

- Balança
- Régua
- Íman (para retirar as esferas do fundo da proveta)

Procedimento:

1. Deixe cair a esfera maior no interior do líquido, sem que toque nas paredes.
2. Coloque uma marca na posição em que o movimento começa a ser uniforme.
3. Coloque outra marca quase no final do movimento da esfera.
4. Meça a distância entre as marcas.
5. Meça o diâmetro das esferas.
6. Faça as medições necessárias para determinar as densidades da glicerina e do metal.
7. Meça o tempo que a esfera demora a percorrer a distância entre as marcas.
8. Efetue três medições para cada esfera.

Questões pós-laboratoriais:

1. Trace o gráfico da velocidade terminal em função do quadrado do raio das esferas e determine, por regressão linear, a equação da reta de ajuste.
2. Determine o coeficiente de viscosidade da glicerina a partir do declive da reta que melhor se ajusta aos dados experimentais no gráfico.
3. Analise os resultados obtidos e confronte-os com os previstos teoricamente, apresentando explicações para eventuais diferenças.

Resumo

- Um fluido ideal é incompressível e não é viscoso.
- A Equação da Continuidade mostra que a velocidade de um fluido aumenta quando a área da secção diminui.
- O Princípio de Bernoulli estabelece que num ponto de um fluido onde a velocidade é maior, a pressão é menor.
- A Equação de Bernoulli relaciona a pressão, o desnível e a velocidade de um fluido ideal, num escoamento estacionário, através de um tubo com área de secção variável.
- A força de resistência depende da viscosidade do líquido, da forma e dimensões do objeto e da velocidade do corpo.

Questões para Resolver

1. Considere duas regiões distintas do leito de um rio: uma larga, A, de secção transversal 200 m^2 , e outra estreita, B, com 40 m^2 de área de secção transversal. A velocidade do rio na região A tem módulo igual $1,0 \text{ m/s}$.

Calcule o módulo da velocidade do rio na região B.

2. Um líquido flui através de um tubo de secção transversal constante e igual a $5,0 \text{ cm}^2$ com velocidade de 40 cm/s , determine:

2.1. O caudal volumétrico do líquido ao longo do tubo.

2.2. O volume de líquido que atravessa uma secção em 10 s .

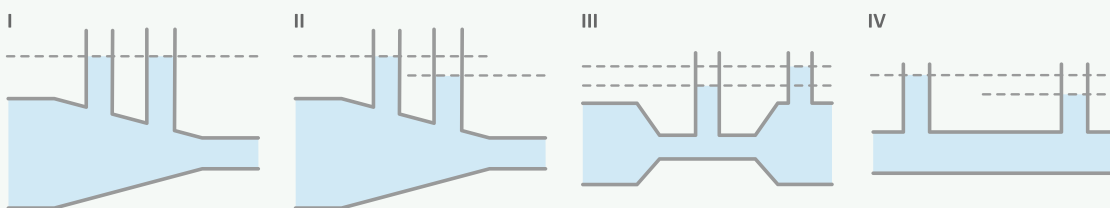
3. Um líquido, suposto incompressível, escoa através de uma mangueira cilíndrica de raio r e enche um recipiente de volume V num intervalo de tempo t .

A velocidade de escoamento do líquido, suposta constante, tem módulo igual a:

A) V/rt B) $V/\pi r^2 t$ C) $V\pi r^2/t$ D) $V/2\pi r t$ E) $V\pi r^2 t$

4. Através de um tubo horizontal de secção reta variável, escoa água, cuja densidade é 1 g/cm^3 . Numa secção 1 do tubo, a pressão e o módulo da velocidade valem, respetivamente, $1,5 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ e $2,0 \text{ m/s}$. Determine a pressão noutra secção 2, onde o módulo da velocidade vale $8,0 \text{ m/s}$.

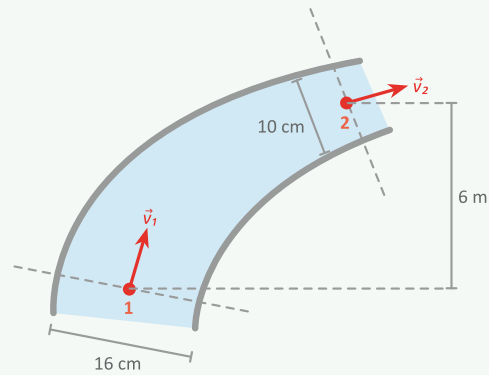
5. As figuras representam secções de canalizações por onde flui, da esquerda para a direita, sem atrito e em regime estacionário, um líquido incompressível. Além disso, cada secção apresenta duas saídas verticais para a atmosfera, ocupadas pelo líquido até às alturas indicadas.



Identifique as figuras que estão de acordo com a realidade física:

A) II e III B) I e IV C) II e IV D) III e IV E) I e III

6. O cano ilustrado na figura tem um diâmetro de 16 cm na secção 1 e de 10 cm na secção 2. Na secção 1 a pressão é 200 kPa. O ponto 2 está 6,0 m mais elevado que o ponto 1.



