

IL SUONO E L'ORECCHIO

scienze alla primaria: un percorso trasversale

di Mara Durigo*

Un percorso per la scuola primaria che affronta diverse caratteristiche del fenomeno suono: la produzione, la trasmissione, le caratteristiche principali (altezza, intensità e timbro), la ricezione mediante l'organo di senso dell'uomo (l'orecchio), fino al riconoscimento dei suoni che avviene nel cervello attraverso la memoria. L'insegnante, che possiede una specifica competenza musicale, intende approfondire e chiarire temi che i bambini affrontano costantemente durante le ore dedicate all'insegnamento della musica. Il percorso è scandito da precise tappe concettuali che sono ritenute essenziali: il suono c'è quando c'è un «movimento» di materia; per diverse intensità di suono occorrono diverse «ampiezze di movimento»; l'aria è il mezzo di trasmissione più diffuso, perché ne siamo immersi, ma non l'unico né quello in cui la velocità di propagazione del suono è maggiore. Si approda infine allo studio di come il suono è recepito dall'uomo attraverso l'organo di senso, cioè l'orecchio e come avviene il suo riconoscimento attraverso la relazione memoria-cervello. Queste tappe sono scandite attraverso domande guida che sono sempre il punto di partenza del lavoro. Il percorso si conclude con l'intervento di un esperto, un otorino, che struttura la sua lezione rispettando l'impostazione del lavoro svolto dall'insegnante.

Molto importante la nota conclusiva. Durante l'esame finale, che la scuola ha mantenuto, i bambini hanno riproposto alla commissione gli esperimenti svolti durante l'anno e li hanno spiegati secondo le seguenti domande: che cosa osservo? che cosa imparo? Si è trattato di un'occasione di partecipazione attiva di ogni alunno che ha rielaborato in modo personale quanto appreso, dando un insperato vigore a un momento in genere ridotto a ripetizione mnemonica di informazioni. Nell'esposizione che segue l'insegnante alterna la descrizione del lavoro, strutturato in lezioni, alle sintesi riportate sui quaderni dei bambini, conservando l'immediatezza e la semplicità del racconto in prima persona.

.....
*L'attività descritta è stata svolta nell'anno scolastico 2008-2009 in una classe quinta della Scuola Primaria "Il pellicano" di Bologna. Ed è stata discussa nel gruppo di ricerca *Educare Insegnando* promosso dall'Associazione "Il rischio educativo".
.....

Prima lezione: il suono

Domanda guida: qual è l'esperienza che abbiamo del fenomeno suono?

Incomincio con i bambini una conversazione introducendo l'argomento e raccolgo ciò che sanno in proposito. Questo è un punto di metodo molto importante per due motivi essenziali: perché io possa partire da dove sono loro e perché ciò che «sanno» diventi vera conoscenza. Dopo aver condiviso le esperienze di suono che si fanno nel quotidiano, arriviamo a dire che un suono viene prodotto, si trasmette e infine viene percepito e riconosciuto se si ha memoria di esso. Il suono consente di comunicare con l'ambiente che ci circonda sia perché lo produciamo sia perché lo udiamo. Quindi gli aspetti di cui ci occuperemo sono tre: produzione, propagazione e ricezione.

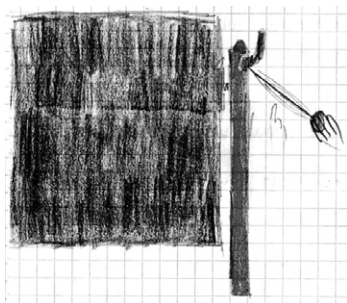
Domanda guida: come si produce il suono?

Iniziamo con l'indagare come si produce il suono.

Quando percepiamo un suono immediatamente lo colleghiamo a un corpo che si muove; per esempio la campana che suona, il motore dell'automobile quando viene acceso. Notiamo che per ottenere un suono con uno strumento musicale è necessario agire su una sua parte, fare un «movimento» cioè muovere in esso la parte che produce il suono.

Osserviamo cosa accade a un righello se, tenendolo da un'estremità ben fermo sul banco, facciamo muovere l'altra estremità: esso vibra. Lo stesso si può verificare con un elastico. Possiamo quindi dire che ci sono dei corpi che fatti muovere/vibrare tendono a ritornare allo stato in cui erano prima che gli venisse impressa una forza. A questa proprietà dei corpi si dà il nome di *elasticità*.

