

Tema 3: A enerxía que se percibe. A luz e o son.

Contido

O movemento ondulatorio, tipos e características.....	2
Tipos de ondas	2
Características dunha onda.....	3
A luz e as súas propiedades.....	4
Propagación rectilínea da luz	5
Reflexión e refracción	5
A percepción da luz. O ollo.	6
Anatomía do ollo	7
Como funciona?	9
Defectos na percepción visual.....	10
O son e as súas propiedades.	11
Calidades do son	12
Reflexión do son.....	12
A percepción do son. O oído.	14
Defectos na percepción auditiva.	16

O movemento ondulatorio, tipos e características.

Xa sabemos que nalgúns casos se pode producir transferencia de enerxía sen que dous corpos estean en contacto. Por exemplo, a enerxía do Sol que chega ata a Terra a través do espazo baleiro en forma de **radiación**. Esta **enerxía radiante** transfírese mediante ondas que se poden propagar no baleiro, chamadas **ondas electromagnéticas**. Noutros casos a onda precisa dun medio material ou elástico que vibre. Son as chamadas **ondas mecánicas**, como por exemplo as ondas na auga.



[Roger McLassus / commons.wikimedia.org](#)



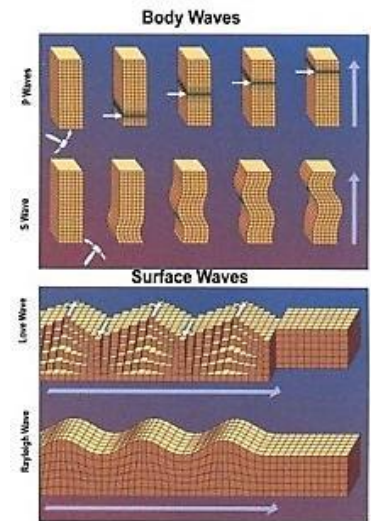
Ao lanzar unha pedra sobre a superficie en calma da auga dun estanque prodúcese unha perturbación no punto de impacto da pedra (foco). Esta perturbación non é mais ca un cambio brusco na vibración das partículas (moléculas) de auga. Este cambio só provoca un pequeno desprazamento desas partículas e a pesar diso observamos que a perturbación avanza. Isto é debido a que outras partículas que non foron tocadas pola pedra tamén se desprazan levemente, propagando a perturbación. Neste caso as partículas desprázanse relativamente pouco respecto da súa posición de equilibrio, o que avanza e progresa non son elas, senón a perturbación que transmiten unhas a outras. O movemento ondulatorio supón unicamente un transporte de enerxía.

*Unha **onda** é unha perturbación (cambio brusco) que se propaga nun tempo determinado transportando enerxía sen que haxa desprazamento de masa.*

Tipos de ondas

Dependendo da dirección de propagación da onda con respecto á dirección do movemento das partículas dentro da onda podemos distinguir:

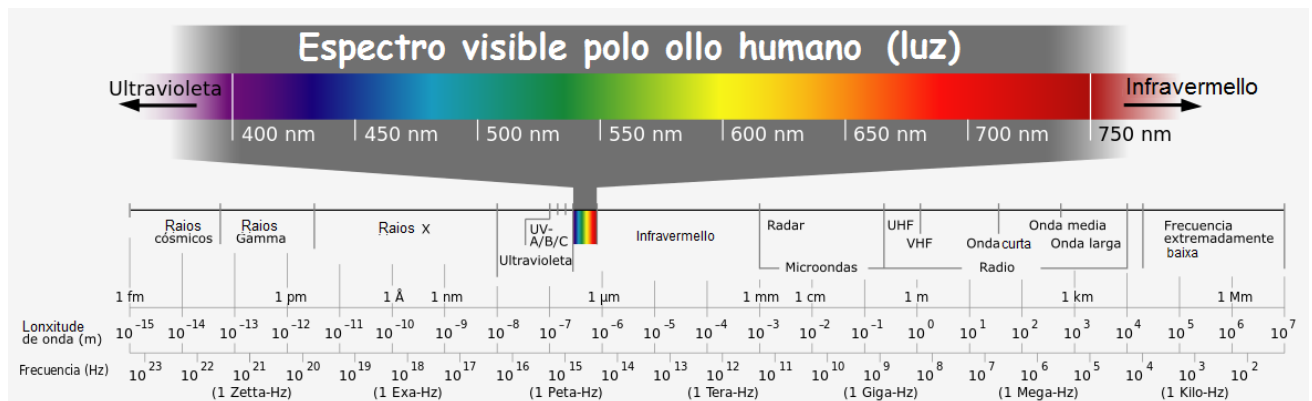
- **Ondas lonxitudinais:** as partículas que forman a onda móvense en paralelo á dirección de propagación da onda. O son e as ondas sísmicas P son exemplos de ondas lonxitudinais.
- **Ondas transversais:** as partículas que forman a onda móvense perpendicularmente á dirección de propagación da onda. A luz e as ondas sísmicas S son exemplos de ondas transversais.



commons.wikimedia.org

Dependendo do medio polo que se desprazan podemos falar de:

- **Ondas mecánicas:** transmítense a través dun medio material. É o caso do son (que se transmite polo aire), as ondas sísmicas ou as ondas na superficie dos líquidos.
- **Ondas electromagnéticas:** transmítense no baleiro, é dicir, sen necesidade de materia. É o caso da radiación solar, que é un conxunto de ondas electromagnéticas de diferente frecuencia e lonxitude de onda, que en conxunto denominamos *espectro electromagnético*.



