

## Manerba 1-3-2001

Da G. Gambardella agli insegnanti che partecipano al "Progetto Arte e Scienza" (terzo anno) e al Progetto SeT (Scienza e Tecnologia).

### Proposta di un percorso cognitivo ed espressivo nel mondo dei suoni.

#### 1) L'interesse, il vissuto, le pre-conoscenze, le motivazioni per conoscere e conoscersi di più. Esperienze introduttive.

Si può iniziare con il gioco delle **associazioni mentali**, proponendo che ogni alunno disegni al centro di un foglio di carta, o pagina di quaderno, la parola "suono" e la contorni con una circonferenza; poi, ad un segnale dato (dall'insegnante), ognuno fa partire dal cerchio un raggio e ci scrive sopra la prima parola che la parola "suono" gli richiama, qualunque essa sia (anche se pare che non abbia niente a che fare con la scienza o che comunque abbia poco valore: è un gioco, non si riceve una valutazione per questo). Poi, senza indugiare, si fa partire un altro raggio e si scrive analogamente a prima un'altra parola, e così via fino a che non si dà il segnale di stop (basterà un tempo fra mezzo minuto ed un minuto). Dopo ognuno legge le sue parole e se ne discute (si notano le associazioni più comuni, la varietà delle associazioni, l'apparente stranezza di alcune e così via; si può anche notare e indagare in quanti contesti diversi usiamo la parola suono oppure la parola suonare; la differenza fra suono e rumore, ecc.; insomma un lavoro di tipo linguistico dove si riconosce tutta la ricchezza ed anche l'ambiguità (nientaffatto negativa) del linguaggio comune).

Si può passare poi ad un modo ancora linguistico e soggettivo ma più consapevolmente personale di rapportarsi al suono, anzi ai suoni o al mondo dei suoni, proponendo che ognuno si esprima su quelli che ritiene essere per sé stesso i **suoni più importanti** (voci, voci di chi, suoni musicali, suoni della natura, il suono del campanello che annuncia l'intervallo, i rumori della strada, ecc.). Analogamente ognuno può dire quali sono i suoni che trova **gradevoli** e quali **sgradevoli**. E' facile che discutendo di queste cose si finisca col fare delle battute e col ridere, e tutto questo va bene anche se bisognerebbe fare in modo che il ridere non sia solo una difesa rispetto alla timidezza, cioè alla difficoltà che molti possono avere nel manifestare qualcosa di personale e intimo legato al mondo dei suoni. Un'altra domanda che si può porre è "come deve essere non sentire i suoni" o sentire poco (qualcuno può avere esperienza in famiglia o tra le conoscenze di persone sorde o che sentono male).

Tra le esperienze introduttive mi sembra utile fare **l'esperienza del silenzio**, o meglio dell'ascolto mentre ci si astiene dal produrre suoni (o rumori) e quindi anche dal muoversi. Conviene fare questa esperienza in palestra per uscire dall'ambiente troppo familiare e ristretto della classe. La si può fare ad occhi aperti e ad occhi chiusi e poi notare la differenza. Sempre in palestra (ed è anche per questo che conviene andarci) si può fare l'esperienza di **produrre suoni con il proprio corpo** (anche con la bocca e la voce, ovviamente, ma senza usare parole). Questa esperienza ha importanza per portare l'attenzione sulla produzione, oltre che sull'ascolto dei suoni, e anche per generare la consapevolezza della ricchezza dei suoni che possiamo produrre senza l'uso di alcuno strumento. Si tratta tuttavia di una esperienza delicata in quanto viene bene se ognuno sta fermo in un posto, produce un solo suono (breve) per volta, e fa passare un po' di tempo prima di ripetere il proprio suono o passare ad un altro. In altre parole deve essere una esperienza di ascolto oltre che di produzione di suoni, nel rispetto del diritto degli altri a produrre suoni a loro volta mentre tutti ascoltano. E' interessante la percezione dell'effetto complessivo che ne deriva.

