

IL SUONO E L'UDITO

Corrispondenza tra anatomia e realtà fisica

di Emanuela Occhipinti *

L'autore, docente di Matematica e Scienze nella Scuola secondaria di primo grado, propone un resoconto sintetico, ben scandito nelle diverse fasi, di un percorso di Scienze realizzato nella classe seconda.

Il contenuto è affrontato a partire da significative «esperienze» condotte anche con il docente di Musica e declinato in «esperimenti» calibrati sul livello di conoscenze dei ragazzi.

Con un coinvolgimento non comune del docente e degli studenti, sia affettivo sia conoscitivo.

* Docente di Scienze presso la Scuola secondaria di primo grado "PaoloVI" di Rho - Milano

Descrivo un percorso didattico sul suono e sull'udito, realizzato all'inizio dell'anno scolastico 2015-2016 in una classe seconda.

La scelta di presentare proprio questo argomento è stata guidata innanzitutto dalla risposta positiva che ho potuto riscontrare in ogni mio studente.

È accaduto più volte che, sia gli studenti sia io, ci stupissimo di fronte alla scoperta di alcune caratteristiche del suono e di come in ogni particolare il nostro corpo sia fatto per percepire al meglio tale stimolo e trasformarlo in un suono e in una sensazione.

Questo sentimento di meraviglia è fondamentale poiché alimenta il processo di conoscenza, aprendo sempre nuove domande e permettendo quindi di raggiungere nuovi traguardi. Lo stupore deve, infatti, accompagnare ogni passo di un percorso didattico che non è proprio solo dello studente, ma che coinvolge in prima persona anche l'insegnante. Questa esperienza tuttavia non è possibile se non parte da un atteggiamento curioso verso la realtà che ci circonda.

Come può quindi l'insegnante suscitare tale curiosità in ragazzi dagli undici ai tredici anni?

Penso che l'unico modo sia quello di porsi non come colui che fornisce risposte, ma come colui che, incuriosito per primo della realtà, è in grado di interrogarla suscitando così nei ragazzi molte domande. Quando si affronta poi un argomento di fisica che coinvolge i *sensi*, non si può tralasciare tutto l'aspetto emozionale che muove la persona. È proprio facendo leva sui *sensi* che il mio percorso, infatti, è iniziato.

Struttura del percorso

Obiettivi

Ascoltare un suono e riconoscere la sorgente sonora.

Spiegare cos'è una sorgente sonora.



Sapere come si propaga il suono

Riconoscere come cambia la velocità del suono nei diversi mezzi di propagazione

Rappresentare e descrivere un'onda sonora specificandone le sue caratteristiche (intensità e frequenza)

Conoscere la struttura e la funzione delle parti di cui è costituito l'orecchio umano.

Riconoscere gli stessi elementi di cui è composto l'orecchio negli strumenti tecnologici di registrazione e amplificazione (microfono e fonometro).

Conoscere i limiti in termini di decibel per assicurare una buona qualità della vita.

Contenuti essenziali

Il suono è prodotto dalla vibrazione di corpi elastici.

Il mezzo di propagazione: l'aria, l'acqua e le sostanze solide.

I parametri caratteristici delle onde sonore e la relazione con i diversi tipi di suono: l'ampiezza dell'onda come indice dell'intensità del suono, la frequenza come indice della «gravità» o dell'«acutezza» di un suono.

L'orecchio e il fonometro come ricevitori di onde sonore, a confronto.

L'inquinamento acustico.

L'incipit

Il percorso è iniziato con un'uscita didattica all'*Istituto dei Ciechi* di Milano, durante la quale i ragazzi hanno affrontato un «viaggio» totalmente immersi nel buio. Accompagnati da una guida non vedente hanno avuto la possibilità di «rinunciare» alla vista per conoscere ciò che li circondava.

Dopo un primo momento di disorientamento, hanno incominciato a usare gli altri sensi, in modo particolare il tatto e l'udito.

