meravigliosamente

Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Ufficio Scolastico per la Lombardia

9

IN CHE MO(N)DO VIVIAMO

SUONO

NON SI VEDE MA SI SENTE



PICCOLA CASA EDITRICE

Con il patrocinio di

Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca
Ufficio Scolastico per la Lombardia

Fondazione Lombardia per l'Ambiente
Largo 10 luglio 1976, 1
20822 Seveso (MB)
tel. +3902806161.1
fax +3902806161.80
flanet@flanet.org - www.flanet.org

Responsabili di progetto e coordinamento:
G. Matteo Crovetto e Riccardo Falco

Testi di: Giovanni Zambon
Foto di: Tania Feltrin

Consiglio di Amministrazione della Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Presidente: Paolo Colombani
Vicepresidente:
Marcela Adriana Mc Lean
Presidente del Comitato scientifico: Marcello Fontanesi
Consiglieri: Maurizio Arena, Giovanni Azzone, Nicola Francesco Belizzi, Giovanni Bottari, Marcello Fontanesi, Marcela Adriana Mc Lean, Oronzo Raho, Angiolino Stella, Gianluca Gaetano Vago, Roberto Zoboli, Sindaco pro-tempore del Comune di Seveso.
Direttore: Fabrizio Piccarolo
Coordinatore scientifico:
Antonio Ballarin Denti

PICCOLA CASA EDITRICE
Via del Tecchione 36,
20098 Sesto Ulteriano
www.piccolacasaeditrice.it

Direttore editoriale: Davide Cestari
Coordinamento editoriale:
Lorenzo Murnigotti
Illustrazioni: Anna Formaggio
Segreteria organizzativa: Angela Parnisari

Sviluppo digitale: Arti Grafiche Fiorin
Via del Tecchione 36,
20098 Sesto Ulteriano (MI)



Carissimi bambini,

proteggere l'ambiente naturale per costruire un mondo di pace è dovere di ogni persona, ma per proteggere una cosa bisogna conoscerla. È per questo motivo che è nata la collana "Meravigliosambiente", un viaggio, o meglio un'avventura, alla scoperta dell'ambiente che ci circonda, per scoprirne la bellezza e la ricchezza, spesso date per scontate.

Ad accompagnarci ci sarà Aviel, un simpatico uccellino che, grazie alle informazioni raccolte da molti esperti che hanno studiato la nostra terra da cima a fondo, ci introdurrà all'interno dei vari aspetti dell'ambiente che ci circonda.



Buon lavoro a tutti!

Il Presidente,
Paolo Colombani



Ciao!

Cari amici, da quando ci alziamo a quando andiamo a letto, le nostre orecchie sentono voci e rumori...alcuni piacevoli, altri meno. Voi direte "è normale!" Ed è vero... ma attenzione perché dietro a questo semplice fatto, si cela un misterioso e affascinante fenomeno: il suono e io non vedo l'ora di parlarvene!

Affronteremo argomenti un po' difficili come la vibrazione, la propagazione, le onde sonore, la perturbazione dell'aria...ma io sono sicuro che con un po' di aiuto, con tanti esperimenti e divertenti giochi non solo capirete tutto, ma ne rimarrete affascinati come è capitato a me!

Sapete che il mio argomento preferito sono le sorgenti sonore? Si, perché ogni suono, amici, anche il più lieve, è prodotto da qualcosa, nulla è lasciato al caso, ma non è fantastico? Allora...siete pronti? Orecchie aperte! Inizia il viaggio...

Aviel



Che cos'è



IL SUONO È LA SENSAZIONE ORIGINATA DALLE VIBRAZIONI GENERATE DA UN CORPO ECCITATO, TRASMESSE ATTRAVERSO L'ARIA, CHE RAGGIUNGONO LE NOSTRE ORECCHIE.

Quando siamo in presenza di un suono c'è sempre qualcosa che lo produce (sorgente sonora).

È possibile fare un semplice esperimento: un righello appoggiato sul bordo di un tavolo, se sollecitato, produce un suono tipico. Si può anche notare come al variare della lunghezza sporgente del righello varia il suono.



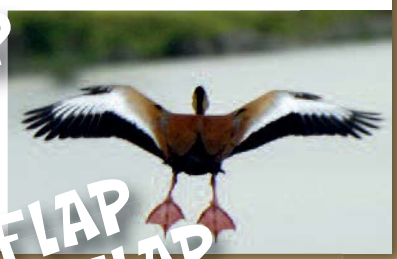
Per descrivere il fenomeno sonoro questo però non basta: è necessario che la vibrazione generata dalla sorgente venga trasmessa al nostro orecchio, attraverso un mezzo di trasporto, generalmente l'aria.

Metti una mano sulla gola e pronuncia la vocale 'i' a lungo; senti una vibrazione? Le tue corde vocali vibrano, spostano un po' di aria che forma una specie di onda. È un'onda che viaggia fino al tuo orecchio che sente il suono. La stessa cosa succede con una corda della chitarra, con un elastico ben teso, ma anche con il motore dell'automobile o il battito delle mani... o delle ali!!







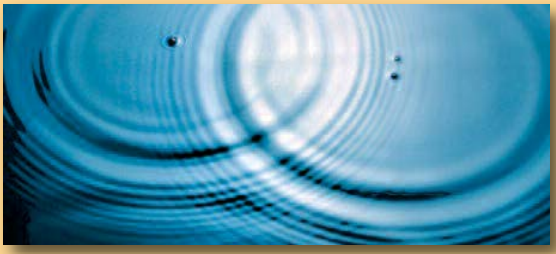


il suono?

