

# Onde artistiche

## Rendere visibili le onde sonore

**A cura di**  
CNR - Istituto di Chimica dei Composti Organo Metallici  
CNR - Unità Relazioni con il Pubblico  
e Comunicazione integrata

# Onde artistiche

Rendere visibili le onde sonore

© CNREdizioni, 2025  
P.le Aldo Moro, 7  
00185 Roma

978-88-8080-719-3 edizione cartacea  
978-88-8080-720-9 edizione digitale



## A cura di

CNR - Istituto di Chimica dei Composti Organo Metallici (CNR - ICCOM)  
CNR - Unità Relazioni con il Pubblico e Comunicazione integrata

## Coordinamento editoriale

Francesca Messina (Responsabile Unità Relazioni  
con il Pubblico e Comunicazione integrata)

## Redazione contenuti e testi

Beatrice Campanella, Stefano Legnaioli, Sara Pallucco

## Disegni

Chiara Coronato

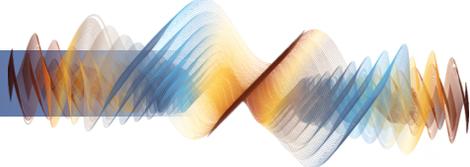
## Progetto grafico

Daniela Gaggero (Unità Relazioni con il Pubblico e Comunicazione integrata)

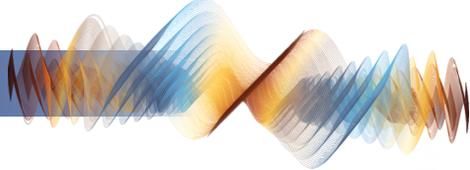
Ha collaborato alla realizzazione della pubblicazione

Luca Balletti (Unità Relazioni con il Pubblico e Comunicazione integrata)

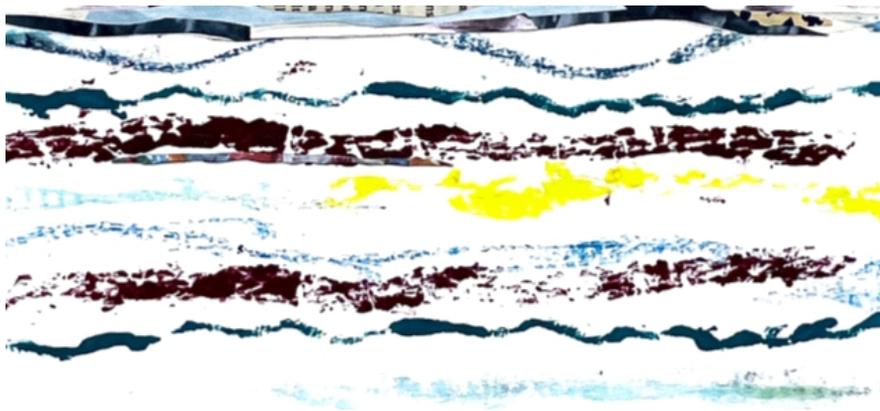
**Questa pubblicazione è consigliata per i docenti di scuola primaria  
e secondaria di I grado**

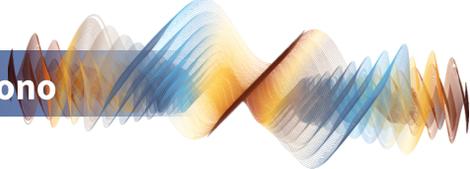


Introduzione	<b>1</b>
Sentire le immagini, vedere il suono	<b>2</b>
Il suono	<b>3</b>
Scheda 1 – Vedere il suono	<b>5</b>
La corda vibrante	<b>6</b>
Scheda 2 – Costruire una corda vibrante	<b>7</b>
Propagazione del suono	<b>9</b>
Scheda 3 – La forma del suono	<b>10</b>
Scheda 4 – Come si propaga il suono	<b>12</b>
Il suono nella raffigurazione artistica	<b>13</b>
Gli strumenti musicali in pittura	<b>15</b>
La pittura come espressione di un'immagine musicale	<b>16</b>
La pittura come impressione musicale	<b>17</b>
L'aspetto del suono	<b>18</b>
Suoni, forme e colori	<b>19</b>
Scheda 5 – La forza del suono: il fonoscopio	<b>20</b>
Conclusioni	<b>21</b>