Sollecitiamo un elastico teso, esso vibra producendo un suono che giunge alle nostre orecchie molto debole così che lo sentiamo appena. Terminata tale vibrazione il suono finisce. Voglio che «vedano» che il suono è prodotto dalla vibrazione di un corpo elastico. Sul quaderno registriamo ciò che è emerso nel lavoro fatto insieme e poi procediamo.



Come si produce il suono?

Abbiamo imparato che il suono è prodotto da un insieme di vibrazioni trasmesse dalle particelle dell'aria fino al nostro orecchio.

Per cominciare: Osserviamo cosa accade se «pizzico» uno spago teso.

Materiale utilizzato: spago

Procedimento: La maestra fissa uno spago al supporto della lavagna e con le mani lo tiene in tensione. La nostra compagna Agnese lo pizzica, cioè tira e lascia andare lo spago dopo aver esercitato su di esso una forza. Tutti eravamo in silenzio.

Osservare: Abbiamo visto muoversi lo spago e contemporaneamente alla sua vibrazione abbiamo udito un suono. Il suono è terminato quando lo spago ha smesso di vibrare e si è fermato.

Concludere: Il suono è prodotto dalla vibrazione di un corpo elastico messo in movimento.

Ci siamo chiesti allora qual è la sua origine cioè la sorgente che lo produce e come facciamo a riconoscerlo.

Seconda lezione: il diapason

Osserviamo come è fatto il diapason, strumento che i bambini conoscono perché usato nelle lezioni di musica. Ricordo loro che serve ai musicisti e ai cantanti per intonare gli strumenti musicali e la voce; insieme sperimentiamo che produce sempre la stessa nota il «la».

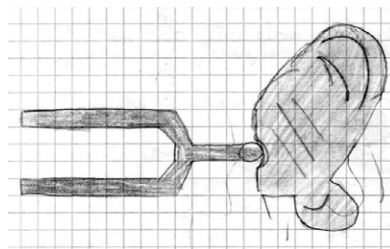
Vibrano solo alcuni materiali?

Materiale utilizzato: il diapason, costituito dai rebbi che sono lamine metalliche.

Procedimento: La maestra, esercitando una forza sui rebbi, li mette in vibrazione, accosta poi il diapason al nostro orecchio.

Osservare: Udiamo un suono, toccando con le dita il diapason lo sentiamo vibrare e il suono cessa appena cessano le vibrazioni.

Concludere: Anche un materiale, che ci sembrava non elastico come il metallo, può vibrare e produrre un suono. La maestra ci dice che per produrre il suono che corrisponde alla nota LA occorrono 440 vibrazioni al secondo. I fisici usano per le vibrazioni una unità di misura che si chiama hertz: 1 hertz = 1 vibrazione al secondo.



Seconda lezione: trasmissione del suono

Intendo portare i bambini dall'esperienza posseduta che il suono si trasmette nell'aria a rendersi conto che si può trasmettere anche in altri materiali.

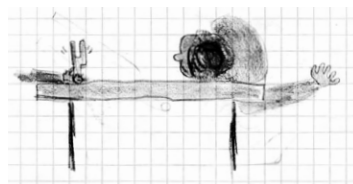
Il suono si trasmette solo nell'aria?

Materiale utilizzato: diapason, banco di legno.

Procedimento: ciascuno di noi appoggia l'orecchio sul banco di legno sgombrato e la maestra fa vibrare il diapason e lo appoggia sul banco. Procede così per tutti noi.

Osservare: sento un suono identico all'esperimento precedente, ma molto amplificato. Al cenno della maestra Mara tocco il diapason che cessa di vibrare e il suono svanisce.

Concludere: Da questo esperimento abbiamo capito che il suono si può trasmettere anche attraverso materiali allo stato solido, come il legno.



Terza lezione: costruzione di un modello

Per far comprendere ai bambini il meccanismo della produzione del suono a livello microscopico, costruisco un modello macroscopico che simula e visualizza tale meccanismo.

Come si trasmette il suono?

Materiale utilizzato: diapason; asticelle; una bottiglia piena di sabbia; un gomitolino di filo; palline da ping pong; nastro adesivo.



Procedimento: La maestra con il materiale ha costruito un modello per poter osservare ciò che accade alle particelle che compongono la materia quando vengono «attraversate» dal suono.

La maestra fa vibrare il diapason e lo accosta alla pallina più esterna del modello.

Osservare: Vedo che la pallina più esterna, come piena di energia, passa la propria energia alle altre che si muovono leggermente per un po' di tempo, vibrando intorno alla loro posizione iniziale.