Modificado de commons.wikimedia.org

Características dunha onda

Todas as ondas presentan unhas características comúns:

- **Crista:** é o punto máis alto da onda.
- **Val:** é o punto máis baixo da onda.
- **Amplitude (A):** distancia entre a posición de equilibrio e a crista ou o val.
- **Lonxitude de onda (λ):** distancia entre dúas cristas ou dous vales consecutivos.
- **Período (t):** tempo que tarda unha partícula en percorrer dúas posicións análogas dentro da onda.

- Frecuencia (f): número de veces que oscila unha partícula de onda nun segundo. Indica a enerxía que ten a onda: a maior frecuencia, maior enerxía. Mídese en Hertz (Hz).



Modificado de commons.wikimedia.org



As ondas electromagnéticas detectadas polo ollo humano denomínanse luz. A luz é, polo tanto, unha forma de radiación e transfere enerxía dun punto a outro. Necesítase enerxía para producir luz e os obxectos adquieren enerxía ao absorberen luz.

O son é detectado polo oído. É tamén unha forma de transmitir enerxía mediante unha onda mecánica.

A luz e o son permítenos obter información do mundo que nos rodea.

A luz e as súas propiedades.

A luz transporta enerxía e propágase no baleiro. A súa velocidade de propagación depende do medio no que se propaga, sendo de 300 000 Km/s no baleiro e sempre menor nos medios materiais.

Os corpos que emiten luz chámanse corpos luminosos ou fontes de luz. Poden ser naturais, como o Sol, as estrelas, os vagalumes e os peixes abisais, ou artificiais, como as lámpadas, as velas, a pantalla do ordenador, etc.

A maioría dos obxectos do noso ámbito non emiten luz por si mesmos, senón que os vemos cando reflicten unha parte da luz que lles chega. Son corpos iluminados (fontes secundarias de luz).

Os corpos iluminados poden ser transparentes, translúcidos ou opacos.

- Corpos transparentes: deixan pasar toda a luz.

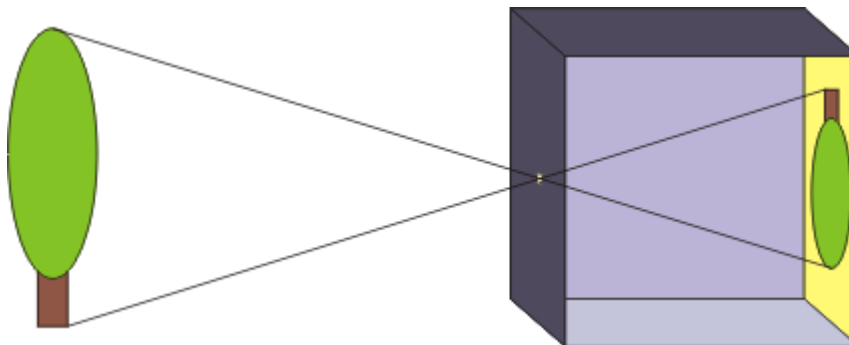
- Corpos translúcidos: deixan pasar parte da luz.
- Corpos opacos: impiden o paso da luz.

Propagación rectilínea da luz

A luz propágase en liña recta. Este feito coñécese dende a antigüidade, pois é de observación doada.

A liña recta que representa a dirección e o sentido de propagación da luz denomínase raio de luz. Un conxunto de raios que parten dunha mesma fonte denomínase feixe.

Os raios de luz propáganse independentemente. Este feito pode observarse experimentalmente mediante a cámara escura. Unha cámara escura é unha caixa pechada cunha das súas paredes feita de vidro esmerilado ou papel cebola á que na parede oposta se lle fixo un pequeno orificio. Cando colocamos diante do orificio un obxecto fortemente iluminado, vemos formarse no vidro a súa imaxe invertida.



commons.wikimedia.org

Reflexión e refracción

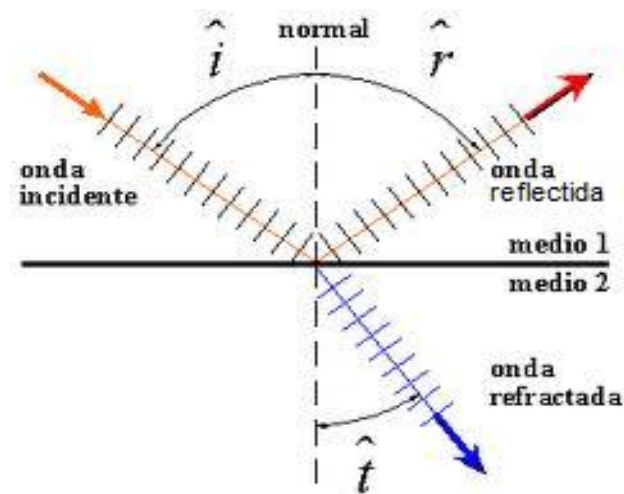
Cando a luz na súa propagación chega á superficie de separación de dous medios, nos que se propaga a distinta velocidade, parte dela reflíctese, é dicir, continúa propagándose polo primeiro medio, e outra parte refráctase, é dicir, continúa propagándose polo segundo medio. O primeiro fenómeno chámase reflexión e o segundo refracción.

Existen dous tipos de reflexión:

- Especular. Se a superficie é perfectamente lisa todos os raios se reflicten na mesma dirección.
- Difusa. Os raios reflíctense en todas as direccións.