Attraverso quest'incredibile esperienza i ragazzi hanno scoperto che la paura provata all'inizio del percorso si era trasformata in stupore. Infatti, all'inizio il buio è stato percepito solo come assenza di riferimenti poi, usando gli altri sensi, è diventato occasione per gustare tanti particolari che la vista solitamente nasconde. Hanno scoperto che i suoni, dolci o forti che siano, diventavano una guida essenziale per procedere.

In alcuni casi l'uso degli altri sensi ha permesso di provare sensazioni nuove, scoprendo per esempio quanto sia morbida la terra e l'erba tenera su cui poggiano i nostri piedi o quanto sia dolce essere cullati dal rumore del mare e delle onde.

Prima di affrontare lo studio del suono e dell'orecchio è stato molto importante che i ragazzi avessero fatto un'esperienza sorprendente e nuova che ha consentito loro di riconoscere l'importanza che il suono ha nella vita e sperimentare come senza il senso dell'udito sia impossibile conoscere parte della realtà.

Questo viaggio dal titolo *Dialogo nel buio* oltre a far emergere un diverso modo di esplorare la realtà, ha suscitato domande e riflessioni. Ne riporto alcune a titolo di esempio.

Che cos'è il buio?

Prima pensavo fosse vuoto, ora capisco che il buio è pieno.

Come fa un cieco a vedere?

Non so se mi sarei fidato se avessi saputo che la guida era cieca. Come fanno a essere così brave a muoversi?

Non pensavo di poter sentire così tanti rumori.

Che cos'è il rumore?

Che cos'è il suono?

Prima fase: il suono nasce da una sorgente che vibra

Dopo aver ripreso in classe l'esperienza fatta all'*Istituto dei ciechi*, attraverso un breve *brainstorming* sulla parola «suono», ho chiesto ai ragazzi di ascoltare bendati dei suoni e, in un secondo momento, di riconoscerli, di scrivere da dove provenivano e da che cosa venivano prodotti. Questo, che possiamo chiamare «esperimento» realizzato in classe e poi in giardino, ha permesso di introdurre il concetto di «sorgente sonora».

LEZIONE SULL'ASCOLTO

Ascolto bendato un rumore e poi scrivo: che cos'è? e da dove viene?

In classe

Che cos'è?

Tosse
Scrocchio
Stropiccio
Picchietto
Cigolio

Da dove viene ?

Bocca
Dita
Piedi/scarpe
Tastiera del PC
Finestra

Vicino alla strada

Che cos'è?

Rombo di motore
Latrato
Verso di gatto
Fruscio
Vociare
Sh Sh

Da dove viene?

Automobile
Cane
Luca Busani
Cancello sfregato
Compagni
Un prof. che zittisce

In cortile

Che cos'è?

Rumore di piedi in corsa
Strascicare di piedi
Voci in lontananza

Da dove viene?

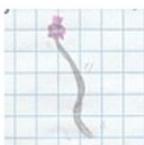
Compagno che corre
Compagni che camminano
Studenti a scuola

In un secondo momento sono stati proposti alcuni esperimenti per far capire ai ragazzi che il suono è generato sempre da un corpo, soggetto a un movimento particolare: il movimento vibratorio.

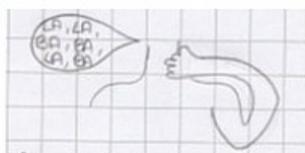
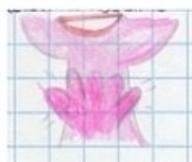
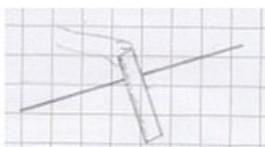
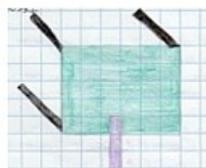
PER FILO E PER SEGNO

Il suono

In classe la prof. ha preso un foglio e ha iniziato a muoverlo facendolo ondeggiare avanti e indietro.