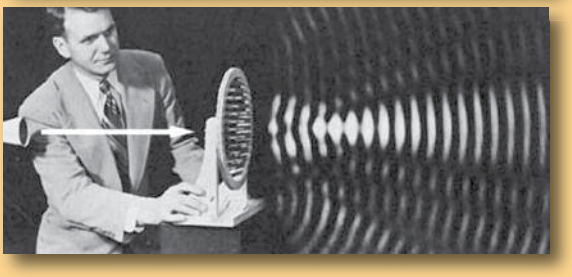
Come si propaga il suono?



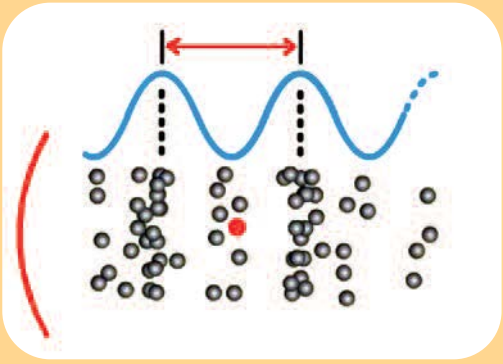
Il suono si propaga sotto forma di onde, un po' come avviene quando si lancia un sasso in uno stagno: le onde "trasportano" la perturbazione originata dall'impatto del sassolino con l'acqua.



Nell'acqua le onde si vedono, nell'aria no perché l'aria è troppo trasparente.



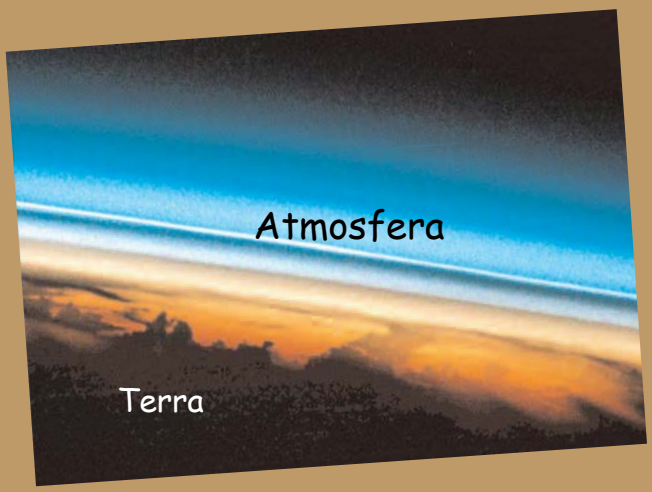
In questo esperimento riportato in uno dei primi testi di acustica (1960) è possibile vedere, grazie ad uno speciale illuminamento, la perturbazione dell'aria causata delle onde acustiche.



Contrariamente a quanto si possa immaginare, nella propagazione del suono non vi è trasporto di materia: le molecole dell'aria non si spostano dalla sorgente alle orecchie, ma oscillano attorno alla posizione che avevano prima di essere perturbate. Quello che giunge all'orecchio è proprio questa perturbazione.
La vibrazione di un oggetto muove (comprime) l'aria che gli sta vicino e questa a sua volta muove (comprime) quella vicina e così via. La compressione (perturbazione) si propaga attraverso l'aria e giunge all'orecchio.



Il suono per propagarsi ha quindi bisogno dell'aria! Infatti fuori dall'**atmosfera** terrestre non esistono suoni! In questa immagine è ben distinguibile lo strato dell'atmosfera terrestre e se ne possono intuire le dimensioni.



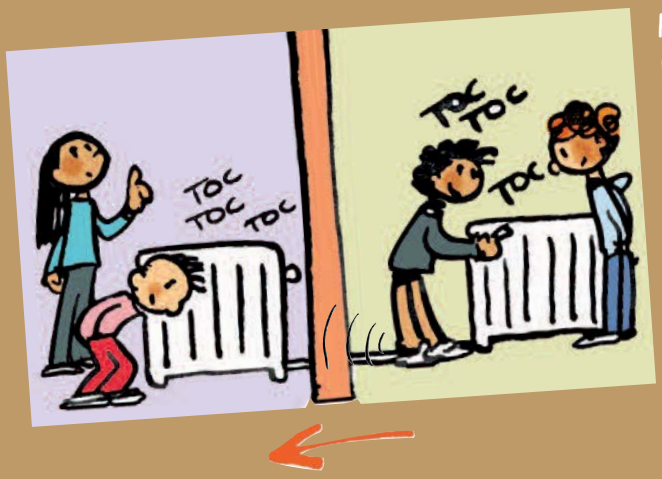


I cetacei, come questa balenottera, comunicano e cacciano grazie ai suoni che producono e sentono nell'acqua.

Il suono oltre che nell'aria si propaga anche nei solidi e nei liquidi; l'importante è che ci sia della materia che permetta la trasmissione delle perturbazioni iniziali.



Il suono viaggia nei materiali solidi

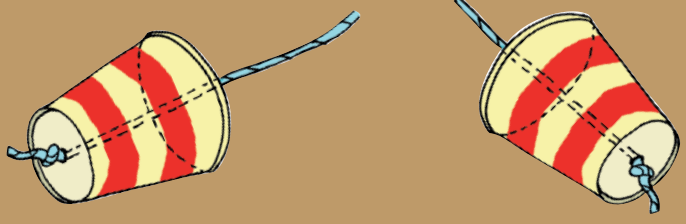


Per esempio attraversa le pareti di un appartamento. Ecco un esperimento da fare in classe: provate a dare dei colpetti al termosifone e dire ai compagni della classe a fianco di appoggiare le orecchie sul termosifone della loro aula: li sentiranno chiaramente!