Na reflexión cúmprese que os ángulos que forman o raio incidente e o reflectido coa perpendicular á superficie son iguais.

Para construír a imaxe dun obxecto reflectido nun espello plano débúxase unha recta perpendicular dende cada punto do obxecto ao espello e prolóngase exactamente a mesma distancia por detrás deste. Ao unir os puntos obtense a imaxe. O obxecto e a imaxe son simétricos.



Modificado de commons.wikimedia.org

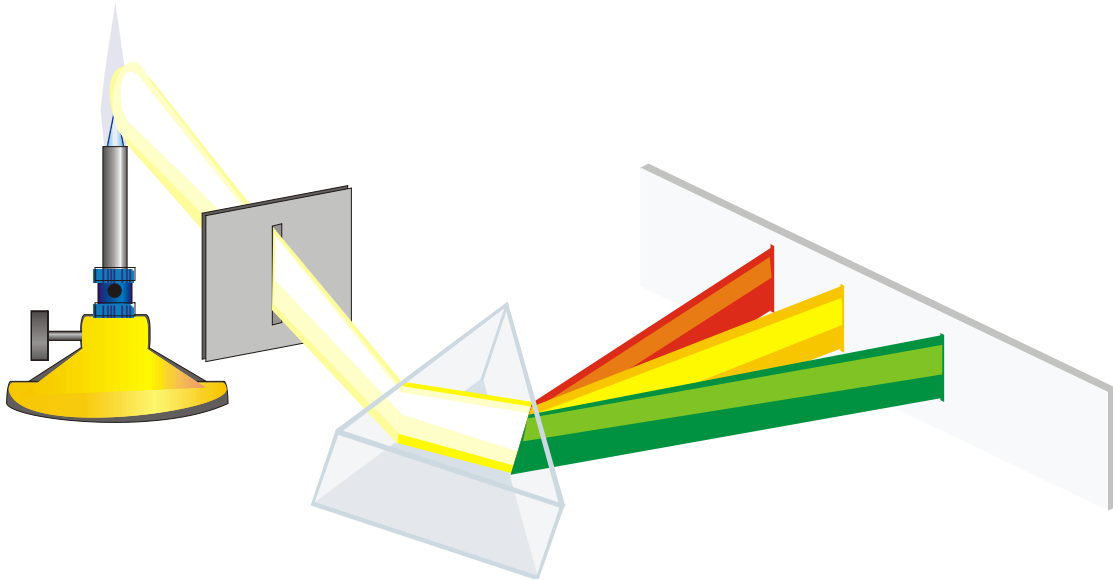
A refracción é o cambio de dirección que experimenta a luz ao pasar dun medio a outro. Cúmprese que o raio refractado se achega á perpendicular á superficie de separación, cando pasa dun medio no que se propaga a maior velocidade a outro no que se propaga a menor velocidade. Así mesmo, afástase ao pasar a un medio no que se propaga a maior velocidade.



Debido á refracción dos raios de luz provocada polo cambio de medio (aire-auga) percibimos a imaxe do lapis deformada.
Modificado de commons.wikimedia.org

A percepción da luz. O ollo.

A luz é a parte do espectro electromagnético que pode ser percibido polo ollo humano.



Dispersión da luz branca ao atravesar un prisma.

Félix Vallés Calvo / [INTEF](#)

A cada cor correspóndelle unha lonxitude de onda distinta e polo tanto unha frecuencia distinta. Xa que logo, os tons vermellos teñen frecuencias menores e transportan menos enerxía, mentres que os tons violetas teñen frecuencias maiores e transportan máis enerxía.

As cores son a forma en que o noso cerebro interpreta as luces das distintas frecuencias que chegan á retina dos nosos ollos. A cor que percibimos nun obxecto non é máis que o resultado da absorción dunhas determinadas ondas luminosas e a reflexión doutras por parte dese obxecto.



