento na tubulação.	78
Figura 39: Representação da difração em um prisma.	79
Figura 40: Ladeira da Grameleira.	82
Figura 41: Ilustração gráfica do raio de calor de Arquimedes.	83
Figura 42: Representação de uma onda eletromagnética.	86
Figura 43: Esquema do funcionamento de polarizador.	86
Figura 44: Imagem com lente comum e com lente polarizada.	87
Figura 45: Raio em uma tempestade.	90
Figura 46: Aferindo a pressão.	92
Figura 47: Dunas de areia cantante.	93
Figura 48: Corrente elétrica.	96
Figura 49: órgãos reprodutores de angiospermas.	99
Figura 50: Cargas elétricas na polinização.	99
Figura 51: Aurora polar.	101

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Informações relevantes sobre o instrumento proposto..... 16

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Medida da resistência elétrica dos resistores.....	48
Tabela 2: Comparação entre a resistência calculada e a resistência medida nas associações. ....	49

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	1
LISTA DE QUADROS .....	3
LISTA DE TABELAS .....	4
SUMÁRIO .....	5
1.0 APRESENTAÇÃO .....	7
2.0 REFERENCIAL TEÓRICO .....	9
3.0 ESTRUTURA DAS ATIVIDADES .....	10
4.0 SUGESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS MATERIAIS.....	11
5.0 MATERIAIS .....	12
5.1 Questionário .....	12
Introdução:.....	12
Do que se trata o questionário?.....	13
Quais as vantagens e desvantagens em utilizar este teste? .....	17
Como o teste deve ser aplicado? .....	18
Como fazer a coleta de dados? .....	19
Como fazer a análise estatística dos dados? .....	19
Como Interpretar os dados obtidos?.....	20
Cuidados ao reorganizar este teste para outra disciplina .....	21
Como este teste foi validado? .....	22
5.2 Mapas Conceituais .....	25
5.3 Experimentação .....	27
Energia e Movimento.....	28
Fonte de Heron – Pressão hidrostática – Equação de Bernoulli .....	33
Como enxergar o som .....	35
Inversão térmica .....	40
Tipos de Eletrização .....	42
Resistores de Grafite .....	46
Kit óptica - Propagação Retilínea da luz e Refração .....	49
5.4 Curiosidades – Física do dia-a-dia .....	56
5.4.1 Mecânica .....	56
5.4.2 Fluidos .....	61

5.4.3. Termologia.....	69
5.4.4. Óptica .....	78
5.5.5 Som .....	87
5.5.6 Eletricidade.....	94

## 1.0 APRESENTAÇÃO

As atividades aqui apresentadas foram produzidas para que, ao serem aplicadas com os estudantes sejam integradoras e de adaptação curricular. Elas incorporam curiosidades e efeitos com relevância científica e que podem facilmente serem aplicadas no cotidiano das escolas.

Buscou-se a aplicação das teorias e referências utilizadas no trabalho e, pretende-se com essa proposta reduzir possíveis problemas enfrentados na disciplina de física.

Objetivos:

Oferecer oportunidades para que os estudantes consigam integrar alguns conceitos importantes de física com situações práticas e curiosidades presentes no dia-a-dia.

Proporcionar, no caso das curiosidades, a formação dos subsunçores adequados para incorporação dos conceitos estudados em sequência.

Conscientizar os professores de física, ou de outras áreas, dos benefícios de renovação da técnica didática para o aprendizado de conceitos, por parte dos estudantes, para que estes alcancem a aprendizagem de forma sólida.

Considerou-se duas premissas iniciais básicas: a escola, seu desenvolvimento e seus objetivos de formação são integrados às perspectivas socioculturais de espaço e tempo em que ela está inserida e, os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam os pilares teóricos e metodológicos nos quais a educação atual deve ser sustentada. Busca-se, a partir disso, a identificação das correntes teorias de ensino e aprendizagem que apresentam mais força no interior das escolas e sua concordância com a proposta da atual legislação educacional. Essa comparação permitirá avaliar o quão a realidade das escolas está condizente com a proposta legal. Em sequência, pode-se definir algumas características metodológicas que ajudem na adequação da realidade escolar com a proposta nacional.

Caracterizar as instituições segundo elementos comuns às correntes educacionais pode facilitar o desenvolvimento e tornar mais eficaz o processo de ensino e aprendizagem. Mesmo que os agentes diretamente envolvidos no processo educacional, não tenham conhecimento claro e estruturado sobre como o fenômeno

educativo, suas atuações e as respectivas consequências possam ser identificadas, definidas e compreendidas através do confronto entre a realidade com as correntes pedagógicas de explicação sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Para possibilitar a melhora no processo educacional que vem ocorrendo em uma determinada instituição escolar deve-se primeiro entender como a educação está sendo desenvolvida, suas características e dificuldades para que se possam sugerir medidas para diminuir os problemas enfrentados pela escola.

A caracterização será feita com observação, principalmente, a classificação de Maria da Graça Nicoletti Mizukami referente às abordagens educacionais: tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista e sociocultural. Serão, entretanto, consultadas outras bibliografias de caracterização das correntes educacionais como, por exemplo, Demerval Saviani e José Carlos Libâneo.

A forma escolhida para identificar e buscar a classificação dos parâmetros que possam dar as indicações sobre a situação da unidade escolar será utilizar questionários de confronto de opinião aplicados em colégios da cidade de Guarapuava, PR, e já utilizados em trabalhos anteriores de Lyra, J. F (2012), selecionando dentro dos questionários itens que correspondam ao objetivo descrito e contextualizá-los teoricamente.

Os questionários são baseados em itens dos PCNs e apresentam opiniões dos principais grupos responsáveis pelo desenvolvimento do processo de aprendizagem, estudantes, professores e equipe pedagógica, sobre algumas das características da instituição: forma como a física é abordada, metodologias utilizadas, visão dos grupos sobre a disciplina e o ambiente escolar, fatores da relação interpessoal entre os grupos, entre outros.

Após essa investigação e caracterização, será feita uma busca de medidas didáticas e metodológicas com potencial para minimizar as dificuldades enfrentadas pelas escolas para se enquadrarem na proposta educacional nacional e para aumentar a eficiência no ensino e na aprendizagem da disciplina de física.

## **2.0 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Professores, Estudantes e outros aspectos relevantes para o Ensino**

O professor é o principal responsável pela efetivação de qualquer mudança no método de ensino. É o responsável por possibilitar mecanismos de eficácia desse sistema, mas não cabe a ele a decisão e organização do saber ensinado na escola. Assim, como não pode alterar o curso da esfera que organiza e seleciona os conhecimentos ele pode contribuir com o direcionamento do conhecimento (WERNER e ROSA, 2005). Ao professor ainda cabe à tarefa de organizar e aplicar atividades e situações problema que incentivem a criatividade e a participação ativa dos estudantes (CORREIA e FREIRE, 2014).

Por ser um membro extremamente importante no processo de transposição didática, o professor deve ter consciência da importância de seu papel, pois lhe permitirá uma melhor adequação entre o saber acadêmico e o saber que deve ser ensinado nas escolas. Nesse processo a atualização constante e a retomada reflexiva de suas ações contribuem para atingir mais rapidamente seu objetivo no processo ensino e aprendizagem (WERNER e ROSA, 2005).

Qualquer mudança pretendida no âmbito educacional passa pelo desenvolvimento dos professores e pela transição através de novas práticas escolares. É necessária a formação continuada e o uso de diferentes modalidades de ensino (LATSKIU, et al, 2014).

Os questionamentos de estudantes, professores e pesquisadores na área educacional merecem ser discutidos, pois o ensino e a aprendizagem têm como personagens principais professores e estudantes. A relação entre esses grupos deve ser de respeito, afeto e companheirismo, visto que a falta dessas características pode resultar em uma negatividade para o desenvolvimento do ensino.

No que compete à avaliação, segundo o trabalho de Duque et al (2015) as avaliações tradicionais não refletem o estado de evolução cognitiva dos estudantes, as lacunas conceituais não podem ser observadas. Para modificar a

maneira de avaliá-los deve-se modificar antes a forma com que os conceitos são absorvidos, como a prática em sala de aula atua no desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

As práticas avaliativas passam a ter sua forma alterada quando os professores começam a perceber o ensino de forma diferenciada, descentralizando sua figura e redirecionando o foco para o desenvolvimento cognitivo ao invés da aquisição de conhecimentos. Os estudantes devem ser encorajados a construir o próprio conhecimento, resolvendo de forma prática situações, assim é possível contribuir para a formação cidadã (CORREIA e FREIRE, 2014).

Com base nesses pressupostos, acredita-se que o ensino de física deve atender os estudantes de uma forma diferente. Assim, surgiu o interesse em investigar como essa disciplina vem sendo desenvolvida no ensino médio.

Já se passaram mais de cem anos desde que o ensino de física foi introduzido nas escolas brasileiras. Apesar de todo esse tempo, a abordagem continua muito parecida com aquela praticada. O ensino ainda é baseado na transmissão de informações por meio de aulas expositivas e prática de exercícios algébricos (WERNER e ROSA, 2005).

### **3.0 ESTRUTURA DAS ATIVIDADES**

Dentre as atividades apresentadas a mais significativa desse material é o questionário (apresentado na seção 5.1). Esse questionário é inédito e oriundo do desenvolvimento dessa pesquisa. Foi desenvolvido para avaliação do ensino de física e as estratégias metodológicas propostas foram baseadas em dados coletados. Na seção sobre o questionário, as instruções foram apresentadas de forma detalhada para aplicação do instrumento em aulas de física com possibilidades e passos para sua adequação para uso em outras disciplinas.

O questionário baseia-se nos principais requisitos para um bom desenvolvimento da disciplina de física segundo as Diretrizes Curriculares Estaduais (DCEs) do estado do Paraná e dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Uma seção destinada à explicação de como aplicá-lo e como avaliar os dados coletados através desse objeto.

Uma vez identificados os principais problemas no ensino da disciplina de física, orienta-se o desenvolvimento de estratégias didáticas e metodológicas,

diferenciadas nas outras seções do material. O desenvolvimento dessas estratégias podem reduzir algumas das dificuldades encontradas no ensino e na aprendizagem em física. As seções seguintes do material abordam essas sugestões. Todos os materiais aplicados são descritos passo a passo a fim de poderem ser reproduzidos da melhor forma possível.

#### **4.0 SUGESTÃO PARA UTILIZAÇÃO DOS MATERIAIS**

As atividades descritas nesse material foram eleitas com base nos conteúdos programáticos para a disciplina de física no ensino médio. Estas devem seguir o desenvolvimento sequencial da disciplina, sendo observados os objetivos previstos para cada ano. As atividades possibilitam aos estudantes constatar vários aspectos que a disciplina pode contemplar. Essas propostas, aliadas aos conhecimentos e práticas do professor regente da disciplina, poderão auxiliar em um desenvolvimento mais efetivo do ensino e aprendizagem em física.

A sequência que as atividades devem ser desenvolvidas deve seguir a distribuição dos assuntos na sequência programada da instituição. Procurou-se atender as sugestões de propostas de trabalho por séries, considerando a sequência natural do trabalho da disciplina.

Primeiro ano: Movimento

Segundo ano: Termodinâmica

Terceiro ano: Eletromagnetismo

Os conteúdos de óptica e ondulatória são intercalados nos segundos e terceiros anos do ensino médio, conforme possibilidade e carga horária da instituição. Seguem os dados abordados sobre esses conteúdos: óptica e ondulatória.

## 5.0 MATERIAIS

O material educacional apresentado nesta seção pretende ampliar a possibilidade de desenvolvimento dos conteúdos de forma mais atual e dinâmica, mostrando algumas possibilidades de aprofundar e dinamizar os conteúdos trabalhados na sala de aula convencional, a fim de despertar uma maior motivação dos estudantes pela disciplina de física. As subseções seguintes são alternativas de metodologias de trabalho e podem ser utilizadas para complementar aulas expositivas de física.

Esta seção representa o objeto educacional exigido para a conclusão do trabalho desenvolvido durante o mestrado profissional. As estratégias apresentadas não têm o intuito de material único e absoluto para o desenvolvimento ou aplicação nas aulas de física. Sendo necessário, possivelmente, o aprofundamento teórico por parte do professor que as pretenda utilizar.

### 5.1 Questionário

#### ***Introdução:***

O questionário (presente nos anexos I, II e III) é um instrumento de coleta de dados para avaliação do ensino de física em colégios de nível médio. O ensino de física nesse nível é regido pela Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), deve ser pautado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e, no caso de escolas paranaenses, desenvolvido observando as Diretrizes Curriculares Estaduais do Estado do Paraná (DCEs).

O material aqui apresentado foi desenvolvido para a avaliação do ensino de física, mas pode ser reestruturado para avaliar outras disciplinas. Desde que o professor que se propuser a fazê-lo, siga as normas e etapas necessárias para que o instrumento alcance a precisão e descrição desejada. Neste capítulo serão apresentadas algumas orientações básicas para o professor que pretenda aplicar o instrumento ou, que deseje reescrevê-lo para ser utilizado em outras áreas do conhecimento. Vale ressaltar que, esse material não é suficiente para que o professor seja capaz de compreender todas as etapas envolvidas na elaboração de

um instrumento de coleta de dados, mas trará uma base sólida para iniciar os estudos e compreender a aplicação desse instrumento de coleta de dados.

Para que a aplicação do questionário seja efetivada com sucesso alguns cuidados devem ser tomados e, esse capítulo esclarecerá a maior parte das dúvidas para que a aplicação seja feita de forma correta. Assim, o professor que optar pela aplicação desse material na disciplina de física, terá aqui seu manual de aplicação e análise de dados e, o professor de outra disciplina que opte por adaptá-lo, encontrará orientações e dicas importantes para proceder de forma mais tranquila.

### ***Do que se trata o questionário?***

Questionários de pesquisas, em geral, são mais utilizados por pesquisadores na área de ciências sociais. Essa pesquisa, porém, foi realizada com foco direcionado para ciências naturais e aplicadas, que é o caso da física, e, como os profissionais dessa área não estão muito habituados a utilizar esses instrumentos, se faz necessária à discussão da importância da etapa da elaboração das perguntas. Essa etapa é crucial para que o questionário cumpra seu papel de revelar, da melhor forma possível, a realidade do ensino de física na escola estudada.

O profissional que pretenda aplicar qualquer questionário deve ter consciência de que ele é apenas uma ferramenta para a coleta de dados e não é, portanto, a metodologia de sua pesquisa.

Com base nos documentos citados anteriormente, LDB, PCNs e DCEs, foram eleitos pontos importantes do ensino de física que devem ser abordados em uma aula. A partir desses pontos foram construídas sentenças que contemplassem esses pontos. Esse processo permite que o instrumento dê a possibilidade de posicionamento do entrevistado frente aos pontos julgados, como essenciais para um bom ensino e aprendizado da física.

A singularidade desse questionário está em sua forma de aplicação. Em geral, os questionários para avaliação do ensino são unilaterais, ou seja, consideram apenas a visão de um grupo participante no desenvolvimento do ensino. Assim sendo, a visão do grupo estudado passa a ser a única evidência sobre a situação e desenvolvimento da disciplina. Por exemplo, encontra-se com certa

facilidade artigos abordando o ensino da disciplina X, na visão dos estudantes, ou ainda, o ensino da disciplina Y na visão dos professores. Essas pesquisas são muito esclarecedoras sobre a visão do grupo de como a realidade está e/ou como ela deveria estar. Porém, nas visões unilaterais citadas não há viés de comparação entre a opinião de dois grupos distintos, como estudantes e professores, sobre o andamento da disciplina. E é exatamente esse ponto que o instrumento aqui apresentado pretende se estruturar. Ao questionar dois ou mais grupos sobre as dificuldades enfrentadas no dia a dia, em sala de aula, pode-se obter uma análise mais completa e uma visão mais ampla que a apresentada a partir de uma análise unilateral.

A proposta do instrumento é que ele seja aplicado (como foi, para fins de análise de aplicação) para três grupos envolvidos no processo de ensino: estudantes, professores e equipe pedagógica. Considera-se a atuação desses grupos essencial para um bom desenvolvimento do ensino de qualquer disciplina acadêmica.

Não foram abordados nesse trabalho, mas podem ser acrescentados outros grupos à coleta de dados, como é o caso da família e da comunidade onde a escola está inserida. Esses dois grupos não foram abordados nessa primeira aplicação do questionário por se tratar de um instrumento desenvolvido para a área de ciências naturais, as concepções familiares e da comunidade ganham mais peso ao tratar de áreas das ciências sociais.

Assim, o questionário é um material de coleta de dados sobre o ensino de física, que leva em conta a opinião dos estudantes, professores e da equipe pedagógica sobre suas funções e as funções dos demais grupos. Para facilitar a análise dos dados o questionário foi subdividido em três grupos de questões:

Grupo 01: Aborda a rotina do professor e sua postura enquanto ministra as aulas da disciplina de física.

Grupo 02: Contém sentenças sobre os estudantes, sua rotina de estudos e seu comportamento durante o decorrer das aulas de física.

Grupo 03: Busca informações sobre a equipe pedagógica da escola e sobre o ambiente escolar em que os outros grupos estão inseridos.

**Figura 1: Esquema da divisão dos itens do questionário**



Fonte: próprio autor (2016)

Essa divisão possibilita a cada grupo se auto avaliar e avaliar os demais e torna mais fácil a comparação das respostas obtidas entre os grupos, trazendo para a discussão os principais pontos discordantes e em comum na análise do ensino.

Este teste é a primeira versão para um teste padronizado para avaliação do ensino de física, foi testado e sua consistência foi comprovada a partir de teste estatístico. Visa-se fortalecê-lo para que seja disponibilizado como teste padrão para e cientificamente estabelecido para mensuração educacional sobre a disciplina de física.

Cada sentença possui cinco opções de avaliação: C (Concordo) CP (Concordo Parcialmente) NS (Não sei ou não tenho opinião) DP (Discordo Parcialmente) D (Discordo). Essas sentenças receberam durante a construção do questionário valores numéricos esperados para uma avaliação positiva do ensino de física. A transição das respostas descritivas para dados numéricos facilita a avaliação e possibilita a aplicação de testes estatísticos de confiabilidade e validação da escala.

As sentenças afirmativas, como por exemplo: “Os estudantes reconhecem a física como ciência em evolução.” são consideradas afirmativas, pois sua construção concorda com o que é esperado para um bom ensino de física, segundo os documentos regentes sobre o ensino e corrobora com os trabalhos publicados na área da física. Os estudantes devem ter consciência de que a ciência que se estuda em sala de aula é dinâmica e está em constante desenvolvimento.

Assim, para as sentenças semelhantes a essas, ou seja, sentenças afirmativas, os valores esperados para as respostas foram: 5 para a opção Concordo; 4 para Concordo Parcialmente, 3 para Não Sei/Não Tenho Opinião; 2 para Discordo Parcialmente e 1 para Discordo.

Já as sentenças negativas, como por exemplo: “Os estudantes consideram a física como aplicação de fórmulas” recebem valores de forma inversa: 1 para Concordo; 2 para Concordo Parcialmente; 3 para Não Sei/Não Tenho Opinião; 4 para Discordo Parcialmente e 5 para Discordo.

Na avaliação geral, quanto mais próximo do valor 5, melhor é a avaliação do grupo em determinada sentença.

**Quadro 1: Informações relevantes sobre o instrumento proposto.**

<b>Título</b>	Avaliação do ensino de física através do confronto de opinião de estudantes, professores e equipe pedagógica
<b>Autores</b>	Jacieli Fatima Lyra Rebello e Ricardo Yoshimitsu Miyahara
<b>Editor</b>	
<b>Nível ou grupo para o qual o teste foi planejado</b>	Ensino Médio
<b>Forma do teste</b>	Likert de cinco níveis
<b>Dimensões ou áreas</b>	Ensino, Ensino de Física
<b>Correção</b>	Sandro Aparecido dos Santos, Eduardo Vicentini, Carlos Stange, Reinaldo, Ana Lucia Crisostimo e Wanda T. P. Santos.
<b>Fonte dos itens</b>	Próprio autor
<b>Descrição dos itens</b>	Três grupos de questões sobre as funções dos estudantes, professores e equipe pedagógica em relação ao ensino de física

<b>Método de avaliação</b>	Estatística básica descritiva
<b>Validade determinada pelo autor</b>	Alfa de Cronbach 0,84

Fonte: Próprio autor (2016).

### ***Quais as vantagens e desvantagens em utilizar este teste?***

Por esse trabalho ser uma proposta de teste padronizado, e como é condição para esse tipo de testes, os itens apresentados já tiveram suas características estatísticas testadas. A avaliação estatística completa está disponível na secretaria do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste. A análise crítica dos índices foi considerada plenamente satisfatória pelos professores que o desenvolveram e pelos professores convidados a avaliá-lo.

Um teste padronizado traz ainda, como uma das principais vantagens, a uniformidade das instruções para aplicação e a possibilidade de comparar dados obtidos em sua aplicação com dados de aplicações anteriores.

Apesar dos documentos correspondentes às diretrizes paranaenses serem utilizados de base na escolha das sentenças, as condições abordadas nas sentenças são comuns a um bom desenvolvimento do ensino, e sua formulação não apresenta nenhuma condição temporal ou espacial a ser seguida.