Determine a pressão no ponto 2, quando o óleo de massa volúmica 800 kg/m^3 flui nesse ponto com um caudal volumétrico de $0,030 \text{ m}^3/\text{s}$, se forem desprezáveis os efeitos da viscosidade.

7. Um recipiente, de grande área de secção transversal, contém água até uma altura H . Um orifício é feito na parede lateral do tanque a uma distância h da superfície do líquido.

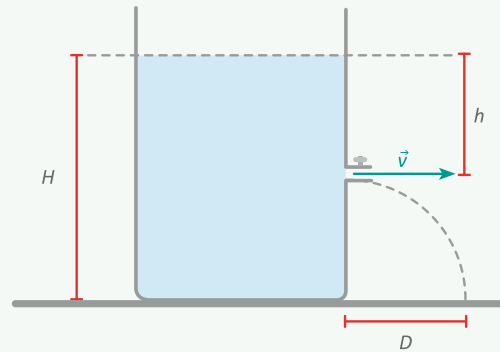
A área do orifício é de $0,1 \text{ cm}^2$ e a aceleração é $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Sendo $h = 0,80 \text{ m}$ e $H = 1,25 \text{ m}$, determine:

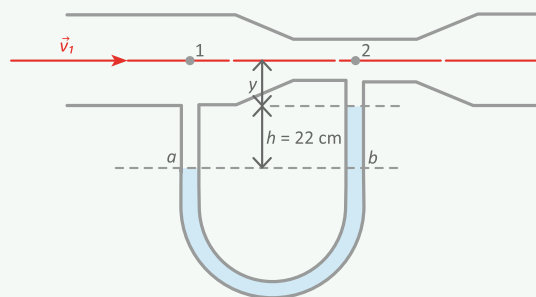
7.1. A velocidade com que o líquido escoo pelo orifício.

7.2. O caudal de água pelo orifício.

7.3. O alcance horizontal D .



8. A figura mostra um medidor Venturi, equipado com um manómetro de mercúrio diferencial. À entrada, no ponto 1, o diâmetro é 12 cm, enquanto no estrangulamento, ponto 2, o diâmetro é 6,0 cm. Determine o caudal da água através do medidor se o manómetro de mercúrio marcar 22 cm. A massa volúmica do mercúrio é $13,6 \text{ g/cm}^3$.



O B J E T I V O S

- Caracterizar ondas mecânicas e eletromagnéticas.
- Distinguir reflexão de refração da luz.
- Aplicar as leis da reflexão e da refração em instrumentos óticos.
- Interpretar a utilização de lentes na correção de defeitos de visão.
- Compreender o conceito de reflexão total na transmissão de informação por fibra ótica.



Unidade Temática C | Da Luz das Estrelas à Visão na Terra

C-0 Produção e Transmissão da Luz
C-1 Ótica Geométrica

*«A vida é fascinante: só é preciso olhá-la através das
lentes corretas.» Alexandre Dumas*

C-0 Produção e Transmissão da Luz

A luz é responsável por fenómenos tão complexos como a visão dos animais, a fotossíntese das plantas, e é fundamental para a vida na Terra.

1 Tipos de ondas

Uma onda é uma perturbação oscilante de alguma grandeza física.

No dia a dia são visíveis fenómenos ondulatórios como a luz, ou as ondas que se propagam na superfície da água quando algum objeto cai sobre ela. Também existem ondas que podemos ouvir, tal como o som de um motociclo e ainda outras que não são visíveis nem audíveis, como por exemplo, os raios X.

O som é o mais antigo meio de comunicação utilizado pelo homem, que o fazia através da voz e das mãos.

Tal como os ouvidos, que funcionam como sensores do som, os olhos funcionam como sensores de luz. A visão só é possível se sobre um corpo, sem luz própria, incidir luz proveniente de uma fonte luminosa. Parte da luz que sobre ele incide é emitida em várias direções, podendo ser detetada pelos olhos do observador. De facto, só se vê se houver um objeto, uma fonte luminosa que o ilumine e um detetor de luz.

Todas as ondas, apesar de terem origem e natureza diversas, transportam energia, por vezes a grandes distâncias, mas não deslocam matéria.

De acordo com a sua origem, uma onda pode ser classificada em, onda mecânica ou onda eletromagnética.

As **ondas mecânicas** são produzidas por uma perturbação num meio material, como, por exemplo, as ondas numa corda, as ondas na superfície da água ou as ondas sonoras. É por isso que quando se faz vácuo no interior de uma campânula, o som produzido pelo despertador deixa de se ouvir. As ondas mecânicas não se propagam no vazio.

