

L'angelo di zio Albert Primi passi nella Fisica

SUONI E VIBRAZIONI

di Sergio Musazzi *

Una rubrica per guidare i bambini della scuola primaria ad «accorgersi» della varietà dei fenomeni fisici presenti nella realtà quotidiana. Per dare soddisfazione a quella curiosità infantile, definita «sacra» da Albert Einstein e tipica dei grandi scienziati, ma che è spesso mortificata da approcci ludici o fantasiosi se non addirittura aridamente formalistici.

Qui «Zio Albert» invita i suoi piccoli lettori ad accorgersi di un fenomeno molto familiare, il «suono», da noi percepito con uno dei cinque sensi di cui siamo dotati: l'«udito».

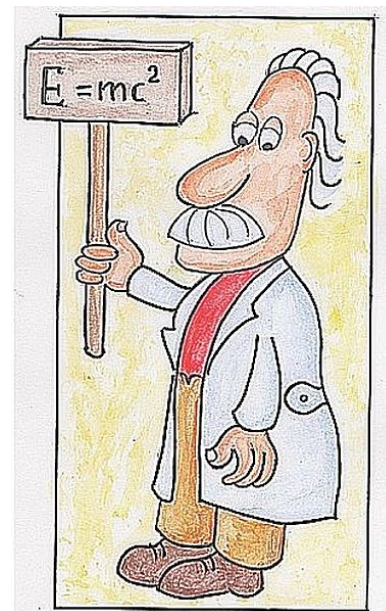
* Ricercatore e divulgatore scientifico

Un caro saluto ai miei piccoli lettori. Questa volta vorrei soffermarmi su un fenomeno che riguarda molto da vicino uno dei nostri cinque sensi, e precisamente il senso dell'udito. Come avrete sicuramente intuito mi sto riferendo al suono e al meccanismo fisico responsabile della sua generazione. Noi siamo tutti i giorni bombardati dai più disparati suoni: dalla voce delle persone che ci circondano, alla musica che ascoltiamo dagli auricolari del nostro lettore MP3, dallo sgradevole cigolio di un cancello che si sta chiudendo, al sommesso e monotono rumore della pioggia sui tetti, e così via. Ebbene, sensazioni sonore così diverse sono tutte manifestazioni di un unico fenomeno. La domanda da cui vorrei partire, quindi, è: che cosa sono i suoni o, detto in altri termini, che cosa sta succedendo quando il nostro apparato uditivo avverte una sensazione sonora?

Iniziamo, allora, col dire che il nostro sistema uditivo (orecchio + cervello) è sensibile alle variazioni della pressione esercitata dall'aria che ci circonda. Senza aria i suoni non potrebbero trasmettersi. Per intenderci, sulla Luna, dove non c'è atmosfera, non potremmo udire alcun suono! Non a caso uno dei crateri lunari è stato chiamato «Mare del silenzio». I suoni, tutti i suoni, dai più deboli ai più intensi, dai più gravi ai più acuti, non sono altro che variazioni di pressione che si propagano nell'aria come onde e, investendoci, stimolano il nostro apparato uditivo che le trasforma in sensazioni sonore.

Cos'è un'onda di pressione?

Per capire di cosa si tratta possiamo sfruttare l'analogia con un fenomeno a noi più familiare: le onde che si formano su una superficie d'acqua. Come ben sappiamo, quando gettiamo un sasso in uno stagno si genera un'onda circolare che, partendo dal punto in cui il sasso è entrato in acqua, si allontana in tutte le direzioni. Ma, attenzione! Che cosa si sta realmente propagando sulla superficie dello stagno? Se ci fate caso, non si ha uno scorrimento dell'acqua (l'onda, cioè, non trasporta materia) ma a spostarsi è solo la perturbazione causata dall'impatto del sasso sulla superficie liquida (vale a dire lo spostamento in su e in giù delle particelle d'acqua). Se, per esem-



pio, poniamo un tappo di sughero (che quindi galleggia) sulla superficie dello stagno, il tappo si solleva e si abbassa al passaggio dell'onda senza, tuttavia, allontanarsi dalla propria posizione. Tanto per intenderci, la propagazione di un'onda potrebbe essere paragonata a una fila di bambini che si tengono per mano. A un certo punto, il primo bambino stringe la mano al secondo bambino che, a sua volta, la stringe al terzo che la stringe al quarto e così via. Così facendo a propagarsi è solo la stretta di mano, mentre i bambini rimangono fermi dove sono. Allo stesso modo, nelle onde chi si sposta è solo la perturbazione e non il mezzo in cui questa si propaga.

Onde trasversali e onde longitudinali

Le onde che si formano su uno stagno vengono chiamate «onde trasversali» perché lo spostamento delle particelle d'acqua avviene nella direzione perpendicolare a quella in cui si propaga l'onda. Le onde di pressione (chiamate anche onde acustiche perché danno origine ai suoni), sono invece «onde longitudinali» perché la perturbazione trasmessa (la variazione di pressione) è nella stessa direzione in cui si muove l'onda. Per capire meglio come si forma un'onda acustica, analizziamo cosa succede durante lo scoppio di un petardo (un evento che riproduce in aria effetti che sono paragonabili a quelli di un sasso che cade nell'acqua). In realtà, l'esplosione non è altro che l'espansione dei gas che si sviluppano in seguito alla rapida combustione del materiale di cui è fatto il petardo. Questa espansione - anch'essa altrettanto rapida - provoca lo spostamento delle molecole d'aria circostanti che vengono così spinte contro altre molecole più distanti, creando in questo modo, tutto attorno al punto dell'esplosione, una regione sferica con un accumulo di molecole (dove, cioè, l'aria è più compressa), preceduta da una regione svuotata dalle molecole d'aria a causa dello scoppio (dove, cioè, l'aria è più rarefatta e quindi meno compressa). Ed è proprio questa variazione della pressione atmosferica la perturbazione che si propaga nello spazio circostante (come le onde circolari nello stagno) e che dà origine al rumore dello scoppio.