Entre as desvantagens dos testes elaborados pode-se citar que um teste elaborado pelo professor pode se apresentar mais adequado e mais próximo da realidade do seu curso. Entretanto, se o professor não tiver experiência na elaboração de questionários, os testes padronizados são mais aconselháveis.

Ao optar pela utilização do modelo aqui proposto, o aplicador já terá em mãos as qualidades métricas do instrumento. Isso permite-o comparar seus resultados de sua aplicação (devidamente observados os critérios de população e membros) com os dados já obtidos no âmbito deste trabalho. O cronograma do projeto do pesquisador será reduzido já que não precisará passar pela fase de elaboração do instrumento (vantagem válida para aplicação na área da física).

Em contrapartida, a aplicação desse instrumento pode não representar com integral correspondência a perspectiva do avaliador em relação a suas concepções sobre o desenvolvimento do ensino de física. É comum a necessidade de readequação do material e isso complica a apreciação de qualidade do instrumento.

As qualidades métricas aqui estabelecidas foram baseadas em uma população relativamente grande e homogênea, mas pode ocorrer que ela seja muito distinta da população que se pretende avaliar.

### ***Como o teste deve ser aplicado?***

O teste segue o padrão anunciado e descrito anteriormente. Para facilitar a interpretação e as coletas das opiniões dos entrevistados foram formuladas três versões do mesmo teste: uma para os professores, uma para os estudantes e uma para a equipe pedagógica. A única diferença entre elas é o direcionamento pessoal e verbal das sentenças, específico para cada grupo respondente.

O usuário de um teste padronizado deve verificar com antecedência o tempo necessário para a aplicação do teste, que na experiência feita foi de 20 a 30 minutos. É necessário para a aplicação do teste, no mínimo uma turma, seu respectivo professor de física e pelo menos um pedagogo que acompanhe o trabalho realizado na escola.

Ao aplicar o teste o avaliador deve explicar claramente como os entrevistados devem proceder durante o tempo de resposta do questionário. Segue um breve texto que pode servir de modelo para essa abordagem:

“Cada sentença presente no questionário tem cinco possibilidades de resposta: C (Concordo), CP (Concordo Parcialmente), NS (Não Sei ou Não Tem Opinião), DP (Discordo Parcialmente), D (Discordo). Para cada sentença o entrevistado deve escolher apenas uma opção de resposta. Se houver mais de uma opção assinalada para a mesma sentença isso resultará na anulação desta. Em toda a extensão do questionário existem sentenças afirmativas e negativas. Os entrevistados devem, portanto, estar atentos à leitura para observar as diferenças entre as sentenças e também para que suas respostas descrevam da forma mais fidedigna a realidade que eles vivem e suas opiniões sobre o tema abordado.”

A aplicação do teste exige a presença de um aplicador, para distribuir e recolher os questionários durante o tempo destinado para a resposta e, posteriormente separar os questionários por turma, caso seja realizado em mais de uma classe. O aplicador não deve, em hipótese alguma interferir na opinião dos entrevistados, nem demonstrar suas próprias concepções sobre os temas abordados. Caso isso ocorra, os dados da turma que sofreu interferência devem ser

descartados e não podem ser utilizados para fundamentar qualquer observação sobre a avaliação pretendida.

### ***Como fazer a coleta de dados?***

O primeiro cuidado a ser tomado pelo avaliador é ter em mãos questionários suficientes para todos os entrevistados. Uma pessoa, de preferência um profissional da educação, será o responsável por aplicar o questionário. Ao entregá-lo o aplicador deve explicar sucintamente como os entrevistados deverão proceder ao responder as sentenças.

Deve-se disponibilizar de 20 a 30 minutos para os entrevistados responderem o questionário. Depois desse período, eles devem ser recolhidos e separados por turma. Essa organização é de grande importância para facilitar a análise dos dados. As turmas entrevistadas devem ser separadas pelos nomes do professor que ministra a disciplina. Como o objetivo é comparar as respostas dos grupos, as respostas do professor devem ser comparadas com as respostas de seus respectivos estudantes.

Uma vez coletados os dados deve-se prepará-los para a análise estatística. Esse é o período de conversão das respostas em dados numéricos e pode ser feita de duas formas. Com a ajuda de um programa estatístico deve-se transcrever as respostas dos entrevistados para o programa. Se preferir, o avaliador pode fazer a conversão numérica manualmente e transcrever somente os valores numéricos para o programa. Ou ainda, pode transcrever as respostas diretamente para o programa e fazer a correspondência numérica através de recursos do próprio programa. Para cada sentença afirmativa, as respostas serão convertidas em valores crescentes de 1 a 5 sendo, 1 o valor correspondente a opção Discordo e 5 o valor correspondente à opção Concordo. Nas sentenças negativas os valores se invertem, 1 torna-se o valor para a opção Concordo e 5 o valor para a opção Discordo.

### ***Como fazer a análise estatística dos dados?***

Aplica-se o questionário, coletam-se os dados, separam-se os grupos de estudantes em suas respectivas turmas e inicia-se a análise dos dados. Após a conversão das respostas em dados numéricos, a aplicação estatística torna-se mais fácil. Pode-se aplicar primeiramente a estatística básica, média, moda, etc. Essa

estatística ajudará a descrever uma forma geral, abordando características comuns a todos os grupos.

Os dados coletados são tabulados em planilha eletrônica e as fórmulas modeladas para análise estatística modeladas da mesma forma. Optou-se pela utilização de planilha eletrônica ao invés dos pacotes estatísticos profissionais disponíveis no mercado, que fazem cálculos similares, pelo motivo de acompanhamento do processo e disponibilidade de recursos.

Aconselha-se, primeiramente, calcular a média de cada questão. Para calcular a média por questão basta somar os valores das respostas de cada estudante e dividir pelo número de estudantes que responderam ao questionário. A média deve ser calculada de forma individual para cada grupo, estudantes, professores e equipe pedagógica.

Ao final do cálculo das médias o aplicador poderá comparar as opiniões de cada grupo sobre qualquer sentença. Como o questionário é longo (44 sentenças), a discussão de todas elas em um único trabalho se tornará maçante e cansativo ao leitor. Então, para disponibilizar os resultados é melhor separar apenas algumas questões para serem discutidas de cada vez. Assim, as avaliações e discussões tornam-se mais claras e objetivas. Ao conhecer as opiniões individuais sobre cada tema, possibilita a comparação entre indivíduos e grupos, pode-se também identificar mudanças, que porventura ocorram nestes e possíveis extremos de atitudes, e assim, propor estratégias didáticas e metodológicas, que atendam determinada situação.

A média individual das sentenças abre a possibilidade de uma avaliação e discussão geral. Ela pode ser feita através das médias das sentenças dos grupos. Ou seja, o grupo das sentenças que avaliam o professor é composto de 18 questões. Para calcular a média geral que o professor recebeu dos estudantes basta somar as médias das respostas dos estudantes para essas sentenças e depois dividir pelo número de questões, nesse caso, 18.

### ***Como Interpretar os dados obtidos?***

No que compete à interpretação das médias aritméticas a interpretação é razoavelmente simples. Os conceitos acima de 3,5 são considerados positivos, os conceitos abaixo de 2,5 são considerados negativos. As sentenças que foram

avaliadas entre 2,6 e 3,4 representam a neutralidade do entrevistado, frente ao assunto abordado na sentença.

Esta interpretação dos valores vale também para as sentenças negativas, pois a conversão numérica é inversa nesses casos.

Essa comparação vale também para as médias calculadas para os grupos.

### ***Cuidados ao reorganizar este teste para outra disciplina***

O primeiro passo, para readequação ou transposição da escala apresentada para avaliação de outra disciplina é a pesquisa bibliográfica. O autor deve fazer a leitura de documentos vigentes sobre a disciplina que deseja avaliar e separar as referências que servirão de base para a formulação das sentenças.

As sentenças devem expressar ideias de comportamento esperadas pelo avaliador, ou seja, com base na literatura adotada são classificados e eleitos itens que devem fazer parte do ideal de ensino por parte do avaliador.

Uma vez eleitos os temas a serem abordados, passa-se para a fase de elaboração do questionário, através da formulação das sentenças para serem avaliadas em multinível.

Um dos principais cuidados ao elaborar um questionário multinível é que cada sentença deve abordar uma ideia de cada vez, ou seja, as sentenças elaboradas devem ser independentes. Se a resposta de um item reforça a resposta de outro item, conclui-se que um explica o outro.

A elaboração da escala é um processo que se inicia pela elaboração dos itens e é concluída com os testes de validade e de precisão. Os itens são sentenças, questões ou geralmente afirmativas, que representam o fenômeno a ser avaliado, devendo expressar o comportamento das pessoas frente ao assunto de interesse. Seguem uma série de observações indicadas sobre a elaboração das sentenças.

O item deve expressar um comportamento e não uma abstração.

A escala consiste na concordância ou discordância do respondente sobre se o comportamento citado convém ou não para ele.

Cada item deve expressar uma única ideia.

O item deve ser claro e simples para que todos os indivíduos da população alvo possam interpretá-lo facilmente.

O item não deve insinuar atributo diferente do definido.

O uso de mesmos termos em vários itens deve ser evitado, pois provoca monotonia, cansaço e aborrecimento.

Não utilizar expressões extremadas na formulação dos itens.

As expressões utilizadas devem ser condizentes com o atributo.

O conjunto de todos os itens deve cobrir toda extensão de magnitude do conteúdo visado para a seção.

Deve haver maior parte dos itens de dificuldade mediana e, em menor número, itens fáceis ou difíceis. Assim é garantida a homogeneidade entre o grau de comportamento, considerando a premissa de que a maioria das pessoas situa-se na faixa mediana de comportamento.

Após a observação e aplicação dessas condições na reelaboração do questionário ele deve ser avaliado e testado por outros profissionais da área, a fim de reduzir possíveis erros de formulação da sentença. É recomendada também a aplicação piloto do teste. Essa aplicação é feita com uma pequena amostra populacional, escolhida ao acaso e serve para reduzir os erros de formulação das sentenças.

O uso de sentenças negativas não é recomendado em excesso. Tais sentenças exigem maior nível de abstração e interpretação por parte do entrevistado e isso pode gerar maiores erros de confiabilidade no instrumento.

### ***Como este teste foi validado?***

A escala utilizada nesse trabalho é conhecida como escala multi-item. Essa escala possibilita avaliar diferentes capacidades e características específicas dos entrevistados.

A fiabilidade de uma medida é sua consistência interna das medidas. Um instrumento de medida é considerado fiável se ele dá os mesmos resultados se aplicado a alvos estruturalmente iguais. A fiabilidade pode ser apurada com maior ou menor grau de certeza, pois toda medida está sujeita a erro. A principal referência (não entendi se é referência ou referênci) questões de fiabilidade de uma medida é o índice alfa de Cronbach e é uma estimativa e não um dado proveniente do instrumento.

O alfa de Cronbach, que mede a consistência interna de um questionário é calculado através da seguinte equação:

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} \cdot \left[ 1 - \frac{\sum_{j=1}^k S_j^2}{S_T^2} \right]$$

Onde k é o número de itens do instrumento, nesse instrumento k=44, e

$S_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$ , é a variância do item j (j=1, ..., k) e  $S_T^2$  é a variância dos

totais da escala definida em:  $r_{SB2} = \frac{k \times \bar{r}}{1 + (k-1) \times r}$

O  $\alpha$  estima a verdadeira fiabilidade do instrumento principalmente se ele for definido por uma escala multifatorial. Quanto mais alta for a correlação entre os itens, maior é sua consistência interna. A avaliação correspondente do alfa, adotada para este trabalho, é a que segue:

$\alpha \leq 0,30$  muito baixa

$0,30 < \alpha \leq 0,60$  baixa

$0,60 < \alpha \leq 0,75$  moderada

$0,75 < \alpha \leq 0,90$  alta

$\alpha > 0,90$  muito alta

Os dados coletados de um questionário são considerados consistentes pelo grau em que a medida está livre de erros. O valor zero para o alfa indica que não há nenhuma relação entre as medidas dos testes. Se o alfa for negativo há duas possibilidades: um erro no cálculo ou uma terrível consistência interna do instrumento.

A validação de uma escala é um processo longo e, a utilização do cálculo do alfa de Cronbach é a forma mais conhecida de medir a consistência interna do instrumento.

Para poder aplicar o alfa de Cronbach e validar uma escala, alguns pressupostos devem ser seguidos.

O questionário deve estar dividido em seções e agrupado em dimensões, no instrumento aqui apresentado foram construídos três grupos distintos de questões, abordando a rotina e a postura de três grupos importantes para o desenvolvimento do ensino, estudantes, professores e equipe pedagógica.

Para poder ser validado, o questionário deve ser aplicado a uma amostra significativa e heterogênea, nesse caso a validação foi com base na opinião de 913 estudantes, 9 professores e 8 pedagogos de escolas estaduais e particulares dos estados de Paraná e São Paulo.

Outra condição importante é que a validade do instrumento só é considerada válida se os entrevistados não são especialistas em elaboração de questionários e nem no assunto abordado, pois ao questionar especialistas as concepções e posturas frente aos temas pode diminuir o valor calculado do alfa.

## 5.2 Mapas Conceituais

Mapas conceituais (MCs) podem ser definidos como diagramas hierárquicos que têm como objetivo refletir a organização de um corpo de conceitos. São representados, em sua maioria, por diagramas bidimensionais que mostram essas relações de hierarquia entre conceitos. Nessa representação, os conceitos mais gerais aparecem no topo do mapa, seguidos por conceitos em ordem decrescente de generalidade, sendo dispostos de cima para baixo no eixo vertical. O sucesso dos MCs em sala de aula depende do entendimento dos fundamentos teóricos relacionados à técnica. Segue nesta seção algumas características e conceitos que podem ajudar na escolha e implementação desta técnica.

Pela prioridade imposta ao eixo vertical, nem sempre são mostradas relações horizontais, assim sendo, o eixo vertical é responsável por representar o grau de inclusividade dos conceitos.

A aplicação dos mapas conceituais como instrumento de ensino e aprendizagem é bem ampla. Podem servir de base de organização de uma aula ou conjunto de conteúdos, trabalhados desde seu planejamento até a avaliação. Além de poder ser utilizado como ferramenta de análise e planejamento de currículo:

No ensino, mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações hierárquicas entre concepções que estão sendo ensinadas em uma única aula, em uma unidade de estudo ou em toda a matéria. São representações concisas das estruturas conceituais que estão sendo ensinadas e procuram facilitar a aprendizagem significativa (em contraposição às aprendizagens mecânica, automática, memorística) dessas estruturas. Eles mostram a relação hierárquica de conceitos que serão abordados em sala de aula e por explicitarem as relações de super ordenação entre os conceitos, podem certamente influenciar a aprendizagem.

Cada mapa conceitual é único e representa uma das possíveis formas de organizar os conceitos, específica de seu autor, assim sendo, o uso de mapas conceituais não dispensa a explicação por parte do professor. São ainda indicados para serem utilizados quando os estudantes já possuem certa noção dos conteúdos estudados, assim podem promover a diferenciação conceitual e se tornarem instrumentos de reconciliação e integração das relações conceituais.

Como ferramenta avaliativa, os mapas conceituais, possibilitam ao professor e aos estudantes a percepção quanto à identificação e à apropriação da hierarquia dos conceitos trabalhados, facilitando uma visão geral capaz de identificar os mais relevantes dentro do contexto. Além disso, o mapa conceitual não tem dependência com a produção de notas, escores de determinação de apropriação de conhecimento, mas tem bases de compromisso formativo de acordo com o que se espera segundo a Legislação Educacional de 1996 e os documentos de regularização do ensino (PCNs e DCEs).

No entanto, deve-se ter consciência da importância e de como utilizar essa ferramenta. Moreira define em sua apostila sobre mapas conceituais que:

“Os conceitos e as linhas que ligam conceitos em um mapa conceitual não terão significado para os estudantes a menos que sejam explicados pelo professor e que os estudantes tenham pelo menos alguma familiaridade com a matéria de ensino” (MOREIRA, 1988, p.15).

Os mapas conceituais apresentam uma facilidade aparente de elaboração. Essa característica contribui para sua popularização, porém sua utilização sem planejamento e embasamento teórico reduz suas potencialidades.

A revisão aqui apresentada aponta apenas direcionamentos para o início da pesquisa de utilização dos mapas conceituais, não suficiente, portanto, para fomentar a aplicação prática efetiva desse instrumento.

Ao utilizá-lo como ferramenta de avaliação, pode-se obter informações sobre as relações e estruturas, que o estudante vê no conjunto de conceitos estudado. Essa utilização dá aporte para duas formas de avaliação a partir do mapa conceitual. A primeira construir um mapa conceitual a partir das respostas dadas pelos estudantes durante o processo avaliativo e a outra é a de incentivá-los para que construam seus próprios mapas conceituais.

A avaliação por meio do mapa conceitual objetiva a verificação do que os estudantes sabem em termos conceituais, se opondo ao determinismo das questões dissertativas ou nos testes de múltipla escolha, pois possibilitam abertura para a incerteza, ou seja, permitem a explicação das idiosincrasias presentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

A utilização desse instrumento não é unidimensional. A ordem com que os conceitos são apresentados e dispostos permite partir das situações particulares para as gerais e vice-versa.

Tem como principal vantagem mostrar a diferença dos graus de inclusividade dos conceitos e facilitar a aprendizagem e retenção, pois proporciona visão integral do assunto.

Porém, um mapa conceitual complexo ou confuso demais pode dificultar a aprendizagem e inibir a criatividade dos estudantes, de estabelecer suas próprias relações de hierarquia conceitual, uma vez que foram apresentados a um mapa já previamente pensado pelo professor.

O estudo sobre mapas conceituais deve ser utilizado com objetivo de capacitar os estudantes, a relacionar hierarquicamente os conceitos físicos estudados, promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, a fim de demonstrar sua aprendizagem do conteúdo estudado.

Apesar de apresentar-se extremamente produtiva, a utilização de mapas conceituais como instrumento avaliativo não é uma tarefa tão fácil.

### **5.3 Experimentação**

Em geral, muitos professores que ministram a disciplina de física concordam que a experimentação é indispensável para o processo de desenvolvimento das competências esperadas em física. As atividades experimentais oportunizam o agir em diferentes níveis e de diferentes formas, o estudante pode fazer, manusear. Acredita-se que, a ênfase nessa oportunidade de interação direta com os conceitos pode auxiliar no processo de construção do conhecimento pelo próprio estudante. Aumentam as chances do desenvolvimento da curiosidade e do hábito de questionar.

Essa estratégia metodológica quando bem empregada propicia o diálogo entre estudante e professor e o conhecimento, e na maioria das vezes, esse diálogo se apresenta de forma questionadora. Uma vez estabelecido o diálogo questionador é muito provável que o conhecimento desenvolvido dessa forma se apresente com forte significado. Além disso, a manipulação dos materiais, seja para construir o aparato ou para manuseá-lo durante as observações, confronta o

estudante com aspectos que dificilmente podem ser compreendidos, ou até mesmo, abordados na explanação teórica.

Uma vez reconhecida a importância da experimentação, deve-se observar algumas características importantes para eleger experimentos, que sejam eficientes e possíveis de aplicar no tempo de uma hora aula.

Experimentos fáceis de obter e de montar e a fidedignidade com os conceitos que se busca observar foram as principais características para eleger as atividades aqui apresentadas. Todos os experimentos abordados nesta seção apresentam as seguintes características: a coleta de dados condizente com o tempo de aula, são experimentos demonstrativos, são baratos; apresentam riscos mínimos para os experimentadores.

### ***Energia e Movimento***

#### **01. INTRODUÇÃO**

O principal conceito abordado nesse experimento é “energia”. É importante lembrar que esse conceito é interdisciplinar. A energia é amplamente abordada em diversas disciplinas, como química, biologia e física. A principal consideração sobre esse conceito, antes dele ser abordado em qualquer aula é que ele é um conceito universal. A energia abordada de diferentes formas por diferentes disciplinas trata-se do mesmo conceito. Em física, as formas mais comuns de se abordar energia é através das classificações de potencial, cinética, eólica, térmica, elétrica, entre outras, além de fazer parte de um dos principais conceitos de mecânica e objetivo desse experimento: o Princípio da Conservação da Energia Mecânica.

Segundo o Princípio da Conservação da Energia Mecânica “a energia pode ser transformada de uma forma para outra ou transferida de um objeto para outro, mas a quantidade total é sempre a mesma”.

A energia cinética é a energia associada à quantidade de movimento de um objeto, pode ser definida também como a capacidade que os corpos apresentam de realizar trabalho por causa do movimento. Essa energia, portanto, só existe quando o objeto possui velocidade em relação a um ponto de referência. A massa do objeto também influencia na quantidade de sua energia cinética, de tal forma que, quanto mais massa, para uma velocidade fixa, maior a quantidade de

energia cinética. Isso pode ser facilmente percebido através da relação matemática que define a energia cinética de um corpo:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Onde

m = massa do corpo – SI: kg

V= velocidade do corpo em relação ao referencial –  
SI: m/s.