Tornati in classe si può **esplorare** in modo più libero **la fenomenologia dei suoni**, ovvero i diversi suoni che si conoscono o ricadono nella propria esperienza. Il discorso diventa poco alla volta più orientato alla osservazione del mondo, visto come qualcosa di oggettivo, esterno a noi e

che può essere da noi indagato. Si creano cioè le premesse per una indagine di tipo scientifico, con la consapevolezza (almeno da parte dell'insegnante) di quello che si fa: si rinuncia temporaneamente alle implicazioni soggettive ed emotive dell'esperienza (e quindi a tutta la sua complessità e varietà, e in definitiva all'unicità di ogni esperienza) per poter indagare gli aspetti fisici della realtà, in questo caso del mondo dei suoni. Ci porremo domande sulla natura fisica dei suoni per poter dare spiegazioni ed elaborare modelli che ci permettano di scoprire e descrivere quello che è comune a tutti i fenomeni sonori, al punto da poter prevedere cosa accade (nel mondo dei suoni) se si fa questo o si fa quello o da poter progettare cosa fare se si vuole che accada questo o quello (sempre nel mondo dei suoni).

## 2) Prime osservazioni rivolte a descrivere e modellare la fenomenologia del mondo dei suoni. Il modello dell'onda.

*A partire da questo punto il mio discorso si fa più schematico.*

Come descrivere i suoni?

Si possono descrivere i suoni mediante categorie (voci di esseri umani e di animali, i rumori delle macchine, i suoni degli strumenti musicali, i suoni dell'aria, quelli dell'acqua, i tuoni, ecc.)

Ma ci si può anche domandare: **cosa c'è di comune a tutti i suoni?** Si discute.

Una possibile risposta, interessante per le premesse che crea di ulteriore indagine, è che tutti i suoni vengono prodotti da qualcosa o da qualcuno e di solito hanno una durata limitata: i suoni, secondo la nostra esperienza, nascono, durano un certo tempo e poi scompaiono. **I suoni stanno nel tempo.**

I suoni vengono anche sentiti. Da chi? Solo da noi?

Tutti quelli che sentono i suoni li sentono allo stesso modo? Si discute. Quelli più vicini alla sorgente del suono lo sentono più forte. Ma ci sono suoni che alcuni sentono e altri no, indipendentemente dal volume, cioè da quanto forte è il suono? Si discute. Si sa, per esempio, che i cani sentono il suono di certi fischietti che noi non sentiamo.

**Cosa vuol dire sentire un suono?** Possono le macchine "sentire" un suono? Certamente ci sono macchine o strumenti che possono ricevere e registrare o anche trasformare e ritrasmettere o riprodurre i suoni (telefoni, televisione, cinema, calcolatori, ecc.).

Possiamo parlare dunque di **sorgenti e di ricevitori di suoni.**

Come fa il suono (un suono) prodotto da una sorgente ad arrivare a un ricevitore? **Il suono viaggia nello spazio che c'è tra sorgente e ricevitore.** Cosa vuol dire che viaggia, come fa a viaggiare? Viaggia dritto tra sorgente e ricevitore o può raggiungere il ricevitore facendo percorsi che non sono dritti, per esempio rimbalzando da qualche parte? Il suono prodotto dalla sorgente viaggia solo nella direzione del ricevitore?

Attraverso domande come queste (e le conseguenti discussioni) si arriva facilmente al concetto di **onda sonora**, cioè al concetto di "onda" che è il "modello" forse più importate del mondo dei suoni, anche se condiviso con altri "mondi" (come quello dell'acqua o quello della luce, e più in generale delle cosiddette onde elettromagnetiche).

E' facile trovare consenso sull'affermazione che un suono emesso da una sorgente, supponiamo nell'aria, si trasmette se non trova ostacoli in tutte le direzioni allo stesso modo, e man mano che si allontana dalla sorgente diventa meno forte (si possono fare esempi, come il suono di una campana di un campanile in mezzo alla campagna, o quello del fischiotto di un arbitro in mezzo ad un campo di calcio). Ma **cosa è realmente che si trasmette, cosa è che viaggia?**

Si può cominciare ad usare la parola onda anche senza sapere bene che cosa è, ma giusto per indicare un modo di "viaggiare" che non è un trasporto fisico di materia da un posto all'altro, come accade per esempio quando lanciamo un sasso. Il suono non viaggia come viaggia un sasso lanciato da una mano, o un proiettile lanciato con un'arma da fuoco. E allora come viaggia? Quali altri "viaggi" possono assomigliare a quelli del suono?