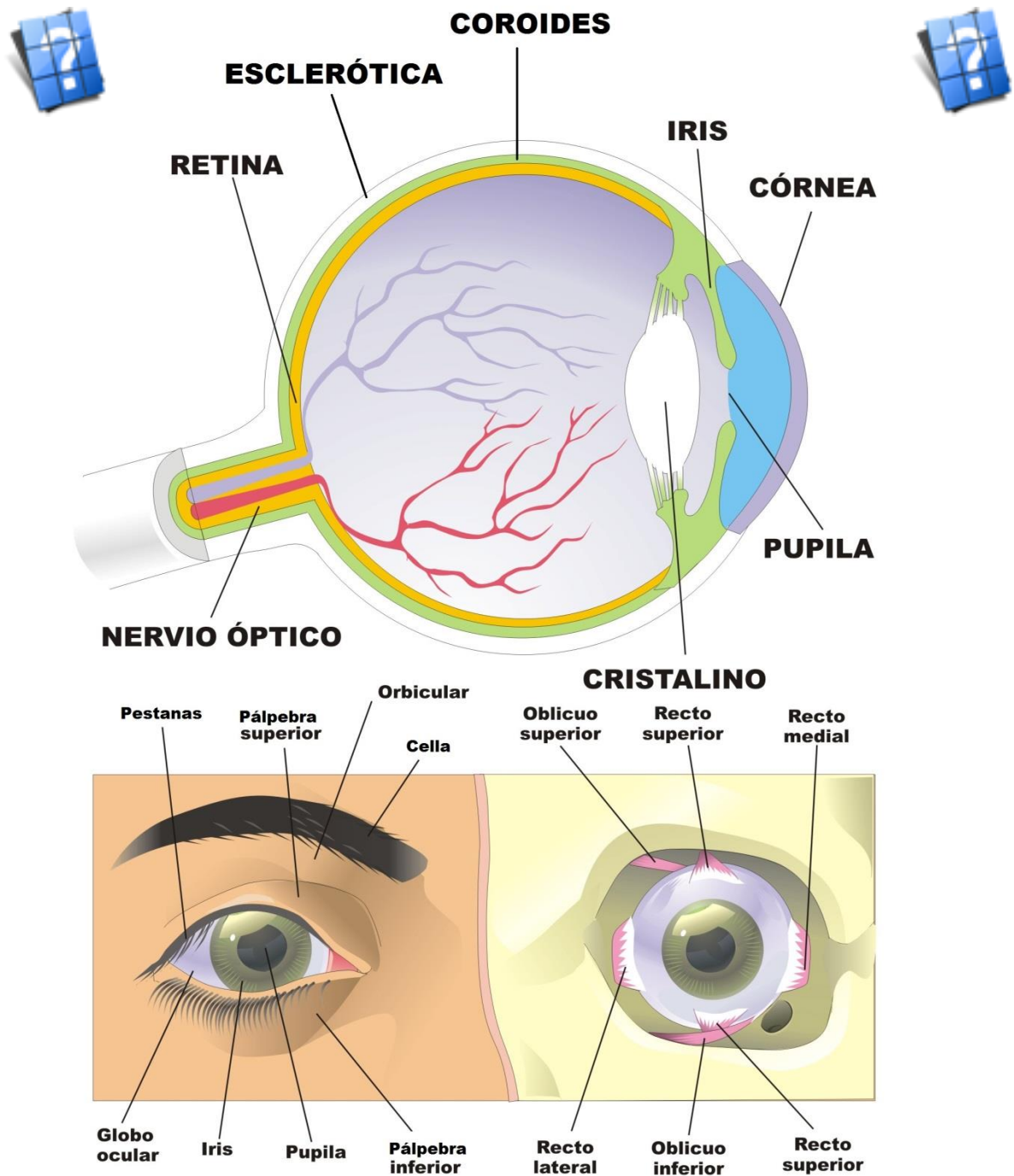
Se un obxecto absorbe todas as frecuencias luminosas, o noso cerebro interprétao como negro. Mais se reflicte todas as frecuencias, o noso cerebro interprétao como branco. Polo tanto, as plantas son verdes porque absorben todas as frecuencias agás a que corresponde ao verde, que é reflectida. Esta frecuencia chega ao noso ollo, e o noso cerebro interprétaa como verde. Algo semellante ocorre co azul do ceo.

Anatomía do ollo

O ollo é o órgano encargado da visión; está formado polo globo ocular e as estruturas anexas:

- Estruturas anexas:
 - Pálpebras: pel que protexe o globo ocular do exceso de luz ou de posibles lesións.
 - Pestanas: pelos situadas nos bordos das pálpebras para evitar a entrada de substancias estrañas.

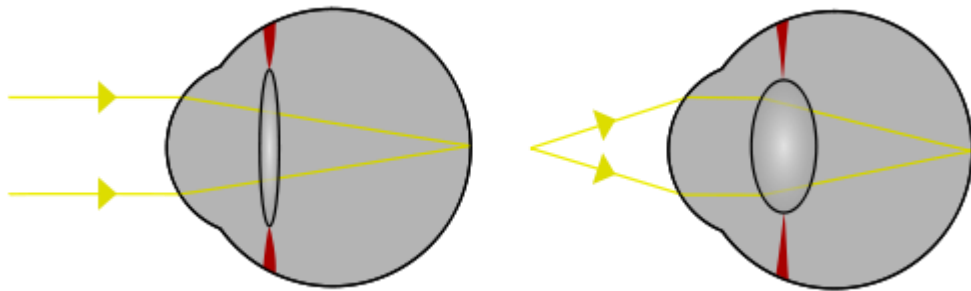
- Glándula lacrimal: secreta líquido para manter o olho hidratado e limpalo de partículas de po.



Modificado de José Alberto Bermúdez / [INTEF](#)

- Globo ocular:
 - A esclerótica: parte externa que rodea ao olho; é unha capa dura e resistente que dá soporte ao globo ocular e remata na córnea.

- A córnea: membrana transparente situada na parte anterior do ollo, diante do iris. Permite a formación da imaxe na retina, actuando como unha lente converxente e desviando a luz cara ao cristalino.
- O iris: é a parte coloreada do ollo. Ten forma anular deixando no centro un oco chamado pupila por onde entra luz ao ollo.
- A pupila: o iris ábrese e péchase, modificando o tamaño da pupila e controlando a cantidade de luz.
- O cristalino: é unha lente biconvexa transparente encargada de enfocar as imaxes.



Proceso de enfoque dun obxecto ao lonxe e próximo (fíxate no cristalino).