Concludere: Il suono viene trasmesso da una particella all'altra della materia senza che le particelle abbandonino la loro posizione.

Quarta lezione: la propagazione del suono nei liquidi

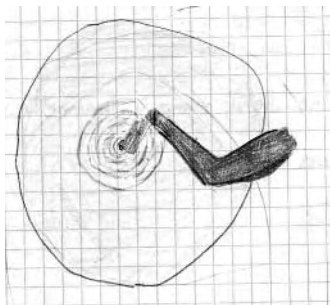
Sono partita da un dato esperienziale dei bambini, certi che il suono si trasmette anche nei liquidi; ho voluto che si rendessero conto di che cosa accade per esempio nell'acqua, con un esperimento che visualizza il formarsi dei fronti d'onda. In questo modo, pur non mettendolo a tema direttamente, introduco al concetto che il suono è l'effetto fisiologico di un'onda meccanica.

Il suono si trasmette anche nei liquidi?

Materiale utilizzato: diapason; recipiente di vetro trasparente; acqua; tappo di sughero.

Procedimento: Dopo aver messo l'acqua e il tappo di sughero nel recipiente, la maestra ha immerso nell'acqua il rebbio del diapason in vibrazione.

Osservare: Appena la maestra Mara immerge un rebbio del diapason in vibrazione vedo dei cerchi che si muovono a pelo d'acqua.



Mi sono abbassato e ho osservato la superficie d'acqua attraverso il contenitore trasparente: da lì, quando la maestra immerge il diapason, si possono notare meglio i cerchi che partono dal diapason e si allargano verso l'esterno.

Vedo che il tappo, che è nell'acqua, non si muove.

Concludere: Il suono si trasmette anche attraverso i liquidi.

Il suono si propaga in tutte le direzioni.

La materia attraverso cui si trasmette il suono non si sposta.

È come se le particelle si dessero delle gomitate, senza però spostarsi!

Nell'esecuzione di questo esperimento i bambini hanno visto anche quello che io, provandolo a casa da sola, non ero riuscita a vedere. Io infatti vedevo solo il «diffondersi» della vibrazione verso l'esterno; i bambini invece hanno subito esclamato che vedevano i «cerchi» nell'acqua; guardando con più attenzione anch'io ho incominciato a vederli. Poi un bambino si è accucciato e guardava dal basso attraverso il contenitore di vetro; ho guardato con lui: si vedevano distintamente!

Ci siamo allora chinati tutti a guardare con la sua prospettiva: un momento emozionante.

Non ho parlato di onde, ma solo del fatto che grazie all'acqua riuscivamo a «vedere» il suono che la attraversava.

Abbiamo osservato che il tappo proprio non si spostava e quindi ci siamo resi conto che il suono non sposta il mezzo materiale in cui si propaga.

Ai bambini è piaciuta molto la frase «le particelle si danno le gomitate, ma non si spostano!» con la quale ho voluto stabilire in modo semplice l'analogia con la loro esperienza. Perciò l'abbiamo drammatizzata: ho messo i bambini, che rappresentavano le particelle del mezzo materiale, in riga, a gruppi di sei e io, che rappresentavo la fonte sonora, davo una gomitata al primo che a sua volta sgomitava il secondo e così via; i loro piedi dovevano restare immobili. La cosa è piaciuta così tanto che, al termine della mattinata mentre aspettavano l'ora di uscita dalla scuola, hanno spontaneamente inventato un gioco: tutti, e dico proprio tutti, si sono messi in riga e mimavano la propagazione del suono; se uno spostava i piedi, era eliminato. Un semplice ma significativo momento di personalizzazione.

Quinta lezione: la velocità di propagazione del suono

Analizziamo una tabella del sussidiario che riporta i valori delle velocità di propagazione del suono in diversi mezzi materiali e confrontiamo i valori numerici. Mi soffermo su un'applicazione che molti conoscono: il *sonar*. Riflettiamo sul fatto che il suono va «avanti e indietro», accennando così al fenomeno della riflessione; infine invento e rappresento alla lavagna alcune situazioni in cui si può calcolare la distanza da un ostacolo (fondo marino, roccia o banco di pesci) e quindi il rapporto che c'è fra distanza e tempo impiegato a percorrerla.