Outra forma bastante comum de manifestação da energia é através da energia potencial. Existem dois tipos básicos de energia potencial, a elástica e a gravitacional. A energia potencial elástica é a energia associada a uma mola. E a energia potencial gravitacional é associada a um corpo e a superfície terrestre e depende da posição vertical (altura) do corpo em relação a terra.

A representação matemática da energia potencial gravitacional é:

$$E_{pg} = mgh$$

Onde:

$$\left\{ \begin{array}{l} E_{pg} = \text{energia potencial gravitacional} \\ M = \text{massa do corpo} \\ G = \text{aceleração gravitacional (10m/s}^2) \\ H = \text{altura do objeto em relação a terra} \end{array} \right.$$

O Princípio da Conservação da Energia, como já definido descreve que a energia total pode variar entre as formas de energia cinética e energia potencial e ainda em outras formas de energia (sonora ou energia de deformação), mas jamais se perde. A energia total de um sistema permanece constante.

O objetivo do experimento é ilustrar a quantidade de energia cinética necessária para a deformação de um objeto.

Considerando a energia total como sendo a energia mecânica e sabendo que sua definição matemática é:

$$E_{mec} = E_c + E_{pg}$$

Temos que a energia potencial pode se transformar em energia cinética e vice versa.

A partir da deformação causada em uma massa de modelar, podemos demonstrar qualitativamente como as grandezas físicas, massa e velocidade, influenciam a energia cinética de um objeto e como a diferença de altura confere maior energia cinética para o objeto.

## 02. MATERIAIS UTILIZADOS

- Massa de modelar;
- Régua;
- Bolinhas de vidro de tamanhos diferentes (bolinhas de gude).

## 03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Molda-se a massa de modelar como se fosse um "bolo". Com a palma da mão amasse a massa de modelar e deixe uma pequena borda.

**Figura 2: Massa de modelar**



Fonte: próprio autor

**Figura 3: Experimento montado com régua e massa de modelar**



Fonte: próprio autor

**Figura 4: Foto da deformação da massa de modelar.**



Fonte: próprio autor

Use os dois lados da régua para fazer comparações das deformações sofridas pela massa, quando temos diferentes quantidades de energia cinética, quer pela variação da velocidade, quer pela variação da massa.

Observação: A massa de modelar pode ser caseira, pois é mais mole.

Receita: Ingredientes para a massa de modelar: 2 xícaras (250ml) de farinha de trigo; 1 xícara (125ml) de sal; água para dar consistência de pão à massa (pouco mais do que 1 xícara); 2 colheres de sopa de óleo comestível ou óleo de amêndoas. Modo de fazer: aos poucos, misture a água na composição farinha-sal, de modo que fique homogênea. Após, misture o óleo na composição farinha-sal e amasse para obter a consistência de pão. Esta massa é mais mole e permite uma melhor visualização dos efeitos.

#### 04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Inicia-se o procedimento com o equipamento montado conforme a figura 02.

Será atribuída à bolinha uma quantidade de energia potencial, elevando-se a bolinha a uma altura de 15 cm em relação à massa de modelar.

Nesse momento é importante segurar a bolinha na altura indicada e explicar aos estudantes, que a bolinha ganhou energia potencial gravitacional pela elevação da altura e que enquanto a bolinha permanece parada ela não possui energia cinética, assim toda a energia do sistema é potencial.

Ao soltar a bolinha, o experimentador permite que a energia potencial se transforme em energia cinética, ao longo do trajeto percorrido pela bolinha.

Quanto mais perde altura, mais a bolinha ganha velocidade. Ao entrar em contato com a massa de modelar, no final da régua, a energia cinética da bolinha é transformada em energia de deformação e a bolinha faz um buraco na massa de modelar. Quanto maior for a altura da bolinha no início do procedimento, maior será a deformação na massa de modelar. Portanto, se a massa de modelar se deforma mais, isto implica um recebimento maior de energia cinética, considerando que a deformação causada é proporcional à energia transferida.

O procedimento pode ser repetido com a bolinha sendo solta de uma altura de 30 cm do outro lado da régua. Essa comparação de alturas diferentes ajudará os estudantes a compreender a relação de transferência de energia. Pois ao impulsionarmos a bolinha de alturas diferentes a maior altura resultará em um maior ganho de velocidade e a massa de modelar sofrerá uma deformação maior. Isso implica que a massa de modelar se deforma mais à medida que a bolinha possui mais velocidade. Deformação maior significa que a massa recebeu mais energia.

Outra comparação interessante é entre bolinhas com massas diferentes. Para isso repete-se o procedimento, agora na mesma altura (indicado 30 cm), mas entre duas bolinhas com massas distintas. Assim assegura-se que ambas possuirão aproximadamente a mesma velocidade, e pode-se observar que haverá diferença entre as deformações na massa de modelar devido à diferença entre as massas. Isso implica que a massa de modelar se deforma mais quanto maior é a massa da bolinha. Novamente, deformação maior significa que a massa de modelar recebeu mais energia e conclui-se que com mais massa, a bolinha tem mais energia cinética.

#### 05. QUESTÕES SUGERIDAS

a) Relacione a equação matemática da energia cinética com o procedimento experimental realizado nesse experimento. Quais são as observações que podem ser retiradas dessa comparação?

b) Indique a transformação de energia mecânica através das manifestações em energia cinética e potencial em pelo menos três pontos da descida da bolinha. 1. Antes dela ser solta; 2. Na metade do percurso; 3. Ao atingir a massa.

c) Com base no princípio da conservação da energia mecânica e na definição da energia potencial gravitacional, discuta as diferentes deformações na massa de modelar, a partir das diferentes alturas em que a bolinha foi solta.

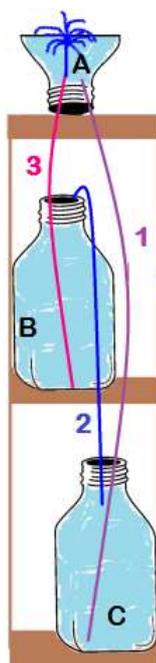
### **Fonte de Heron – Pressão hidrostática – Equação de Bernoulli**

#### **01. INTRODUÇÃO**

Acredita-se que Heron de Alexandria, matemático e inventor tenha vivido durante o século I DC. Ele é mais conhecido por uma fórmula que permite o cálculo da área do triângulo (fórmula de Heron), além da fórmula, o experimento aqui apresentado também leva seu nome: Fonte de Heron.

A fonte de Heron é formada por três recipientes, um deles aberto e os outros dois fechados, observe a figura 5. Dispostos de tal forma que a diferença de altura entre eles possibilite o mecanismo da fonte funcionar por um longo período de tempo.

**Figura 5: Esquema representativo da fonte de Heron**



Fonte: próprio autor

A explicação conceitual mais comum utiliza os conceitos de fluidos. Em física entende-se por fluido uma substância capaz de escoar e se moldar a um recipiente. Ele se comporta dessa forma porque não resiste às forças paralelas à superfície, conhecidas como tensões de cisalhamento. Outro conceito essencial ao

falar de fluidos é o princípio de Pascal, que diz que uma variação de pressão aplicada em um fluido incompressível é transmitida integralmente, a todas as partes desse fluido e às paredes do recipiente onde ele se encontra.

Observe atentamente o esquema do experimento na figura 5. O recipiente de baixo (que será chamado de recipiente C) está vedado e preenchido com o ar atmosférico, o recipiente do meio (que chamaremos de recipiente B) está cheio de água.

Ao jogar um pouco de água no cone de plástico (recipiente A), ela escorre através da mangueira 01 para o recipiente C. A água comprime o ar desse recipiente e o conduz através da mangueira 02 para o recipiente B. Devido ao princípio de Pascal (a pressão exercida em um ponto de um fluido é transmitida integralmente para todos os pontos desse fluido), o ar a pressão do ar conduzido para o recipiente vai aumentando até que seja suficiente para empurrar a água do recipiente B até o recipiente A, através da mangueira 3. A fonte funcionará até que acabe toda a água do recipiente B.

Outra abordagem possível de ser trabalhada com este experimento é a conservação da energia. A energia inicial para o funcionamento do sistema é dada pelas alturas diferentes em que garrafas são dispostas. Com a diferença na altura, a garrafa do meio ganha energia potencial gravitacional em relação à garrafa de baixo. Essa energia potencial inicial mais a pressão atmosférica mantém o funcionamento da fonte até que se esgote a água da garrafa do meio.

Para repetir o experimento, é só afrouxar as tampas e trocar as garrafas de posição - cheia em cima e vazia em baixo.

## 02. MATERIAIS UTILIZADOS

Três garrafas de plástico 5 l (ou garrafas pet 2 l);  
Mangueira de plástico aproximadamente 2m;  
Silicone ou cola quente;  
Ferro de solda para perfurar as tampas das garrafas;

## 03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Em cada tampa faça dois orifícios de forma que a mangueira encaixe sem folga;

Corte a parte do gargalo de uma das garrafas;

**Figura 6: Tampas das garrafas furadas e garrafa cortada**



Fonte: Próprio autor

Monte as seguindo o esquema discutido na figura 05.

#### 04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Após se certificar de que a montagem foi realizada corretamente e de que não há nenhum vazamento nas junções entre as mangueiras e as garrafas de plástico. Deve-se jogar uma pequena porção de água no recipiente aberto, e a partir disso observar a fonte funcionando.

#### 05. QUESTÕES

- a) Quais os conceitos físicos envolvidos nesse processo?
- b) Como esses conceitos explicam o funcionamento da fonte, passo a passo?

#### ***Como enxergar o som***

##### 01. INTRODUÇÃO TEÓRICA

Ondas sonoras são definidas genericamente como qualquer onda longitudinal. As ondas sonoras audíveis são as que possuem frequência entre 20 e 20.000 Hz. São originadas a partir de vibrações do ar que são captadas pelos ouvidos e processadas em nosso aparelho auditivo.

Todos os tipos de ondas possuem uma propriedade muito conhecida, ao se propagarem elas transportam energia sem transportar matéria.

As ondas sonoras são originadas por vibrações no meio material em que elas se propagam. Ela se propaga em vários meios, sólidos, líquidos e gasosos, mas na maioria dos casos, esse meio é o ar. Ao produzirmos um som, as vibrações são transmitidas para as moléculas do ar que por sua vez passam a vibrar. A vibração dessas moléculas é transmitida para as moléculas vizinhas, que por sua vez também passam a se propagar para outras moléculas vizinhas, e assim sucessivamente. Essa propagação ocorre em todas as direções e por esse motivo a onda sonora é classificada como onda esférica.

As ondas sonoras são longitudinais, ou seja, as moléculas vibram na mesma direção de propagação da onda, produzindo regiões de compressões e rarefações sobre o ar.

A voz é produzida na laringe, onde se localizam as pregas vocais (cordas vocais). Ao respirarmos as pregas vocais se abrem e o ar entra e sai dos pulmões. Ao falarmos, elas se aproximam e o ar que sai dos pulmões, passando pelas pregas vocais, produzindo uma vibração que é a voz.

O som produzido passa pelas cavidades de ressonância (faringe, boca e nariz), alto-falantes naturais. Os sons da fala são articulados na boca, dentes, língua, lábios, mandíbula e palato. Estas estruturas modificam o som produzindo a fala.

As vibrações sonoras chegam ao canal auditivo e são captadas no tímpano. O tímpano vibra conforme a vibração das ondas sonoras que chegam e transmite essa vibração para os ossículos do ouvido (martelo, bigorna e estribo) essa vibração é amplificada e chega até a cóclea. A cóclea possui um líquido em seu interior e a vibração é captada por cílios existentes nesse órgão. A cóclea transmite essa vibração ao nervo auditivo que leva a informação para ser processada no cérebro.

## 02. MATERIAIS UTILIZADOS

Caneta laser

Lata pequena

Pequeno espelho ou pedaço de CD, (quadrado com 2 cm de lado)

Balão

Fita adesiva

Cano pvc;

### 03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO:

Tire o fundo da lata;

Corte o balão na metade;

**Figura 7: Lata sem fundos e balão cortado**



Fonte: Próprio autor

Envolva o fundo da lata com o balão e prenda utilizando a fita adesiva;

**Figura 8: lata envolvida com o balão**



Fonte: Próprio autor

Prenda o espelho no centro do balão.

**Figura 9: lata com o espelho**



Fonte: Próprio autor

Em uma das extremidades do cano de pvc deve-se fazer um corte em formato de V. Esse corte servirá de suporte para o laser e deverá fazer com que o laser fique sempre apontado para o espelho e também garantirá que o laser atinja o espelho sempre a um ângulo de  $45^\circ$ .

**Figura 10: cano pvc cortado**



Fonte: Próprio autor

Com a fita adesiva deve-se fixar o laser no cano pvc, utilizando o corte em V como apoio para o laser. Nesse momento para facilitar o ajuste da incidência do laser pode-se prender o botão do laser para que ele sempre fique ligado.

**Figura 11: laser fixo no cano pvc**



Fonte: Próprio autor

Depois do conjunto pronto, é hora de prendê-lo na lateral da lata;

**Figura 12: experimento pronto**



Fonte: Próprio autor

#### 04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

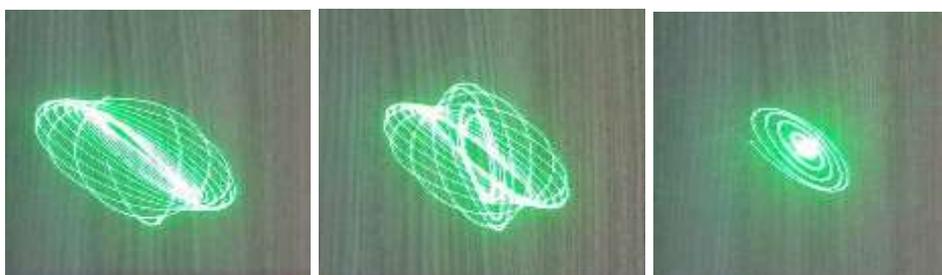
Basta segurar o aparato experimental e falar no lado oposto ao lado onde foi preso o balão. A lata deve ser posicionada também de forma que o laser seja refletido na parede. Ao falar dentro da lata as vibrações produzidas pela voz são transmitidas para o balão e o laser possibilita a projeção das vibrações na parede;

Cada som emitido fará o ar vibrar de maneira diferente e projetar uma figura específica;

Algumas figuras que foram projetadas durante a realização de experimento.

Ao falar criamos ondas na bexiga e quanto mais grave o som, maiores serão as ondas formadas.

**Figura 13: Figuras formadas da vibração da voz.**



Fonte: próprio autor.

#### 05. QUESTÕES

- a) O que são ondas sonoras e como elas se propagam?
- b) Qual a característica que permite que as ondas sonoras sejam projetadas com esse experimento?
- c) Além dos conceitos de ondas, quais os outros conceitos que estão presentes nesse experimento?

### ***Inversão térmica***

#### **01. INTRODUÇÃO TEÓRICA**

A emissão excessiva de poluentes tem provocado sérios danos à saúde como problemas respiratórios (bronquite crônica e asma), alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso ou em órgãos vitais e até câncer. Esses distúrbios agravam-se pela ausência de ventos e no inverno com o fenômeno da inversão térmica (quando uma camada de ar frio forma uma parede na atmosfera que impede a passagem do ar quente e a dispersão dos poluentes).

A inversão térmica é um fenômeno atmosférico muito comum nos centros urbanos industrializados, especialmente aos localizados entre serras e montanhas. Os poluentes retidos nas camadas da atmosfera próximas à superfície provocam doenças respiratórias e irritações nos olhos. Esse processo ocorre quando o ar frio (mais denso) é impedido de circular por uma camada de ar quente (menos denso), provocando uma alteração na temperatura.

Esse fenômeno meteorológico é caracterizado pela presença de ar frio nas regiões mais próximas à superfície terrestre, diferentemente do que ocorre em dias normais. Como as camadas de ar mais elevadas também são frias, forma-se uma faixa de ar quente intermediária. O ar quente, por ser menos denso, se posiciona a uma altitude mais elevada e impede a dispersão dos poluentes. A ausência de ventos e de chuvas agrava esse efeito, pois dificulta ainda mais a dispersão.

#### **02. MATERIAIS UTILIZADOS**

Quatro garrafas pet com tampa;

Água morna para encher duas garrafas;

Água fria para encher duas garrafas;

Corante de duas cores diferentes para água quente e para água fria;  
Prego ou outro objeto para perfurar as tampas;  
Cola quente ou fita adesiva;

### 03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Fure as quatro tampas e grude duas a duas.

Encha duas garrafas com água quente e as tinja de uma cor;

Encha as outras de água fria e tinja com o outro corante.

**Figura 14: Garrafas cheias e tampas grudadas e perfuradas.**



Fonte: Próprio autor.

### 04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Junte as garrafas com as tampas que você colou.

No primeiro modelo deixe a garrafa com água quente em baixo e a garrafa com água fria em cima;

No segundo modelo prenda as outras duas garrafas deixando a garrafa com água fria em baixo;

**Figura 15: Experimento pronto.**



Fonte: Próprio autor

Depois de 2 minutos descreva o que aconteceu com as águas das garrafas.

#### 05. QUESTÕES

- a) Por que isso ocorre?
- b) Relacione esse experimento com o fenômeno da inversão térmica.

### ***Tipos de Eletrização***

#### 01. INTRODUÇÃO

A história dos processos elétricos iniciou na Grécia, com Thales de Mileto. Após descobrir uma resina vegetal conhecida como âmbar (do grego *élektron*). O filósofo esfregou a resina petrificada com pele e lã de carneiro e observou que ela atraía objetos leves como palhas, pequenos pedaços de madeira e penas.

Essa propriedade de objetos carregados poderem atrair outros objetos advém das propriedades das cargas elétricas. Nesse experimento serão explanadas algumas características de corpos carregados e os processos de eletrização (atrito, contato e indução).

**Atrito:** Quando dois corpos de materiais diferentes são atritados, elétrons de um dos corpos passam para o outro. Se os dois corpos estiverem neutros antes do atrito depois do procedimento ficarão com cargas de mesmo

módulo, mas sinais opostos. O corpo que cedeu elétrons fica com carga positiva e o corpo que ganha elétrons fica com carga negativa.

Quando a eletrização por atrito é feita em isolantes seus efeitos são mais facilmente percebíveis, pois os elétrons permanecem nas regiões atritadas por mais tempo.

**Contato:** O simples contato entre corpos também pode ser capaz de eletrizá-los. A eletrização por contato ocorre quando um corpo já eletrizado entra em contato com um corpo neutro. Parte das cargas é transferida e, no final do processo, ambos ficam carregados com cargas de mesmo sinal. Os efeitos da eletrização por contato são mais evidentes em condutores.

**Indução:** A eletrização por indução é um processo mais extenso que os outros dois. Ela depende da presença de um corpo carregado, chamado de indutor (pode ser condutor ou isolante de eletricidade); de um corpo inicialmente neutro chamado de induzido (corpo neutro e condutor de eletricidade) e de uma ligação com a terra em uma parte específica do processo. Na eletrização por indução os dois principais corpos envolvidos não são postos em contato.

A primeira etapa é aproximar o induzido do indutor sem permitir o contato entre eles. Essa aproximação separa parte das cargas do induzido, pois as cargas opostas às cargas do indutor tendem a neutralizá-lo. Como não há contato direto entre os corpos, as cargas não podem passar de um corpo para o outro. Enquanto o indutor ainda permanece próximo e separando as cargas do induzido, este segundo é ligado a terra ou a outro corpo maior que pode fornecer cargas a ele. Ao efetuar essa ligação as cargas são conduzidas para o induzido para neutralizar as cargas que foram separadas. Em seguida a ligação terra é desfeita, e o indutor é afastado.

No final do processo os corpos (induzido e indutor) ficam carregados com cargas de sinal oposto.

## 02. MATERIAIS UTILIZADOS

- 4 canudos de refrigerante flexíveis;
- Fio de seda;
- Papel alumínio;
- Fita durex;

- 2 copos de cafezinho;
- Cartolina;
- Cola quente;
- 2 folhas de papel toalha ou uma flanela.

### 03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Cole o canudo de refrigerante no fundo do copinho com a cola quente:

**Figura 16: Canudo preso no suporte.**



Fonte: Próprio autor

Depois corte um retângulo 1,5x0,5cm do papel alumínio e cole-o numa ponta do fio de lã com o durex, então amarre o fio de lã na parte superior do canudo:

**Figura 17: Suporte do alumínio pronto**



Fonte: Próprio autor

Agora pegue outro canudo e corte sua base flexível:

**Figura 18: Canudo Cortado.**



Fonte: Próprio autor

Corte um retângulo da cartolina 5x8cm e cole no canudo com o durex, cole este canudo com a cartolina no fundo de outro copo:

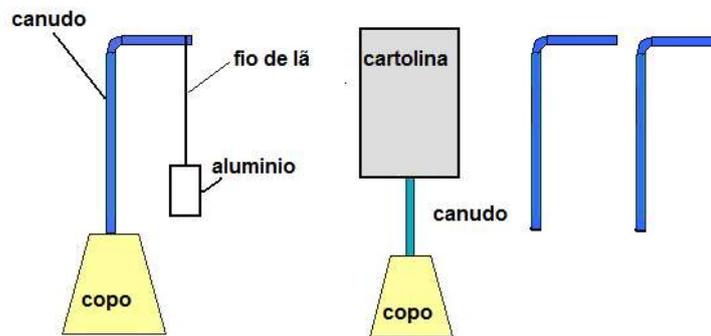
**Figura 19: Suporte da cartolina pronto**



Fonte: próprio autor.