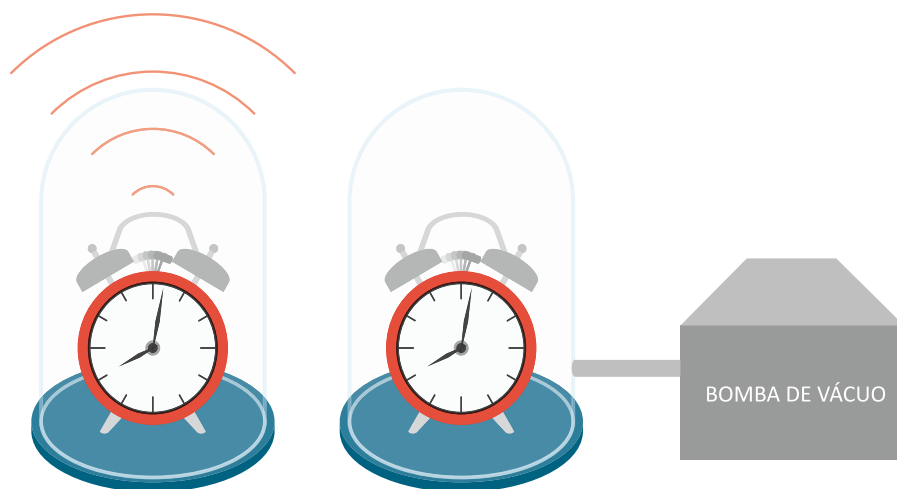


Figura 59 – No vácuo, o som não se propaga.

As **ondas eletromagnéticas**, também denominadas radiações, são produzidas pela variação de um campo elétrico e um campo magnético. São exemplos a luz, as ondas de rádio e de televisão, as micro-ondas. As ondas eletromagnéticas não precisam de um meio de propagação, logo podem propagar-se no vácuo. As ondas eletromagnéticas resultam duma perturbação, e tem por base a ligação existente entre o campo elétrico e o campo magnético.

Tendo em conta a **direção de oscilação** as ondas podem ser classificadas em **ondas longitudinais** e **ondas transversais**.

Ondas longitudinais são aquelas em que a vibração ocorre na mesma direção do movimento.

Uma mola esticada, quando é largada, oscila como se mostra na figura 60.

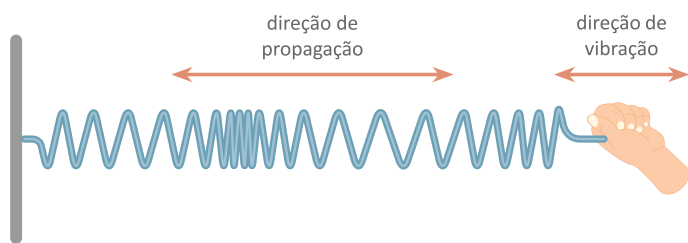


Figura 60 – A mola, uma vez alongada, executa ondas longitudinais.

A saber:

Ondas longitudinais são aquelas em que a vibração ocorre na mesma direção do movimento.

Ondas transversais são aquelas em que a direção de vibração é perpendicular à direção de propagação.

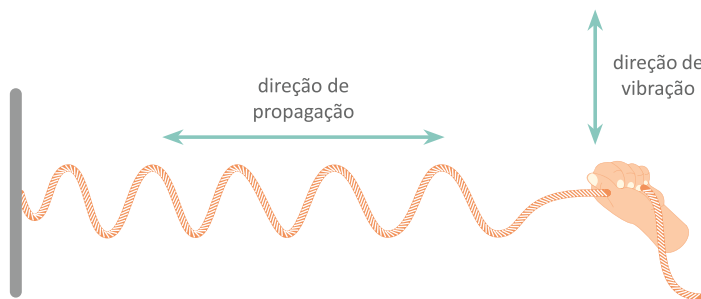


Figura 61 – Ondas numa corda.

À medida que a onda se propaga, cada ponto da corda move-se para cima e, em seguida, para baixo, novamente para cima, depois para baixo, e assim sucessivamente. É o efeito da perturbação que se desloca, sem que o meio material (a corda, neste caso) se desloque como um todo de um sítio para o outro. Os pontos da corda vibram perpendicularmente à direção em que se dá a propagação, razão por que esta onda é transversal. As ondas no mar que fazem subir e descer uma boia e as ondas eletromagnéticas são outros exemplos de ondas transversais.

A saber:

Ondas transversais são aquelas em que a vibração é perpendicular à direção de propagação da onda.

Em relação à **direção de propagação de energia** as ondas são classificadas em:

- **Unidimensionais**, quando se propagam numa só direção;
- **Bidimensionais**, quando se propagam ao longo de um plano;
- **Tridimensionais**, quando se propagam em todas as direções.

2 Características das ondas

Quando um pulso se segue a outro numa sucessão regular, isto é, a forma das ondas individuais repete-se em intervalos de tempo iguais, obtém-se uma onda periódica.

Como referido na unidade A, para ondas periódicas a oscilação espacial é caracterizada pela amplitude, velocidade de propagação, comprimento de onda, período e frequência. Os pontos mais altos chamam-se cristas, os mais baixos vales, e os de amplitude nula designam-se por nodos.