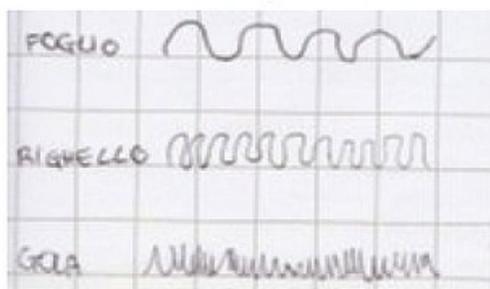
Poi ha preso il righello e lo ha appoggiato sul bordo del banco e l'ha fatto rimbalzare più volte.



Infine ci ha chiesto di mettere una mano sulla gola mentre parlavamo. Noi l'abbiamo fatto e abbiamo sentito una leggera vibrazione.

Abbiamo fatto alcune osservazioni, tra cui una che diceva che in tutte e tre le situazioni veniva emessa una vibrazione.

Poi la prof ha mandato alla LIM Francesca per cercare di rappresentare i tre movimenti e lei li ha disegnati così.



Sembravano tutti e tre delle onde in movimento.

Abbiamo anche detto che le vibrazioni del foglio erano ampie, quelle del righello un po' meno, mentre quelle della gola erano veloci e piccole.

Però foglio, righello e gola vibravano ed emettevano delle onde come rappresentate dal disegno.

Alla fine abbiamo aggiunto che di un suono bisogna conoscere che cosa lo produce, che tipo di suono è, qual è il mezzo dove viaggia e che cosa lo riceve.

Allora abbiamo approfondito il fatto che il suono si muove in un mezzo materiale. Abbiamo detto che il suono prodotto dal righello e dal foglio viaggia nell'aria. Poi abbiamo appoggiato l'orecchio al banco e abbiamo ticchettato con la matita, sentendo il suono più forte: il mezzo era la sostanza di cui è fatto il banco.

Seconda fase: Il suono si propaga attraverso la materia

In compresenza con il docente di Musica, Alessandro Vitali, sono stati a questo punto proposti tre esperimenti. Nei riquadri le schede-relazioni stese dagli studenti «per filo e per segno».

Nel primo esperimento ciascun ragazzo, insieme a un compagno a scelta, aveva il compito di mettere in vibrazione un diapason e di immergerlo in una bacinella piena d'acqua.

Si poteva osservare che, se il diapason si avvicinava al pelo dell'acqua, su questa si rendevano visibili delle onde e se esso toccava a filo il pelo dell'acqua, questa addirittura schizzava.

PER FILO E PER SEGNO**SCHEDA ESPERIMENTO SUONO**

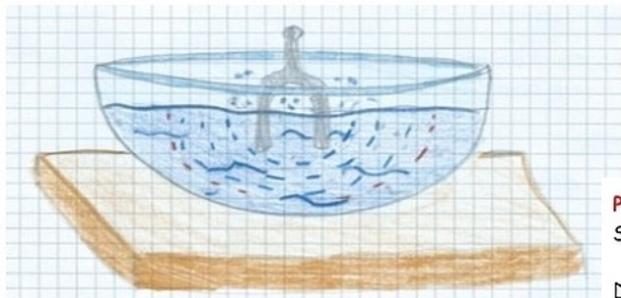
DOMANDA: come si propaga il suono nell'acqua?

COSA USO: bacinella, acqua, diapason.

COSA FACCIO: verso l'acqua nella bacinella, poi batto i rebbi del diapason sul banco così che prenda la nota e mentre vibrano li avvicino all'acqua. Osservo.

COSA OSSERVO: si formano cerchi che si propagano nella bacinella e diversi schizzi.

COSA CAPISCO: il suono si propaga nell'acqua sotto forma di cerchi.

DISEGNO DELL'ESPERIMENTO**PER FILO E PER SEGNO****SCHEDA ESPERIMENTO SUONO**

DOMANDA: come mai se parlo in un bicchiere collegato a un altro bicchiere con un filo, la persona dall'altra parte con l'altro bicchiere sente quello che dico?