Anche con questo gioco, che forse avrete fatto qualche volta, potete rendervi conto che le onde sonore si muovono negli oggetti.

occorre:

- 2 bicchieri di plastica rigida
- 6 m di spago
- forbici



1 Sul fondo di ogni bicchiere fai un buchino: infila un estremo dello spago in ciascun buco e fai un nodo.



2 Prendi un bicchiere e dai l'altro a un amico. Allontanatevi affinché lo spago sia ben teso.

3 Ora uno di voi due parla nel bicchiere a bassa voce e l'altro ascolta.

4 La voce si sente perché le onde sonore si propagano attraverso il filo!





La velocità

La velocità del suono nell'aria è di 330 metri al secondo (m/s). Confrontata con la velocità dell'uomo (l'uomo più veloce viaggia a 10 metri al secondo) con quella di un automobile (le auto di formula 1 viaggiano al massimo a 100 metri al secondo) o con quella di una aereo transoceanico (250 metri al secondo), la velocità del suono sembra molto alta; confrontata con quella della luce è invece bassissima. La velocità della luce è infatti pari a 300.000 chilometri al secondo (km/s) cioè a 300.000.000 metri al secondo (m/s).



La velocità del suono qualche tempo fa sembrava segnare un confine insuperabile per l'uomo; fu solo nel 1947 che Yeager, con un aereo che oggi risulterebbe del tutto inadatto, superò la velocità del suono.





Ecco l'areo con cui Yeager superò per primo la barriera (o muro) del suono. Oggi è normale per molti aerei da guerra viaggiare a velocità superiori a quelle del suono (regime supersonico Mach=1): in alcuni casi riescono a superare anche di 5 volte la velocità del suono (regime ipersonico Mach = 5).

del suono

CRACK!

PIM PUM PAM

PUM PUM

Due fenomeni a noi famigliari ci fanno capire che il suono ha una sua velocità e che questa è molto più piccola di quella della luce: il **tempo** che trascorre **tra un lampo e un tuono** e il **ritardo** che c'è **tra la luce dei fuochi di artificio** e i corrispondenti **scoppi**.

Dalla misura del tempo che intercorre tra il lampo e il tuono è possibile capire a che distanza si trova il temporale: se passano 3 secondi, ad esempio, vuol dire che il temporale è a circa 1 Km. Allo stesso modo è possibile capire a che altezza avviene lo scoppio di un fuoco d'artificio.



Il suono nei liquidi e nei solidi

Nei liquidi il suono si propaga molto bene e la sua velocità (circa 1.500 m/s), è superiore a quella nell'aria; per questo le balene e i capodogli riescono a comunicare e ad "organizzare i loro incontri" con una certa facilità. Nei solidi la velocità del suono è ancora superiore (nei metalli è di circa 5.000 m/s). Questo è il motivo per il quale gli indiani riuscivano a percepire con buon anticipo l'arrivo del treno ascoltando il rumore che arrivava dai binari, oppure l'arrivo dei nemici ascoltando lo scalpitio dei cavalli con l'orecchio appoggiato sul terreno.



Come facciamo

Con le orecchie!



Quello che noi vediamo del nostro apparato uditivo (le orecchie) è solo una parte del complesso sistema che ci permette di udire i suoni. L'orecchio infatti è composto da tre parti: **orecchio esterno, orecchio medio e orecchio interno**.

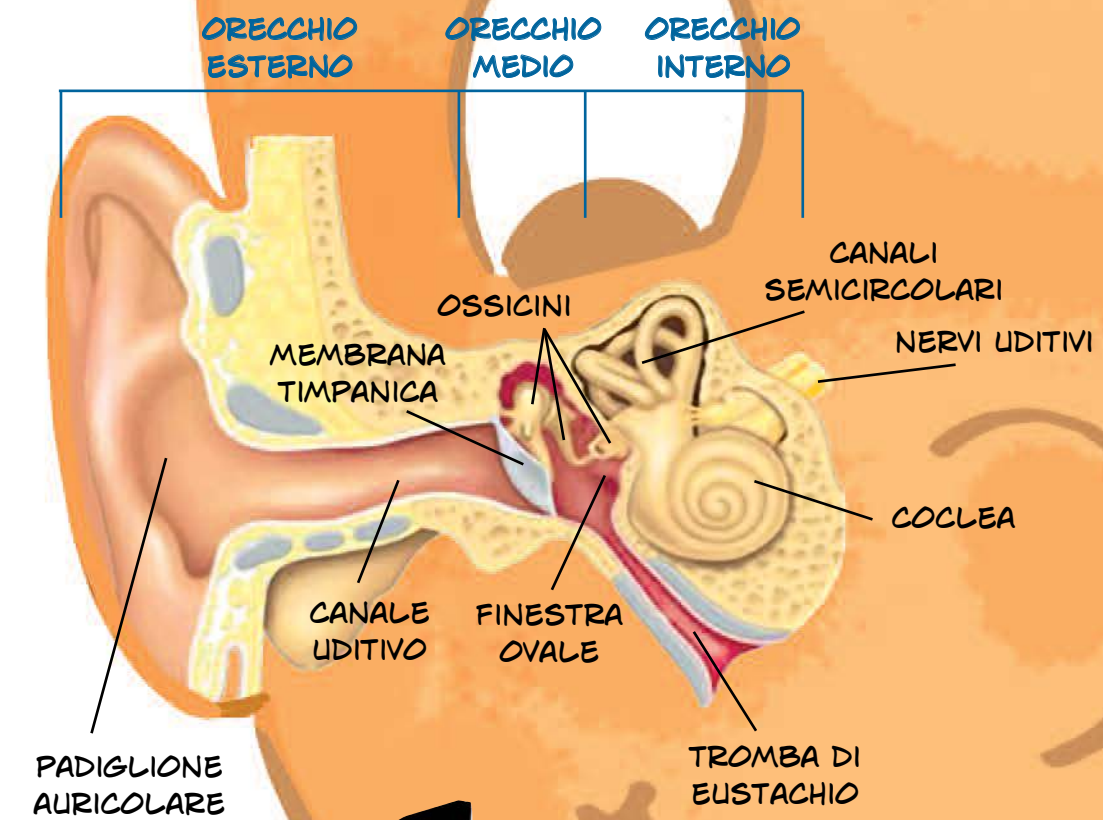
L'orecchio esterno è costituito essenzialmente dal **padiglione auricolare**, che ha lo scopo di raccogliere meglio le vibrazioni acustiche e dal **timpano**, una membrana molto sottile e sensibile che viene fatta vibrare dalle perturbazioni dell'aria.
Il timpano trasmette le vibrazioni agli **ossicini** (martello, incudine e staffa) che costituiscono l'orecchio medio. Gli ossicini trasmettono, amplificandole, le vibrazioni alla coclea.