Grazie al successo ottenuto dal volume “Il CNR è a scuola!”, in cui è inserita anche il laboratorio oggetto di questa pubblicazione, nasce “Onde Artistiche”, frutto dell’esperienza maturata nella realizzazione dei laboratori didattici nell’ambito di Didacta Italia: la fiera che crea un luogo di incontro ideale tra il mondo dell’istruzione, gli enti di ricerca, le università e le aziende del settore. Chi ha avuto la fortuna di partecipare a questa manifestazione sa che si tratta di un’esperienza ricca di stimoli e che permette di imparare sempre qualcosa di nuovo. Molti/e insegnanti, come voi che state leggendo queste pagine, ci hanno chiesto di ricevere approfondimenti sui singoli esperimenti presentati nel corso del laboratorio. Proprio grazie alla vostra spinta e al vostro entusiasmo, nasce questa breve raccolta di spunti per la realizzazione di percorsi educativi, che speriamo possa essere utile per chi come voi si occupa quotidianamente della formazione dei ragazzi e delle ragazze. L’idea di base è di promuovere le discipline artistiche e scientifiche in maniera non convenzionale attraverso attività laboratoriali e ludiche. La chiave scelta si basa sull’equilibrio tra il metodo scientifico-sperimentale e quello artistico-creativo. In particolare, “Onde Artistiche” intende rendere visibile ciò che le onde generano, dimostrando che il suono influisce oggettivamente sulla materia fisica, essendo persino in grado di generare disegni geometrici. Insieme ad alcuni concetti alla base dell’acustica, la branca della fisica che studia il suono, il testo offre una panoramica su alcune opere d’arte che sono in qualche modo legate a questo tema, fino ad arrivare a correnti contemporanee come la cimatica, in cui il suono stesso diventa attore protagonista. Sono, inoltre, presentati e descritti alcuni semplici esperimenti che compongono il “quaderno dell’esperimento” che ogni insegnante potrà realizzare in classe e far personalizzare in modo creativo e originale agli studenti e alle studentesse. Il fine ultimo è stimolare la capacità di distinguere varie forme di “sperimentalità”, sia scientifica che artistica. Buon apprendimento e...buon divertimento con le “Onde artistiche”!





L'arte figurativa è composta da immagini e colori, la musica è fatta di suoni e accordi: si tratta di due forme d'arte cugine apparentemente lontane tra loro. Una chiave per avvicinarle è la “**sinestesia**”, dal greco *syn-aisthanestai*: una parola che nasce dall'unione di *syn*, “insieme”, e *aisthánomai*, “percepisco”.

La parola sinestesia è comunemente utilizzata per indicare **un'esperienza plurisensoriale** in cui costruiamo delle **associazioni che legano i colori ai suoni**, oppure gli odori alle percezioni tattili, in modo intuitivo e involontario. Questo si realizza facilmente **associando due parole** che appartengono a sfere sensoriali diverse, come “l'aspro odor dei tini”, citando il poeta Giosuè Carducci, ma anche più semplicemente quando si parla di “musica dolce” o di “colori caldi e freddi”.

Lo sbalzo tra i due piani sensoriali non coincidenti associati ai due termini crea estraniamento, e, al tempo stesso, rappresenta la forza alla base di questa figura retorica. In passato, molti artisti e intellettuali, tra cui Vasilij Kandinskij e Vladimir Nabokov, si sono lasciati affascinare dalle sensazioni che questa esperienza riesce a suscitare, traendone ispirazione per le loro opere.

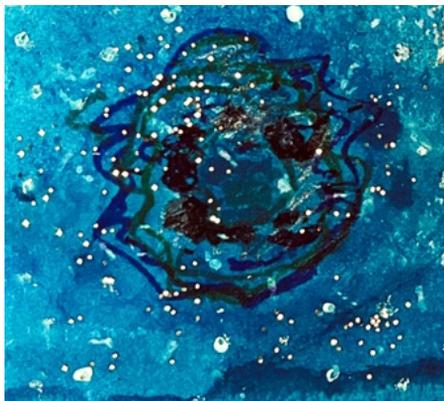
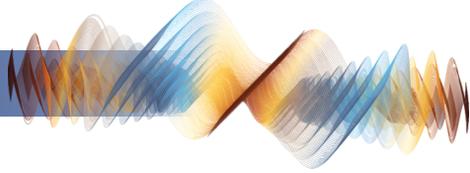


Fig. 1 - Rappresentazione della sonificazione di una galassia  
(<https://www.youtube.com/watch?v=j-W5CDGGq50&t=20s>)

E la scienza? Negli ultimi anni, la NASA ha prodotto “**sonificazioni**” di dati astronomici provenienti da oggetti nello spazio. Questo progetto rileva i dati digitali catturati dai vari telescopi – la maggior parte dei quali invisibili ai nostri occhi senza aiuto – e li traduce in note e suoni musicali in modo che possano essere ascoltati, piuttosto che visti.

Pur non avendo le risorse della NASA, possiamo provare a visualizzare le onde sonore in modo piuttosto semplice, dotandoci di un diapason, un bicchiere d'acqua e del colorante alimentare. Trovate la scheda dell'esperimento nella pagina seguente (Scheda 1).



Il suono è un **fenomeno fisico** prodotto dalla **vibrazione** di un corpo posto in **oscillazione**, come, ad esempio, negli strumenti musicali; anche la nostra voce è il prodotto di una vibrazione.

Il suono ha bisogno di un **mezzo** per propagarsi e viaggia a velocità diverse a seconda di dove si trovi. La **velocità del suono nell'aria** alla temperatura di  $0^{\circ}\text{C}$ , è di circa **330m/s**, ma aumenta leggermente con la temperatura circostante. In generale, la velocità del suono dipende dalla **densità** dei corpi in cui si trasmette, per cui è maggiore nei liquidi e ancor di più nei solidi, purché siano solidi elastici, ovvero, una volta deformati, siano in grado di ritornare alla loro forma originale.