COSA USO: 2 bicchieri di plastica, diapason, filo di spago lungo, forbici, un pezzo di scotch.

COSA FACCIO: faccio un buco in fondo ai bicchieri 1 e 2 e poi li collego col filo e lo fermo con lo scotch; poi parlo, o batto il diapason.

COSA OSSERVO: la persona che ascolta capisce le parole o sente il suono del diapason.

COSA CAPISCO: il filo entra in vibrazione grazie alla voce e trasmette all'altro orecchio le parole o il suono del diapason.

DISEGNO DELL'ESPERIMENTO

Nel secondo esperimento, eseguito sempre a coppie, si è proposto un «gioco» molto semplice e divertente.

Due bicchieri di plastica sono stati collegati da una corda tesa, lunga almeno quattro metri; poi si è chiesto a uno dei due ragazzi di parlare dentro un bicchiere a bassa voce e all'altro di riportare cosa stava dicendo il suo compagno.

Dopo aver superato un primo sentimento d'incredulità, ciascuno studente ha avuto la sorpresa di sentire chiaramente la voce del proprio compagno.

Infine l'insegnante di Musica ha proposto ai ragazzi di costruire uno xilofono con bottiglie di diverse dimensioni. Ogni ragazzo doveva riempire d'acqua le bottiglie e contemporaneamente percuoterle con una bacchetta fino a ottenere la stessa nota prodotta da una tastiera.

PER FILO E PER SEGNO

SCHEDA ESPERIMENTO SUONO

DOMANDA: come faccio a riprodurre le note usando le bottiglie?

COSA USO: 7 bottiglie di vetro, imbuto, acqua, diapason, misurino, forbici, scotch, martelletto di legno, chitarra.

COSA FACCIO: con la chitarra produco la nota e inizio a versare l'acqua in una bottiglia con l'imbuto; con il martelletto picchio sulla bottiglia finché il suono prodotto non è uguale a quello della chitarra. Genero le note Do, Re, Mi, Fa, Sol, La e Si.

COSA OSSERVO: si possono produrre le note musicali battendo con il martelletto le bottiglie in fila una dopo l'altra.

COSA CAPISCO: se metto poca acqua nelle bottiglie piccole produco un suono acuto; se metto molta acqua in una bottiglia grande ottengo un suono grave.

DISEGNO DELL'ESPERIMENTO



Al termine di questi tre esperimenti è stato chiesto ai ragazzi di dividersi in gruppi e di descrivere sul quaderno le attività svolte, aiutandosi anche con disegni, e infine di raccontare in sintesi che cosa avevano capito.

Ecco alcuni esempi di quello che è stato scritto.

Il suono si propaga nell'acqua e forma sulla superficie cerchi visibili.

Il filo emette vibrazioni grazie alla voce e trasmette all' orecchio le parole.

Capisco che non è la parola che arriva all'altro bicchiere, ma è il filo che muovendosi forma la parola. Il solido trasporta meglio il suono rispetto al liquido.

Al termine di questo lavoro è stato possibile concludere che il suono si propaga nell'aria, nell'acqua e nei solidi con una «facilità» che varia a seconda delle caratteristiche fisiche del mezzo. Nei solidi, infatti, il suono si propaga più rapidamente che nei liquidi e nei gas.

Terza fase: «disegno» il suono

Prima di introdurre il concetto di onda abbiamo proposto ai ragazzi di «disegnare» liberamente sul foglio bianco, tracciando solo delle linee, il suono che ascoltavano. Sorprendente è stato vedere che i loro disegni suggerivano il carattere ondulatorio del suono.

Quarta fase: non tutti i suoni sono uguali

I tre esperimenti precedenti hanno permesso di introdurre il concetto di onda attraverso osservazioni dirette e di definire le caratteristiche fisiche del suono: ampiezza, frequenza, timbro.