La **finestra ovale** segna il confine con l'orecchio interno nel quale vi è la **coclea**, che ha il compito di interpretare il segnale acustico e i **nervi uditivi** che trasmettono il segnale al cervello e che costituiscono l'ultima parte dell'orecchio interno.

a sentire i suoni?

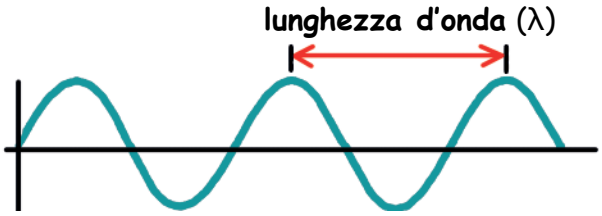
l'apparato uditivo



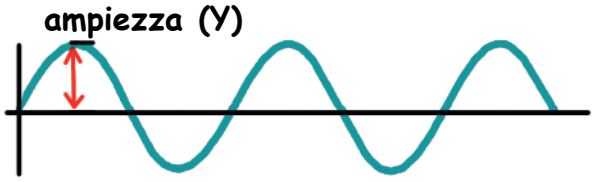
Le caratteristiche

Il nostro apparato uditivo riesce a percepire suoni diversi grazie a due caratteristiche dell'onda sonora:

1 . la lunghezza d'onda, cioè la distanza tra due "gobbe" dell'onda sonora.



2. l'ampiezza, ovvero l'altezza della "gobba".



A queste due caratteristiche dell'onda sonora (delle onde in generale in realtà!) sono infatti legate la frequenza o "altezza" del suono e il suo livello o "volume".

1 - La frequenza

Immaginiamo di essere fermi in un punto: la frequenza di un'onda corrisponde al numero di lunghezze d'onda che attraversano quel punto in un secondo e si misura in Hertz (Hz). Quante più lunghezze d'onda "passano" nell'unità di tempo, tanto più la frequenza è alta e viceversa.
L'orecchio umano può percepire suoni con frequenze che vanno da un minimo di 20 Hz a un massimo di 20.000 Hz. I suoni che hanno frequenze al di fuori di questo intervallo, pur esistendo, non vengono uditi dall'uomo: sono gli infrasuoni e gli ultrasuoni.
I suoni corrispondenti alle basse frequenze sono chiamati **gravi** o, nel campo della musica, bassi. I suoni con frequenze alte sono chiamati **acuti**.

del suono







Come abbiamo detto l'orecchio umano non è in grado di percepire tutti i suoni, vi sono invece animali che sono in grado di percepire suoni anche corrispondenti a frequenze molto maggiori di 20.000 Hz (**ultrasuoni**).

I **cani** sono in grado di percepire frequenze fino a 40.000 Hz.

I **pipistrelli** sono in grado di percepire frequenze fino a 100.000 Hz.

Prova a scrivere alcuni suoni che sono tipicamente gravi o acuti!

SUONI GRAVI (BASSI):

