

## APPROFONDISCO **Applicazioni degli ultrasuoni: il sonar**

Sul fenomeno della riflessione delle onde sonore è basato il funzionamento di un apparecchio fondamentale per la navigazione marittima e per lo studio della morfologia dei fondali marini, il **sonar** (abbreviazione dell'espressione inglese *Sound Navigation and Ranging*, ovvero «navigazione e localizzazione per mezzo del suono»). Il sonar emette **ultrasuoni** [A] che, nell'acqua, si propagano alla velocità di circa 1500 m/s. Questo dispositivo viene usato sulle navi appositamente predisposte per determinare la profondità dei fondali, ovvero la distanza

tra il fondo marino e la superficie, per rendere sicura la navigazione, esplorare i fondali, compiere ricerche di relitti ecc. Questa distanza si calcola in base al tempo che il suono impiega per raggiungere il fondale e per tornare indietro verso l'apparecchio. Per il calcolo si utilizza la formula:

$$s = v \times \frac{t}{2}$$

dove  $s$  è lo spazio percorso dalle onde sonore,  $v$  la velocità dell'onda sonora nell'acqua,  $t$  il tempo totale impiegato dall'onda sonora per andare e tornare.



**A** Gli ultrasuoni emessi dai sonar vengono riflessi dal fondo marino (e dagli oggetti immersi); un monitor a bordo fornisce il profilo preciso degli ostacoli.



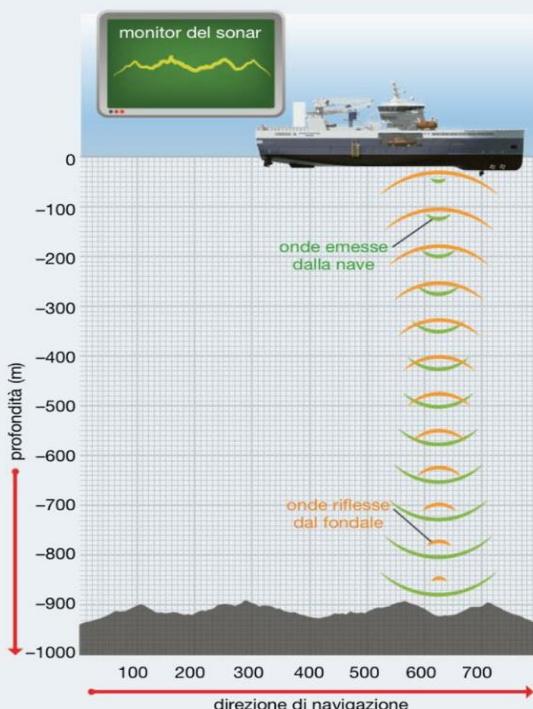
## SCIENZE & MATH COMPETENZE

### Analizziamo i fondali marini

Il **diagramma cartesiano** è un tipo di rappresentazione che fornisce un'immagine di una serie di coppie di dati mediante una linea spezzata. Sugli assi vengono rappresentate le grandezze a cui si riferiscono i dati. All'interno di queste rappresentazioni è possibile disegnare figure geometriche regolari e non, come poligoni, e spezzate chiuse e aperte.

Il fenomeno della **riflessione delle onde** ha diverse importanti applicazioni tecnologiche. Il funzionamento di un apparecchio fondamentale per la navigazione marittima, il **sonar**, si basa, per esempio, sulla riflessione delle onde sonore. Il sonar emette suoni, che nell'acqua si propagano alla velocità di quasi 1500 m/s, e viene usato sulle navi per determinare la distanza tra il fondo marino e la superficie, per rendere sicura la navigazione ed esplorare i fondali.

Ora **osserva** il disegno qui sotto. Supponi che il sonar in dotazione alla nave esegua una misura ogni 50 metri di navigazione. Sapendo che il suono nell'acqua si propaga alla velocità di circa 1500 m/s, **completa** la tabella ricavando le varie profondità del fondale marino. **Disegna** poi sulla carta millimetrata il profilo del fondale analizzato.