O conjunto eletrostático fica assim:

**Figura 20: Experimento pronto**



Fonte: Próprio autor

#### 04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Segure o canudo com uma das mãos com a outra, atrite o papel toalha (ou a flanela) no canudo, sempre na mesma direção (eletrização por atrito). Em seguida encoste o canudo no papel alumínio (contato). Afaste o canudo e aproxime novamente do papel alumínio (aqui serão observados os efeitos da eletrização, pois o alumínio será repellido pelo canudo).

Agora eletrize novamente o canudo (ele será o indutor) com o papel toalha. Aproxime o canudo da cartolina sem, no entanto encostá-lo (a cartolina será o induzido) encoste seu dedo na cartolina (essa será a ligação terra). Então aproxime a cartolina e o papel alumínio e observe o efeito.

#### 05. QUESTÕES

- O que aconteceu quando o canudo foi aproximado do papel alumínio? Por quê?
- Que processos de eletrização foram utilizados nesta etapa? As cargas envolvidas são de mesmo sinal? Explique.
- O que aconteceu ao aproximar a cartolina do pêndulo? Por quê?
- Que processos de eletrização foram utilizados nessa última etapa, as cargas envolvidas nessa etapa são de mesmo sinal ou de sinais opostos? Explique.

#### ***Resistores de Grafite***

## 01. INTRODUÇÃO

Este experimento deve ser utilizado para complementar o ensino do conteúdo, referente à resistência elétrica, com a possibilidade de uma abordagem e discussão mais descritiva e qualitativa.

A resistência elétrica pode ser caracterizada como a "dificuldade" da passagem de corrente elétrica por um condutor submetido a uma determinada tensão. No Sistema Internacional de Unidades (SI) a unidade adotada para esta grandeza é o ohm ( $\Omega$ ), em homenagem ao físico alemão Georg Simon Ohm.

O cálculo da resistência elétrica é efetuado pela primeira lei de ohm:

$$R = \frac{U}{i}$$

Onde:

$$\left\{ \begin{array}{l} R = \text{resistência elétrica} - \text{SI: ohm } (\Omega) \\ U = \text{diferença de potencial} - \text{SI: volt (v)} \\ i = \text{corrente elétrica} - \text{SI: ampère (A)} \end{array} \right.$$

Ao associar resistores em série a resistência elétrica total é:

$$R_{\text{série}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

A resistência total em uma associação em paralelo é:

$$\frac{1}{R_{\text{paralelo}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

Para um procedimento experimental de baixo custo podem ser utilizados resistores de grafite desenhado no caderno dos estudantes:

“A grafita é um material condutor, embora sua resistividade seja relativamente elevada quando comparada com a dos metais em geral. Como o grafite do lápis é constituído de grafita processada, um risco feito sobre uma superfície isolante, como o papel, por exemplo, se tiver continuidade elétrica suficiente para que se consiga medir a resistência entre dois pontos, pode ser usado como um resistor experimental, útil para uso em laboratórios didáticos de física.”

## 02. MATERIAIS UTILIZADOS

- Folha de caderno comum;
- Lápis tipo 6B;

- Multímetro.

### 03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Desenhos com lápis 6B podem ser utilizados como resistores experimentais, desde que sejam tomados certos cuidados na construção dos resistores. Os estudantes devem desenhar traços que representam os resistores. Esses traços podem ser de diferentes formatos, pois qualquer trecho desenhado com grafite pode ser utilizado como resistor experimental.

Para garantir a maior eficiência do experimento as figuras devem ter, pelo menos, 2mm de largura e suas extremidades devem ser mais espessas. Esse aumento na largura das figuras pode ser atingido desenhando algumas figuras geométricas como círculos, quadrados, losangos (ou qualquer outra), com dimensões maiores que o traço inicial e devem ser posicionadas nas extremidades ou nas ligações entre os resistores. Esse cuidado no desenho dos resistores tem objetivo de ampliação da área de contato entre o filme de grafite criado e as ponteiros do multímetro.

“Nas associações em série, paralelas e mistas, é necessário que os elos entre os resistores desenhados sejam mais largos que os próprios resistores, de modo a influírem minimamente na resistência equivalente”.

### 04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os estudantes deverão desenhar três resistores com diferentes formatos seguindo as orientações do professor. Cada traço que representa um resistor, deve ter largura de 2mm e comprimento de 12cm. As resistências serão medidas e seus valores anotados em uma tabela.

**Tabela 1: Medida da resistência elétrica dos resistores.**

	R1	R2	R3
Resistência medida			

Fonte: próprio autor

Em seguida pode-se fazer algumas associações em série e em paralelo e comparar os resultados da medida experimental e da medida calculada. A tabela abaixo mostra algumas sugestões de associações que podem ser feitas para a comparação entre os valores da resistência calculada e medida.

**Tabela 2: Comparação entre a resistência calculada e a resistência medida nas associações.**

Tipo de Associação	Resistência Calculada	Resistência Medida
Paralelo R1 R2		
Paralelo R2 R3		
Paralelo R1 R3		
Série R1 R2		
Série R2 R3		
Série R1 R2 R3.		

Fonte: próprio autor

**Dependência da resistência elétrica e o comprimento dos resistores:** Desenha-se alguns resistores com larguras de 0,5mm até 2,5mm com 12cm de comprimento. Mantém-se uma das pontas do multímetro fixa e move-se a outra ponta anotando os valores da resistência a cada 2 cm. Faz-se o gráfico, distância X comprimento e compara-se os resultados para encontrar a melhor correspondência de valores.

## 05. QUESTÕES

a) Medir as resistências elétricas dos resistores desenhados separadamente e nas associações e comparar com os cálculos.

## ***Kit óptica - Propagação Retilínea da luz e Refração***

### 01 INTRODUÇÃO

Este experimento aborda alguns dos principais conceitos de óptica. Esse é o ramo da física que aborda os fenômenos da luz. Existem alguns princípios fundamentais envolvidos no estudo da óptica, tais como: propagação retilínea da luz, a independência dos raios luminosos e a reversibilidade dos raios luminosos. Estes três princípios básicos são a base de explicação de diversos fenômenos ópticos e por isso serão abordados nesse experimento.

O princípio da propagação retilínea da luz afirma que, em um meio transparente e homogêneo a luz se propaga em linha reta. A independência dos

raios luminosos explica que a propagação de cada raio independe dos demais, ou seja, em um feixe luminoso cada raio comporta-se como se os outros não existissem. O último princípio citado, o da reversibilidade dos raios luminosos explica que o caminho percorrido por um raio de luz não se modifica quando se inverte as posições da fonte e do observador.

Quando os raios de luz incidem em uma superfície, podem se comportar de duas formas distintas: ser refletida ou refratada. A reflexão é o retorno da luz para o meio em que ela incidiu e a refração é a passagem da luz por esse meio e isso só ocorre se o meio for transparente.

Se tratando da refração existem duas leis que regem esse processo. A primeira delas é que o raio incidente, o raio refletido e a normal da superfície incidente são coplanares. A segunda lei é conhecida como Lei de Snell-Descartes. Que afirma que existe uma razão constante entre o seno do ângulo de incidência e o seno do ângulo de reflexão para cada luz monocromática e meios refringentes. Essa relação é dada pela equação:

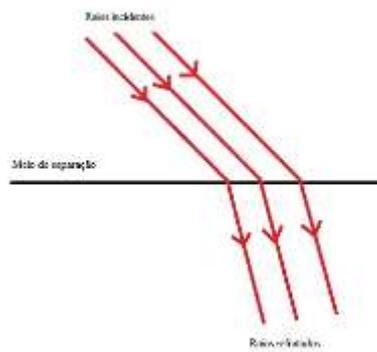
$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = n_{B,A}$$

Onde:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Sen } i = \text{seno do ângulo de incidência} \\ \text{Sen } r = \text{seno do ângulo de reflexão} \\ n = \text{razão característica do comprimento de onda e} \\ \text{do meio em que ela está inserida.} \end{array} \right.$$

A refração muda a velocidade de propagação da luz e, ao menos que ela esteja incidindo perpendicularmente ao dióptro, a direção de propagação também muda de um meio para outro. Quando o índice de refração do meio do qual a luz incide é menor do que a do meio em que ela vai penetrar, o raio se aproxima da reta normal à superfície de separação dos meios.

**Figura 21: Esquema da trajetória de um raio de luz em refração**



Fonte: <http://estudantesonline.uol.com.br/fisica/reflexao-e-refracao-da-luz.html>

## 02. MATERIAIS UTILIZADOS

Folha sulfite;

Canetão;

Copo de vidro transparente e liso;

Água;

Régua;

Caixa de papelão (tipo caixa de sapato);

Lanterna;

Tesoura;

Apontador de laser de qualquer cor;

Garrafa de plástico (PET);

Canudo de refresco;

Cola quente e pistola para aplicar a cola;

Prego para aquecer ou algo semelhante para perfurar a garrafa pet;

## 03. MONTAGEM DO EQUIPAMENTO

Esse experimento é um kit, que conta com três montagens distintas. Cada uma delas servirá para representar um conceito específico de óptica.

A primeira montagem é para representar a propagação retilínea da luz, ela utilizará o copo, a caixa, a tesoura, uma porção da folha de sulfite e a lanterna ou o laser;

### **Montagem 01: Propagação Retilínea da luz.**

Com o canetão desenhe uma pequena seta na folha sulfite;

**Figura 22: seta desenhada na folha.**



Fonte: próprio autor

Posicione o copo cheio de água em frente ao papel e observe o que acontece.

**Figura 23: Seta com o copo cheio d'água posicionado em frente.**



Fonte: próprio autor

### **Montagem 02: Propagação Retilínea da luz.**

Para essa montagem serão utilizados o copo, a caixa, outro pedaço da folha sulfite, a tesoura, a régua e o laser ou a lanterna.

Em uma das laterais da caixa, trace duas linhas, com aproximadamente 2,0 cm de distância entre elas;

Corte nas linhas traçadas, produzindo duas fendas;

Corte um papel no formato da extremidade oposta a lateral onde as fendas foram produzidas e prenda o papel nesse fundo da caixa;

Com cuidado, posicione o copo cheio de água dentro da caixa. O copo deve estar alinhado com os dois cortes feitos na caixa;

Para o efeito ser mais bem visualizado faça o experimento em um quarto escuro, ilumine as fendas com a lanterna ou com o laser;

Observe como o pote de água desvia os raios de luz. Pode ser que você precise mover o copo até que os raios fiquem convergentes. Observe com atenção o fenômeno da refração da luz que atravessa o vidro e anote suas observações num caderno de experimentos.

**Figura 24: Posicionamento dos elementos do experimento.**



Fonte: Próprio autor

**Figura 25: Raio de luz refratado no experimento**



Fonte: Próprio autor

### **Montagem 03:**

Para essa montagem serão utilizados o canudo, a garrafa, o prego para perfurar a garrafa e a cola quente para vedar o furo em volta do furo onde o canudo será posicionado.

Faça um furo da largura do canudo na garrafa, o mais baixo possível (para o líquido demorar mais tempo para escoar). Corte cerca de 4 cm do canudo e encaixe no buraco vedando com cola quente.

Encha a garrafa com água;

Na extremidade oposta da garrafa, aponte o laser para o fio de água que está escorrendo (ver figura).

**Figura 26: raio de luz curvado na água**



Fonte: Próprio autor

Observe o que acontece. Se for necessário, diminua a luminosidade da sala, apagando as luzes.

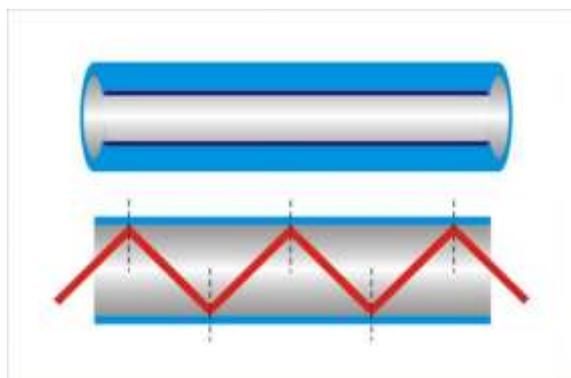
#### 04. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Faça esta experiência e mostre como os raios de luz alteram seu curso ao atravessar vidro e água. Você vai ver como eles têm de atingir o vidro num certo ângulo para serem desviados.

A luz quando percorre o interior do fio de água, vai sofrendo várias reflexões sucessivas, sempre que se aproxima da superfície que separa a água do ar. Comporta-se exatamente da mesma forma que a luz quando viaja no interior da fibra ótica.

A figura em baixo mostra-te um pouco melhor como se dão as reflexões da luz no interior da fibra ótica. Se for dentro do fio de água, o processo é semelhante.

**Figura 27: reflexão no interior de uma fibra ótica.**



Fonte: <https://www.oficinadanet.com.br/artigo/redes/o-que-e-fibra-otica-e-como-funciona>

## 05. QUESTÕES

- a) Relate cada efeito óptico observado nesse kit e seu conceito relacionado, explicando passo a passo como o efeito observado ocorre.

## 5.4 Curiosidades – Física do dia-a-dia

Nesta seção serão abordados alguns assuntos curiosos e suas explicações físicas. Mostrar aos estudantes relações entre os conceitos abordados em sala de aula e fenômenos cotidianos curiosos.

### 5.4.1 Mecânica

A mecânica é a divisão da física que é responsável pelo estudo dos movimentos. Ela pode considerar movimentos com e sem as relações de forças entre os corpos. E engloba desde sistemas simples até sistemas mais complexos dependendo do grau de profundidade que se pretende ao abordar o assunto.

#### **Mala Empacada:**

Jean Perrin, físico francês que ganhou o Nobel de física em 1926 pelo seu trabalho sobre a estrutura contínua da matéria. Perrin pôs um giroscópio de avião em uma mala e a “esqueceu” (com o giroscópio girando) em uma estação de trens.

Quando o segurança da estação tentou carregar a mala para outra sala do aeroporto ela não fez as curvas pelo caminho e torceu o pulso dele que saiu gritando que a mala “estava possuída pelo demônio”.

Um giroscópio é composto uma roda livre (ou várias rodas) que giram em qualquer direção, mas permanecem apontando sempre para a mesma direção em que são colocadas no momento que começam a rodopiar, ou seja, opõe-se a qualquer tentativa de mudar sua direção original.

**Figura 28: Giroscópio**



Fonte: [www.insania.es](http://www.insania.es)

Essa característica é explicada pela primeira lei de Newton (Lei da Inércia), que nessa aplicação recebe o nome de Inércia Giroscópica, que é a resistência que o corpo girante oferece em mudar sua posição no espaço quando gira.

**Primeira Lei de Newton: Se nenhuma força resultante atua sobre o corpo ( $F=0$ ) sua velocidade não muda, ou ainda, um corpo em repouso ou em movimento retilíneo uniforme tende a permanecer nas mesmas condições a não ser que uma força externa atue sobre ele.**

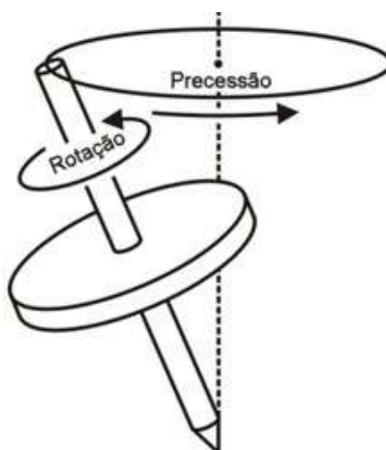
Ao aplicar uma força a fim de mudar o plano de rotação do giroscópio ele responderá com uma reação. Esta força de reação produz um movimento de rotação cônico chamado de precessão\*. A 2ª lei de Newton satisfaz a precessão.

**A força resultante que atua sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela sua aceleração.  $F=m.a$**

Na aviação, serve de girocompasso e piloto automático, permitindo o voo em condições de visibilidade zero. Nos voos espaciais o dispositivo é fundamental para a orientação das espaçonaves.

Um exemplo do movimento de precessão é um pião, quando reduz sua velocidade de rotação, ele começa descrever um giro de trajetória cônica com o vértice do cone coincidindo com a agulha do pião e o eixo vertical do pião afastado cada vez mais da vertical do local.

**Figura 29: Movimento de precessão**



Fonte: <http://naturezadafisica.com/2010/12/23/fisica-do-piao/>

Quando um corpo exerce uma força sobre o outro o segundo reage e exerce uma força sobre o primeiro, de mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido que a força de ação.

### **Velocidade da Corrente elétrica**

Quanto tempo uma lâmpada leva, após ligarmos o interruptor do circuito, para emitir luz? Mas, por acaso, você já parou para pensar qual é a velocidade que os elétrons se movem para que a lâmpada se acenda praticamente na mesma hora em que o interruptor é acionado?

Para surpresa de muitos, a velocidade dos elétrons é muito baixa. Esse valor é próximo a 1 cm/s, variando de acordo com o material do condutor e as características do local onde se encontra.

Se a velocidade dos elétrons é baixa como a lâmpada acende tão rápido?

Quando um interruptor é ligado, fecha-se um circuito. No momento em que o circuito é fechado, os elétrons livres presentes na fiação sofrem a influência de um campo elétrico, que é estabelecido quase que instantaneamente em todo o fio, pois a velocidade de propagação do campo é muito próxima à velocidade da luz, e os elétrons começam a se movimentar.

Então, é por isso que em um tempo muito curto, todos os elétrons livres do fio estarão em movimento, é importante lembrar que os elétrons que começaram a se mover nas proximidades do interruptor só alcançam o filamento da lâmpada depois de um longo tempo. Portanto, os elétrons que provocam o aquecimento imediato da lâmpada são aqueles presentes em no próprio filamento e nas proximidades dele.

A compreensão desse fenômeno é facilitada ao se pensar que o fio condutor é formado por infinitos átomos, de uma extremidade a outra. Quando o circuito é fechado, no momento em que o interruptor é acionado, os elétrons livres se movimentem.

Em lâmpadas incandescentes, o filamento responsável pela emissão de luz é feito de tungstênio, um metal que atinge temperaturas de até 2500° C. O tempo necessário para que essa temperatura seja atingida, ocorre entre 0,01s e 0,1

s após a corrente elétrica ser estabelecida. O fenômeno do aquecimento do filamento causado pela passagem de corrente elétrica é conhecido como efeito Joule.

**Efeito Joule: é um dos possíveis efeitos observados quando a corrente elétrica passa por um condutor. As colisões entre os elétrons livres e os íons presentes no interior do condutor transformam parte da energia cinética dos elétrons em energia térmica, essa transformação gera aumento de temperatura no condutor.**

É importante lembrar também que as redes elétricas no Brasil são de corrente alternada com frequência de 60 Hz. Isso significa que o sentido de movimentação das cargas muda 120 vezes a cada segundo. Considerando esse pequeno detalhe é coerente chegar à conclusão de que possivelmente os elétrons livres próximos ao interruptor podem nunca chegar a atravessar todo o seguimento do fio, e atingir lâmpada a qual está conectado.

### **Colete a prova de balas**

Por que o tecido de um colete à prova de balas resiste a projéteis de pequeno calibre (balas de revólver e fragmentos de bombas e granadas)? Por que não resiste a uma facada?

Os coletes a prova de balas são artefatos que protegem os utilizadores contra projéteis ou destroços militares (figura 29). Geralmente são confeccionados de Kevlar, uma fibra de aramida, parecida com o náilon. Em um colete à prova de balas, várias camadas dessa trama são costuradas em única placa. Ao ser entrelaçado em uma rede densa, este material pode absorver grande quantidade de energia.

Entre as principais características do Kevlar, as principais responsáveis por esse material ser utilizado na fabricação dos coletes são leveza, flexibilidade, ser imune a ataque químico, resistente ao fogo e é mais resistente que o aço. Longos fios dessa fibra são entrelaçados para formar uma rede densa.

Quando um projétil é disparado atinge um colete à prova de balas, a trama de fibras redistribui a força de impacto a todas as direções impedindo a

passagem do projétil e distribuindo rapidamente a energia do disparo a uma área extensa.

Em geral, para trabalhar conceitos físicos utilizamos sistemas simplificados. Para avaliar as transformações de energia podemos aproximar as condições reais de um sistema isolado. Nesse tipo de sistema a energia total do sistema não pode mudar. Essa característica é enunciada no princípio da conservação da energia: A energia não se cria e não se destrói apenas se transforma de um tipo em outro, nas mesmas quantidades.

A energia de um sistema só pode mudar através da transferência de energia para o sistema ou do sistema. Assim, a função do colete a prova de balas é diminuir a energia do sistema através da transferência dessa energia para o meio. Um colete eficiente deve ser capaz de dissipar ou absorver a maior parte da energia do disparo em uma fração de segundos. Se essa energia não for transferida rapidamente o projétil atravessa o colete e pode ferir gravemente o indivíduo.