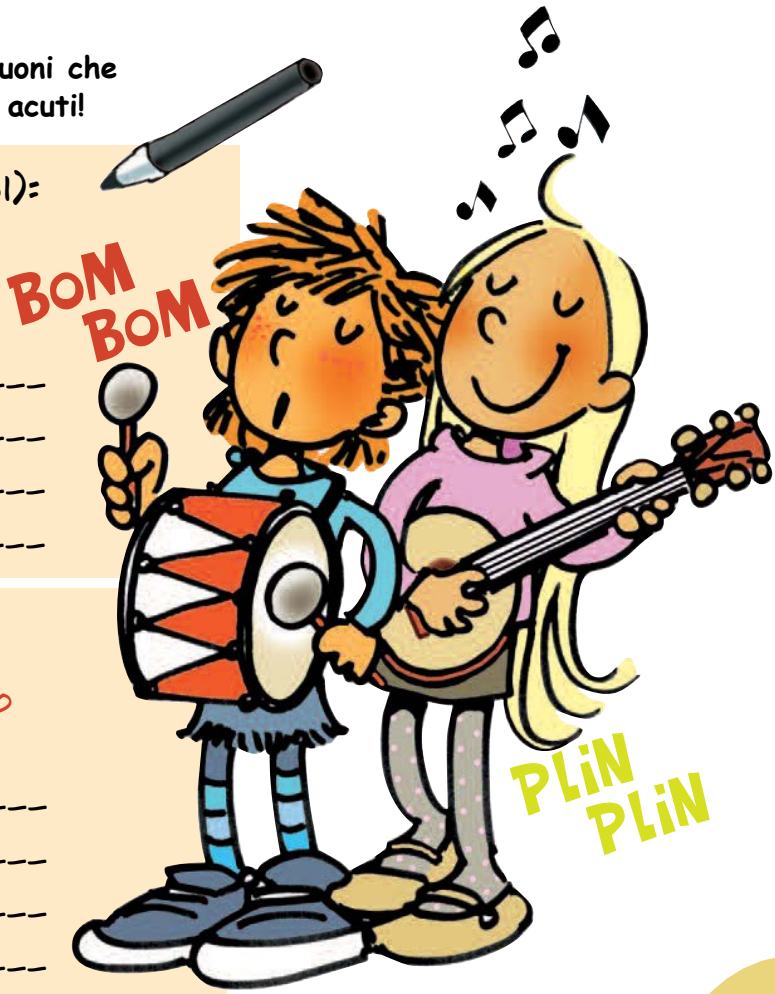
CONTRABBASSO
SIRENA DELLA NAVE
MOTORE DEL CAMION

_____
_____
_____
_____

SUONI ACUTI (ALTI)

OTTAVINO
FISCHIETTO DELL'ARBITRO
PENTOLA A PRESSIONE

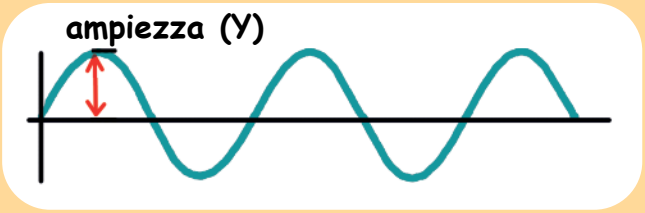
_____
_____
_____
_____



2 - Il livello

Il livello di un'onda acustica è direttamente collegato alla sua ampiezza (y): più è grande il valore dell'ampiezza (cioè più un'onda è alta), maggiore è il livello o "volume" percepito.

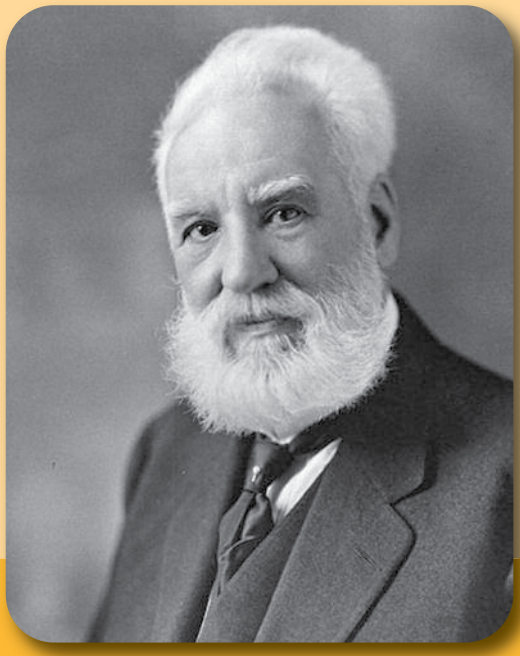
Il livello sonoro si misura in **decibel** (dB). A fianco ci sono alcuni esempi di livelli sonori espressi in decibel.







Il "decibel" prende il nome da **Alexander Graham Bell**, lo scienziato canadese di origini scozzesi che brevettò il telefono e inventò, tra le altre cose, il citofono e il telegrafo.





100 decibel



90 decibel



80 decibel



60 decibel



Come si misura



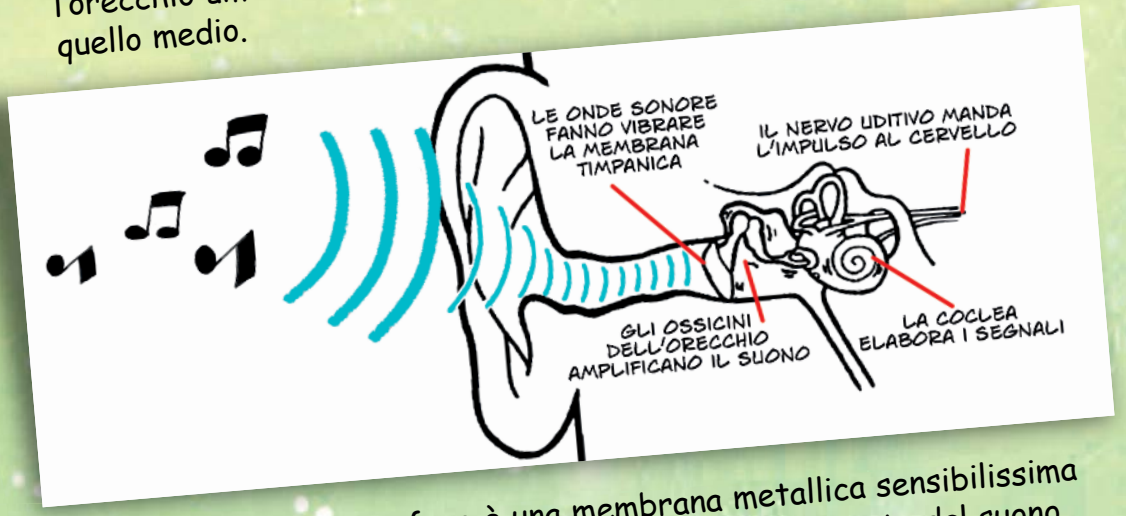
il suono?