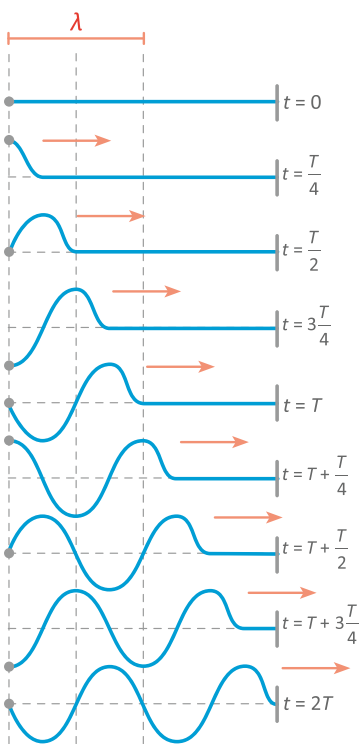


Figura 62 – Sequência de propagação de uma onda.

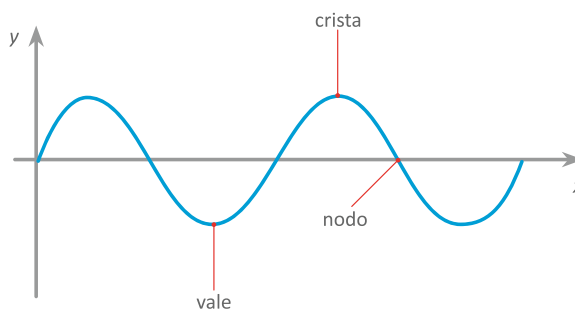


Figura 63 – Pontos particulares de uma oscilação.

As funções periódicas mais simples são as funções sinusoidais,

$$Y = A \text{ sen } \Phi,$$

onde Y representa a elongação, A a amplitude da onda e Φ a fase de vibração.

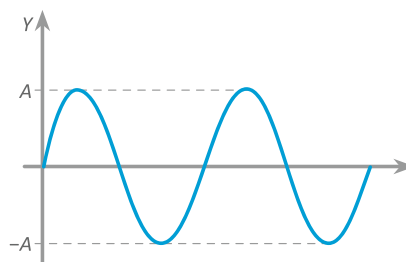


Figura 64 – Onda sinusoidal.

Para melhor se perceber esta equação, recorde-se o estudado na unidade A do 10.º ano para o movimento circular uniforme, um movimento também periódico. Nesse movimento o corpo descreve ângulos iguais em intervalos de tempo iguais, tendo-se definido a equação $\Phi = \Phi_0 + \omega t$. Aqui Φ é o ângulo descrito desde o início do movimento, Φ_0 a fase inicial no instante $t = 0$ e ω a frequência angular. Pela análise da figura, verifica-se que Φ , ângulo descrito desde o início do movimento, corresponde à fase de vibração da onda.

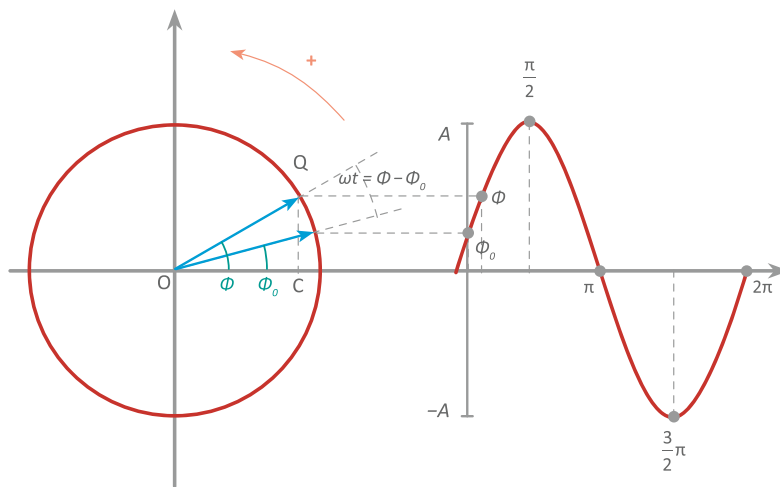


Figura 65 – Relação entre o movimento circular uniforme e uma onda periódica.

Neste caso, em que ocorrem oscilações periódicas em torno da posição de equilíbrio, o movimento é descrito pela equação da elongação do movimento harmónico simples (MHS),

$$Y = A \text{ sen } (\omega t + \Phi_0)$$

Nesta equação:

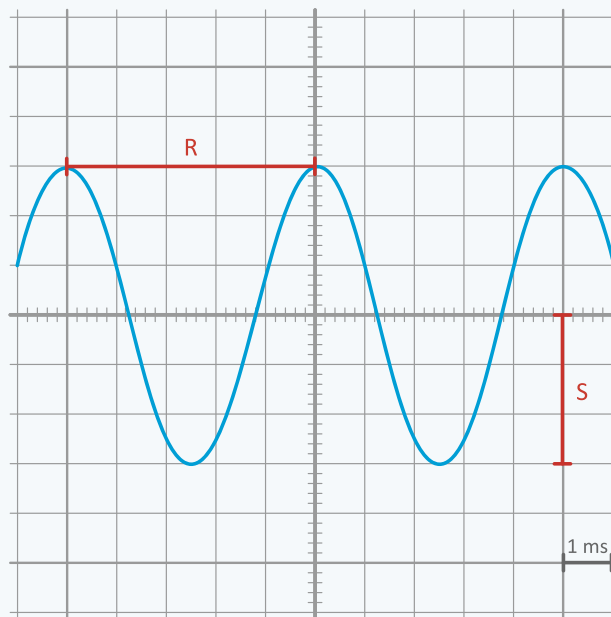
- A é a amplitude;
- Φ_0 é um ângulo chamado de fase inicial do movimento;
- ω é a frequência angular;
- o ângulo $\omega t + \Phi_0$ é a fase do movimento.