Outra abordagem teórica que pode ser feita a partir desse tema é a comparação do mecanismo de disparo da arma de fogo com a máquina térmica.

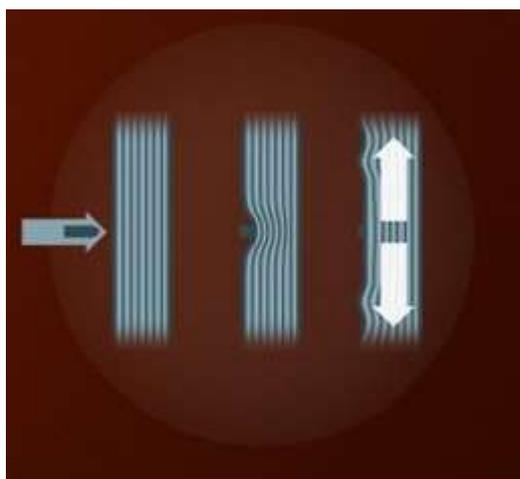
Nesse contexto, a energia proveniente da combustão da pólvora no interior do estojo da munição provoca aumento na temperatura e na pressão interna no estojo. Esse aumento de pressão é que propulsiona o projétil para fora do cano da arma.

Essa distribuição ocorre através de pulsos transversais e longitudinais a partir do ponto de impacto, onde o projétil produz uma depressão em forma de cone no tecido. O pulso longitudinal propaga-se ao longo das fibras do tecido à frente da depressão, faz as fibras afinarem e esticarem, uma dessas fibras radiais é ilustrada na figura 28. Parte da energia do projétil é consumida nessa deformação. O pulso transversal se move a uma velocidade mais baixa, é produzida pelo alargamento da depressão. Quando o projétil penetra na depressão ela aumenta de raio, o material nas fibras se move na mesma direção do projétil. Parte da energia do projétil é transferida nesse movimento. Outra parte é dissipada pelo atrito entre as fibras nos locais em que elas se cruzam na trama do tecido.

Além de impedir que a bala atinja o seu corpo o colete de segurança também precisa protegê-lo de um trauma de impacto causado pela força da bala.

O colete a prova de balas, feito de tecido, não resiste a uma facada. A ponta da faca consegue penetrar com facilidade no espaço entre as fibras e a ponta pode cortar as fibras ao mesmo tempo em que a faca continua a penetrar no material.

**Figura 30: Representação de fibras atingidas por um projétil.**



Fonte: [http://www.asprasergipe.com/2012\\_07\\_01\\_archive.html](http://www.asprasergipe.com/2012_07_01_archive.html)

#### **5.4.2 Fluidos**

Em geral, consideram-se fluidos as substâncias com capacidade de escoar. Essa característica se dá, pois o fluido não consegue resistir a uma força paralela a sua superfície, ou seja, o fluido não resiste à tensão de cisalhamento. Essa área de estudos aborda todos os conceitos envolventes em líquidos e gases.

#### **Pegando o Vácuo**

Os pilotos de carros de corrida de várias categorias se beneficiam mutuamente *pegando o vácuo*, procedimento no qual o carro de trás se posiciona quase colado ao carro da frente. Essa manobra é, obviamente, perigosa. Que vantagens ela oferece?

Todos os carros de corrida encontram muita resistência do ar durante seus percursos. Uma das causas é a diferença de pressão entre a frente e a traseira do carro. Na frente do carro o impacto do ar cria alta pressão. Na traseira o escoamento do ar se divide em vórtices que têm uma pressão atmosférica menor.

Essa diferença de pressão tende a frear o carro, exigindo maior consumo de combustível para manter a velocidade. Se dois carros se mantêm quase colados um ao outro durante uma corrida os dois pilotos se beneficiam. O carro de trás desfaz a formação dos vórtices e o carro da frente tem uma diferença de pressão menor da frente para a traseira. O carro de trás, por sua vez, tem menos impacto do ar na frente e, portanto, também tem uma diferença de pressão menor da frente para a traseira. A Figura 30 tem a representação dos vórtices de ar responsáveis pela diferença de pressão entre a frente e a traseira de um carro durante uma corrida.

**Figura 31: Representação dos vórtices de ar em carros de corrida.**



Fonte: <http://bestcars.uol.com.br/bc/mais/cons-tecnico/andar-no-vacuo-de-outro-carro-os-ganhos-e-os-riscos/>

O piloto de trás pode usar uma ultrapassagem conhecida como estilingue (slingshot pass) surpreendendo o piloto da frente. Para isso ele se afasta um pouco do carro da frente, o suficiente para permitir a formação de vórtices atrás do carro do adversário. Os vórtices freiam o carro da frente e aceleram o carro de trás. Se for capaz de executar a manobra adequadamente, o piloto de trás pode acelerar, entrar na região dos vórtices e ultrapassar o carro da frente.

A força de atrito é uma força dissipativa. No caso de relação entre sólidos, ela é exercida por uma superfície sobre um corpo e tende a se opor ao movimento desse corpo. Ela se deve às ligações entre os átomos do corpo e os átomos da superfície, e por isso é conhecida como força de contato.

Ao considerar o movimento relativo entre um fluido, como o ar, e um corpo, o corpo sofre a ação de uma força proveniente do atrito dele com as moléculas do fluido. Essa força é conhecida como força de arrasto. Ela se opõe ao movimento relativo e aponta na direção em que o fluido se desloca em relação ao corpo.

Junior Johnson é conhecido por ser o primeiro piloto a empregar essas técnicas aerodinâmicas em 1960, quando venceu a prova das 500 milhas (804,672km) de Daytona, apesar de estar competindo com outros carros considerados mais rápidos. Segundo a lenda, o carro de Junior andava aproximadamente 35 km/h a menos que os outros pilotos, ou seja, a cada hora Junior ficaria 35 km atrás do restante dos competidores. Durante os treinos, quando um carro ultrapassou Johnson ele percebeu que por alguns segundos seu carro ganhou velocidade. Ele compreendeu a característica da força de arrasto.

**Figura 32: Junior Johnson, vencedor de Daytona usando o vácuo.**



Fonte: <http://altaoetanagem.blogspot.com.br/2014/01/junior-johnson-o-cara-do-vacu.html>

É importante ressaltar que o condutor que acredita que vai economizar gasolina ao colar atrás dos outros (caminhão inclusive) está enganado. O que é ganho pela diminuição do arrasto, é perdido nas freadas e retomadas para administrar a distância. Sem falar, é claro, no grande perigo dessa manobra.

O vácuo também é utilizado em provas de ciclismo de estrada e por bandos de pássaros que voam em bando já que, com a menor resistência do ar gerado pelo vácuo, quem se posiciona atrás, tem um desgaste menor, nesse caso os pássaros revezam quem lidera o bando.

Voltando aos carros, o piloto que está pegando o vácuo caso não consiga fazer a ultrapassagem, deve tomar cuidado nas curvas, já que ele perde parte da eficiência aerodinâmica. Outro cuidado que deve ser tomado é com o superaquecimento do motor (essa também vale para o trânsito), pois no vácuo a incidência de ar limpo no sistema de arrefecimento é menor, e os gases quentes emitidos pelo carro da frente ajudam a aumentar a temperatura do ar que resta no vácuo.

Nas curvas de baixa velocidade, o vácuo tira apenas a aderência da parte dianteira do carro, o que não representa um grande problema. Nas de alta, o vácuo se transforma em turbulência e os pilotos perdem o controle sobre o carro.

### **A queda da Velha Ponte de Tacoma Narrows**

Durante a construção da ponte de Tacoma, operários a apelidaram de “Gertrudes galopante” devido à sua tendência de oscilar longitudinalmente, parecia uma montanha-russa. Depois da inauguração da ponte, acredita-se que muitos motoristas usavam a ponte somente por causa das oscilações. Dizem que, algumas vezes, elas faziam os carros da frente desaparecerem. Muitas pessoas atribuíram a queda da ponte a essas oscilações longitudinais, porém tudo indica que elas tiveram pouco a ver com a queda. Então, o que causou a queda?

Em sete de novembro de 1941, a Ponte de Tacoma ruiu. Nesta data, o vento atingiu a velocidade de aproximadamente 68 km/h, a ponte sempre balançava, mas nesse dia a velocidade gerou na ponte movimentos de torção, fazendo a estrutura colapsar.

O projeto da ponte tinha uma falha. Ela não era capaz de resistir à presença simultânea de oscilações longitudinais e de torção, mas essa falha só foi descoberta depois.

Ondas são perturbações que se propagam no espaço ou em meios materiais transportando energia e oscilando periodicamente no tempo.

A oscilação é caracterizada por seu comprimento de onda e o tempo necessário para o pulso completar uma oscilação é chamado de período da onda. O número de oscilações completas por unidade de tempo é chamado de frequência da onda.

Vibrações torcionais são oscilações de um corpo em relação a um eixo de referência. Esse movimento é descrito por uma coordenada angular e as forças atuantes se apresentam na forma de momentos.

O momento de uma força em relação a um ponto é a grandeza física que mede a tendência da força provocar rotação. O momento de uma força em relação a um ponto é conhecido como torque.

Segundo o Conselho Carmody, a principal causa do fracasso de Narrows Bridge 1940 foi a flexibilidade excessiva. Dentre os vários fatores responsáveis por essa característica podemos citar: as extensões laterais da ponte eram extremamente longas quando comparadas com o comprimento da extensão central, os cabos foram ancorados muito distantes dos vãos laterais, a plataforma era estreita demais em comparação ao comprimento do vão central. Além disso, o deck era muito leve e agiu como um aerofólio criando um arrasto induzido também conhecido como arrasto de sustentação.

**Só para lembrar!** Força de arrasto (que já foi abordada na seção anterior) é a força que faz resistência ao movimento de um objeto sólido através de um fluido.

Em muitos casos a queda da ponte é usada como um exemplo de ressonância, mas não foi isso que aconteceu. A queda foi causada pelas oscilações longitudinais e de torção. A força responsável pela queda foi um vento regular, para que a causa fosse considerada ressonância, o vento deveria ser pulsante que, de alguma forma, excitasse o modo natural de oscilação da ponte. A ponte produziu

vórtices, como um cabo que balança ao vento. Esses vórtices podem produzir oscilações longitudinais se sua frequência for correspondente à frequência natural de oscilações do cabo. Porém essas oscilações longitudinais jamais seriam suficientes para derrubar a ponte.

Quando duas ondas com mesma frequência, amplitude e comprimento de onda que se propagam em mesma direção, mas em sentidos opostos produzem ondas estacionárias.

Cada sistema físico que é capaz de vibrar possui uma ou mais frequências naturais, que são características da maneira como ele é construído.

Quando um sistema físico recebe energia por meio de excitações periódicas, com frequência igual a sua frequência de vibração, o fenômeno de superposição de ondas faz com que ele passe a vibrar com amplitudes cada vez maiores, esse fenômeno é conhecido como ressonância.

O evento crucial do colapso da ponte foi a mudança das ondas verticais ao movimento de torção. Este evento foi associado com a derrapagem de uma banda a meio vão. Quando a banda escorregou, um cabo (o cabo norte) se separou em dois segmentos de tamanhos diferentes. Esse desequilíbrio foi transmitido rapidamente para as vigas, estas eram de placas finas e flexíveis e torceram facilmente. Pouco tempo depois que o movimento de torção desequilibrado começou, foi atingida a insuficiência de resistência, e houve então, o colapso.

A mudança do movimento de vertical, natural para a Gertrudes Galopante, para a oscilação de torção fez com que a estrutura absorvesse mais energia eólica. O movimento de torção do tabuleiro da ponte começou a controlar a entrada de ar do turbilhão de vento e, assim, os dois ficaram sincronizados. Após essa etapa o movimento de torção da estrutura tornou-se de auto geração, ou seja, o vento já não era o responsável pela torção. Era fundamental que os dois tipos de instabilidade, desprendimento de vórtices e vibração torcional, ocorressem em velocidades do vento relativamente baixas. Por causa das falhas no projeto da ponte e da instabilidade desprendimento de vórtices a ponte foi direto para vibração torcional e por sua baixa resistência a esse movimento ela ruiu.

A definição universal do conceito de energia aceito atualmente é a capacidade de realizar trabalho.

Energia eólica é a energia obtida de forma indireta do sol, pois os ventos são gerados pelo aquecimento desigual da superfície da terra. Essa energia é a energia do movimento (cinética) das correntes de ar que circulam na atmosfera.

Pode-se gerar energia elétrica ou mecânica através dos ventos por meio da conversão da energia cinética de translação pela energia cinética de rotação. Quando o objetivo é gerar eletricidade essa energia é empregada em turbinas eólicas, mas quando o objetivo é a realização de trabalhos mecânicos essa energia é empregada em moinho e cata-ventos.

**Figura 33: Ponte de Tacoma.**



Fonte: <https://www.polyteck.com.br/uncategorized/tacoma-narrows/>

### **Areia movediça**

O que causa a areia movediça e como é possível escapar dela?

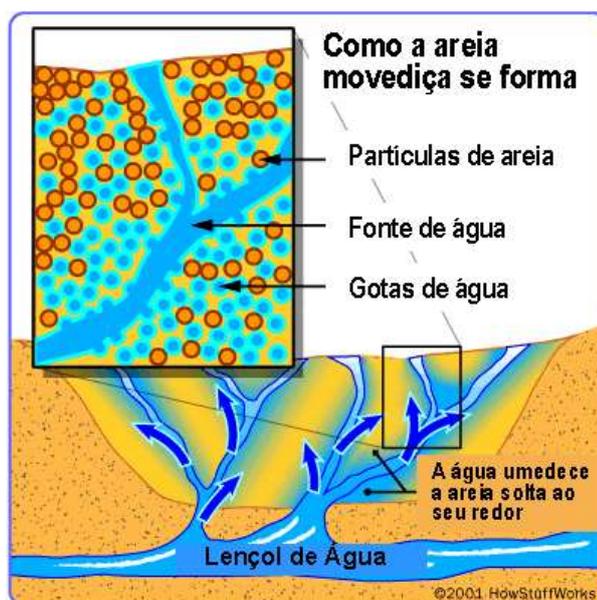
Resposta:

Uma área com areia comum, em geral, possui grãos bem compactados, como se ela fosse prensada. Numa praia, por exemplo, a ação do vento, das pessoas e dos objetos que circulam em cima da areia ajuda a compactar os grãos, deixando o terreno mais firme.

Em alguns casos, a areia pode ficar menos compactada. Em uma região entre dunas, por exemplo, os grãos trazidos pelo vento ficam protegidos da circulação de ar e acabam permanecendo mais soltos, formando uma areia fofa. Se esta areia fofa receber muita água os espaços vagos serão preenchidos pela água, criando uma mistura viscosa que é conhecida como areia movediça ou areia fluidificada.

Para tratar de conceitos relacionados com os fluidos são consideradas condições idealizadas. O conceito de fluidos ideais exige que essas substâncias sejam incompressíveis, não possuam viscosidade e seu escoamento seja laminar e irrotacional. A viscosidade de um fluido é a propriedade que determina o valor de sua resistência ao cisalhamento. Conhecida ainda como atrito interno de um fluido.

**Figura 34: Formação da areia movediça.**



Fonte: <http://brasilecola.uol.com.br/geografia/areia-movedica.htm>

Normalmente esse fenômeno ocorre nas margens de rios e lagos, praias, pântanos ou em regiões próximas a fontes subterrâneas.

Ao pisar nesses terrenos, animais e pessoas podem ficar presos na areia lubrificada. Se o animal e ou o ser humano reage movendo-se rapidamente, o movimento brusco aumenta o espaço entre os grãos, mas o deslizamento dos grãos provoca muito atrito, dificultando os movimentos.

O aspecto viscoso tende a aumentar quando uma pessoa executa movimentos bruscos, por isso é preciso realizar deslocamentos corporais lentos.

A areia movediça é um fluido denso e, em princípio, não se forma em quantidade suficiente para afundar uma pessoa. O perigo associado à areia movediça está associado ao lugar em que ela se forma. Em locais onde há praias, pode ocorrer afogamentos se houver alguém preso na areia movediça e a maré subir.

A areia movediça não tem sua formação determinada por um tipo específico de solo, esse fenômeno não ocorre exclusivamente com areia, mas com todo tipo de solo granulado. O que determina a formação é o conjunto de condições naturais, como a união de água e solo.

Apesar de ter sido considerada uma lenda por muito tempo, a existência de areia movediça seca já foi reproduzida em laboratório. Cientistas holandeses injetaram ar comprimido ao fundo de uma caixa com areia de grãos de 0.04 mm de diâmetro e a deixaram assentar. Nesse experimento bolinhas de pingue pongue afundaram em segundos a uma profundidade de até seis vezes o seu diâmetro. Acredita-se que essa areia movediça, característica de desertos, se forme por causa de tempestades de areia.

**Figura 35: Areia movediça.**



Fonte: <http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/fazendo-areia-movedica.htm>

### **5.4.3. Termologia**

A termologia se ocupa com os estudos dos processos térmicos. Transferências de calor entre os corpos, medida da temperatura, mudanças de estado físico das substâncias, entre outros.

A **temperatura** é uma grandeza fundamental do Sistema Internacional de Unidades (SI) e está relacionada às sensações de quente e frio. É definida conceitualmente como o grau de agitação térmica das moléculas e é medida por um termômetro.

O conceito de **calor** é definido como energia térmica em trânsito. O calor sempre flui de um corpo de maior temperatura para um corpo de menor temperatura. A energia térmica em forma de calor pode ser transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa. O calor pode ser medido em Joules (J); calorias (cal); quilocalorias (Cal ou Kcal); ou British Thermal Units (BTU) e a regra de transformação é:  $1\text{cal}=3,968\times 10^{-3}\text{Btu}=4,1868\text{J}$

### **Trovoadas no inverno**

Por que as tempestades elétricas são mais raras no inverno que no verão?

As tempestades elétricas (raios e trovões) se formam quando a parte inferior da atmosfera fica instável, ou seja, quando massas de ar quente sobem rapidamente devido ao empuxo (o ar quente é menos denso que o ar frio).

Existem três formas básicas de transmissão de calor, são elas: condução, convecção e irradiação.

A transmissão de calor por condução ocorre molécula a molécula.

Convecção acontece quando diferenças na temperatura provocam uma transferência de energia associada ao movimento em um fluido. É, por exemplo, a transmissão de calor que ocorre entre as massas de ar.

Irradiação transmissão que ocorre através de ondas eletromagnéticas.

O empuxo é diretamente ligado ao princípio de Arquimedes.

O Princípio de Arquimedes afirma que quando um objeto está imerso em um fluido, uma força de Empuxo age sobre o objeto. A direção da força é para cima e sua intensidade é dada por:

$$F_e = m_f g$$

Onde  $m_f$  é a massa de fluido deslocado pelo corpo.

Durante um raio descargas eléctricas são geradas para equiparar a diferença de potencial entre a nuvem e o solo. Em geral, a atmosfera funciona como isolador entre a nuvem e o solo. Quando a energia de uma tempestade ultrapassa a resistência do ar, uma descarga é gerada. Esta descarga é caracterizada por um raio, que possui temperatura elevada e aquece o ar durante sua passagem. O rápido aumento da pressão e temperatura faz expandir violentamente o ar envolvente e ao raio a velocidades superiores às do som, gerando-se uma onda de choque.

Se a velocidade de uma fonte de ondas em relação ao meio é maior que a velocidade do som no meio, o efeito Doppler deixa de ser considerado e surgem as ondas de choque.

Efeito Doppler é caracterizado pela mudança da frequência observada de uma onda quando a fonte ou detector está se movendo em relação ao meio onde a onda está se propagando.

Em outras palavras, as ondas de choque são caracterizadas por ser um distúrbio de propagação onde propriedades como velocidade, pressão, temperatura ou densidade variam de maneira abrupta e quase descontínua. Esta onda pode se propagar tanto de maneira mecânica, quanto em campos como o campo elétrico e o campo magnético. Como qualquer onda, ondas de choque carregam energia e podem se propagar em qualquer meio (sólidos, líquidos, gases e plasma).

O trovão é uma das mais conhecidas ondas de choque. Quando uma descarga elétrica de grande intensidade corta a atmosfera na forma de um raio, provoca um aquecimento muito intenso que leva a uma expansão rápida do ar ao redor do raio. Como a velocidade da expansão excede a velocidade do som, ouvimos o estrondo sônico na forma de um trovão.

Quando a temperatura cai bruscamente com a altura o ar quente perto do solo é empurrado para cima, em direção ao ar frio. Se o ar contém vapor d'água, a variação da temperatura com a altura não precisa ser muito grande para que as tempestades aconteçam. Nesse caso, quando a massa de ar quente sobe, parte do vapor se condensa e forma gotas. Essa transformação do vapor em líquido libera uma grande quantidade de energia térmica, que aquece o ar. O empuxo sobre a massa de ar quente aumenta e o ar quente é acelerado para cima, o que estabelece as condições para que haja instabilidade e tempestades elétricas.