Dai valori della velocità ci si rende conto che l'aria non è il mezzo di trasmissione in cui il suono si propaga più velocemente, ma è sicuramente il più diffuso perché è quello in cui siamo immersi. Racconto di come gli indiani accostassero l'orecchio al terreno per sentire il suono del nemico che si avvicinava a cavallo; infatti il terreno è un mezzo in cui il suono si propaga molto più velocemente che nell'aria, quindi gli indiani poggiano l'orecchio sul terreno riuscivano a udire le vibrazioni che «via aria» non erano ancora udibili.

Sesta e settima lezione: classificazione di suoni

Questa fase del lavoro si lega molto bene al corso di musica.

Propongo ai bambini come «compito» a casa di ricercare e registrare suoni prodotti da differenti fonti sonore. La quantità di contributi è notevole e su supporti di vario genere: cd audio, mp3, audiocassette, eccetera. Li ascoltiamo. Ne seleziono una serie tra quelli più vari e interessanti e procediamo a una classificazione. Chiedo che siano i bambini a trovare i criteri di classificazione adeguati. La risposta alla domanda «come registriamo il lavoro?» è corale: «con una tabella a doppia entrata».

Classifichiamo i suoni in base alle seguenti caratteristiche, note dal corso di musica:

registro: acuto, medio, grave;

intensità: piano, mezzoforte, forte;

durata: breve, lunga;

sorgente: naturale, strumenti musicali, oggetti vari.

Ottava lezione: l'orecchio, organo di senso per percepire il suono

Abbiamo incontrato un esperto: un medico otorino dell'Ospedale Maggiore di Bologna, perché ci aiutasse a rispondere alla domanda: qual è l'organo di senso che permette la ricezione e come funziona?

Dopo la lezione ho preparato alcune schede sintetiche del suo intervento sulle quali i bambini hanno studiato.

L'otorino è stato molto efficace con i bambini distinguendo con attenzione le parti e le funzioni dell'orecchio, non mancando mai di richiamare all'interesse dell'orecchio come organo di senso e all'unicità di ciascuno di noi in relazione alla conformazione di alcune parti dell'orecchio e alla ricezione anche come capacità uditiva.

Ho infine proposto ai bambini la costruzione di modelli dell'orecchio; liberamente hanno aderito tutti e nel tempo libero si organizzavano e destreggiavano nell'inventare prototipi, ricercando materiali adeguati.

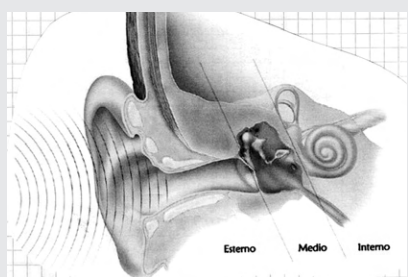
Di seguito riporto le schede.

COME È FATTO L'ORECCHIO?

L'orecchio si divide in tre parti.

Orecchio esterno

è la parte che *cattura* il suono attraverso il padiglione auricolare e lo convoglia attraverso il condotto uditivo esterno verso l'interno dell'orecchio, termina con la membrana timpanica o timpano.



Orecchio medio

è costituito da: *martello, incudine e staffa*, che si trovano al di là della membrana timpanica e formano la *cassa timpanica*.

Orecchio interno

è la parte che riceve il suono dall'orecchio esterno e attraverso la *chiocciola* trasforma le vibrazioni sonore in *impulsi elettrici* che vengono mandati al *cervello*. Esso le trasforma poi in *sensazioni di udito / suono*.

COME FUNZIONA L'ORECCHIO?

Il sistema di trasmissione del suono è il cuore del sistema uditivo.

Orecchio esterno: prima tappa del sistema di trasmissione.

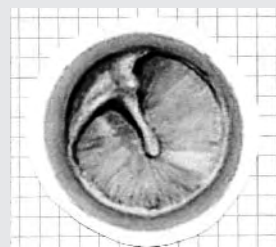
Il *padiglione auricolare* è la parte dell'orecchio visibile esternamente.

Il *condotto uditivo esterno* è come un tubo che da una parte è aperto, per catturare il suono, e dall'altra parte invece è chiuso, cioè sigillato, dalla *membrana timpanica*.

La *membrana timpanica* è composta da tre o quattro strati, e vibra in modo proporzionale al suono, proprio come la pelle di un tamburo. Quindi se aumenta l'intensità del suono aumenta la vibrazione della membrana e viceversa.

Come funziona?

Il suono viene convogliato dal padiglione auricolare all'interno del condotto uditivo esterno verso la membrana timpanica che si mette in vibrazione.



Orecchio medio: seconda tappa del sistema di trasmissione.