Nota:

A expressão para descrever o MHS também pode ser definida por $Y = A \text{ cos } (\omega t + \Phi_0)$, mas a fase inicial é diferente.

Questões Resolvidas

1. O Professor Tito, para demonstrar as propriedades de uma onda sonora percutiu um diapasão e, com auxílio de um osciloscópio obteve a seguinte onda.



1.1. Identifique as grandezas assinaladas por R e S.

1.2. Determine a frequência da onda.

Resolução:

1.1. R – Período; S – Amplitude.

1.2. Sabendo que, $f = 1/T$ e substituindo os dados:

$$f = 1/0,005 = 200 \text{ s}^{-1}.$$

A frequência da onda é de 200 s^{-1} .

2. No lago Danau Lamussa em Bobonaro, produzem-se ondas com a frequência de 10 Hz, e comprimento de onda 2 cm. Determine a velocidade de propagação das ondas.

Resolução:

2. Sabendo que, $v = \lambda f$ e substituindo os dados:

$$v = 0,02 \times 10 = 0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

A velocidade de propagação das ondas produzidas é de $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

3 Produção de ondas

Seria impensável que alguém, com um megafone, comunicasse entre Díli e Baucau! Mas se alguém telefonar, isso parece normalíssimo.

O que acontece às ondas sonoras emitidas com um megafone? E com as ondas eletromagnéticas emitidas a partir de Díli e recebidas em Baucau?

3.1 Fontes sonoras

Um som, sendo um fenómeno físico de natureza ondulatória, pode ser produzido de maneiras muito diferentes. Na origem de um som está sempre a vibração de um objeto. A vibração consiste em movimentos do objeto ou de parte dele, por vezes difícil de observar mas suficientes para causarem uma perturbação no meio em redor (o ar, por exemplo). Existe então o que se chama onda sonora. Quando essa onda atinge outros corpos, põe-os a vibrar. Assim, quando uma onda atinge a membrana do tímpano do nosso ouvido, esta entra em vibração e desencadeia-se uma série de processos que permitem ouvir o som. Sons audíveis pelo ouvido humano, são ondas cuja frequência está compreendida entre 20 Hz e 20 kHz, aproximadamente. As ondas sonoras de frequência inferior a 20 Hz formam os infrassons e as que têm frequência superior a 20 kHz formam os ultrassons. O conjunto de todas as ondas sonoras forma o espectro sonoro. As gamas de frequência audíveis para vários animais apresenta-se na tabela 9.



Figura 66 – Espectro sonoro.

Animal	Mínimo (Hz)	Máximo (kHz)
Elefante	20	10
Gato	30	45
Cão	20	30
Chimpazé	100	30
Baleia	40	80
Aranha	20	45
Morcego	20	100

Tabela 9 – Gama de frequências que alguns animais conseguem ouvir.

Para que a comunicação seja possível é necessário que exista:

- Um emissor (a fonte de informação é neste caso a voz de A);
- Um portador da informação (as ondas sonoras);
- Um recetor da informação (neste caso os ouvidos de B).

A figura seguinte ilustra o processo de transmissão de informação de A para B. Isto é válido para qualquer tipo de comunicação.



Figura 67 – Sistema básico de comunicação: A – Emissor; B – Recetor. Neste caso o portador de informação é o som.

A energia associada às ondas sonoras dissipa-se no meio de propagação, devido à interação com ele durante a sua vibração. Este fenómeno físico chama-se **amortecimento**.

O movimento oscilatório, associado à propagação do som, repete-se durante um determinado período de tempo, acabando por se amortecer progressivamente.

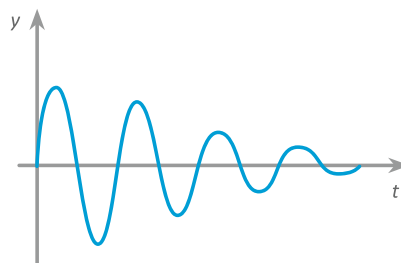


Figura 68 – Amortecimento.

Devido à resistência do ar, a amplitude da onda sonora vai gradualmente diminuindo até se extinguir. Por isso, os sons não são audíveis a grandes distâncias.

Contrariamente, as ondas eletromagnéticas no vazio não são absorvidas, devido à sua natureza.

3.2 Fontes de luz

A fonte de luz visível que se utiliza no dia a dia é o Sol, que, tal como outras estrelas é uma **fonte natural** de luz.