Misura	Tempo impiegato dal suono per raggiungere il fondale e ritornare indietro (s)	Profondità del mare (m)
1	0,6	
2	0,4	
3	0,8	
4	1	
5	1,2	
6	0,8	
7	0,8	
8	0,4	
9	0,6	
10	1	
11	0,4	
12	0,6	

**Rispondi** ora alle domande seguenti.

- Qual è la massima profondità del fondale scandagliato? \_\_\_\_\_
- Se si misurasse una profondità di 1800 m, quale sarebbe il tempo impiegato dal suono per raggiungere il fondale e ritornare indietro? \_\_\_\_\_
- Come cambia il tempo impiegato dal suono per raggiungere il fondale e ritornare indietro quando dimezziamo la profondità? \_\_\_\_\_
- Questo significa che profondità e tempo sono due grandezze \_\_\_\_\_.

## APPROFONDISCO Il muro del suono

A temperatura ambiente il suono si propaga nell'aria alla velocità di circa 340 m/s, equivalente a 1224 km/h. Quando un aereo vola a una velocità inferiore a quella del suono, il rumore che produce si propaga in tutte le direzioni, anche in quella lungo la quale si sta muovendo l'aereo. Le onde, che viaggiano alla velocità

del suono, precedono quindi l'aereo, perché «si muovono più in fretta». Se l'aereo raggiunge la stessa velocità, le onde sonore non fanno in tempo ad allontanarsi e formano davanti alla fusoliera dell'aereo una barriera. Nel momento esatto in cui l'aereo supera la velocità del suono, attraversa anche questo **muro del suono**

**A** Se un velivolo procede a una velocità paragonabile o più alta di quella del suono (circa 340 m/s), le onde sonore da esso prodotte si «accumulano» davanti formando una sorta di barriera, chiamata muro del suono. Molti aerei di uso militare raggiungono tali velocità.



formato dalle onde accumulate [A]. Il boato che si sente in questi casi (il cosiddetto *boato sonico* o *bang supersonico*) è dovuto proprio al passaggio dell'aereo attraverso queste onde. L'aumento improvviso della pressione produce anche una nuvola di condensa dell'umidità atmosferica, visibile nella fotografia.



## UN TESTO SCIENTIFICO

Dopo aver letto questo breve testo scientifico, rispondi alle domande.

Intorno alle 11.30 di stamattina tutto il Nord-Ovest d'Italia, dalla Lombardia fino alla Valle d'Aosta, ha avvertito due boati così forti da far tremare i vetri delle finestre!

Molti cittadini si sono fatti prendere dal panico (qualche scuola è stata perfino evacuata), ma in pochi minuti ci ha pensato l'Aeronautica Militare a calmare gli animi: i due schianti erano solo il boom sonico innescato da una coppia di Eurofighter che avevano infranto la **barriera del suono** per raggiungere un velivolo che aveva perso i contatti con gli enti del traffico aereo. Ciò accade perché i jet in volo supersonico viaggiano più veloci del suono prodotto dai loro motori, irradiando nel corso della traiettoria onde di rumore che dalla punta dell'aereo si espandono in cerchi sempre più ampi, formando una specie di cono.

Con l'aumentare della velocità, però, aumenta anche la resistenza dell'aria, la quale arriva a creare quasi un muro fisico (ecco perché si parla di «barriera» o «muro» del suono), che però si infrange una volta superata la soglia dei 1200 km/h (o 1050 km/h sopra i 1100 metri di quota).

In quel momento l'aria si concentra nel «cono di rumore» e viene rilasciata con uno schianto fortissimo.

[tratto da <https://www.focusjunior.it/news/che-cose-il-boom-sonico>]

1. Che titolo daresti tu all'articolo che hai appena letto?
2. Che cosa ha allarmato la popolazione?
3. Chi ha rassicurato i cittadini?
4. Che cosa hanno infranto i due aerei chiamati Eurofighter?
5. Trova nel testo e sottolinea la frase che potrebbe spiegare l'immagine qui sotto.