**L'analogia con il viaggio delle onde dell'acqua** dovrebbe emergere facilmente. Un'altra analogia è con le onde che si possono produrre con una corda quando viene agitata ad una delle sue estremità. A questo punto conviene fare degli **esperimenti sia con le corde che con l'acqua**. Insieme alle corde si possono anche usare quelle molle che spesso si trovano nei negozi di giocattoli (specie se "educativi"). Sono **molle metalliche** colorate che hanno pochi centimetri di diametro e di altezza (quando sono compatte) ma si allungano facilmente oltre il metro di lunghezza. Ebbene con queste molle allungate e tenute dritte (in verticale o in orizzontale) si possono produrre facilmente onde agitando una estremità o trasversalmente (come si fa anche con le corde) o longitudinalmente (cioè nel senso di allungamento della molla stessa).

Conviene fare l'esperienza con corde e molle e discuterne. Cosa è che viaggia? E come viaggia?

Ancora più interessanti e suggestive sono le esperienze con l'acqua. Semplice da fare è l'esperienza con dell'acqua stagnante (ovunque) quando si lascia cadere un sassolino. Si vedono i cerchi dell'onda che si propaga dal punto in cui cade il sassolino. Ancora la domanda: cosa è che viaggia? E come viaggia? Si può anche arricchire l'acqua stagnante con un piccolo sughero che quando passano le piccole onde chiaramente si sposta con l'onda solo andando su e giù, ma non andando nella direzione del raggio dell'onda.

Più difficile, ma più interessante, è fare l'esperienza con **una vaschetta di vetro** (almeno 50cm x 70cm), che in qualche museo o centro della scienza fa parte di uno strumento chiamato "ondometro". Se si produce un'onda lungo il lato più corto della vaschetta (un'onda larga quanto tutto il lato) si può vedere che se essa incontra una barriera con un buchino al centro, da quel buchino si propaga oltre la barriera una nuova onda con tanti cerchietti che hanno il centro nel buchino stesso. Il fenomeno si osserva bene sospendendo la vaschetta fra due appoggi e proiettando dall'alto una luce in modo da generare sul pavimento (sopra un foglio bianco) l'ombra delle onde.

Tutto ciò ci permette di attribuire ad un'onda (si tratta sempre di un modello) le seguenti proprietà: **I) Un'onda trasmette il movimento e non le cose (la materia); II) Quando un punto (un pezzettino dello spazio-materia dove viaggia l'onda) è raggiunto dall'onda, diventa a sua volta sorgente di un'onda con molte caratteristiche uguali a quelle dell'onda che lo ha raggiunto**. Così sembra proprio accadere per corde e molle e così per l'acqua.

Per **intuire fisicamente come questo possa avvenire**, possiamo nel caso delle onde dell'acqua ricorrere alla metafora che le minuscole palline o molecole costituenti l'acqua si tengono per mano (ed ognuna ha più mani) per cui se una di loro si mette ad andare su e giù (per esempio sotto la spinta di un sassolino), anche tutte le altre che la tengono per mano si mettono (sono trascinate) a fare la stessa cosa, naturalmente con un poco di ritardo, e così via. Tutto questo potrebbe essere anche simulato in palestra con i corpi delle persone come abbiamo del resto già fatto l'anno scorso sia fra adulti (utilizzando una scansione ritmica) che con un gruppo di alunni (per i quali il legame tra le mani era mediato da un elastico robusto). Tutto questo è anche efficacemente simulato dalla "ola" che spesso si fa negli stadi.