Já uma lâmpada ou a lenha a arder numa lareira são **fontes artificiais** de luz.

Todos os corpos que produzem ou têm luz própria são denominados corpos luminosos ou fontes primárias. Os corpos que não possuem luz própria chamam-se corpos iluminados ou fontes secundárias.

Assim, pode-se distinguir dois tipos de fontes de luz:

- Fontes primárias ou corpos luminosos – fontes que possuem luz própria. São exemplos o Sol, as estrelas, uma lâmpada acesa.
- Fontes secundárias ou corpos iluminados – fontes que não têm luz própria. São exemplos a Lua, um livro, uma caneta, uma parede.

Quanto às dimensões, as fontes de luz podem ser classificadas em:

- Fontes pontuais ou puntiformes – fontes cujas dimensões são desprezáveis em comparação com a distância a que são observadas, como por exemplo as estrelas.
- Fontes extensas – fontes de luz cujas dimensões não podem ser desprezáveis em comparação com a distância a que são observadas, como por exemplo uma lâmpada próxima de um livro.

Quanto ao tipo, classifica-se a luz emitida pelas fontes em:

- Luz monocromática ou simples – radiação eletromagnética na faixa de luz visível composta por um único comprimento de onda.
- Luz policromática – luz resultante da mistura de duas ou mais cores, como a luz branca do Sol ou a luz emitida pelo filamento incandescente de uma lâmpada comum.

4 Propriedades e aplicações do som e da luz

O que acontece à energia transportada por uma onda quando esta encontra um obstáculo, a partir do qual as propriedades do meio são diferentes?

Quando uma onda incide na superfície de separação de dois meios, parte da energia que transportava volta ao meio onde inicialmente se propagava, constituindo uma onda refletida. É o fenómeno de **reflexão**. Conjuntamente, outra fração da energia da onda incidente atravessa a superfície e continua a propagar-se no segundo meio, constituindo uma onda refratada, ou transmitida. É o fenómeno de **refração**. Pode acontecer ainda que parte da energia transportada pela onda seja absorvida. Este fenómeno designa-se por **absorção**. A figura 69 representa o comportamento de uma onda sonora quando encontra um obstáculo.

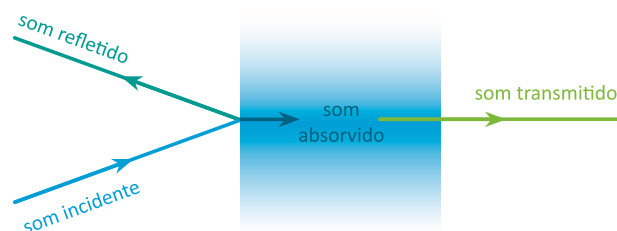


Figura 69 – Reflexão, transmissão e absorção do som.

Quais as características das ondas refletidas?

É possível ler a página de um livro, observar uma paisagem ou ver a nossa imagem num espelho, porque ocorre o fenómeno da reflexão da luz. Isto significa que a luz proveniente de uma fonte luminosa incide num determinado corpo e altera a sua trajetória, propagando-se no mesmo meio.

No entanto, o comportamento da luz refletida depende das características da superfície refletora.

Assim, quando a luz incide numa superfície não polida, reflete-se em todas as direções como mostra a figura 70. Este fenómeno designa-se por **reflexão difusa da luz**.

Consegue-se ler a página de um livro a partir de diferentes posições porque o papel difunde a luz em todas as direções, pois o papel não é uma superfície polida. Ou seja, quando os raios luminosos incidem numa folha de papel, a luz reflete-se em várias direções, embora com intensidades diferentes.

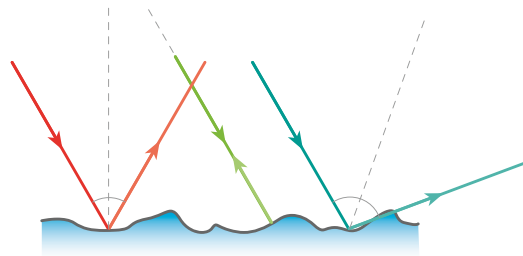


Figura 70 – Diagrama de raios para a reflexão difusa da luz.

Quando a luz incide numa superfície perfeitamente polida, por exemplo um espelho, reflete-se numa única direção. Por isso se chama **reflexão regular da luz**, como se mostra na figura 71.

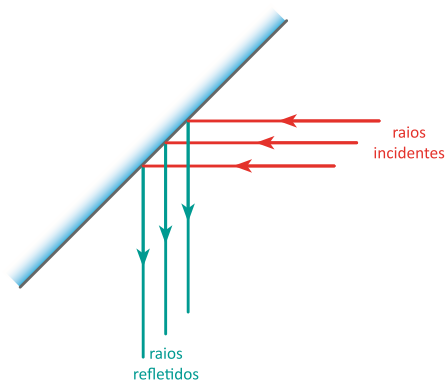


Figura 71 – Diagrama de raios para a reflexão regular da luz.

A saber:

Quando a luz incide numa superfície não polida, reflete-se em todas as direções.