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**1.** FIN DAGLI ANNI QUARANTA DEL XX SECOLO I PILOTI DI CACCIA PROVARONO A SUPERARE LA **VELOCITÀ DEL SUONO** (344 m/s, OVVERO 1238 km/h) VOLANDO «IN PICCHIATA» CON I PROPRI VELIVOLI. I RISULTATI FUORO SPESO TRAGICI, TANTO CHE NACQUE IL CONCETTO DI «**MURO DEL SUONO**», UN'IMMAGINARIA BARRIERA DIFFICILE O FORSE - ADDIRITTURA - IMPOSSIBILE DA SUPERARE.

**2.** IL 14 OTTOBRE 1947 IL PILOTA CHARLES YEAGER, A BORDO DI UN AEREO-RAZZO, DIVENTÒ IL PRIMO UOMO A VOLARE A **MACH 1** (UNA VOLTA LA VELOCITÀ DEL SUONO), SUPERANDOLA DI POCO E PROVOCANDO IL POTENTE BOATO (OGGI CHIAMATO **BOOM SONICO**) TIPICO DELL'ABBATTIMENTO DEL MURO DEL SUONO.

**3.** IL 14 OTTOBRE 2012 IL PARACADUTISTA FELIX BAUMGARTNER È DIVENTATO LA **PRIMA PERSONA** AD ABBATTERE IL MURO DEL SUONO CON IL PROPRIO CORPO, LANCIANDOSI DA UN'ALTEZZA DI 39 Km E ARRIVANDO A UNA VELOCITÀ DI CADUTA RECORD DI 1342,8 km/h (MACH 1,24).

**4.** MA BEN PRIMA DEGLI AEREI (E DELL'UOMO STESSO) È STATO UN ALTRO OGGETTO A SUPERARE LA VELOCITÀ DEL SUONO: LA **FRUSTA**. LA SUA ESTREMITÀ ROMPE INFATTI LA BARRIERA DEL SUONO, GENERANDO UNO SCHIACCIO CHE È UN VERO E PROPRIO BOOM SONICO.

### Come viaggia il suono

Quanto a velocità, quindi, Indiana Jones può battere un aereo. Ma la **velocità del suono** da che cosa è determinata? È costante o può cambiare? Vi siete mai domandati perché nei film del genere western i protagonisti poggiano l'orecchio per terra o sulle rotaie del treno per capire se il nemico sta arrivando?



# Salviamo le nostre orecchie!

Quasi metà della popolazione europea è esposta all'inquinamento acustico, causato da suoni e rumori di eccessiva intensità. Eppure basterebbero piccoli accorgimenti per salvare un bene prezioso come il nostro udito.

## Che cos'è l'inquinamento acustico

Pensiamo all'insieme dei suoni che ci circondano come a una specie di «paesaggio» in cui siamo costantemente immersi. Siamo così abituati a convivere con il rumore di sottofondo da non rendercene neanche conto, finché il volume o l'acutezza non causano fastidio.

Eppure, l'esposizione troppo prolungata ai rumori, e soprattutto a quelli troppo forti (**inquinamento acustico**), è sempre dannosa: l'OMS (l'Organizzazione Mondiale della Sanità) ha stimato che almeno 300 milioni di europei siano costantemente esposti a valori acustici sopra la soglia di allarme, dovuti soprattutto al traffico dei veicoli.



Decibel	Sorgente del rumore
10	Respiro
10-20	Fruscio di foglie, bisbiglio
30-40	Notte in campagna
50	Teatro, ambiente domestico
60	Voce alta, ufficio rumoroso
70	Telefono, stampante, Tv e radio ad alto volume
80	Sveglia, strada con traffico medio
90	Strada a forte traffico, fabbrica rumorosa, frullatore, tagliaerba
100	Autotreno, treno merci, cantiere edile, suono di percussioni, discoteca
110-130	Concerto rock, motosega, trapano
120	Sirena, martello pneumatico
130	Decollo di un aereo jet
150	Colpo di arma da fuoco, fuoco d'artificio



## Quali danni provoca?

I rumori troppo alti durante la notte **impediscono di dormire bene** (risvegli frequenti, minore concentrazione nelle ore diurne, nervosismo). Anche ascoltare musica in cuffia a volume troppo alto oppure in discoteca fa male alle nostre orecchie, perché **danneggia** irreversibilmente alcune delicate cellule e **fibre nervose**, impedendo la trasmissione dei suoni.