Microfono e fonometro





Per misurare il suono l'uomo ha inventato uno strumento che "copia" l'orecchio umano: il microfono è l'insieme dell'orecchio esterno e di quello medio.



La prima parte del microfono è una membrana metallica sensibilissima (diaframma) che segue le perturbazioni dell'aria provocate dal suono esattamente come la membrana timpanica.
Ad ogni movimento della membrana microfonica viene generata una piccolissima scossa elettrica che viene poi amplificata dal preamplificatore.
La funzione del preamplificatore è la stessa di quella degli ossicini dell'orecchio medio.
Al preamplificatore è collegato lo strumento di misura (fonometro) che elabora i segnali, calcola l'intensità e la frequenza. Un po' quello che fanno la coclea e il cervello dopo che hanno ricevuto il segnale dai nervi uditivi.

L'inquinamento

Quando il livello di rumore a cui una persona è sottoposta raggiunge valori troppo elevati o l'esposizione al rumore è prolungata, ci sono numerose ripercussioni sull'organismo.





Studi scientifici sulla potenza dei rumori e dei suoni ci dicono che i rumori più forti come gli aerei in fase di decollo, i motorini con la marmitta bucata, la strada a traffico intenso possono provocare disturbi al sistema uditivo, allo stomaco, al sistema respiratorio e anche al cuore!

acustico



Per tutelare la salute dell'uomo sono state emanate numerose norme. In Italia in particolare esiste una legge che obbliga tutti i comuni a suddividere, secondo precisi criteri, il proprio territorio in classi acustiche all'interno delle quali esistono specifici limiti.
Le classi a cui ogni punto del territorio può appartenere sono sei e vanno dalla I, che è quella che richiede i livelli più bassi (si riferisce a scuole, ospedali e parchi) alla VI, che riguarda aree esclusivamente industriali.





Per esempio, per gli edifici appartenenti alla classe acustica III, quelli cioè all'interno delle aree gialle, i livelli di rumore massimi consentiti durante il periodo diurno sono pari a 60 dB(A).

Esperimenti

costruisci uno strumento a percussione

occorre:

- scatola di latta (tipo quella dei biscotti)
- carte colorate
- colla
- forbici
- nastro adesivo colorato o trasparente
- 1 palloncino grande



1 Lava e asciuga bene la scatola. Il coperchio non serve.



2 Decora la scatola come vuoi ricoprendola con la carta colorata. Taglia il collo del palloncino.



3 Tendilo sopra l'apertura della scatola e fissalo con un paio di giri di nastro adesivo. Ora puoi suonarlo con una bacchetta o con le mani!

sonori



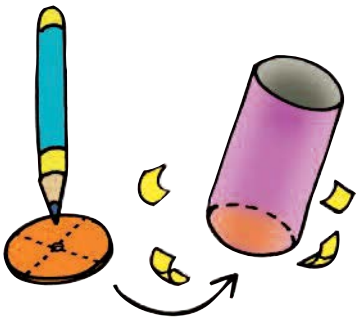


occorre:

- 1 candela
- 1 cilindro di cartone
- cartoncino
- carta da forno
- un elastico
- fiammiferi o accendino
- nastro adesivo
- forbici

LE ONDE SONORE NON SI VEDONO MA CI SONO! PUÒ SUCCEDERE CHE SUONI FORTI SIANO IN GRADO DI SPOSTARE GLI OGGETTI; AD ESEMPIO, UN RUMORE MOLTO FORTE PUÒ CAUSARE IL DISTACCO DI NEVE E GHIACCIO PROVOCANDO UNA VALANGA. SE FAI L'ESPERIMENTO CHE SEGUE AVRAI LA CERTEZZA DELL'ESISTENZA DELLE ONDE SONORE!







1 Disegna sul cartoncino un cerchio seguendo la circonferenza del tubo. Ritaglia il cerchio e fai un buco con la punta della matita.

2 Attacca il cerchio su una apertura del tubo con quattro pezzetti di nastro adesivo.

3 Ricopri l'altra apertura con la carta da forno e fissala con l'elastico.









4 Accendi la candela e appoggiala sul tavolo. Avvicina il rotolo con il buchino vicino alla fiamma.

5 Batti forte con le dita sul cartone. Vedrai che la fiamma della candela ondeggia (e a volte si spegne) perché investita dalle onde sonore che escono dal buco.