**Ma nel caso delle onde sonore che viaggiano nell'aria, come fa l'onda a viaggiare?** Noi abbiamo già l'idea, per il lavoro fatto sull'aria in passato, che le palline o molecole d'aria non si tengono affatto per mano; abbiamo l'idea che fra loro c'è dello spazio vuoto e che le palline si muovono caoticamente in tutte le direzioni, e quando si incontrano o incontrano un ostacolo rimbalzano elasticamente. E' proprio questo movimento caotico che produce la spinta (o pressione) dell'aria in tutte le direzioni. Ora quando noi battiamo le mani e produciamo così il suono del battere delle mani, cosa succede all'aria? Possiamo immaginare che l'aria schiacciata spinge di più non solo sulle nostre mani, ma anche sull'aria vicina, che a sua volta spinge di più sull'aria che sta tutto intorno a dove ha ricevuto la spinta e così via. Insomma **l'onda sonora può essere fatta di spinte e contospinte che si danno le palline o molecole d'aria nella direzione di propagazione del suono** (cioè all'inizio in tutte le direzioni a partire dalla sorgente del suono). Per intuire meglio quello che succede si può produrre un fenomeno analogo con delle **biglie** di vetro (o di acciaio) allineate e a contatto una con l'altra: se si dà un colpetto, cioè una spinta, alla prima biglia nella

direzione della fila, succede che solo l'ultima biglia della fila si stacca e si muove, come se avesse ricevuto solo lei la spinta. Come mai? Provare per credere e ragionarci sopra.

**Le onde sonore si possono vedere?** Le onde dell'acqua e quelle delle corde normalmente si vedono, ma quelle del suono no: perché? Provare a discuterne. Un motivo è che l'ambiente dove viviamo e sentiamo i suoni è l'aria e l'aria normalmente non si vede. Ma se anche potessimo vederla (e quando è fumosa o molto inquinata possiamo vederla) non potremmo ugualmente vedere i suoni perché gli spostamenti dei pacchetti d'aria che li costituiscono sono troppo piccoli e veloci per poterli vedere con i nostri occhi (ci basta agitare una bacchetta di legno con la mano per accorgerci che quando il nostro movimento è abbastanza veloce, non riusciamo più a seguire con gli occhi la bacchetta). Se però non riusciamo a vedere i suoni direttamente possiamo vederli indirettamente, per gli effetti che producono su qualcosa che per noi è visibile. Se per esempio copriamo una ciotola di plastica con una pelle tesa di palloncino, e sopra la pelle (orizzontale) mettiamo dei chicchi di riso, vedremo questi chicchi rimbalzare se in prossimità della nostra ciotola battiamo dei colpi di tamburo o dei colpi su una pentola di metallo. Come mai i chicchi rimbalzano? Provare a discuterne.

**Le onde talvolta si incontrano.** Per esempio con una corda tesa si vede che quando l'onda prodotta da una breve agitazione di una estremità raggiunge l'altra estremità si ha una specie di eco. Cioè dalla seconda estremità l'onda ritorna verso la prima. La stessa cosa succede con le molle di cui sopra. Se prima che l'onda d'eco raggiunga la prima estremità, si fa partire da questa un'altra onda uguale alla prima, questa e l'onda d'eco si incontrano. E allora cosa succede? L'esperimento e la sua osservazione non sono per niente facili. Però vale la pena provarci e discuterne. Per fare in proposito un esperimento meglio osservabile, conviene agitare l'estremità della corda non brevemente e con la mano, ma in modo continuo e regolare, come si può fare con un motorino, per esempio quello di un **seghetto alternativo** (eliminando naturalmente il seghetto e facendo in modo che sia l'estremità della corda ad andare su e giù al posto del seghetto). Quello che si noterà è che, con una opportuna lunghezza della corda (e anche con una opportuna tensione), questa apparirà come tanti fusi uguali uno dietro l'altro, avrà cioè dei punti che non si muovono che sono a uguale distanza l'uno dall'altro, mentre al centro di ogni coppia adiacente di questi punti la corda raggiunge il massimo del suo movimento (e si ha l'impressione di un fuso perché la corda va su e giù troppo velocemente per poterne seguire con continuità il movimento). Come si spiega questo fenomeno? Si può spiegare supponendo che: a) il seghetto alternativo fa vibrare la corda proprio in uno dei modi in cui la corda vibrerebbe da sola se lasciata libera di vibrare dopo essere stata "pizzicata" o percossa; b) l'onda di andata e l'onda di ritorno (l'eco) si compongono. Se per esempio esse tendono a muovere lo stesso punto della corda una verso l'alto e l'altra verso il basso, oppure viceversa, allora quel punto può ben restare fermo proprio come succede nell'esperimento.