Quando a luz incide numa superfície perfeitamente polida, reflete-se numa única direção.

É possível observar a imagem de um objeto num espelho plano.

Como se vê na figura seguinte, um raio luminoso que incide, obliquamente, num espelho plano reflete-se numa única direção. O ângulo de incidência é o ângulo formado por um raio de onda incidente e pela normal à superfície, no ponto de incidência e está representado por \hat{i} . O ângulo de reflexão é o ângulo formado por um raio de onda refletido e pela normal à superfície, no ponto de interseção e está representado por \hat{r} .

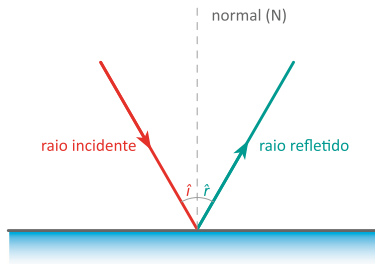


Figura 72 – Diagrama de raios para a reflexão da luz.

Se o raio luminoso incidir perpendicularmente à superfície refletora ($\hat{i} = 0^\circ$) reflete-se na mesma direção ($\hat{r} = 0^\circ$).

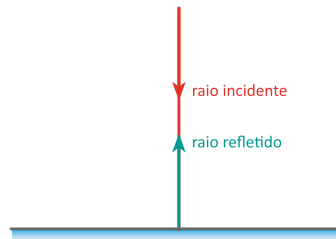


Figura 73 – Reflexão da luz. Situação em que o raio incide perpendicularmente na superfície refletora.

O fenómeno da reflexão da luz obedece às seguintes leis:

- O módulo do ângulo de incidência é igual ao módulo ângulo de reflexão;
- O raio incidente, a normal no ponto de incidência e o raio refletido estão situados no mesmo plano.

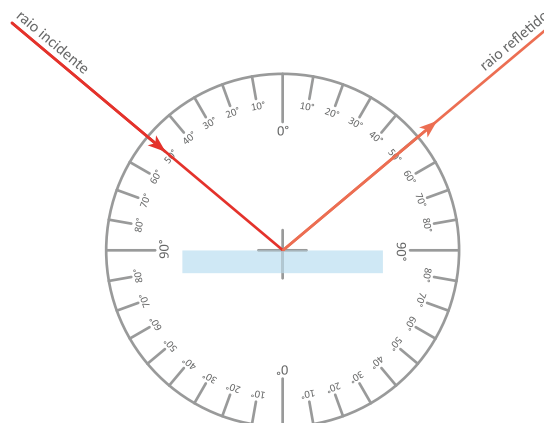


Figura 74 – Verificação experimental das leis da reflexão.

Relativamente ao som, as suas propriedades são a **altura**, **intensidade** e **timbre**.

A **altura** do som é a propriedade que permite classificar os sons em agudos e graves. A altura de um som depende da frequência da onda sonora. Quanto maior a frequência da onda sonora, mais agudo é o som e maior a altura.

A **intensidade** permite distinguir sons fortes de sons fracos. A intensidade de um som é tanto maior quanto maior for a amplitude da onda sonora.

O **timbre** permite distinguir sons com a mesma altura e intensidade, mas produzidos por fontes sonoras diferentes.

Quais os fenómenos que permitem explicar muitos dos sons que nos chegam ao ouvido?

Muitas vezes, estando numa sala, ouvem-se as conversas que se travam na sala ao lado sem que se vejam as pessoas que nelas intervêm. O som pode ir de uma sala a outra através de múltiplas reflexões nas paredes ou ao encontrar a parede, propagar-se através dela, chegando à sala do lado. Se um meio não permitir a passagem do som, isto é, se apenas reflete ou absorve as ondas sonoras, a energia transportada pela onda refletida difere da energia da onda incidente, pela quantidade de energia que é absorvida. Os materiais porosos, como por exemplo reposteiros, alcatifas, fibras de vidro, absorvem consideravelmente o som. Deste modo, o som refletido por estes materiais é pouco intenso.

Uma das aplicações das propriedades do som é o «sonar». É um instrumento auxiliar de navegação marítima que permite determinar a profundidade ou detetar obstáculos. O princípio básico de funcionamento é a emissão de ultrassons que se refletem num objeto, que pode ser o fundo do mar, e é detetado pelo recetor de som.

A ecografia é um método de diagnóstico que aproveita o eco para ver, em tempo real, as reflexões produzidas pelos órgãos internos.



Figura 75 – Ecografia.

4.1 Velocidade do som e da luz em diferentes meios

As ondas sonoras precisam de um meio material para se propagarem. A velocidade de propagação depende do meio de propagação, em particular, das condições de temperatura e pressão. No ar, à temperatura de 25 °C e à pressão atmosférica normal, o valor de velocidade é 340 m/s. Para uma temperatura menor, esse valor diminui ligeiramente, pois menor temperatura significa menor agitação corpuscular. Por exemplo, a 10 °C a velocidade de propagação das ondas sonoras no ar é de 337 m/s e a 30 °C é de 350 m/s.