Queste stesse caratteristiche nelle ore di Musica sono state oggetto di studio attraverso l'ascolto e il riconoscimento di diversi suoni prodotti con diversi strumenti musicali; gli alunni sono arrivati a distinguere delle caratteristiche precise dei suoni e a classificare i suoni in alti e bassi, acuti e gravi.

Per consolidare ulteriormente questi concetti ho infine deciso di far vedere un video a rallentatore di corde di chitarra che vibrano a frequenze diverse. Attraverso questo video è stato molto semplice far capire la corrispondenza tra frequenza alta e suono acuto, frequenza bassa e suono grave.

Quinta fase: registrazione dei suoni, orecchio vs fonometro

Dopo aver compreso che per «sentire» oltre a una sorgente sonora, occorre un mezzo attraverso cui si propaga l'onda sonora, ho proposto di continuare questo viaggio arrivando fino all'orecchio.

Attraverso immagini molto chiare, abbiamo cercato di capire da quali parti fosse costituito l'orecchio entrando in una stanza alla volta: orecchio esterno, medio e interno.

NOI	DISEGNO	COS'È	DOV'È	COME È FATTO (ANATOMIA)	COME FUNZIONA (FISIOLOGIA)
ORECCHIO (organo udito)		ORGANO dell'udito	all'esterno parte laterale Testa	<ul style="list-style-type: none"> orecchio esterno orecchio medio orecchio interno 	<ul style="list-style-type: none"> Raccoglie e convoglia i suoni e poi li trasforma in impulsi nervosi al cervello
ORECCHIO ESTERNO		parte esterna orecchio quella VISIBILE	all'esterno parte laterale Testa	<ul style="list-style-type: none"> Pedigilione auricolare Condotta uditiva Timpano 	<ul style="list-style-type: none"> Raccoglie e convoglia i suoni all'interno
ORECCHIO MEDIO		parte media orecchio, parte non VISIBILE	Si trova fra orecchio esterno e interno	<ul style="list-style-type: none"> Stappa Incudine Martello Cassa Timpanica Tromba di Eustachio 	<ul style="list-style-type: none"> compilata suona, comunica con la cavità e regola la pressione della ARIA
ORECCHIO INTERNO		parte più interna dell'orecchio non VISIBILE	parte interna dell'orecchio dopo orecchio medio	<ul style="list-style-type: none"> canali semicircolari chiacchiera Organo del Corti Presettici Acustici Organo equilibrio 	<ul style="list-style-type: none"> regola il senso dell'equilibrio attraverso la CHIACCIOLA

Per ogni stanza poi ci siamo chiesti che forma aveva e che cosa conteneva. Con una semplice osservazione, in alcune parti guidata, siamo arrivati a distinguere la struttura e la funzione di questo importantissimo organo di senso.

Abbiamo capito che senza l'orecchio che raccoglie e amplifica il segnale e il cervello che riceve l'impulso e lo rielabora, non possiamo sentire alcun suono. Importante è stato far disegnare ai ragazzi l'organo e ciascuna parte di esso non solo per facilitare la memorizzazione dei contenuti, ma anche per aiutarli a comprendere il rapporto tra struttura e funzione.

Per completare il percorso è stato poi invitato il dottor Fabio Angelini, del Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio dell'Università di Milano Bicocca, esperto di Acustica. I ragazzi dal suo intervento hanno potuto comprendere come si misura il suono e scoprire che il fonometro è stato progettato «copiando» la struttura e il funzionamento del nostro orecchio. Attraverso alcune prove di misurazione del rumore ambientale in diverse zone esterne e interne della scuola, hanno potuto constatare come sia facile arrivare in breve tempo a soglie insopportabili. Nel conoscere i limiti in decibel di sensibilità dell'orecchio umano, hanno così capito quanto sia prezioso il silenzio.

Infine sono stati verificati i limiti di norma ambientali rispetto alla classe acustica assegnata al territorio circostante l'edificio scolastico.