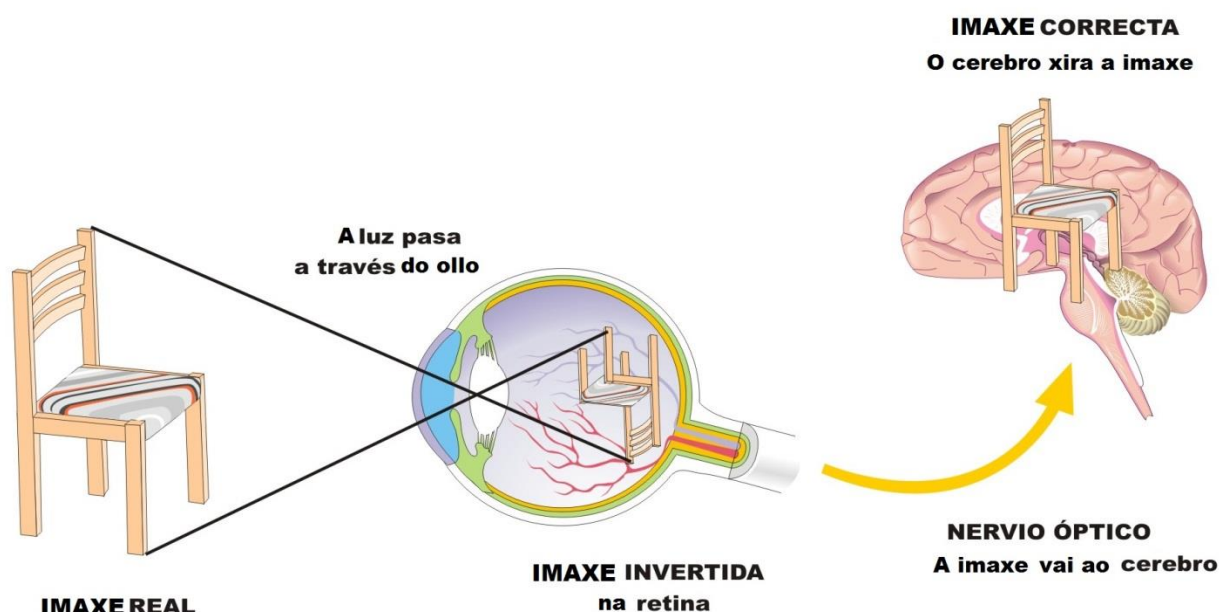
commons.wikimedia.org

- O humor acuoso: líquido transparente que está entre a córnea e o cristalino.
- O humor vítreo: líquido viscoso entre a retina e o cristalino que dá consistencia ao globo ocular.
- A retina: é a capa máis interna do ollo e a que recibe a luz. Nela hai neuronas que reciben o impulso nervioso e o transportan ao cerebro. Existen dous tipos de receptores para a luz:
 - Os conos: detectan as cores
 - Os bastóns: detectan a intensidade luminosa

Como funciona?

O ollo humano ten forma de globo (globo ocular) e está rodeado por unha membrana resistente, a esclerótica. A luz penetra a través da córnea (protexida polas pálpebras). O iris regula a cantidade de luz que pasa pola pupila. O cristalino (lente) forma a imaxe na retina (fina membrana onde se atopan as células receptoras, conos, que captan as cores, e bastóns, que captan a luz). As sensacións luminosas recibidas na retina son enviadas ao cerebro polo nervio óptico. Aínda que o obxecto estea máis ou menos lonxe de nós, conseguimos velo nitidamente grazas aos músculos ciliares que permiten a

acomodación do ollo, é dicir, que o cristalino modifique a súa curvatura para que a imaxe se forme sempre na retina.



Modificado de José Alberto Bermúdez / [INTEF](#)

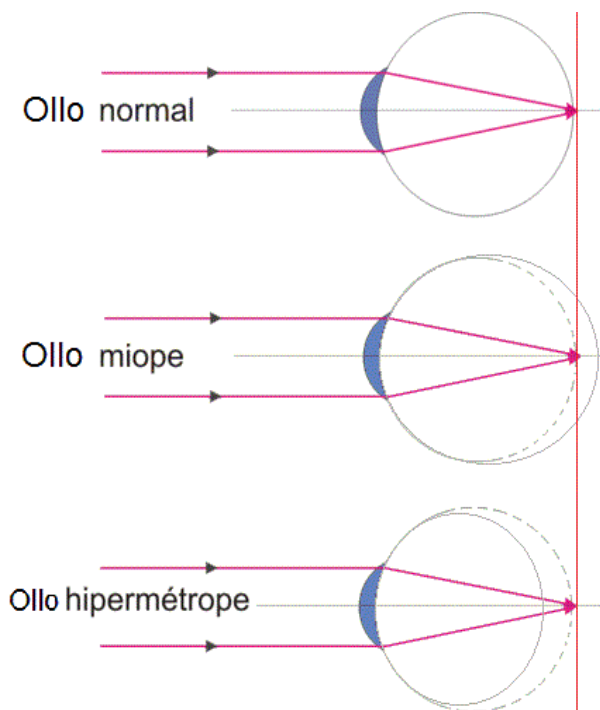
Defectos na percepción visual.

Cando algún dos elementos do ollo non funciona correctamente, a imaxe que percibe o noso cerebro é defectuosa. Os defectos máis habituais da visión son: a miopía, a hipermetropía, o astigmatismo e a presbicia. Outros menos frecuentes son as cataratas, o daltonismo, o glaucoma...