Figura 76 – O som propaga-se através do ar.

O som também se propaga nos líquidos. Se se nadar com os ouvidos debaixo de água consegue-se ouvir diversos sons. A velocidade da propagação do som na água é cerca de 1500 m/s. A velocidade do som em vários outros líquidos tem aproximadamente este valor.



Figura 77 – O som propaga-se através da água.

O som propaga-se ainda nos sólidos, mas a velocidade de propagação é muito variada. É cerca de 30 m/s para a cortiça, cerca de 5000 m/s para o vidro e para o betão, e um pouco mais para o aço.



Figura 78 – O som propaga-se através do telefone de corda.

O valor aproximado da velocidade do som em diversos materiais está registada na tabela seguinte.

Material	Velocidade do som aproximada (m/s)
Borracha	54
Chumbo	1300
Ferro	5130
Vidro	5000
Água	1500
Ferro fundido	3570
Ar ($T = 0\text{ °C}$ e Pressão normal)	331
Ar ($T = 25\text{ °C}$ e Pressão normal)	340
Oxigénio ($T = 0\text{ °C}$)	317

Tabela 10 – Valor aproximado da velocidade do som em diversos materiais.

A diferença de velocidade de propagação do som deve-se à natureza das partículas que constituem o meio, à capacidade destas de vibrarem e às forças que as ligam. Quanto maior for a capacidade das partículas para vibrarem em torno das suas posições de equilíbrio, melhor se dá a transmissão do som. Meios com estas características chamam-se **meios elásticos**.

Ao contrário destes, nos **meios inelásticos**, como são a cortiça, algodão, esferovite, as partículas têm maior dificuldade em oscilar, sendo menor a velocidade de propagação do som. É por esta razão que se usam materiais inelásticos no isolamento das casas.

O valor da velocidade de propagação do som, v , pode ser obtido pelo quociente entre a distância, d , e o intervalo de tempo, Δt , que o som demora a percorrer essa distância:

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

Questão Resolvida

1. Muitos dos sons que nos chegam ao ouvido, no dia a dia, são sons refletidos.

Quando se fala a alguns metros de um monte ou de um edifício elevado, pode-se ouvir um som refletido – o eco. Sabendo que o ouvido humano só distingue dois sons se estes chegarem com um intervalo de tempo de, pelo menos 0,1 s, determine a distância mínima ao obstáculo para se verificar a ocorrência de eco.

Resolução:

1. Considerando no ar, à temperatura de 25 °C e à pressão atmosférica normal, o valor de velocidade de propagação de uma onda sonora igual a 340 m/s, a distância total que o som percorre é:

$$d_{total} = v_{ar} \times \Delta t = 340 \times 0,1 = 34 \text{ m.}$$

Como o eco se deve à reflexão do som, a distância entre a fonte sonora e a superfície refletora é metade da distância total que o som percorre no ar. Então, a distância mínima à qual a superfície de reflexão do som se deve situar para que ocorra eco é de 17 m.

Como se estudou na Unidade A, as ondas eletromagnéticas têm origem e comportamento diferente das ondas mecânicas. No entanto, tal como as ondas sonoras, a velocidade de propagação daquelas depende do meio, e podem ser caracterizadas pela sua frequência.

Por que motivo a luz se pode desviar quando muda de meio ótico?

Na passagem do ar para o vidro, a luz sofre refração. A figura 79 ilustra a trajetória de raios luminosos que passam através de uma lâmina de vidro.

Se a radiação incide obliquamente, observa-se que muda de direção quando passa do ar para o vidro. A mudança de direção dos raios luminosos deve-se ao facto de a velocidade de propagação da radiação no ar ser diferente da velocidade de propagação no vidro.

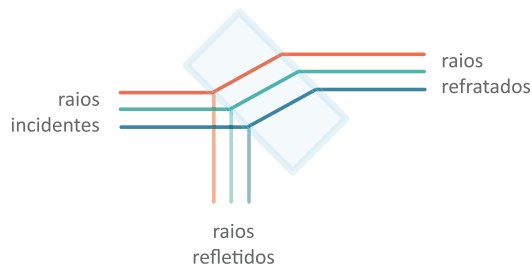


Figura 79 – Reflexão e refração da luz.

Resumo

- Uma onda é uma perturbação oscilante de alguma grandeza física.
- Uma onda pode ser classificada, quanto à sua origem, em mecânica ou eletromagnética.
- Uma onda pode ser classificada, tendo em conta a direção de oscilação, em longitudinal ou transversal.
- As ondas longitudinais são aquelas em que a vibração ocorre na mesma direção do movimento.
- As ondas transversais são aquelas em que a vibração é perpendicular à direção de propagação da onda.
- A reflexão da luz é difusa quando incide numa superfície não polida e é regular quando incide numa superfície polida.
- As velocidades de propagação do som e da luz dependem das características do meio em que se propagam.
- A reflexão ocorre quando uma onda incide na superfície de separação de dois meios e parte da energia que transportava volta ao meio onde inicialmente se propagava.