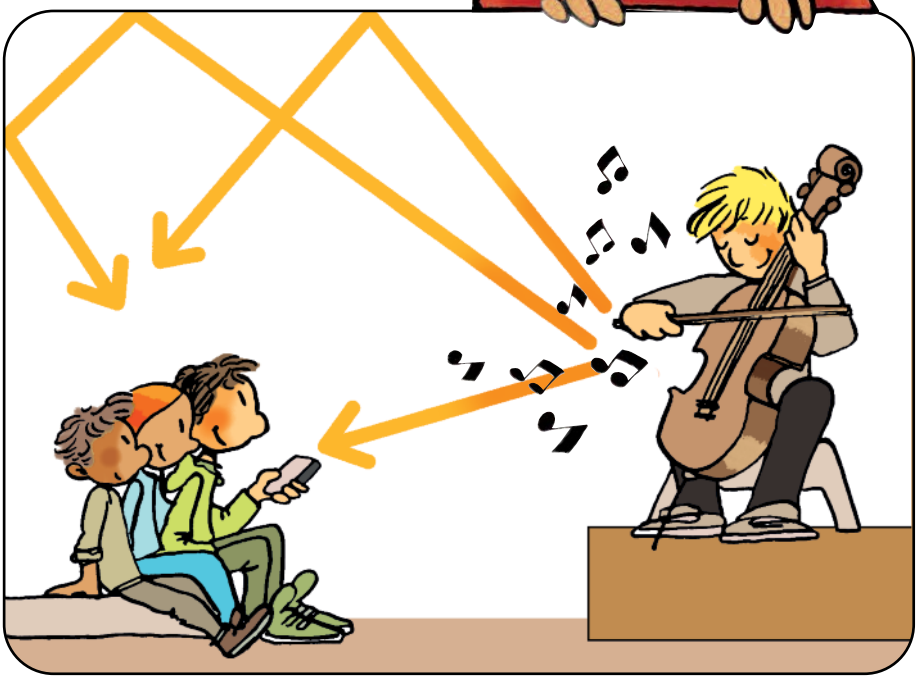


Alcune proprietà delle

Fra le tante proprietà del suono ve n'è una di cui tutti facciamo esperienza e che ha numerosi applicazioni in diversi campi scientifici: si tratta della **riflessione**.

Quando un suono incontra una superficie, una sua parte viene riflessa con un angolo uguale a quello incidente.
Esattamente come quando la luce incontra uno specchio o una superficie che riflette!





onde sonore



L'esempio più noto è l'**eco**. Se la superficie che riflette l'onda acustica è sufficientemente lontana si ha l'eco: il suono che emettiamo rimbalza sul muro o sul monte che abbiamo di fronte e torna alle nostre orecchie, che lo percepiscono come se fosse stato prodotto da un'altra sorgente.

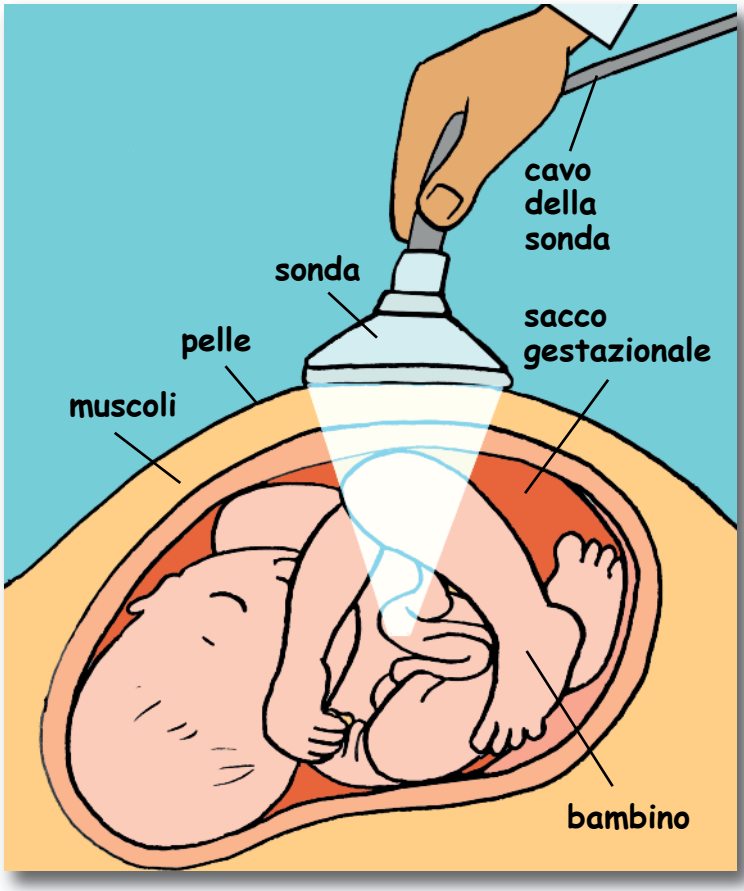
Prova a cantare con la testa sull'apertura di un un secchio: cosa succede? La tua voce cambia timbro e sembra amplificata perché si riflette sulla parete interna del secchio e una parte torna al tuo orecchio.

Vi sono numerosissime applicazioni di questa proprietà del suono. Come abbiamo visto nelle pagine precedenti molti animali la sfruttano per evitare gli ostacoli, catturare le prede o per comunicare. Anche l'uomo ha imparato a utilizzarla!