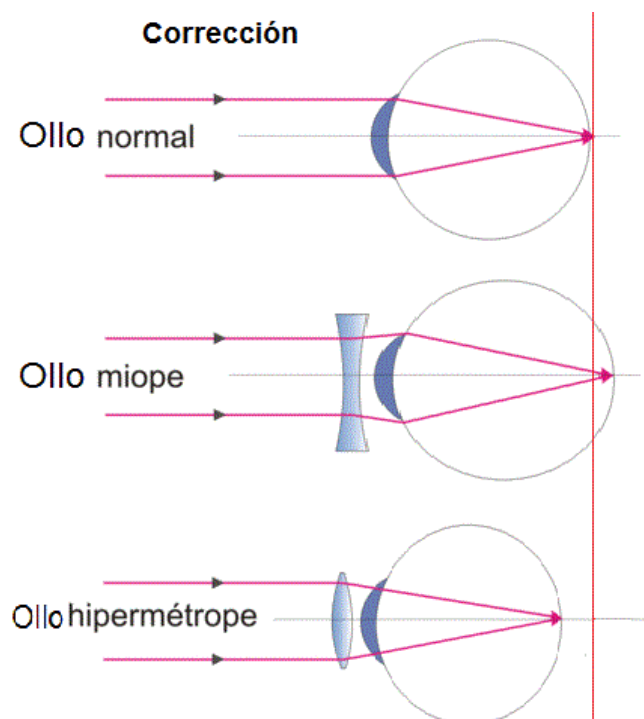
A miopía: Visión defectuosa (borrosa) dos obxectos afastados. Adoita producirse cando o ollo é máis grande do normal en sentido anteroposterior polo que a imaxe fórmase diante da retina. Corríxese cunha lente diverxente.

A hipermetropía: Visión defectuosa (borrosa) dos obxectos próximos. Xeralmente prodúcese cando o ollo é máis pequeno do normal en sentido anteroposterior polo que a imaxe fórmase detrás da retina. Corríxese cunha lente converxente.





Modificado de commons.wikimedia.org



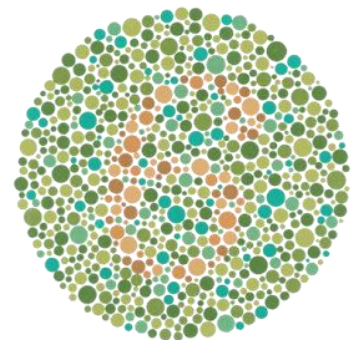
Modificado de commons.wikimedia.org

O astigmatismo: débese a deformacións na curvatura da córnea. A visión non é nítida e corríxese con lentes cilíndricas.

A presbicia ou vista cansa: Débese á perda da capacidade de enfocar os obxectos próximos coa idade. Corríxese con lentes converxentes.

As cataratas: o cristalino faise opaco e non deixa pasar a luz.

O daltonismo: confúndense certas cores como o verde e o vermello. É a única enfermidade sen relación co cristalino, senón cos conos da retina. É hereditaria.



Algunhas persoas non distinguen certas cores polo que non verían o número que se mostra na imaxe.

commons.wikimedia.org

O son e as súas propiedades.

O son é un movemento ondulatorio que captamos por medio do oído. É a sensación producida no noso cerebro como consecuencia das vibracións da membrana timpánica do oído, provocada pola vibración das partículas que se desprazan en forma de onda mecánica a través dun medio elástico que as propaga, como o aire.

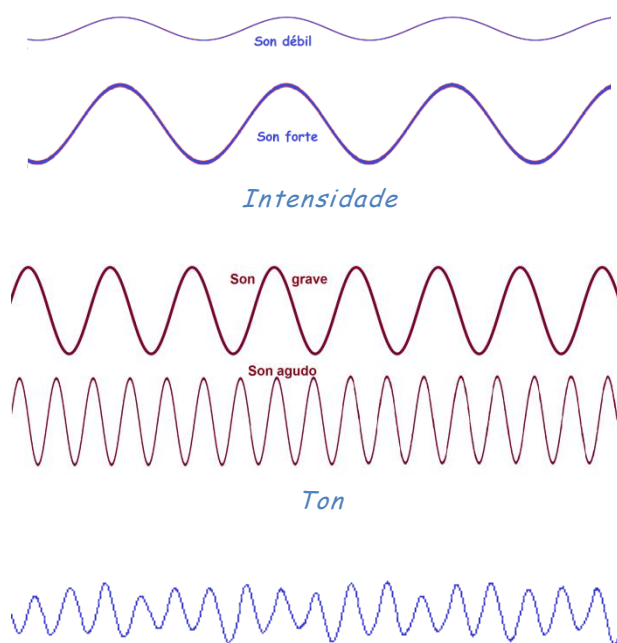
O son é, polo tanto:

- Unha onda lonxitudinal: a dirección de oscilación é paralela á dirección de propagación da onda.
- Unha onda mecánica: necesita un medio material para propagarse, polo que non se transmite no baleiro.

Calidades do son

Os sons diferéncianse uns doutros por medio das súas calidades:

- **Intensidade:** mide a forza coa que se percibe un son e indica se é débil ou forte. Depende da amplitude da onda: a maior amplitude da onda, maior intensidade. Para medir a intensidade utilízase unha unidade chamada decibelio (dB). Ao límite inferior de audición asígnaselle 0 dB e a sensación dolorosa acádase con 120 dB.
- **Ton:** depende da frecuencia da onda. Indica se o son é agudo ou grave; os sons con frecuencia alta son agudos e os sons con frecuencia baixa son graves. Mídese en Hertz (Hz).
- **Timbre:** é a calidade que nos permite diferenciar dous sons da mesma intensidade e frecuencia pero procedente de fontes ou instrumentos distintos. Os sons dun mesmo ton dependen da forma e natureza dos elementos que entran en vibración.