Un altro esperimento sulla composizione delle onde si può fare con la vaschetta di vetro citata sopra, creando questa volta due buchi nella barriera, disposti da parti opposte in prossimità delle pareti.

In definitiva possiamo dedurre da questi esperimenti che **le onde che si incontrano si compongono creando movimenti più grandi o più piccoli di quelli che ciascuna onda produrrebbe da sola, o addirittura neutralizzandosi a vicenda.** Quello che avviene per le onde delle corde o per le onde dell'acqua possiamo ben immaginare che avvenga anche per le onde dei suoni ed infatti l'esperienza lo conferma. Possiamo considerare questa della composizione come una terza proprietà caratteristica delle onde, che si va ad aggiungere alle due già viste prima.

### 3) Ancora su come viaggiano i suoni e poi su come si producono: vibrazioni, risonanze, concerti.

**I suoni viaggiano soltanto nell'aria?** Certamente no, a tutti noi è capitato di sentire i suoni anche dentro l'acqua, e poi, se i suoni (o rumori) della classe a fianco o dei vicini di casa arrivano fino a noi, vuol dire che i suoni passano anche attraverso i muri. Certo più grande, cioè più largo, è un muro e meno suono passa. Vuol dire che il suono mentre viaggia viene in parte assorbito, come si dice, dallo spazio-materia in cui viaggia. I suoni prodotti da una sorgente si disperdono tutto intorno e in parte vengono assorbiti ed è per questo che più si va lontano dalla sorgente e meno si sentono. Possono i suoni viaggiare anche nel vuoto? La domanda non è così ingenua perché sappiamo che ci sono onde che viaggiano nel vuoto, come le onde radio oppure le onde di luce. Ma le onde sonore no e c'è per esempio l'esperimento della campana sotto vuoto che lo dimostra. Perché no? Provare a dare una spiegazione.

Le onde sonore viaggiano anche nei metalli? Sì. Forse abbiamo visto in qualche film western le immagini degli indiani che con l'orecchio sui binari del treno potevano accorgersi dell'arrivo del treno prima ancora che apparisse. Questo sembra possibile per due motivi: uno è che i binari fanno da guida per il suono e quindi permettono di sentirlo anche quando il treno è ancora nascosto dietro una collina; l'altro è che la velocità del suono nel ferro è più grande di quella del suono nell'aria.

Dunque la velocità. E' chiaro che **se c'è un viaggio, c'è anche la velocità del viaggio**. Le onde sonore che ci interessano di più sono quelle che viaggiano nell'aria, perché nell'aria normalmente viviamo. Ci possiamo allora domandare quanto velocemente viaggiano i suoni nell'aria e anche come fare a misurare questa velocità. Abbiamo mai sentito parlare di questa velocità? Forse abbiamo sentito parlare di aerei che possono superare il "muro del suono", cioè viaggiare ad una velocità superiore a quella del suono. Forse sappiamo che la velocità del suono è molto più piccola di quella della luce, perché abbiamo potuto osservare che il tuono si sente dopo, anche parecchi secondi dopo, che in cielo abbiamo visto il fulmine. Se è così potremmo fare **una misura approssimativa della velocità del suono nell'aria** utilizzando due posti di osservazione che sono in vista l'uno dell'altro ed abbastanza lontani (tra 500 e 1000 metri) l'uno dall'altro. Se una persona, con un gesto visibile, produce un forte suono in un punto, l'altra persona può far scattare un cronometro di precisione quando vede il gesto e lo può fermare quando sente il suono. Se poi si divide la distanza (che supponiamo di conoscere) fra i due punti per l'intervallo di tempo misurato, possiamo avere una misura approssimata della velocità del suono. Da cosa dipende l'approssimazione, cioè la bontà di una tale misura? Se ne può discutere. Vengono in mente altri modi per misurare questa velocità? Bisogna per forza essere all'aperto in grandi spazi? E se avessimo 1000 metri di tubo di plastica arrotolato in una stanza, potremmo utilizzarlo a questo scopo? Ci si può pensare. Esistono anche altri modi "da laboratorio", ben più precisi di quelli accennati, ma sono più difficili da comprendere e da realizzare.