Rumori molto forti, come gli scoppi, possono provocare **danni diretti ai timpani**: questi diventano meno elastici e cominciamo a sentire di meno, in particolare i suoni acuti. I danni alle orecchie sono permanenti. Si stima che in Europa 1 persona su 10 tra i 16 e i 30 anni abbia già un danno permanente all'udito.

## I rumori si possono attutire con appositi materiali...

In diversi contesti si possono utilizzare materiali che hanno la proprietà di **assorbire** le onde sonore invece di **rifletterle** (**isolanti acustici**). Per esempio, pannelli di materiali fonoisolanti vengono installati lungo le autostrade o le linee ferroviarie per ridurre il rumore dei mezzi a motore nelle abitazioni circostanti.

## ... oppure «cancellare» con altri rumori

Quando più suoni si mescolano tra loro si crea il fenomeno dell'**interferenza**. L'interferenza può essere utilizzata per attutire o annullare del tutto alcuni rumori. Per esempio, gli operatori di alcuni aeroporti o i piloti di Formula 1 utilizzano speciali cuffie che «analizzano» l'inquinamento acustico e generano un altro suono che interferisce distruttivamente con il rumore.

## Rifletto sul mio stile di vita

Segna sul quaderno ogni volta che in una settimana sei sottoposto a forti rumori o s.ioni (per esempio ascolto di musica con le cuffie ad alto volume, o passeggiata nella via più trafficata della città). Ipotizza quali semplici comportamenti potresti adottare (e far adottare) per ridurre il rischio di danni all'udito.



NESSO

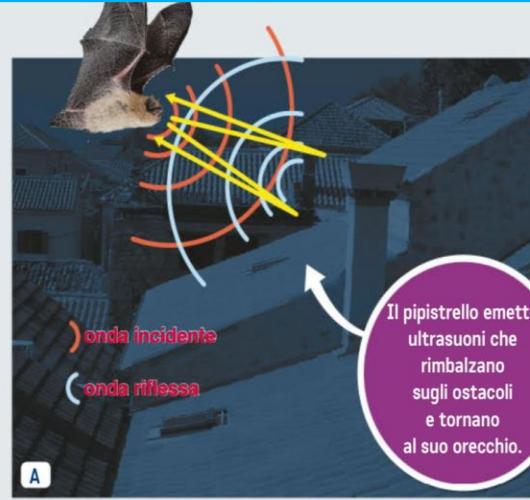
BIOLOGIA

## L'ecolocalizzazione

Il fenomeno della riflessione delle onde sonore viene sfruttato da alcune specie animali per ricavare informazioni sull'ambiente circostante grazie all'**ecolocalizzazione**: l'animale emette onde acustiche che vengono riflesse dagli ostacoli circostanti e percepite dai suoi organi di senso acustico (**ecolocalizzazione**) **[A]**. Il sistema nervoso di questi animali è in grado di elaborare rapidamente l'informazione sul tempo impiegato nella riflessione (eco) per valutare la misura della distanza dall'ostacolo (*localizzazione*).

Più tempo impiega il suono, più lontano è l'ostacolo.

Una (falsa) credenza attribuisce ai *chiroterri* (l'ordine cui appartengono i **pipistrelli**) l'incapacità di vedere: non è vero! Sono in grado di vedere, ma sono molto miopi (soprattutto i pipistrelli notturni). La loro capacità di emettere onde acustiche e di percepire quando esse vengono riflesse, quindi, serve per identificare grossi oggetti; una volta vicini a questi oggetti (per esempio le prede), possono utilizzare i loro apparati visivi.



Il pipistrello emette ultrasuoni che rimbalzano sugli ostacoli e tornano al suo orecchio.

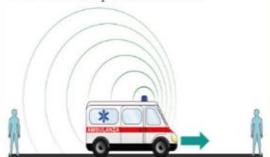
**Quesito ponte** Quali altri animali utilizzano l'ecolocalizzazione, oltre ai chiroterri? Fai una ricerca ed esponi alla classe ciò che hai scoperto.