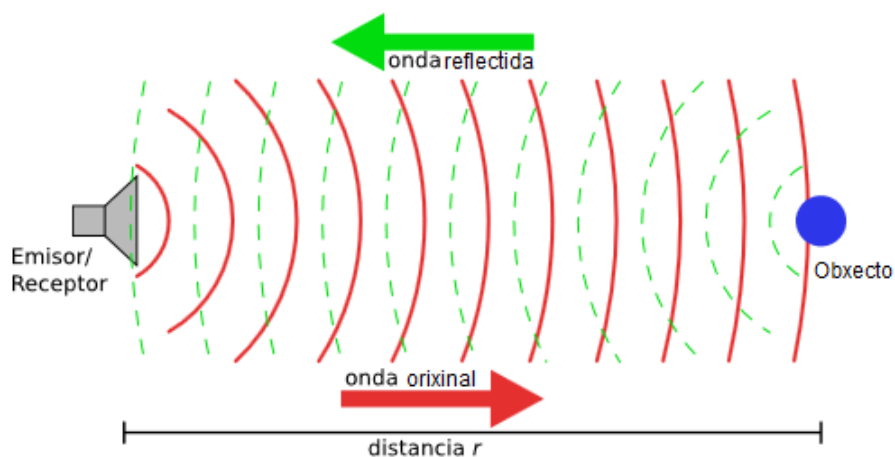


Reflexión do son

A velocidade de propagación do son depende do medio. Para que as ondas sonoras se propaguen nun medio, este debe ser elástico (debe poder recuperar o seu estado inicial). Como os sólidos son máis elásticos cós líquidos e estes máis que os gases, a velocidade de propagación do son é maior nos sólidos ca nos líquidos, e nestes maior ca nos gases.

O son, coma as demais ondas, reflíctese cando se encontra cun obstáculo. A reflexión do son dá lugar a fenómenos como o eco e a reverberación e ten aplicacións en ámbitos moi variados.

O oído humano pode distinguir dous sons que lle chegan cun intervalo superior a 0,1 s. Se o son reflectido por un obstáculo é percibido de forma diferenciada do son directo, dicimos que se produce o fenómeno do eco.



Reflexión dunha onda sonora (modificado de commons.wikimedia.org)

Cando o son directo e o reflectido chegan ao oído cun intervalo de tempo inferior a unha décima de segundo, escoitamos un único son prolongado. Este fenómeno denomínase reverberación.

A reverberación obsérvase cando se está nun cuarto baleiro (sen mobles, nin alfombras, nin cortinas, etc.). Unha vez xerado o son, reflíctese sucesivas veces nas paredes, dando lugar a unha prolongación do son orixinal.

Este fenómeno tense en conta ao deseñar espazos pechados nos que se van dar conferencias, concertos..., e para evitalo recóbreanse as paredes, teitos e chans con moqueta, cortiza, tea ou outro material que absorba o son.



A reverberación prodúcese en habitacións baleiras.

Image: 'DSC 1319'

<http://www.flickr.com/photos/8927070@N06/5301331332/> /Found on flickrcc.net



Cámara anecoica deseñada para absorber na súa totalidade as reflexións producidas por ondas acústicas

(commons.wikimedia.org)

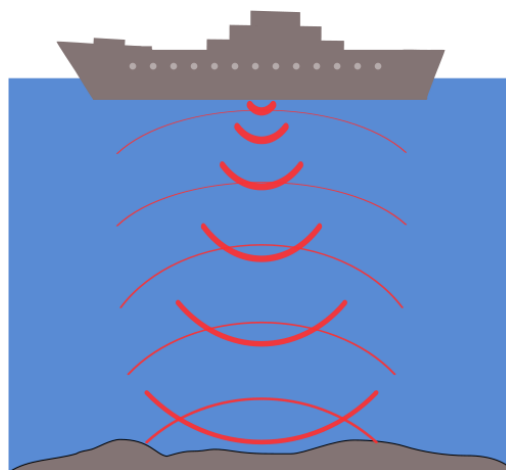
Como exemplo de aplicacións da reflexión do son temos as ecografías e sonar:

A ecografía utiliza ondas sonoras (ultrasóns) para obter imaxes das partes brandas do corpo, e sobre todo utilízase no seguimento dos embarazos. O ecógrafo envía ultrasóns e capta o son reflectido. A partir da medida do tempo transcorrido obtéñense as imaxes.

O sonar (Sound Navigation and Ranging) tamén aproveita a reflexión dos ultrasóns que emite para detectar obstáculos. Utilízase sobre todo no mar.



Ecografía dun feto de 12 semanas.
(commons.wikimedia.org)



O sónar utilízase para estudar os fondos oceánicos, detectar bancos de peixes,...
(commons.wikimedia.org)