La verifica

Al termine del percorso ho proposto una verifica sommativa con lo scopo di valutare conoscenze e competenze acquisite dagli studenti; ho utilizzato tipologie di consegna diverse: dall'ascolto di suoni al disegno, dalla domanda aperta a quella di completamento. La diversificazione del tipo di richiesta permette, infatti, di far emergere le abilità specifiche di ogni singolo alunno. Di seguito alcuni esempi di quesiti.

Ascolta la seguente traccia sonora e identificane la sorgente. Cosa deve succedere perché un corpo produca un suono? Aiutati se preferisci con un esempio. (Obiettivi: essere in grado di ascoltare un suono e riconoscere la sorgente sonora; conoscere la caratteristica principale di una sorgente sonora).

Come fa il suono a giungere al nostro orecchio. (Obiettivo: descrivere come il suono si propaga).

Rappresenta con un disegno e descrivi l'onda sonora armonica e definisci la frequenza e l'ampiezza. Descrivi per filo e per segno come hai fatto a capire il concetto di frequenza nelle ore di Musica. (Obiettivi: rappresentare e descrivere un'onda sonora specificando le sue caratteristiche; ripercorrere i passi di un lavoro)

Ascolta queste due tracce sonore. Che differenza c'è tra i due suoni? Specifica cosa cambia in termini di frequenza e ampiezza. Rappresenta i due tipi di onda sonora. (Obiettivo: riconoscere le caratteristiche di suoni diversi).

Aggiungi nel disegno i nomi scientifici delle diverse parti dell'orecchio e specifica per tre di essi a tua scelta la funzione. (Obiettivo: conoscere la struttura e la funzione delle parti di cui è costituito l'orecchio umano).

Osserva il disegno dell'orecchio e rintraccia gli stessi elementi funzionali nel disegno del microfono e del fonometro. (Obiettivo: riconoscere gli stessi elementi di cui è composto l'orecchio negli strumenti tecnologici).

Qual è l'unità di misura che viene usata per quantificare l'intensità del suono? Quali sono i limiti per l'orecchio umano oltre ai quali si percepisce dolore? (Obiettivo: conoscere i limiti in termini di decibel).

Al termine della verifica ho chiesto a ogni alunno di riflettere sul percorso appena concluso e scrivere osservazioni in merito a esperienze positive o difficoltà, eventuali suggerimenti e domande rimaste aperte.

Conclusioni

L'esperienza, arricchita da altri contenuti, è stata così positiva da essere il punto di partenza per un lavoro sul tema dell'alimentazione in occasione dell'evento EXPO 2015. All'interno di un progetto multidisciplinare è stato prodotto un video clip dal titolo *Il cibo in tutti i sensi*.

I ragazzi si sono resi protagonisti scrivendo i testi, selezionando immagini, inventando esperimenti e recitando dei dialoghi. Il video finale è stato poi utilizzato per partecipare a un concorso organizzato dal Politecnico di Milano, *PoliCulturaExpoMilano2015* ed è stato infine premiato come miglior video per la qualità della Comunicazione Multimediale.

Questa esperienza è stata positiva dal punto di vista sia formativo sia didattico, perché non accade spesso di riuscire a portare i ragazzi a un livello di consapevolezza dei contenuti tale per cui si sentano confidenti nello spiegarli a qualcun altro.

Ciò è stato possibile perché lo strumento didattico era potente: è stata superata la barriera verbale, che spesso limita non solo il processo cognitivo, ma anche la possibilità per i ragazzi di mostrare quello che sanno.

Emanuela Occhipinti (Docente di Scienze presso la Scuola secondaria di primo grado "PaoloVI" di Rho - Milano. L'attività descritta è stata discussa e condivisa nel Gruppo di Ricerca di Scienze, «Educare Insegnando», promosso dall'Associazione Culturale "Il rischio Educativo", coordinato da Maria Elisa Bergamaschini e Maria Cristina Speciani).