Dentro l'orecchio, al di là della membrana timpanica, c'è la *cassa timpanica*, che possiamo immaginare come un cubo, all'interno della quale vi è un sistema fatto da tre ossicini: *martello, incudine e staffa*.

Il primo ossicino, all'interno degli strati della membrana timpanica, si chiama *martello*.

La testa del martello si incastra perfettamente dentro il secondo ossicino: l'*incudine*.

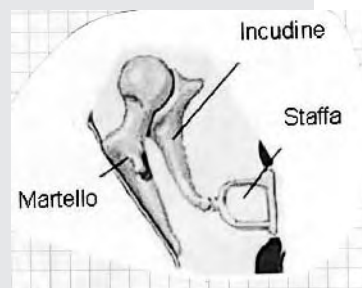
La parte finale dell'incudine a sua volta è in stretto contatto con il terzo ossicino, la *staffa*.

Nella cassa timpanica vi è aria.

Come funziona?

La membrana timpanica, muovendosi al giungere di una vibrazione, mette in movimento il martello che fa muovere l'incudine con cui è in contatto; a sua volta all'incudine è collegata la staffa, ultimo dei tre ossicini, e che, appena ricevere la vibrazione si muove.

Tra martello, incudine e staffa c'è una sorta di lubrificante, la *cartilagine*, che permette ai tre ossicini di muoversi infinite volte senza perciò consumarsi.



Il sistema di percezione del suono trasforma la vibrazione in impulso elettrico

L'orecchio interno è costituito da un blocco d'osso durissimo. Quest'osso è composto da due parti che non sono in collegamento tra loro. Una parte si occupa del mantenimento dell'equilibrio (vestibolo) e una parte è destinata alla percezione dei suoni. Noi seguiamo il funzionamento di questa seconda parte che si chiama *coclea* o *chiocciola*.

La chiocciola è piena di liquido e contiene il recettore più importante dell'udito, chiamato *organo del Corti*.

Su di essa si trova una *finestra ovale* in cui è inserita la staffa e una *finestra rotonda* chiusa da una membrana.

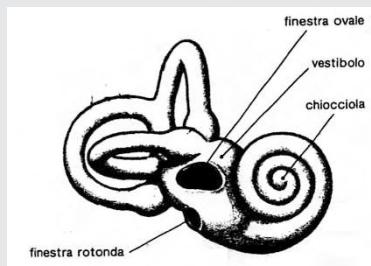
Come funziona?

Ogni volta che la staffa entra nella chiocciola la membrana della finestra rotonda fuoriesce un po' per permettere al liquido di muoversi, o meglio alla staffa di entrare. La staffa trasmette le vibrazioni al liquido, in esso galleggia l'organo del Corti che istantaneamente trasforma le vibrazioni meccaniche in impulsi elettrici.

L'orecchio interno è la parte del sistema uditivo che trasforma la vibrazione sonora che deriva dall'orecchio medio in impulso elettrico, così che tale impulso venga mandato attraverso il nervo acustico fino al cervello. Il cervello percepisce solo impulsi elettrici.

La staffa stimola l'organo di Corti in modi diversi a seconda delle caratteristiche del suono e quindi della vibrazione (acuto - grave; forte - piano; eccetera).

In definitiva si può dire che *per sentire occorre avere un perfetto sistema di trasmissione ed un perfetto sistema di percezione.*



Una verifica oltre gli stereotipi

Nella scuola primaria dove insegno, alla fine della quinta, anche se non è più previsto dal Ministero, si svolge l'esame finale. Una sorta di verifica finale con prove scritte e orali con tanto di commissari (insegnanti della scuola). Quest'anno le colleghe delle altre classi parallele e io abbiamo deciso di far portare all'esame orale a ogni bambino la materia che lo aveva appassionato maggiormente.

Più di un terzo della mia classe ha scelto Scienze (7 allievi su 17).

All'esame orale ciascun bambino presenta l'argomento che ha scelto e riproduce l'esperimento e spiega ciò che ha osservato e ciò che ha imparato. Quasi tutti gli esperimenti sono stati realizzati insieme durante l'anno, ma qualcuno si lancia in esperimenti nuovi. Hanno imparato il metodo.

È un trionfo. I volti dei bambini seri, concentrati e attenti a quello che fanno, a quello che vedono e a quello che dicono, gli sguardi stupiti dei colleghi che godono anch'essi della evidente soddisfazione degli allievi, mi confermano l'efficacia della strada intrapresa. ❖