Durante o inverno, a queda da temperatura com a altura costuma ser mais gradual e o ar perto do solo fica frio demais para conter uma quantidade considerável de vapor d'água. Com a menor aceleração na direção das nuvens, o ar fica estável demais para que se forme uma tempestade de raios.

Os raios são, portanto, mais comuns em países de clima tropical e o Brasil é o país onde caem mais raios no mundo. Isso se deve ao clima e a sua extensão territorial. Ocorrem cerca de 57,8 milhões de ocorrências por ano.

**Figura 36: Raios numa tempestade de verão.**



Fonte: [http://lellejryj.blogspot.com.br/2012\\_02\\_01\\_archive.html](http://lellejryj.blogspot.com.br/2012_02_01_archive.html)

### **Caminhando sobre brasas**

Caminhar sobre brasas é uma tradição milenar praticada em várias partes do mundo. Pode ser com o intuito de rito de passagem ou forma de demonstrar poderes especiais. Em tempos mais recentes, essa prática passou a ser adotada em seminários motivacionais e até em alguns treinamentos de vendedores e de executivos. Esse experimento é explorado e explicado com ênfase em pensamentos positivos durante sua execução. É possível os pensamentos serem os

responsáveis por reduzir a transferência de calor? O que torna possível o caminhar sobre as brasas?

Em alguns cursos que incentivam ou ensinam a caminhar sobre o fogo, os participantes tem o lado emocional trabalhado, isso pode ajudar a deixar os pés mais suados, e muitas vezes eles são conduzidos pela grama molhada antes de caminhar sobre as brasas.

O suor ajuda de três modos: resfria a superfície das brasas, ajuda a consumir energia térmica e, em alguns casos, pode evaporar criando uma camada de Leidenfrost.

O efeito Leidenfrost tem algo a ver com a antiga prática de encostar o dedo molhado de saliva para verificar se o ferro está quente na hora de passar roupa? Por que o dedo não queima ao encostar-se ao metal quente?

O efeito de Leidenfrost é o fenômeno no qual um líquido, em contato com uma massa cuja temperatura esteja significativamente maior que a temperatura do ponto de ebulição do líquido não evapora rapidamente. Isso acontece, pois uma camada isolante de vapor se forma ao redor da porção de fluido e impede que ele evapore rapidamente.

Há outros dois princípios físicos, sem relação com motivação e espiritualidade, que permitem que uma pessoa caminhe sobre brasas: condutividade e capacidade térmica.

A Condutividade térmica é a capacidade de transmissão de calor. Diferentes materiais conduzem calor em velocidades diferentes. Por exemplo, a condutividade térmica das madeiras é baixa enquanto a condutividade térmica dos metais é maior. É por isso que é possível segurar uma ponta de um palito de fósforo enquanto a outra está em chamas, se esse experimento for feito com um palito de ferro ao invés de madeira haverá risco de uma queimadura grave.

A Capacidade térmica é a quantidade de calor necessária para um material variar sua temperatura. A quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de uma porção de água é diferente da quantidade de calor necessária para provocar a mesma variação de temperatura de outro material, como o aço, por exemplo.

Um exemplo prático dos efeitos desses conceitos pode ser observado em um acontecimento corriqueiro, um bolo assando. No interior do forno, depois de um tempo de fogo aceso, está a mesma temperatura. No entanto, qualquer pessoa consegue por o braço dentro do forno, entrando em contato com o ar e, também, encostar o dedo na massa do bolo por alguns segundos, sem se queimar, mas se tocar a forma ou as paredes a queimadura é praticamente instantânea.

Caminhar sobre as brasas é outro exemplo da aplicação dos conceitos de condutividade e capacidade térmica. Quem caminha sobre as brasas não sofre queimaduras, pois elas têm baixa condutividade e baixa capacidade térmica. As solas dos pés devem ficar pouco tempo em contato com elas, e as células do corpo humano contêm muita água. Se os pés do experimentador estiverem úmidos (por suor ou porque o chão em volta das brasas está molhado) ou forem calejados, ele ganha uma camada extra de segurança.

Existem outros fatores e conceitos que somados a esses podem aumentar a segurança durante este experimento. A temperatura das brasas é alta, mas a quantidade de energia térmica é pequena. Se o tempo de contato for curto, apenas uma pequena quantidade de energia térmica será transferida para a pele e, pode ser que o experimentador não se queime. É claro que se o tempo de contato for o suficiente para permitir a transferência de energia térmica, há o risco de graves queimaduras.

O termo energia térmica se refere à energia manifestada sob a forma de calor. A agitação das partículas que constituem um determinado corpo é associada a uma energia cinética média, ou seja, energia do movimento, que recebe a denominação de energia térmica. Sendo assim, pode-se dizer que quanto maior for a temperatura de um corpo, maior será a agitação de suas moléculas (ou partículas) e maior será a sua energia térmica.

A energia térmica em movimento (trânsito), provocada pela diferença de temperatura entre dois corpos, é denominada calor e já foi abordada anteriormente.

Pensando em pouco tempo de contato, pode-se achar que correr seja uma boa solução. Porém, correr nas brasas é uma péssima ideia. Ao fazer isso os pés podem afundar no leito, tocando as brasas mais quentes por baixo. Fazer com que cinzas recubram a camada mais superficial de brasas oferece um isolamento extra. Assim, a melhor chance de sucesso está em andar a passos firmes e moderados.

**Figura 37: Caminhando sobre as brasas.**



Fonte: [http://www.aech.cl/2012\\_10\\_01\\_archive.html](http://www.aech.cl/2012_10_01_archive.html)

## Rompimento de Canos

Nas casas em que os canos de água são expostos a invernos muito rigorosos, por que os canos podem arrebentar e por que o cano de água quente tem maior probabilidade de estourar do que o cano de água fria?

Resposta:

O gelo forma um tampão em um ponto do cano em que o fluxo de água esteja zerado (a torneira esteja fechada). A água congelada vai ocupando um volume cada vez maior, isso faz aumentar a pressão nesse trecho do cano, se essa pressão não for diminuída, o cano pode estourar. Em canos que transportam água quente a possibilidade de rompimento é maior por causa da maneira como a água pode congelar nesse cano. Em condições ideais, a água congela a 0°C, mas na prática, a água precisa estar alguns graus abaixo de zero para congelar. Quando a água permanece líquida abaixo do ponto de solidificação, dizemos que está super-resfriada.

A água que não foi aquecida em uma caldeira possui muitas impurezas, podem comportar-se como sítios de nucleação. Depois que a água se encontra alguns graus abaixo do ponto de fusão, um resfriamento adicional inicia a formação de cristais de gelo. A água forma gelo dendrítico, ou seja, os cristais de gelo se formam em forma de galhos tortuosos que se misturam com água líquida. É essa formação de cristais de gelo que pode formar um anel da parede do cano e crescer aos poucos até entupir o cano por completo. O entupimento do cano só irá acontecer se não houver nenhum fluxo de água no cano.

**Gelo Dendrítico: a formação dos cristais de gelo começa com o surgimento de perturbações laterais em forma de ramificações e definem o tipo de estrutura conhecida como dendrítica (uma palavra de origem grega que significa árvore).**

Os sítios de nucleação são pontos em que as moléculas de soluto dispersas em um solvente começam a se juntar em aglomerados (em escala manométrica). Nesse caso, as impurezas se comportam como soluto.

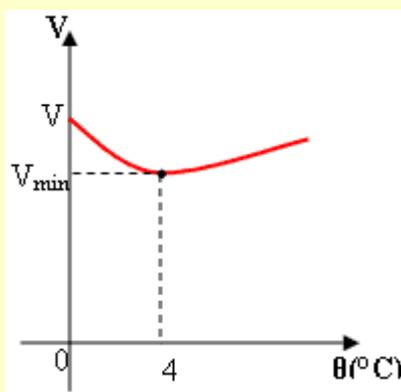
A água que já foi aquecida congela de maneira semelhante, mas a formação do gelo dendrítico, em geral, leva muito mais tempo para acontecer. Isso ocorre porque a água aquecida perde parte das impurezas, e isso diminui a formação dos sítios de nucleação dos cristais de gelo. Assim, a água do cano de

água quente pode ser resfriada a uma temperatura mais baixa que a água do cano de água fria antes de congelar. Quando ocorre a formação de gelo a expansão da água, devido ao congelamento, exerce uma pressão enorme sobre a água presa entre o local do entupimento e uma torneira fechada. É essa pressão a responsável por uma conexão tubular estourar.

#### Dilatação anômala da água:

Em geral, quando uma substância é aquecida, ela recebe energia e suas moléculas ficam mais agitadas, isso faz com que elas ocupem maior volume, ou seja, a substância dilata. O oposto ocorre quando uma substância é resfriada. Assim, normalmente, a matéria no estado sólido ocupa menos volume do que quando está no estado líquido.

A água, no entanto, possui um comportamento anômalo: quando é aquecida, entre os intervalos de 0 e 4° C, ela sofre contração em seu volume e depois começa a dilatar-se, ou seja, quando a água está em seu estado sólido, ela tem volume maior do que no estado líquido nesse intervalo de temperatura. O comportamento irregular da água é representado no gráfico:



É essa característica que permite a existência de vida dentro da água em lugares extremamente gelados, como o Polo Norte. A camada mais acima da água dos lagos, mares e rios se resfria devido ao ar gelado, então ocorre um processo de convecção até que toda a água atinja uma temperatura igual a 4°C, após isso o congelamento ocorre no sentido da superfície para o fundo.

O rompimento do cano possibilita o escoamento da água e diminui a pressão excessiva. Para evitar que os canos estourem deve-se deixar algumas

torneiras da casa ligeiramente abertas no inverno, o fluxo de água impede a formação do tampão de gelo apenas e evita o aumento da pressão devido ao congelamento da água. Mas essa medida provisória só é necessária em locais extremamente frios. O que, em geral, não é o caso em nosso país tropical!

**Figura 38: Torneira aberta para evitar congelamento na tubulação.**



Fonte: <http://pt.dreamstime.com/photos-images/torneira-congelada.html>

#### **5.4.4. Óptica**

A óptica é responsável pelo estudo da luz e os fenômenos relacionados com a interação da luz com outros meios.

##### **As cores do céu**

Por que o céu é azul durante o dia?

Resposta:

A cor azul do céu, durante o dia, é explicada pelo fenômeno conhecido como dispersão da luz. Quando a luz branca passa através de um prisma ela refrata, suas componentes são divididas em sete cores monocromáticas e desviadas separadamente, devido à diferença na velocidade de propagação de cada uma delas. Na atmosfera as moléculas de ar e poeira fazem o mesmo papel do prisma, quando os raios solares colidem com essas moléculas são responsáveis pela dispersão da luz branca.

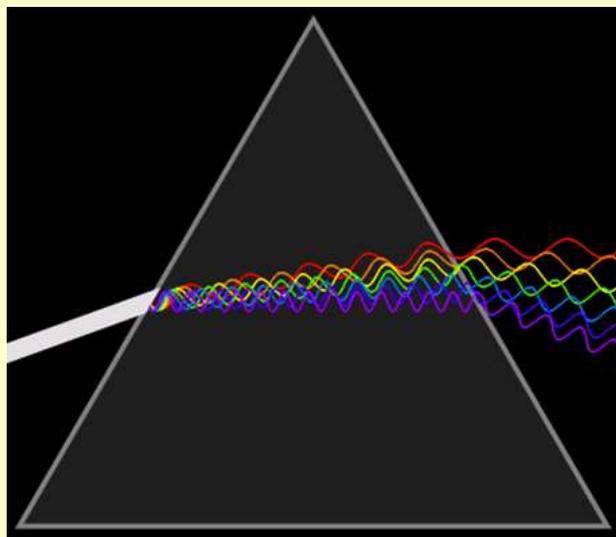
Devido ao seu pequeno tamanho e estrutura, as moléculas da atmosfera difundem melhor as ondas com os menores comprimentos de onda, tais como o azul e violeta e é por isso que o céu se apresenta nessa cor.

Assim, a dispersão que ocorre na atmosfera resulta em raios luminosos, cuja intensidade é dominada pelo azul e pelo violeta. Durante o fenômeno outras cores são espalhadas pelas moléculas do ar, mas com menor intensidade.

Para explicar a difração utiliza-se da teoria ondulatória da luz. Quando uma onda encontra um obstáculo ou abertura de dimensões comparáveis ao seu comprimento de onda, ela se espalha e sofre interferência.

As moléculas de ar e poeira funcionam como redes de difração e espalham as linhas de difração associadas aos vários comprimentos de ondas

**Figura 39: Representação da difração em um prisma.**



Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=26697>

Apesar da grande intensidade do espalhamento da luz violeta, o céu não se apresenta nessa cor porque a luz do Sol é mais fraca no violeta do que no azul, além disso, os olhos humanos são menos sensíveis ao violeta do que ao azul. Adicionalmente existe menos violeta do que azul no espectro da luz solar.

Em geral a luz azul, durante o dia é dispersa cerca de dez vezes mais que luz vermelha. Esse espalhamento, onde a luz é desviada por partículas muito menores que seu comprimento de onda, é conhecido como espalhamento de Rayleigh.

O espalhamento de Rayleigh (em homenagem a Lord Rayleigh) é a dispersão da luz ou qualquer outra radiação eletromagnética por partículas muito menores que o comprimento de onda dos fótons dispersados. Ocorre quando a luz viaja por sólidos e fluidos transparentes, mas se observa com maior frequência nos gases.

Por que o azul do céu é mais claro perto do horizonte? O céu azul em uma noite de luar? (Embora nesse caso o céu esteja escuro demais para que nossos olhos detectem alguma cor, isso não exclui a possibilidade de que o céu seja colorido).

Perto do horizonte o céu é mais claro porque a luz que atravessa uma camada mais espessa de atmosfera e sofre vários espalhamentos antes de chegar ao observador. Assim, no primeiro espalhamento a cor componente azul é desviada em direção ao observador, mas nos espalhamentos seguintes, a componente azul vai ficando mais fraca, a probabilidade de que a luz seja desviada em outra direção é maior do que para a componente vermelha. Logo, a luz que foi desviada pelas moléculas mais distantes acaba ficando dominada pela luz vermelha e ao se combinar com o componente dominado pelo azul da luz desviada pelas moléculas mais próximas, torna o azul mais claro.

À noite, o céu é azul, mas a luz é fraca demais para ser percebida pelos nossos olhos, mas pode aparecer em fotografias de longa exposição.

Por que o céu fica vermelho no nascer e no pôr do sol? As últimas cores não deveriam ser vermelho e amarelo, uma mistura que produz a cor laranja? Por que às vezes existe uma divisão nítida entre a região vermelha e o resto do céu?

Ao observar algum desses períodos de transição entre o dia e a noite, a luz que chega aos olhos do observador percorre um longo caminho na atmosfera. A luz é espalhada pelas moléculas do ar, que desviam a maior parte das ondas que estão no lado azul do espectro do que as ondas correspondentes ao amarelo e ao vermelho, que ficam do outro lado do espectro eletromagnético. Se esse fosse o único efeito, a intensidade da luz do crepúsculo seria máxima para um comprimento de onda que corresponde à cor laranja. Porém, o céu fica vermelho por causa de

partículas em suspensão no ar, que espalham ondas de todas as cores, menos vermelho.

O vermelho e o laranja tornam-se muito mais vívidos quando há maior número de partículas de poeira ou fumaça no ar. Isso acontece porque as partículas de poeira são maiores que as de ar, presentes na atmosfera, provocando dispersão com a luz de comprimento de onda próximos, no caso o vermelho e laranja.

Por que as nuvens são brancas?

Quando o céu está com cerração, névoa ou poluição as partículas presentes no ar são maiores e dispersam igualmente todos os comprimentos de ondas, logo o céu tende a ficar mais branco, devido à associação das cores monocromáticas.

As nuvens são formadas por gotículas de tamanhos muito maiores que o comprimento de ondas da luz a dispersão nesse caso também ocorre de forma generalizada para todo o espectro visível e iguais quantidades de azul, verde e vermelho unem-se fazendo com que a luz branca seja dispersa.

### **Subindo a Descida**

Existem algumas estradas no mundo em que a gravidade parece os carros ladeira acima. Ao descer uma dessas encostas com o carro com a marcha desengrenada a velocidade do veículo gradualmente diminui e até parar e, em seguida, ele começa a se mover no sentido oposto, em direção ao alto da colina. Será que a gravidade realmente atua de forma diferente nesses lugares?

O efeito que se observa é, na verdade, uma ilusão, mas tão convincente que a experiência chega a ser assustadora. Ao olhar ao longo da superfície da estrada, a ilusão desaparece e é possível perceber qual é a verdadeira inclinação. Quando um carro rola para trás em direção ao alto da colina, ele na verdade está rolando em direção a uma depressão. Para um ocupante no interior do veículo, a depressão é imperceptível e a impressão de que o carro está subindo a ladeira é muito forte.

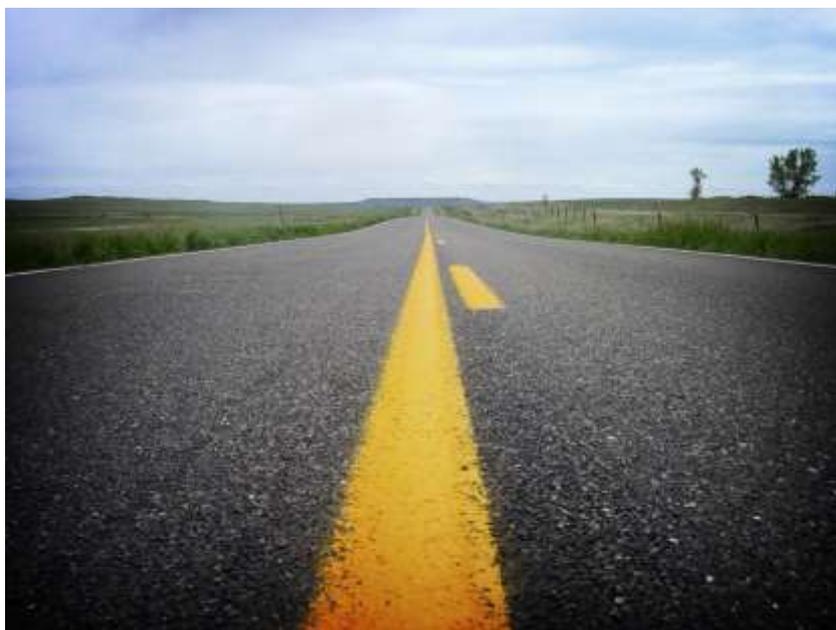
Ilusão de óptica: em determinadas condições, essa interpretação pode ser errônea, pois temos certa dificuldade em comparar ângulos, comprimentos e distâncias.

O relevo do entorno da pista pode fazer com que ela pareça um declive. Nesse caso, a estrada possui um ângulo de inclinação baixíssimo e constante por toda a sua extensão. Árvores ou serras ao fundo que ocultem a linha do horizonte, tiram a referência visual de plano, e para completar, uma subida acentuada vista ao fundo pode ajudar a reforçar a impressão de que se trata de uma descida. Essa inclinação muito maior da estrada depois (e/ou antes) do trecho em questão reforça a ilusão. Por exemplo, se os trechos anterior e posterior de uma estrada tiverem declives acentuados e o trecho do meio tiver uma pequena inclinação para baixo, o ocupante do veículo pode ter a impressão de que a inclinação do trecho do meio é para cima.

Não há, portanto nenhuma violação das leis da física para estes trechos de estrada!

Exemplos de estradas que o carro anda para cima: Ladeira da Gameleira, Rodovia Asa Branca, que liga as cidades do Crato/CE e Exu/PE (figura 29); Rua do Amendoim 910, Belo Horizonte, MG; Ladeira na Serra do Araripe em Pernambuco rodovia PE-122, Ladeira nos arredores de Mentor, Ohio.

**Figura 40: Ladeira da Gameleira.**



Fonte: <http://www.maceio.com.br/tag/ladeira-da-gameleira>

**O raio da morte de Arquimedes**

Os historiadores vêm discutindo há muito tempo se Arquimedes derrotou a esquadra romana durante o cerco de Siracusa, em 212 a.C., usando um espelho incendiário. Segundo a lenda, Arquimedes usou um espelho para focalizar a luz solar no casco de madeira dos navios romanos, que pegaram fogo. Depois que alguns navios afundaram, os outros se puseram em retirada. Será que esta façanha é possível?

Resposta:

Luciano de Samósata, escritor do século II, escreveu que durante o cerco a Siracusa (214–212 a.C.) que Arquimedes destruiu navios inimigos com fogo. Séculos depois, Antêmio de Trales menciona espelhos ustórios (ustório = que queima, que facilita a combustão) como a arma utilizada por Arquimedes. O dispositivo, chamado de "raio de calor de Arquimedes" , teria sido usado para concentrar a luz solar em navios que se aproximavam, levando-os a pegar fogo.