Queste riflessioni sulla velocità con cui viaggiano i suoni ci possono aiutare a renderci conto che avendo noi due orecchie può ben succedere che un suono raggiunga un'orecchia prima dell'altra (essendo le due orecchie a distanze diverse dalla sorgente del suono). Certo succede quasi sempre una cosa del genere, ma la nostra esperienza ci dice che non solo questa cosa non genera confusione nel nostro sentire il suono, ma che anzi ci permette di **sapere da che direzione il suono viene**. Ce ne possiamo rendere conto facendo un gioco con un tubo flessibile di plastica lungo circa un metro e con due imbuti alle estremità. Il gioco richiede anche la collaborazione di un'altra persona. Se con gli occhi bendati teniamo i due imbuti sulle due orecchie e chiediamo all'altra persona di dare un leggerissimo colpo (per esempio con una matita) ad un punto del tubo di plastica, saremo ben capaci di indicare da dove è partito il suono. Un altro gioco che si può fare è quello di mettere una persona con gli occhi bendati al centro di un cerchio di una decina di persone; poi una delle persone del cerchio batte per esempio le mani e chi sta al centro deve indovinare chi è stato.

Di solito ci riesce bene. Ma se, poverino, oltre ad avere gli occhi bendati, ha anche un'orecchia tappata, allora la sua abilità peggiora sensibilmente.

Concentriamo ora la nostra attenzione sulla **nascita dei suoni** e in particolare sul modo in cui noi siamo capaci di produrre suoni con degli oggetti o degli strumenti. Come produciamo i suoni? Un modo molto comune è quello di **“colpire” l'oggetto**, di dargli cioè una botta. In musica si parla di strumenti “a percussione” (a proposito possiamo nominarne qualcuno). Che succede quando percuotiamo un oggetto? Succede di solito che l'oggetto vibra e vibrando emette un suono che è un po' la sua voce. Ogni voce è fatta di un insieme di “frequenze” o suoni puri, che si chiamano anche le sue “frequenze naturali”. Sono le frequenze alle quali l'oggetto ama vibrare o muoversi, proprio come ogni pendolo ha una sua frequenza di oscillazione che mantiene nel tempo se nessuno va a disturbarlo. Si possono osservare le vibrazioni di un righello di legno o di metallo tenuto in parte sporgente da un tavolo. In questo caso le vibrazioni si vedono e si capisce come si trasmettono all'aria creando un'onda sonora. Una cosa analoga succede quando le vibrazioni sono più veloci e meno ampie. Dunque ogni oggetto se colpito e lasciato libero di vibrare manifesta la sua propria voce. Si può provare con diversi oggetti e cominciare a mettere in relazione il tipo di suono o voce generata dal colpo con le caratteristiche dell'oggetto (materia, forma) ed anche con il modo in cui lo si tiene e lo si percuote. Dopo avere sperimentato in modo alquanto libero mi sembra utile fare una sperimentazione più accurata e sistematica con alcuni oggetti dalla voce gradevole (oggetti o corpi elastici) che più facilmente si prestano allo scopo. Per esempio: a) fili di metallo in tensione ; b) tubi di metallo sospesi o appoggiati su supporti elastici; c) bicchieri o vasi di vetro con diverso contenuto d'acqua.

Nel primo caso possono servire le **corde di chitarra o di altri strumenti a corde**.

Conviene creare una struttura in cui una corda può essere affiancata a, o sostituita con, un'altra dello stesso metallo ma di diverso spessore (diametro) e in cui la tensione di ciascuna corda può essere variata (per esempio aggiungendo dei pesi ad un secchiello legato ad una delle estremità della corda). Con questa struttura si potrà notare come la voce della corda, cioè il modo in cui essa vibra o la nota che produce, dipende sia dal diametro che dalla tensione. Se sappiamo già distinguere o impariamo a distinguere fra note “alte” e “basse” allora noteremo che con corde più sottili e più tese si ottengono note più alte.