**SCIENCE E SALUTE**

### Effetto Doppler e circolazione sanguigna



Hai mai sentito parlare di **eco-doppler** o **eco-color doppler**? Si tratta di esami clinici cui è talora utile sottoporsi per controllare il buon funzionamento del flusso sanguigno nel nostro corpo. Il principio su cui si basano questi esami è l'**effetto Doppler**. L'effetto Doppler si osserva, per esempio, quando una sorgente sonora si avvicina e si allontana dall'ascoltatore. Se siamo in strada e transitiamo un veicolo di soccorso a sirene spiegate, percepiamo un suono differente da quello che udremmo se il veicolo fosse fermo di fianco a noi. In particolare, se la sorgente sonora **si allontana** da noi il suono udito diventa **più grave**, mentre se **si avvicina** il suono si fa **più acuto**. Questo perché il moto della sorgente sonora «deforma» le onde rendendole più frequenti davanti al veicolo e meno frequenti dietro di esso.



Nel caso dell'**eco-color doppler**, le onde sono **ultrasuoni** (del tutto innocui per la salute) e arrivano riflesse dal materiale biologico in movimento nel circolo sanguigno.

**Scienze Live**

### Dall'oceano alle pareti di casa

**megattera**

**pipistrello**

**Animali... rumorosi**

Una tecnica prodigiosa che però, a dirla tutta, non abbiamo inventato: l'abbiamo semplicemente... copiata. Diversi **cetacei**, come delfini e capodogli, utilizzano infatti dei suoni – simili a dei click – per esplorare l'ambiente in cui vivono, soprattutto nelle acque profonde, dove la luce non arriva. Alcuni **pipistrelli**, invece, cacciano insetti di notte, in completa oscurità, identificandoli grazie all'emissione di suoni a diverse frequenze. È anche il motivo per cui, nel buio, riescono a evitare con assoluta sicurezza e precisione gli ostacoli. Compresi voi!

**Creare un'«eco» sott'acqua**

Oggi, per esempio, abbiamo il **sonar**. È una tecnica che sfrutta i suoni sott'acqua per la navigazione, la comunicazione o per rilevare la presenza di ostacoli o di navi e sottomarini. Alcune onde sonore vengono emesse dallo strumento. Quando queste colpiscono il fondale ed eventuali ostacoli, vengono riflesse. Una volta che l'onda riflessa torna allo strumento, conoscendo la velocità dell'onda e dividendo il tempo trascorso tra l'emissione e la ricezione per due (perché l'onda percorre la strada due volte, in «andata» e in «ritorno»), l'apparecchio può ricostruire la distanza degli ostacoli.

**Il biosonar utile per le persone**

Gli esseri umani, in questo caso, non hanno copiato la natura solo per produrre tecnologia. Dagli anni Cinquanta in avanti è stata infatti sviluppata una tecnica di biosonar per l'orientamento delle **persone non vedenti**, basata sul **rimbalzo** nell'ambiente circostante (per esempio una stanza) di una serie di schiaccioli di lingua o altri suoni ad alta frequenza. Insomma, la natura può insegnarci non solo a esplorare mari lontani, ma anche la nostra casa.

**TOCCA A VOI** **Un sonar di classe** **Simuliamo il funzionamento del sonar «costruendone» uno in classe.**

Alcuni ragazzi si distribuiscono in riga lungo un lato dell'aula. Rappresenteranno il **fondale marino**. Poi o rimangono fermi o avanzano/indietreggiano di uno o due passi, in modo da ricreare l'irregolarità del fondale. Un ragazzo, disposto di fronte ai compagni, fa il **sonar** [S]. Un altro studente fa l'**onda sonora** [O]. Un terzo studente, girato di spalle in modo da non poter vedere, è il **comandante**.

S parte dalla sua sinistra, posizionandosi davanti al primo compagno del «fondale». Lancia O, che cammina verso il fondale a una velocità costante, lo tocca e torna indietro. Gli altri compagni calcolano il tempo di viaggio totale e lo comunicano al comandante. Si fa un passo alla sua destra e ripete la procedura. E così via. Se tutti i ragazzi avranno lavorato bene, alla fine il comandante, usando i tempi annotati, potrà disegnare alla lavagna la forma del fondale.