Vibrazioni e suoni

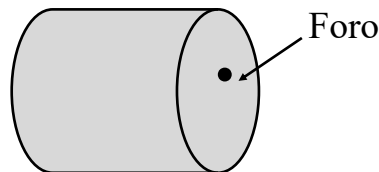
L'esplosione di un petardo è sicuramente un caso limite; più in generale i suoni sono prodotti da qualunque cosa che vibrando crea una successione di compressioni e di espansioni delle molecole d'aria che, propagandosi nello spazio circostante, raggiungono le nostre orecchie. Sono quindi le vibrazioni le principali responsabili della produzione dei suoni. Negli strumenti musicali a fiato, come per esempio il flauto, la tromba, il clarinetto, eccetera, è l'aria stessa (messa in movimento dal soffio del suonatore) a oscillare all'interno dello strumento, mentre nel caso degli strumenti a corda, come la chitarra, il violino, il violoncello, eccetera, le variazioni di pressione dell'aria sono provocate dalle vibrazioni delle corde (vibrazioni che vengono trasmesse alla cassa armonica dello strumento che le amplifica). Anche la nostra voce è il prodotto di vibrazioni. Quando parliamo o cantiamo, infatti, l'aria che esce dai nostri polmoni fa vibrare le corde vocali che così provocano una variazione di pressione nell'aria che espiriamo e di conseguenza si crea un'onda acustica che si propaga nell'ambiente circostante.

Come abbiamo visto, il suono ha bisogno di un mezzo in cui propagarsi. Normalmente è l'aria che ci circonda, ma può essere qualunque sostanza liquida, solida o gassosa. La velocità con cui il suono si propaga nell'aria è di circa 340 metri al secondo. Non è una gran velocità se la si confronta con quella della luce (300.000 chilometri al secondo!), ed è questa la ragione per cui il tuono è sempre in ritardo di alcuni secondi rispetto alla visione del fulmine: se si contano questi secondi e li si moltiplica per 340 si scopre la distanza, espressa in metri, dal luogo in cui è caduto il fulmine. Nei liquidi e nei solidi, dove le molecole sono più vicine fra di loro rispetto a un gas, e quindi impiegano meno tempo a trasmettersi una qualunque sollecitazione, il suono si propaga più velocemente che nell'aria. Per questo motivo, come si può vedere in alcuni vecchi film western, per sapere se è imminente l'attacco dei (cattivi) indiani, uno dei protagonisti appoggia un orecchio al suolo per cogliere in anticipo il rumore dei loro cavalli al galoppo.

Per aiutarvi a capire le diverse modalità con cui si propagano i suoni, vi propongo un gioco che facevo da bambino e che probabilmente alcuni di voi già conoscono: si tratta del telefono a filo. Vi occorrono solo due lattine vuote (quelle del caffè o dei pelati vanno benissimo - attenti ai bordi taglienti!), e uno spago lungo 5 o 6 metri.

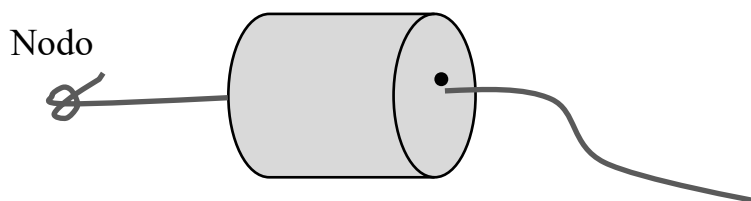
Primo passo

Praticate un piccolo foro sul fondo delle lattine (possibilmente in centro).



Secondo passo

Inserite i due capi dello spago nei due fori e fate un nodo ai suoi estremi in modo tale che questo rigonfiamento impedisca allo spago di fuoriuscire dai fori.



Terzo passo

Con l'aiuto di un amico allontanate le due lattine fino a quando lo spago che le connette risulterà ben teso. A questo punto se parlate (con voce relativamente bassa) accostando la lattina alla bocca, il vostro amico potrà udire la vostra voce accostando la sua lattina all'orecchio. Naturalmente potete invertire i ruoli ed essere voi ad ascoltare, attraverso la lattina, la voce del vostro amico.



Spiegazione

Quando parlate con la lattina davanti alla bocca, il suono da voi emesso fa vibrare la sua parete di fondo. Questa serie di vibrazioni viene trasmessa attraverso lo spago (che per questo motivo deve essere ben teso) al fondo dell'altra lattina che, così sollecitato, inizia anch'esso a vibrare. Siccome queste vibrazioni sono una riproduzione (anche se un po' distorta) di quelle generate dalla vostra voce nell'altra lattina, esse daranno origine a un'onda di pressione nell'aria del tutto simile a quella generata dalla vostra voce, che in questo modo potrà essere ascoltata dal vostro amico.

Sergio Musazzi (Ricercatore e divulgatore scientifico)

Pronto...
Pronto...