Con queste corde si può fare un'altra interessante esperienza che è quella delle **“casse di risonanza”** cioè ricreando una situazione simile a quella che si presenta in tutti gli strumenti musicali a corda. Perché si usano le casse di risonanza? Lo si fa per rendere il suono prodotto dalle corde “più forte” grazie al fatto che l'aria contenuta nella cassa si mette a vibrare in sintonia (“risuona”) con la vibrazione delle corde.

Nel secondo caso si possono utilizzare **tubi di alluminio** sperimentando come la voce o la nota emessa dal tubo dipende dalla lunghezza, dal diametro e dallo spessore del tubo. Questa dipendenza può essere indagata in modo sistematico procurandosi diverse serie di tubi diversi fra loro, all'interno di una serie, solo per una delle variabili dette sopra. I tubi, diversamente dalle corde di prima, fanno da cassa di risonanza a se stessi, nel senso che la colonna d'aria contenuta in un tubo risuona solo con alcune delle frequenze di vibrazione del tubo e le rende più forti facendole prevalere sulle altre (*per questa affermazione chiederò conferma a qualcuno più esperto di me*).

Con questi tubi si può fare un'altra interessante esperienza ed è quella di usarli senza “suonarli” ma accostandoli semplicemente con una delle due estremità libere al proprio orecchio in un ambiente ricco di voci e suoni vari. Ebbene se si fa questo si possono sentire delle “note” che corrispondono alle frequenze naturali di vibrazione della colonna d'aria interna al tubo. Dai suoni o rumori dell'ambiente, dove c'è dentro un po' di tutto dal punto di vista sonoro, il tubo seleziona solo suoni o modi di vibrare che “piacciono” alla colonna d'aria che contiene. E' un po' quello che succede quando si accostano all'orecchio delle grandi conchiglie e noi diciamo che “si sente il mare”.

Anche gli strumenti musicali che si chiamano **“organi a canne”** producono note in base ai modi di vibrare che “piacciono” alle colonne d'aria contenute nelle canne stesse che vengono

eccitate da flussi d'aria. Più larghe e lunghe sono le canne e più lentamente ama vibrare la colonna d'aria che contengono, per cui ne nascono note più basse.

Dagli "strumenti a percussione" siamo passati agli "**strumenti a fiato**" ed è allora utile interrogarci su come funzionano le "ance". Non è difficile fare un'ancia con una normale cannuccia per bibite. E' una esperienza che abbiamo già fatto l'anno scorso a proposito dell'aria che si muove, quando abbiamo anche costruito quel giochino chiamato "se soffio sta su" e abbiamo anche visto che soffiando in mezzo a due palloncini questi "si baciano" invece di allontanarsi l'uno dall'altro. Rimando quindi a quelle esperienze già fatte. Stessa cosa faccio per l'esperienza sonora con quei tubi di plastica ondulati (quelli che si usano per gli impianti elettrici nelle case) che possono essere considerati degli strumenti "ad aria" più che a fiato, in quanto suonano se fatti ruotare con il braccio tenendoli per mano ad una loro estremità.

Voglio concludere questa proposta (anzi questa sua prima stesura) ricordando i due libri già incontrati lo scorso anno che sono una utilissima guida per **costruire oggetti sonori o musicali** :

- R. Rossena, "Riciclare in musica", Ed. Demetra.
- W.Maioli, M.Stefani, "L'orchestra della natura", Ed. Mondadori.

Avevo già mostrato lo scorso anno come si possano fare in gruppo, e quindi anche con un'intera classe, delle bellissime esperienze di ascolto e produzione di suoni, integrando anche così sul piano espressivo il viaggio nel mondo dei suoni. Possiamo ovviamente riprendere quelle esperienze o anche potete riprenderle senza di me essendo molti di voi meglio preparati di me su questo piano.

Accoglierò con gratitudine ogni commento o critica che mi può aiutare a migliorare, o integrare, questa proposta.