**Figura 41: Ilustração gráfica do raio de calor de Arquimedes.**



Fonte: <http://decioadams.netspa.com.br/fisica-aplicacoes-da-fisica/>

**Reflexão da luz: A reflexão da luz é um fenômeno óptico que ocorre quando a luz incide sobre uma superfície e retorna ao seu meio de origem. Esse processo pode ser classificado como regular ou difuso.**

Vários testes foram feitos a fim de comprovar ou refutar o sucesso de Arquimedes com seu raio de calor. Um deles foi realizado por Ioannis Sakkas em 1973. O experimento foi realizado na base naval de Skaramangas. Foram utilizados, para este experimento, 70 espelhos. Cada um possuía revestimento de cobre e tinha

o tamanho de aproximadamente 1,5 por 1 m. Os espelhos foram apontados para uma réplica de um navio romano, feita de madeira compensada, e posicionada 50 metros da base. Quando os espelhos foram ajustados e os raios focados com precisão, o navio incendiou em questão de poucos segundos. A madeira compensada e a tinta de betume, utilizadas na réplica, pode ter facilitado a combustão.

Em 2005, foi a vez de estudantes do MIT repetir a façanha. Nessa tentativa foram utilizados 127 espelhos quadrados, com 30 cm de lado, apontados para uma maquete de navio de madeira a cerca de 30 m dos espelhos. As chamas surgiram, em uma parte do navio, somente após dez minutos após o céu estar sem nuvens. Essa arma foi considerada viável nas condições adotadas para o experimento. O grupo repetiu a experiência um programa de televisão, utilizando um barco pesqueiro de madeira como alvo. Novamente alguma carbonização ocorreu, juntamente com uma pequena quantidade de chamas.

Quando o programa de televisão (MythBusters) transmitiu o resultado em 2006, a história foi caracterizada como mentira devido às condições climáticas necessárias e ao tempo que o navio precisaria ficar imóvel. Levando em conta que o fato original aconteceu em Siracusa, onde o mar é observado a leste, outra condição necessária é que a frota romana deveria ter atacado pela manhã para o acúmulo necessário de luz. O programa de televisão ainda afirmou que flechas em chamas ou catapultas, seria uma maneira mais fácil de incendiar um navio a curta distância.

Em 2010, os MythBusters tentaram novamente reproduzir a história do raio de calor. Vários experimentos foram realizados, incluindo um teste em larga escala com 500 crianças escolares mirando espelhos em uma maquete de um barco romano a 120 m de distância. Em todos os experimentos, a temperatura no navio não passou de 210 °C, insuficiente para causar o incêndio. O programa concluiu que o efeito mais provável dos espelhos teria sido: cegar, ofuscar, ou distrair a tripulação do navio.

Em suma, queimar madeira, a certa distância, com um conjunto de espelhos planos ou com um único espelho curto é possível, mas é improvável que Arquimedes não tenha usado essa técnica. As armas convencionais da época seriam mais eficientes, já que o uso de espelhos envolve várias dificuldades.

Para conseguir queimar madeira, o espelho precisa focalizar a luz em uma região muito pequena. Um único espelho plano não possui a capacidade de concentrar a luz com essa intensidade. Para conseguir a intensidade necessária, precisaria dispor um conjunto de espelhos planos em forma de parábola. E, para incendiar um navio, a distância focal teria que ser igual à distância do navio, algo muito difícil de fazer durante uma batalha.

Um segundo problema é o tempo necessário para que a luz focalizada incendeie a madeira. Os navios, em alto mar, ficam constantemente em movimento e balanço. É problemático, durante o ataque, manter o feixe luminoso apontado para um único ponto do casco do navio por um tempo suficiente para a madeira atingir temperatura suficiente para incendiar. Além disso, a madeira estaria molhada, o que tornaria a tarefa ainda mais difícil. Em suma: a história do “raio de morte” de Arquimedes não passa de um mito.

### **Óculos de sol polarizado**

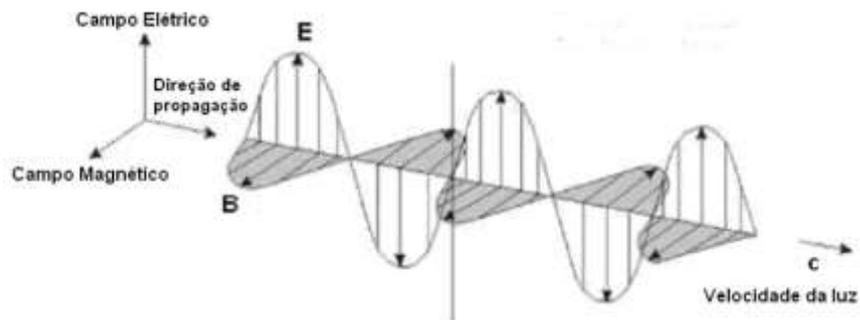
Por que os óculos de sol polarizados combatem melhor a ofuscação do que os óculos escuros? Por que os óculos polarizados possibilitam ver melhor debaixo d’água para que você possa, por exemplo, lançar o anzol na direção de um peixe?

Tire os óculos, mantenha uma das lentes na frente de um olho, feche o outro olho obliquamente para a superfície de uma poça d’água. Faça girar a lente. Por que a poça desaparece para algumas orientações da lente?

Resposta:

A luz é uma onda eletromagnética, ou seja, é composta por campos elétrico e magnético. Esses campos são variáveis e sempre perpendiculares à direção de propagação da luz, observe a representação de uma onda eletromagnética na figura 39.

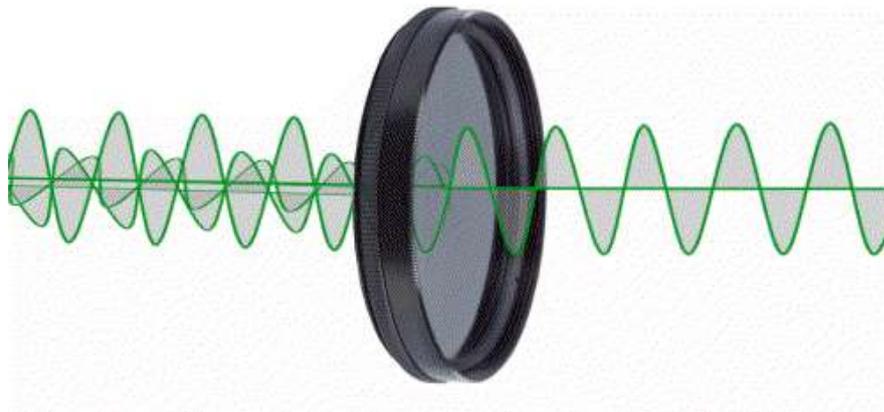
**Figura 42: Representação de uma onda eletromagnética.**



Fonte: [http://crv.sistti.com.br/sistema\\_crv\\_dotnet/index2.aspx?](http://crv.sistti.com.br/sistema_crv_dotnet/index2.aspx?)

A polarização da luz é referente à orientação do campo elétrico. Em feixe de luz não polarizado as setas que representam o campo elétrico podem apontar em qualquer direção perpendicular à direção de propagação da onda eletromagnética. Se a luz é polarizada, essas setas apontam sempre na mesma direção, primeiro em um sentido e depois no outro. Os filtros polarizadores são os responsáveis por filtrar a luz não polarizada e emitir luz polarizada, como é representada na figura 40 A luz produzida por fontes comuns, como a luz das lâmpadas e a luz solar, é não polarizada.

**Figura 43: Esquema do funcionamento de polarizador.**



Fonte: <http://www.cytfusion.com/03-como-funciona-polarizador-circular.php>

A luz não polarizada pode se tornar polarizada através da reflexão em algumas superfícies. Por exemplo, a luz do sol não é polarizada e quando incide em objetos opacos o asfalto ou um corpo d'água, ela é refletida horizontalmente polarizada. O campo elétrico da luz passa a ser horizontal. Quando os olhos de um observador interceptam essa luz, ele vê um ponto brilhante no asfalto ou na superfície da água no ponto de reflexão e esse fenômeno ofusca os olhos do

observador. Esse tipo de luz diminui a visibilidade em muitas atividades, tais como a prática de esportes e a direção de automóveis.

Ao utilizar óculos escuros, com lentes feitas de plástico colorido, pode-se reduzir a ofuscação, mas esses óculos reduzem também a quantidade total de luz que chega aos olhos, e isso pode ser prejudicial em algumas atividades, quando se está dirigindo por exemplo. Já os óculos de sol polarizados permitem uma visão clara sem que o observador seja ofuscado. Suas lentes são filtros polarizadores que absorvem a luz horizontalmente polarizada e evitam a ofuscação causada pelo reflexo da luz. Eles são levemente coloridos, ou seja, também diminuem a quantidade total de luz, mas não muito. Com um desses óculos, o observador pode, por exemplo, avistar um peixe debaixo d'água, o que não era possível por causa do reflexo da luz do Sol na água. Observe a diferença da visão com lentes comuns e lentes polarizadas na figura 41.

Ao posicionar um dos filtros polarizados enquanto olha para uma poça d'água e girar o filtro, há um ponto em que a poça desaparece. Isso ocorre quando o filtro bloqueia a luz horizontalmente polarizada refletida pela água. Alguns insetos aquáticos usam a luz horizontalmente polarizada como uma indicação da presença de água.

**Figura 44: Imagem com lente comum e com lente polarizada.**



Fonte: <http://oticafacial.com.br/lentes-polarizadas-ou-nao-polarizadas-qual-escolher/>

### **5.5.5 Som**

O som é uma onda mecânica, tridimensional e longitudinal. As ondas sonoras que sensibilizam os ouvidos humanos são as que possuem frequência entre 20 e 20 000 Hz.

## Trovão

O que causa o trovão e por que os sons de um trovão podem variar desde um ruído seco e irritante até um som grave e prolongado?

O som do trovão vem sempre depois do relâmpago, que é a parte luminosa visível ao olho humano. Isso se deve ao fato de a velocidade da luz ser bem maior do que a do som. O som que o ouvido humano escuta é uma combinação de três momentos que ocorrem muito rápido durante a propagação da descarga do ar.

O som do trovão é resultado de vibrações no ambiente que chegam aos ouvidos em forma de ondas sonoras. O som que chega após o relâmpago é também resultado de uma vibração do meio externo, gerado por uma forte descarga elétrica que se estabelece entre as nuvens ou entre nuvens e solo terrestre. Essa descarga acontece em um canal estreito, com um raio de apenas alguns centímetros. Dentro do canal, elétrons são removidos das moléculas de ar pelo campo elétrico e colidem com outras moléculas, havendo transferência de energia. O raio gera uma corrente elétrica de grande intensidade que ioniza o ar ao longo do caminho, produzindo um rastro de luz superaquecido que é o relâmpago.

Ondas sonoras originam-se a partir de vibrações do ar que são detectadas pelo tímpano com frequência e amplitude definidas. Essas ondas criam regiões de compressão e rarefação no ar que são captadas pelos ouvidos humanos e a vibração é transferida para o ouvido interno através do tímpano.

As ondas que possuem frequência inferior a 20 Hz são denominadas infrassom, já as que possuem frequência superior a 20.000 Hz são chamadas de ultrassom. Ambas são imperceptíveis ao ouvido humano.

Primeiro ocorre um estalo curto (um som agudo que pode deixar uma pessoa surda), depois um som intenso e de maior duração que o primeiro, e por último a expansão de sons graves pela atmosfera ao redor do relâmpago. Às vezes a percepção do som pode ser diferente, mas a ordem de grandeza do trovão é a mesma do relâmpago. Por isso deve-se ficar longe de regiões possíveis de serem atingidas por relâmpagos.

O processo acontece tão rápido que o canal de gás quente no início se expande muito mais depressa que a velocidade do som, produzindo a onda de

choque de variações bruscas de pressão no ar, comprimido e rarefeito, essas variações constituem o ruído do trovão que se propaga em todas as direções, gerando o barulho do trovão.

Assim, quando um raio cai ouve-se primeiro um estrondo muito alto e assustador, esse som é a manifestação da onda de choque atingindo os tímpanos do ouvinte. Se estiver mais longe, o indivíduo ouve o primeiro som proveniente da parte mais próxima do raio e, em seguida, o som proveniente das partes mais distantes. É possível ouvir reflexões do som nas colinas, nos edifícios, no solo e até mesmo nas nuvens. Esses efeitos transformam o trovão em um som prolongado. A refração do som ocorre por mudanças na temperatura do ar, que ocasionam mudanças na densidade e desviam o som.

Ao estar a mais de 20 quilômetros de distância, de onde ocorreu o raio, é possível que não se ouça o trovão. O som é refratado enquanto se propaga pelo ar.

Como o ar em geral é mais frio no nível das nuvens do que no nível do solo, o som que se propaga a partir de um raio distante é desviado para cima e para longe do observador. Há, no entanto, algumas tempestades elétricas em que o ar perto do solo está mais frio que o ar mais acima, situação conhecida como *inversão térmica* (abordada no experimento de inversão térmica pág. 45). Durante esse fenômeno, o som da queda de um raio que se dirige para cima pode ser desviado para baixo.

### Refração do som

A refração é um fenômeno comum a todas as ondas. Quando uma onda passa de um meio material para outro, ocorre uma variação da velocidade da onda. Essa variação de velocidade ocorre principalmente devido as características do meio de propagação. A mudança de velocidade da onda pode ser acompanhada de mudança na direção de propagação se ela atingir o meio com um ângulo diferente de  $90^\circ$ .

É importante ressaltar que apesar da refração alterar a velocidade de propagação, o comprimento de onda e possivelmente sua direção de propagação a frequência da onda não se altera.

Cada segundo que separa os dois eventos, raio e trovão, representa em média 340 metros de distância. Então, pode-se determinar, através de um cálculo bastante simples, a distância aproximada do local de queda do raio. Ao ver o clarão do relâmpago, deve-se marcar o tempo entre ver o clarão e ouvir barulho do trovão. Multiplica-se esse valor por 340 (m/s, que é a velocidade que o som se propaga) e obtém-se, em metros, a distância do local de queda. É importante lembrar que esse cálculo não leva em conta o número de ramificações do relâmpago, tipo de atmosfera, nem distâncias reais do ponto no solo e do ponto da nuvem à pessoa. Todos esses fatores geram um erro de 20%.

**Figura 45: Raio em uma tempestade.**



Fonte:<http://www.tempoagora.com.br/sustentabilidade/como-tirar-uma-foto-de-um-raio/>

### **Korotkoff**

Como são produzidos esses os sons de Korotkoff?

Os sons de Korotkov ou sons de Korotkoff são os sons ouvidos durante a medição da pressão arterial através de meios não invasivos. O nome refere-se a Nikolai Korotkov, médico Russo que os descreveu em 1905 quando exercia na Academia Médica Imperial de São Petersburgo.

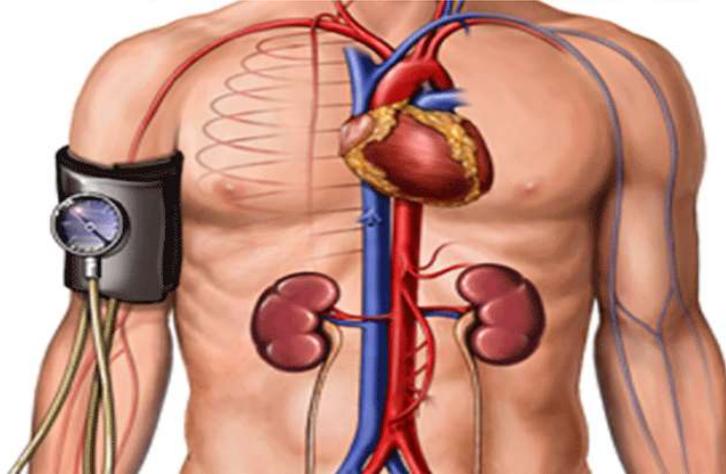
A pressão aplicada em um ponto de um fluido em equilíbrio estático depende da profundidade desse ponto, mas não da dimensão horizontal do fluido ou do recipiente em que o fluido se encontra.

Princípio de Pascal: Uma variação de Pressão aplicada a um fluido incompressível contido em um recipiente é transmitida integralmente a todas as partes do fluido e às paredes do recipiente.

Os sons de Korotkov só são audíveis com recurso a um esfigmomanómetro. Os sons ouvidos durante a medição não são os mesmos que aqueles produzidos pela vibração dos ventrículos no coração, e quando se coloca um estetoscópio sobre a artéria braquial não há nenhum som que seja audível. Quando se coloca o manguito do esfigmomanómetro no braço de um paciente e é insuflada a uma pressão superior à sua pressão arterial sistólica, não há ainda qualquer som audível. Isto ocorre porque a pressão do manguito é suficientemente alta que abafa por completo a pressão sanguínea. À medida que a manguito é esvaziado, no momento em que atinge o mesmo valor de pressão que a pressão sistólica do paciente, é audível o primeiro som de Korotkov. À medida que o manguito continua a ser esvaziado, continua-se a ouvir sons até à sua pressão ser coincidente com os valores de pressão diastólica do paciente, momento em que deixam de se ouvir sons.

Os sons de Korotkoff são estudados há cerca de 100 anos, mas sua origem é discutida até hoje. Uma das possíveis explicações é conhecida como estalo da artéria: quando a pressão do manguito diminui para a pressão sistólica, o sangue começa a passar aos esguichos pelo ponto de estrangulamento da artéria e penetra no antebraço, abrindo com força a artéria que havia murchado quando o manguito inflado interrompeu a circulação. Essa abertura súbita produz uma onda sonora que se propaga na direção do manguito e pode ser ouvida com o auxílio do estetoscópio. Quando a pressão no manguito continua a cair, o som produzido pelos esguichos diminui e depois desaparece, no instante em que a pressão do manguito atinge o valor da pressão diastólica. Assim, a pressão do manguito no instante em que o primeiro som é produzido corresponde à pressão sistólica e a pressão no instante em que o último som é produzido corresponde à pressão diastólica.

**Figura 46: Aferindo a pressão.**



Fonte: <http://vcbela.com/alimentos-para-baixar-a-pressao-arterial/>

### **Ruídos emitidos pela areia**

Em algumas praias, a areia range ou assobia enquanto você caminha sobre ela ou quando enterra nela a mão ou uma placa a um ângulo de 45°. Em alguns desertos, dunas de areia emitem um som de baixa frequência (100 hertz), às vezes com uma intensidade tão grande que fica difícil conversar. Como a areia pode emitir sons e por que nem toda areia (das praias e das dunas de areia) emite sons?

A areia, em uma duna se desloca aos poucos pela ação dos ventos que arrasta os grãos de areia e os deposita no alto ou do outro lado da duna. Esse transporte gradual torna a inclinação de um dos lados grande demais e instável, de modo que uma camada de areia desliza, reduzindo a inclinação. Esse movimento faz a duna se mover pelo deserto.

A frequência é a grandeza física que indica o número de repetições de um evento, no caso específico de uma onda é o número de oscilações por um determinado intervalo de tempo. Pode-se também medir o tempo decorrido para uma oscilação. Esse tempo recebe o nome de período ( $T$ ) e é o inverso da frequência ( $T = \frac{1}{F}$ ).

A unidade de medida do SI para a frequência é o hertz. Essa unidade expressa, em termos de ciclos por segundo, a frequência de oscilações por segundo ( $s^{-1}$  ou  $1/s$ ).

Em algumas dunas, o deslizamento da areia pode produzir um som grave. Em alguns casos, a areia pode deslizar em mais de uma camada. Quando as camadas descem, oscilam no sentido perpendicular à superfície da duna, como uma membrana de tambor. O ruído cessa quando o deslizamento acaba.

**Figura 47: Dunas de areia cantante.**



Fonte: <http://climatologiageografica.com.br/dunas-de-areia/>

Enquanto deslizam em uma camada, os grãos em movimento colidem entre si a uma taxa de aproximadamente 100 vezes por segundo. A frequência das colisões e a frequência de oscilações da camada podem tornar-se sincronizadas. Isto faz com que a frequência do som produzido seja de 100 ciclos por segundo, que corresponde a 100 Hz.

Existem várias teorias sobre para explicar a areia cantora. Alguns propõem que a frequência do som é controlada pela taxa de cisalhamento. Outros sugerem que a frequência de vibração está relacionada com a espessura da camada de superfície seca de areia. O ruído pode ser gerado pelo atrito entre os grãos ou pela compressão do ar entre eles.

**Definir cisalhamento:**

Tensão de cisalhamento, tensão tangencial, ou ainda tensão de corte ou tensão cortante é um tipo de tensão gerada por forças aplicadas em sentidos iguais ou opostos, em direções semelhantes, mas com intensidades diferentes no material analisado.

Tensão de cisalhamento ou tensão de corte é um tipo de tensão gerada por forças aplicadas em sentidos opostos, porém em direções semelhantes, no material analisado. Exemplo: a aplicação de forças perpendiculares, mas em sentidos opostos.

Caminhar sobre a areia da praia também pode emitir sons! Isso ocorre porque os passos forçam as camadas de areia a deslizar umas sobre as outras, produzindo ondas sonoras.

Não se tem uma teoria que explica por que nem toda areia faz barulho. Ao que parece, os grãos da areia ruidosa têm algumas características que conferem à areia a capacidade de se deslocar em camadas finas, o que possibilita a emissão de som. A possibilidade mais interessante é uma crosta especial, que é propriedade das areias cantantes. Pois, a areia de praias cantantes se for lavada em água doce, perde aos poucos a capacidade de ranger, essa capacidade não é restaurada, mesmo que a areia seja novamente imersa em água salgada.