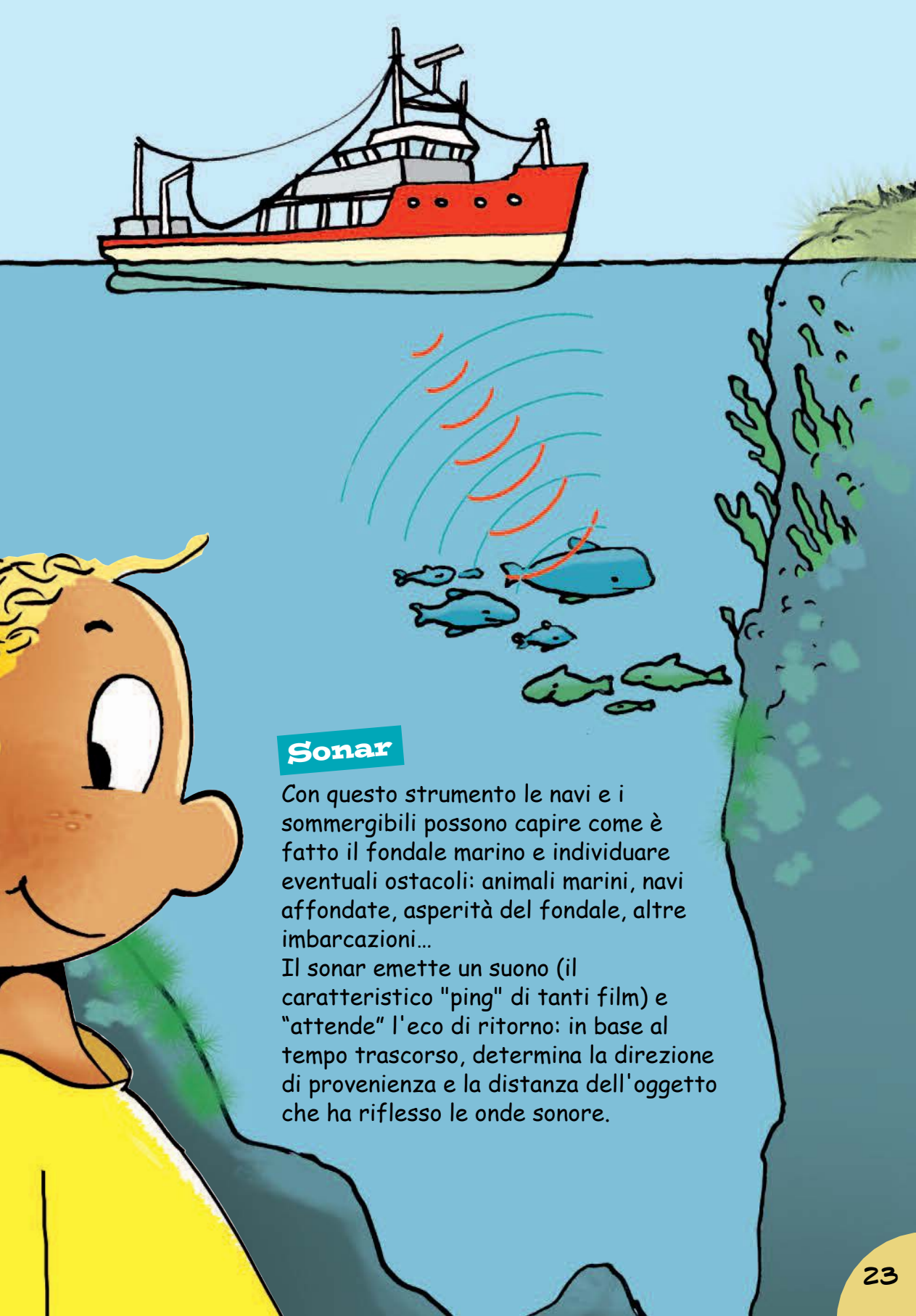


Ecografia

Con l'ecografia il medico può far vedere alla mamma il bambino che è nella pancia usando gli ultrasuoni! Un'apposita apparecchiatura emette gli ultrasuoni a contatto del "pancione"; questi vengono riflessi in modo diverso a seconda del tessuto che incontrano e l'eco di ritorno viene trasformato in segnale luminoso (una specie di immagine) su un apposito monitor.







Sonar

Con questo strumento le navi e i sommergibili possono capire come è fatto il fondale marino e individuare eventuali ostacoli: animali marini, navi affondate, asperità del fondale, altre imbarcazioni…
Il sonar emette un suono (il caratteristico "ping" di tanti film) e "attende" l'eco di ritorno: in base al tempo trascorso, determina la direzione di provenienza e la distanza dell'oggetto che ha riflesso le onde sonore.

Luoghi da

La stanza del suono

Se vuoi sperimentare alcune delle caratteristiche e dei fenomeni legati al suono, puoi farlo visitando "La stanza del suono", un laboratorio installato presso il Centro Studi e Ricerche di Fondazione Lombardia per l'Ambiente a Seveso. Qui potrai vedere, sentire, capire ed entrare nel magico mondo... dell'acustica!

La prima parte dell'esperienza permetterà di verificare la natura ondulatoria del suono con l'aiuto di un semplice sistema di amplificazione: occhio la volume!!!



Nella seconda parte, si passa in un corridoio appositamente realizzato con materiale fonoassorbente: qui il rumore, le parole, le canzoni e anche le grida risulteranno ovattati.

La sperimentazione si conclude svelando la natura geometrica del suono: grazie a speciali specchi acustici sarà possibile percepire suoni molto deboli generati a distanze anche molto elevate e si potrà creare il fenomeno dell'eco.

visitare



La stanza del suono si trova a Seveso (MB), presso il Centro Studi e Ricerche della FLA, in Largo 10 luglio 1976, 1 (ex piazza XXV aprile).

Per informazioni telefonare al numero 028061611 dal lunedì al venerdì.





Fondazione Lombardia
per l'Ambiente