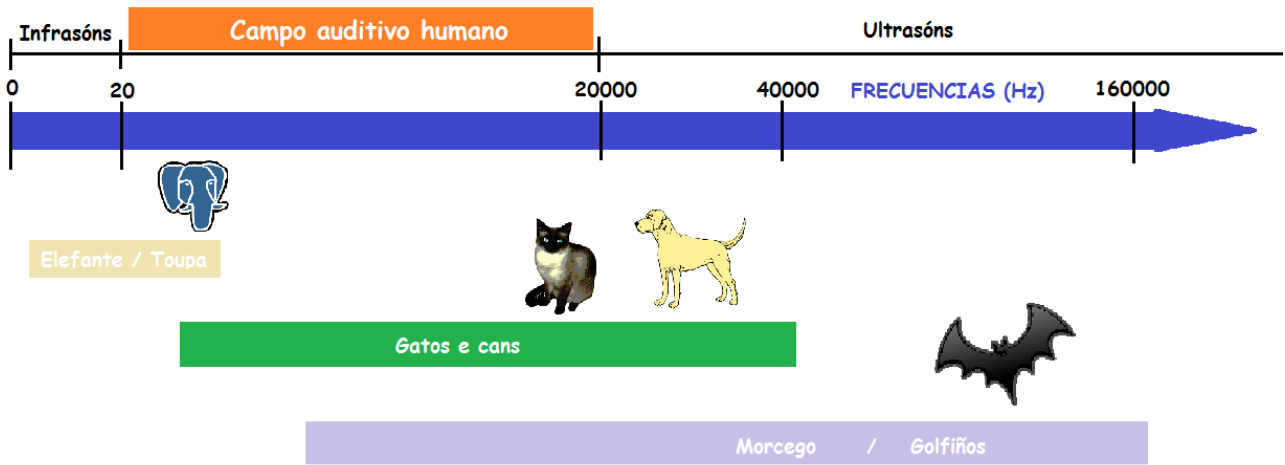
A percepción do son. O oído.

O son sempre está producido por un movemento (a vibración da corda dunha guitarra, a vibración das cordas vocais...). Para que haxa son necesítase:

1. Unha fonte emisora de ondas sonoras.
2. Un medio transmisor (sólido, líquido ou gasoso)
3. Un receptor ou detector de sons (o oído).

A fonte emisora é un corpo que vibra moi rapidamente. A maior ou menor rapidez con que vibra un corpo denomínase frecuencia e mídese en Hertz (Hz), é dicir, en vibracións por segundo.

O oído humano é capaz de detectar sons cunha frecuencia comprendida entre 20 e 20.000 Hz. (moitas persoas comezan a non oír a partir de 15.000 Hz).



Rango de audición de distintos animais (imaxes wikipedia e [pixabay](#))

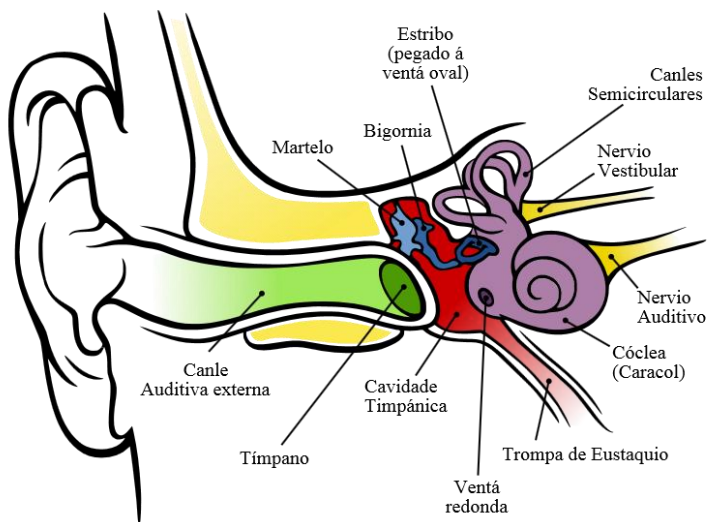
O oído humano está composto por 3 partes: oído externo, medio e interno.

- Oído externo: comeza no pavillón auricular, que conduce ao conduto auditivo externo o cal finaliza nunha membrana fina chamada tímpano.
- Oído medio: comunícase coa farinxe por medio das trompas de Eustaquio. A diferenza de presión entre ambos os dous oídos mantén tensado o tímpano. Aquí tamén se atopan 3 pequenos ósos chamados martelo, bigornia e estribo. Ao final está o conduto oval.
- Oído interno: existen dúas estruturas, o caracol, que é o encargado da audición, e as canles semicirculares, recheas dun líquido chamado endolinfa e que son as encargadas de manter o equilibrio.

O pavillón auditivo recibe o son e concéntrao polo conduto auditivo a través do tímpano cara ao oído medio.

Ao recibir as ondas sonoras, o tímpano vibra e este movemento transmítese aos tres ósos do oído medio que amplifican o son e o transmiten pola ventá oval ata o oído interno.

A vibración transmítese á endolinfa no interior do caracol, o cal move os cilios dunhas células que transforman a vibración do líquido en impulsos nerviosos, que se transportan ao nervio auditivo e de aí ao cerebro.



Estrutura do oído
Modificado de commons.wikimedia.org



Otite media (vese a membrana timpánica inflamada) /
commons.wikimedia.org

Defectos na percepción auditiva.

As enfermidades máis frecuentes relacionadas coa percepción auditiva son:

Otite. A otite é unha enfermidade moi común, e é o que xeralmente coñecemos como a inflamación do oído. Esta acontece xeralmente na porción media do oído (otite media) como consecuencia da disfunción (mal funcionamento) da trompa de Eustaquio, que, contaminada por bacterias ou virus da cavidade nasal ou farínxea, producirá unha infección aguda.

Tapóns. Son acumulacións excesivas de cerume que poden dificultar a audición ou favorecer o desenvolvemento de infeccións.

A síndrome de Ménière. Orixínase por unha acumulación excesiva de endolinfa no labirinto, o que ocasiona unha inflamación deste, provocando alteracións no equilibrio e a audición.

Perda de audición. Consiste nunha perda da capacidade auditiva. Existen dous tipos principais de perda de audición. Un acontece cando hai unha lesión no oído interno ou no nervio auditivo e é permanente. O outro tipo acontece cando o son non pode chegar ao oído interno, o que se pode producir por acumulación de cera ou líquido, ou pola perforación do tímpano.