### **5.5.6 Eletricidade**

Na organização conceitual aceita atualmente a eletricidade, responsável pela explicação de fenômenos relacionados com cargas elétricas estáticas e em movimento, e o magnetismo, que explica os efeitos observados em ímãs e outros materiais magnéticos, fazem parte de uma teoria mais completa e abrangente: o eletromagnetismo.

Apesar disso, a abordagem separada da eletricidade e do magnetismo é bem comum. E, a eletricidade entre esses temas é, geralmente, o primeiro a ser trabalhado em sala de aula.

### **Corrente, tensão e pessoas**

Qual dos dois pode ferir ou matar as pessoas: corrente ou potencial elétrico (tensão)? De que maneira a pessoa se fere? Por que é perigoso trabalhar com aparelhos elétricos em pisos molhados, algo que somos aconselhados a evitar?

Resposta:

O que afeta o ser humano é a passagem de corrente (elétrons) através do corpo. O potencial elétrico determina a corrente que pode atravessar o corpo e pode estar relacionado à energia disponível ou à força que faz os elétrons se moverem.

Em algumas casas, a diferença de potencial dos terminais elétricos é 110 volts. A intensidade da corrente, nesse caso, depende também da resistência elétrica que o corpo oferece à corrente. Em geral, a resistência da pele seca é alta. Assim, quando um eletricitista pega um fio, de uma instalação residencial, tem 110 volts entre as mãos, a resistência da pele pode manter a corrente abaixo de uma intensidade letal.

A corrente elétrica é o fluxo "ordenado" de partículas portadoras de carga elétrica, pode ser definida também como o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. Matematicamente a corrente elétrica é definida como a quantidade de carga que passa durante um intervalo de tempo por um plano hipotético que corta o condutor: ( $i = \frac{dq}{dt}$ ).

A diferença de potencial (ddp) também denominada de tensão elétrica (V) é uma grandeza física intimamente ligada ao conceito de corrente elétrica é a diferença em energia elétrica potencial por unidade de carga elétrica entre dois pontos.

Sua unidade de medida no SI é o volt (Joule/Coulomb) em homenagem ao físico italiano Alessandro Volta. A diferença de potencial é igual ao trabalho que deve ser feito, por unidade de carga contra um campo elétrico para se movimentar uma carga qualquer.

A resistência elétrica é a capacidade de um corpo qualquer se opor à passagem de corrente elétrica, mesmo quando há uma diferença de potencial aplicada nas extremidades desse condutor. Sua unidade de medida no SI é ohms ( $\Omega$ ) e, matematicamente é dada pela Primeira Lei de Ohm:

$$R = \frac{U}{i}$$

Por outro lado, quando a pele está molhada, contém feridas abertas ou está coberta com um gel condutor, a corrente encontra menor resistência e uma intensidade de corrente perigosa pode passar pelo corpo. Assim, também, uma pessoa que está de pé em um piso molhado e encosta-se a um fio eletrificado, uma intensidade perigosa de corrente pode passar pelo corpo dela.

**Figura 48: Corrente elétrica.**



Fonte: <http://www.saladaeletrica.com.br/desvendando-a-corrente-eletrica-tensao-e-resistencia-podcast-001/>

A reação de cada pessoa após a passagem de uma corrente é diferente de acordo com as características de cada corpo. O fato de se tratar de corrente contínua ou alternada também influencia nos efeitos. Mesmo assim, pode-se chegar a um certo padrão sobre os efeitos da corrente no corpo humano.

Correntes de menores de 0,001 ampère: não há nenhuma reação. Acima desse valor e é possível sentir formigamento ou sensação de calor. Entre 0,001 a 0,010 ampère a sensação é crescente desde formigamento até espasmo muscular e dor. Para valores de corrente de 0,10 a 0,50 ampère pode ocorrer fibrilação ventricular. Acima de 0,50 o coração para, a respiração cessa e ocorrem queimaduras.

No estágio em que a corrente causa apenas espasmos musculares, a contração inicial é apenas dolorosa. Porém, se a vítima não conseguir soltar da fonte de corrente, a resistência do corpo pode diminuir aos poucos, e uma corrente cada vez maior passa pelo corpo e tanto a dor como o risco aumentam. Se outra pessoa tenta puxar a vítima para longe da fonte, essa pessoa pode ter espasmos musculares, devido a corrente, e ficar “colada” na primeira vítima, enfrentando o mesmo aumento gradual de corrente e perigo.

Uma vez que o coração entra em fibrilação ventricular, devido a um choque elétrico, as contrações e dilatações desordenadas impedem que o sangue seja bombeado para o corpo, isso pode causar consequências graves no cérebro. Nesses casos é urgente a presença de uma equipe de resgate com um desfibrilador.

**Fibrilação ventricular: A fibrilação ventricular é uma arritmia cardíaca grave onde não há sincronia de contração entre as fibras musculares cardíacas. Ao invés de se contraírem e relaxarem alternativamente, como é normal, os ventrículos apenas fazem contrações rápidas e fracas (tremulações), produzidas por múltiplos impulsos elétricos, originários de vários pontos do ventrículo, que assim se tornam incapazes de promover a circulação normal do sangue.**

As queimaduras são causadas por colisões de elétrons da corrente com os átomos e moléculas do corpo. Quando são externas, as queimaduras podem ser curadas, mas se forem queimaduras internas são mais difíceis de tratar.

Portanto, durante um choque, o que importa não é a voltagem (diferença de potencial elétrico entre um ponto e outro) e sim a amperagem, que é a intensidade da corrente elétrica.

Ao receber o choque, a pessoa funciona como uma ponte que transporta a corrente elétrica já que o corpo humano, formado em grande parte por água e sal, é um bom condutor de eletricidade. As queimaduras acontecem porque durante a passagem da corrente o corpo oferecerá certa resistência à passagem da corrente, transformando a energia elétrica em calor.

### **Abelhas e polinização**

As abelhas ajudam a polinizar as flores ao coletarem pólen em uma flor e o transportarem para outra. Esse processo não é aleatório, ou seja, a abelha não

recolhe o pólen por acaso. Na verdade, os grãos de pólen saltam para a abelha quando ela pousa na primeira flor e se desprendem da abelha quando ela pousa na segunda. O que faz o pólen saltar?

Resposta:

A capacidade de uma abelha de transportar pólen de uma flor para outra depende de dois fatores. O primeiro deles é que as abelhas adquirem carga elétrica durante seu voo e o outro é que a antera de uma flor está isolada eletricamente da terra, mas seu estigma está ligado eletricamente a terra.

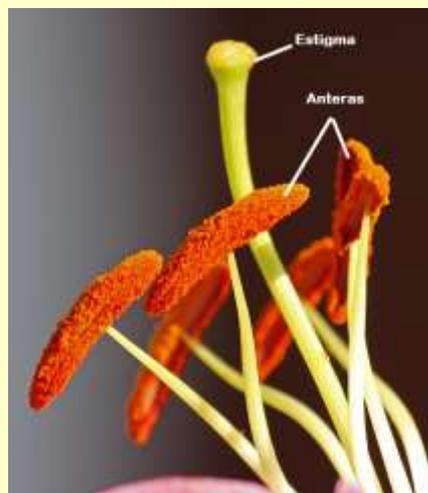
A carga elétrica é uma propriedade intrínseca de partículas fundamentais da constituição da matéria. Por exemplo: prótons possuem cargas positivas, elétrons têm carga negativa e os nêutrons têm carga neutra.

Depois que uma abelha deixa a colmeia, durante seu voo ela fica carregada eletricamente, em geral com carga positiva. Quando a abelha passa perto da antena de uma flor (que é eletricamente neutra), o campo elétrico produzido pela carga da abelha induz uma carga em um grão de pólen. O grão continua eletricamente neutro, mas lado mais próximo da abelha fica ligeiramente mais negativo que o lado mais afastado (que fica ligeiramente mais positivo). As cargas dos dois lados são iguais, mas as distâncias até a abelha são diferentes. Essa diferença nas distâncias faz com que a força de atração sobre o lado mais próximo fique ligeiramente maior que a força de repulsão sobre o lado mais afastado. Em consequência, o grão de pólen é atraído para a abelha e fica preso nos pelos do inseto enquanto ele voa para a flor seguinte.

Antera é a porção terminal do estame das flores. São sacos revestidos internamente por tecido esporogênico, onde são produzidos os grãos de pólen.

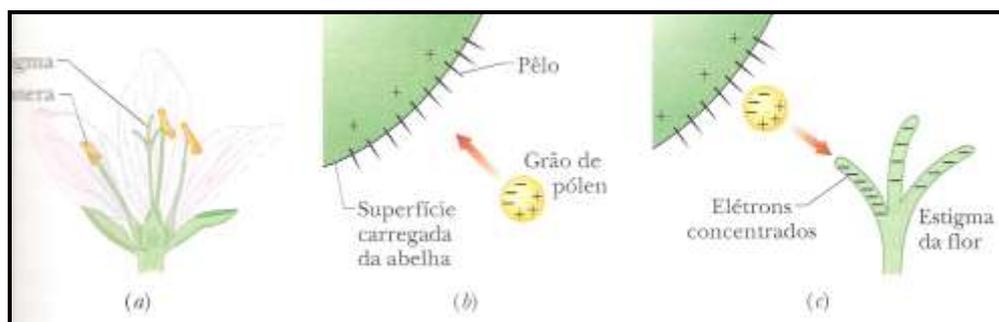
Estigma é a área receptiva do pistilo das flores, onde o grão de pólen inicia a germinação do tubo polínico. Pode estar posicionado no ápice do pistilo, ou lateralmente. É a parte achatada do carpelo, situada na sua extremidade superior; possui um líquido pegajoso que contribui para a fixação do grão de pólen.

Figura 49: órgãos reprodutores de angiospermas.



Fonte: <http://financialspots.com/2016/02/28/this-article-by-elle-nguyen/>

Figura 50: Cargas elétricas na polinização.



Fonte: <http://falando-de-fisica.blogspot.com.br/2013/03/polinizacao-e-elestatica.html>

Quando a abelha se aproxima de um estigma de outra flor a carga da abelha e a carga induzida no grão atraem alguns elétrons de condução até a ponta do estigma, porque o estigma está ligado eletricamente a terra. Esses elétrons atraem as cargas de sinal oposto existentes no outro lado. Essa força geralmente é suficiente para fazer o grão de pólen saltar para o estigma, iniciando o processo de

fecundação da planta. Pode-se imitar esse processo borrifando as plantas com grãos de pólen eletricamente carregados, para que os grãos se concentrem preferencialmente nos estigmas, esse processo é adotado por muitos engenheiros agrícolas.

### **Auroras polares**

A aurora polar é um fenômeno óptico composto de um brilho observado nos céus noturnos nas regiões polares. Ela pode ter centenas de quilômetros de altura e milhares de quilômetros de comprimento, mas são estreitas e possuem cerca de 100 metros de espessura. Elas estendem-se como um arco em volta da terra. O que produz esse espetáculo imenso e o que faz com que as auroras sejam tão estreitas?

Resposta:

As auroras podem estar associadas a erupções solares, se as partículas emitidas pela erupção afetarem os campos energéticos e elétricos da atmosfera terrestre. Em latitudes do hemisfério norte é conhecida como aurora boreal e quando ocorrem no hemisfério sul é chamada de aurora austral.

As auroras geralmente são observadas em regiões de formato oval, próximas aos polos terrestres. A fonte de energia da aurora é obtida pelos ventos solares fluindo pela terra.

Esse fenômeno é causado por elétrons com energia entre 1 a 15 kV, prótons e partículas alfa, sendo que a luz é produzida quando eles colidem com átomos da atmosfera. As colisões emitem parte da energia da partícula para o átomo que é atingido, por ionização, dissociação e excitação de partículas. Quando ocorre ionização, elétrons são despejados do átomo, os átomos por sua vez, carregam energia e criam um efeito de ionização em outros átomos. Já quando há excitação dos átomos a estados instáveis, ao se estabilizarem eles emitem luz em frequências específicas.

As auroras acontecem quando elétrons são acelerados na faixa de altitude entre 3000 e 12000 quilômetros e guiados ao longo de linhas do campo magnético terrestre até latitudes elevadas, em direção aos polos magnéticos da terra. Como as linhas do campo magnético descem em direção à superfície ao se

aproximarem dos polos, os elétrons chegam a altitudes mais baixas, onde o ar é mais denso, e colidem com átomos e moléculas, excitando-os. Os átomos e moléculas voltam ao estado fundamental emitindo luz; uma aurora é a luz (radiação eletromagnética) emitida por esses átomos e moléculas. Por exemplo, os átomos de oxigênio emitem luz verde e as moléculas de nitrogênio emitem uma luz rosada. Em alguns casos a luz emitida pode ser tão fraca que é percebida como luz branca. Às vezes pode parecer que as luzes se movem pelo céu como se fossem agitadas pelo vento, mas o movimento é uma ilusão.

As auroras aparecem tanto como um brilho difuso quanto como uma espécie de cortina estendida na horizontal. Arcos podem ser formados e as auroras podem mudar de forma constantemente. Cada cortina consiste de vários raios paralelos e alinhados na direção das linhas do campo magnético, sugerindo que o fenômeno no nosso planeta está alinhado com o campo magnético terrestre. Da mesma forma a junção de diversos fatores pode levar à formação de linhas aurorais de tonalidades de cor específicas.

**Campos magnéticos cercam materiais em correntes elétricas e são detectados por uma força exercida sobre materiais magnéticos ou cargas elétricas em movimento.**

Elas são estreitas, pois os elétrons são guiados ao longo de linhas de campo convergentes e concentram-se nessas regiões. Apenas átomos e moléculas nessa região contribuem a formação da aurora. Essa explicação simples é simples e prevê auroras muito mais espessas do que as que são observadas na prática, portanto as pesquisas sobre esse assunto ainda estão sendo desenvolvidas.

**Figura 51: Aurora polar.**



Fonte:<http://www.batanga.com/curiosidades/6206/25-fotos-de-auroras-polares-que-te-dejaran-boquiabierto>

## REFERÊNCIAS

- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and application. *Journal of Applied Psychology*, 78, 98-104.
- Freitas, A. L. P., Rodrigues, S. G. A avaliação da confiabilidade de questionário: uma análise utilizando o coeficiente alfa de cronbach. In *Simpósio de Engenharia de Produção*, 12. 2005, Bauru: UNESP, 2005.
- Hora H. R. M. da, Monteiro, G. T. R., Arica, J. Confiabilidade em Questionários para Qualidade: U
- m Estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach *Produto & Produção*, vol. 11, n. 2, p. 85 - 103, jun. 2010.
- Maroco, J., Garcia-Marques, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? *Laboratório de Psicologia*, 4(1): 65-90, 2006, I.S.P.A.
- Nunnally, J. C. (1978). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Osborn, H. G. (2000). Coefficient alpha and related internal consistency reliability coefficients. *Psychological Methods*, 5, 343-355.
- Oviedo H. C., Campo-Arias A. Metodología de investigación y lectura crítica de estudios Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach *Revista Colombiana de Psiquiatria*, vol. XXXIV / No. 4 / 2005.
- Pasquali, L. (1998). Princípios de elaboração de escalas psicológicas. *Revista Psiquiátrica Clínica*, 5, 25, 206-213,
- Pilatti L. A., Pedroso B., Gutierrez, G. L. Propriedades Psicométricas de Instrumentos de Avaliação: Um debate Necessário. *RBECT*, vol3 núm. 1, Jan./abr. 2010. ISSN – 1982-873X.
- Scoaris R. C. O., Benevides-Pereira A. M. T., Filho O. S., Elaboração e validação de um instrumento de avaliação de atitudes frente ao uso de história da ciência no ensino de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol.8 Nº3* (2009)
- Polímeros do Futuro – Tendências e Oportunidades *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol 12, nº 4, 2002.
- Halliday, David, 1916- *Fundamentos de física*, volume 1: mecânica / David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker; Tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. – 8. Ed – Rio de Janeiro: LTC, 2008.
- Gaspar, Alberto. *Física volume único: livro do professor* / Alberto Gaspar; ilustrações Sidnei Moura, Exata, Paulo Manzi. – 1. Ed. – São Paulo: Ática, 2005.
- KREBSBACH, Geraldo M.; DEGTIAR, Samuel. *Facilitando a Física para Vestibulares*. Curitiba, 1ª Ed. Artes Gráficas e Editora Unificado, 2006, 122p.
- FILHO J. B. R., COELHO S., Salami M., Maciel M. R., Schrage P. U., *Resistores de Papel e Grafite: Ensino Experimental de Eletricidade com Papel e Lápis*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol.20, n.2: p.228-236, 2003.
- Ricardo Batista de Andrade *Análise da formação da microestrutura durante a solidificação de ligas metálicas ferrosas e não ferrosas em moldes com diferentes características*.
- Souza V. P., Silva R., *Adaptação De Um Modelo Proposto Por Heron De Alexandria Para Ser Utilizado Na Apresentação Da Termologia No Ensino Médio*. XVI Simpósio Nacional De Ensino De Física, 2005.
- <http://www.explicatorium.com/lab-luz-curva-na-agua.php>
- <http://www.manualdomundo.com.br/2012/11/a-luz-que-faz-curva/>

<https://www.youtube.com/watch?v=WwgrQsjgfKs>  
<http://www.manualdomundo.com.br/2012/10/nuvem-na-garrafa-experiencia-condensacao/>  
[https://www.youtube.com/watch?v=79GMKE\\_3vPc](https://www.youtube.com/watch?v=79GMKE_3vPc)  
<https://www.youtube.com/watch?v=AbwjuQoNWps>  
<http://ciencia.hsw.uol.com.br/colete-a-prova-de-balas.htm>  
<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/de-que-sao-feitos-os-coletes-a-prova-de-balas>  
<http://www.wsdot.wa.gov/TNBhistory/Machine/machine3.htm>  
<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/areia-movedica.htm>  
<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/curiosidades/areia-movedica.htm>  
<http://mundoestranho.abril.com.br/materia/existe-mesmo-areia-movedica>  
<http://revistagalileu.globo.com/blogs/olhar-cetico/noticia/2014/10/como-qualquer-um-pode-caminhar-sobre-brasas.html>  
<http://blogdopg.blogspot.com.br/2013/09/o-raio-da-morte-de-arquimedes.html>  
<http://www.megacurioso.com.br/fenomenos-da-natureza/36958-o-que-provoca-o-som-do-trovaio-.htm>  
<http://brasilescola.uol.com.br/fisica/sons-trovoes.htm>  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Areia\\_cantora](https://pt.wikipedia.org/wiki/Areia_cantora)  
<http://www.infoescola.com/fisica/ondas-sonoras/>  
Pavão H. G. Física Básica. Editora UFMS. Campo Grande, MS – 2009.  
<https://www.youtube.com/watch?v=6lArL9pCkhs>  
<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec32.htm> consultado em 07/09/2013.  
[www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/resistencia.php](http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/Eletrodinamica/resistencia.php)  
consultado em 07/07/2015.  
<https://www.youtube.com/watch?v=SYKeSb2iAQQ>  
[https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda\\_de\\_choque](https://pt.wikipedia.org/wiki/Onda_de_choque)  
<http://brasilescola.uol.com.br/fisica/ondas-choque.htm>  
<http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=376>  
<http://revistaescola.abril.com.br/geografia/pratica-pedagogica/inversao-termica-568104.shtml>  
<https://www.youtube.com/watch?v=n7fM9gnOrlk>  
Souza V. P., Silva R., Adaptação De Um Modelo Proposto Por Heron De Alexandria Para Ser Utilizado Na Apresentação Da Termologia No Ensino Médio. XVI Simpósio Nacional De Ensino De Física, 2005.  
<https://www.youtube.com/watch?v=n7fM9gnOrlk>  
Piubéli, U. G. e Piubéli, S. L.  
<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatória/Ondas/ressonancia.php>  
<http://www.infoescola.com/tecnologia/energia-eolica/>  
<http://www.cimm.com.br/portal/verbetes/exibir/496-viscosidade>  
<http://conceitos.com/energia-termica/>  
<http://estudantesonline.uol.com.br/fisica/a-velocidade-dos-eletrons-em-um-circuito.html>  
<http://www.sofisica.com.br/>  
<http://www.explicatorium.com/cfq-8/caracteristicas-das-ondas.html>  
<http://www.sofisica.com.br/conteudos/Ondulatória/Ondas/classificacao.php>  
<http://brasilescola.uol.com.br/fisica/ondas.htm>  
<http://www.explicatorium.com/cfq-8/propriedades-do-som.html>  
<http://www.electronica-pt.com/frequencia-comprimento-onda>

<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/ondas-sonoras.htm>  
<http://www.estudopratico.com.br/ondas-sonoras/>  
(Laburu, 2005)  
(Lima et al, 2009)  
Moreira e Rosa (1986)  
Aguiar e Correia, 2013  
(SOUZA e BORUCHOVITCH, 2010).  
MOREIRA, 1988).  
(Correia et al, 2010).  
Souza, N. A. e Boruchovitch E, 2010.  
Martins, Linhares e Reis, 2009.