Non tutti i suoni sono uguali: comunemente si parla di suoni alti o bassi, forti o deboli, o più semplicemente di suoni gradevoli e sgradevoli. Ma in cosa si differenziano? Le caratteristiche che distinguono un suono dall'altro sono l'**altezza**, l'**intensità** e il **timbro**.

L'**altezza** di un suono dipende dalla **frequenza** delle vibrazioni, ovvero dal numero di volte in cui tali vibrazioni si ripetono nell'unità di tempo, che generalmente è il secondo. Ad esempio, più alto è il numero delle vibrazioni al secondo della sorgente sonora, più il suono è **acuto**. L'**intensità** del suono, chiamata anche volume, dipende dall'**ampiezza** delle vibrazioni: un suono è tanto più **forte** quanto maggiore è l'ampiezza delle vibrazioni.

Il **timbro**, invece, è una caratteristica che dipende dal **modo in cui vibra la sorgente sonora**: è per questo che le voci delle persone sono diverse oppure riusciamo a distinguere se la stessa nota proviene da un pianoforte o da un sassofono. Ad essere precisi, altezza e intensità sono caratteristiche **percettive**, mentre frequenza e ampiezza sono caratteristiche **fisiche**. Il suono, infatti, può essere schematicamente rappresentato nel tempo come un'onda che si propaga nello spazio, come quella in figura. Ogni onda si caratterizza per una data ampiezza, ossia l'altezza del massimo, e uno specifico periodo, che rappresenta la distanza tra due massimi consecutivi. Queste sono grandezze misurabili che possono essere quantificate.

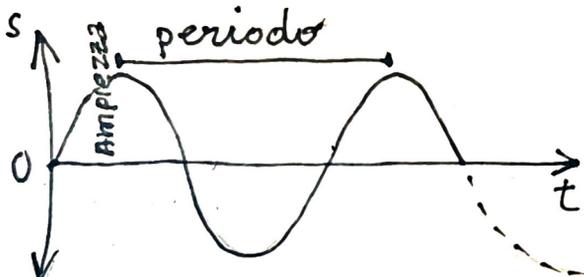
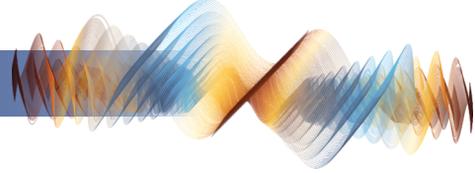


Fig. 2 - Rappresentazione grafica di un'onda sonora, lungo l'asse delle ascisse è riportato il tempo, lungo l'asse delle ordinate lo spazio



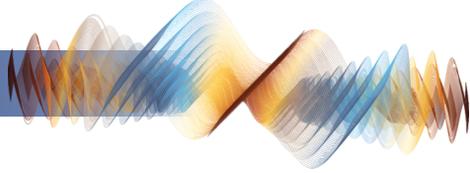
## FOCUS

### La luce è un serpente, il suono è un bruco!

La **luce** è un'onda **elettromagnetica** che si propaga anche nel vuoto (per esempio nell'universo), mentre il **suono** è un'onda **di pressione** che si propaga nella materia, ma non nel vuoto. Onde luminose di diversa **frequenza** sono percepite dall'occhio come luci di diverso **colore**. Onde sonore di diversa frequenza sono percepite dall'orecchio come suoni di diversa **altezza**. Inoltre la **velocità di propagazione** del suono è estremamente più bassa (circa un milione di volte) di quella della luce (ad es. il tuono ritardato rispetto al lampo).

L'unità di misura della frequenza è l'hertz (Hz), che esprime appunto il numero di vibrazioni al secondo: una frequenza di 50 Hz è quella di 50 vibrazioni al secondo. Le frequenze inferiori a 16 Hz sono dette **infrasuoni**. Le frequenze che superano i 20.000 Hz sono dette **ultrasuoni**. Il nostro orecchio, che rappresenta lo strumento che noi abbiamo per misurare le frequenze, ne percepisce solo alcune, ossia quelle comprese tra 16 e 20 000 Hz.

Il timbro, invece, è una grandezza qualitativa e multidimensionale; infatti, è determinato dal cosiddetto spettro armonico: un insieme di frequenze in cui se ne distingue una fondamentale accompagnata da altre dette **armoniche**, di varia altezza e di frequenza multipla della fondamentale. In questo modo si riesce ad ottenere un suono gradevole, detto armonico appunto, il cui spettro, in pratica, deve avere la forma di un pettine, con tante linee equidistanti tra di loro.



## Obiettivi

Comprendere le onde sonore, il movimento del diapason e le vibrazioni.

## Apparato sperimentale

Diapason, un bicchiere d'acqua, colorante alimentare, martello per diapason in gomma.

## Conduzione dell'esperienza

Aggiungiamo qualche goccia di colorante all'acqua nel bicchiere. Colpiamo un'estremità del diapason con il martello e avviciniamolo alla superficie dell'acqua (senza immergerlo). Si potrà osservare l'effetto delle onde sonore come increspatura della superficie dell'acqua e, se il diapason è abbastanza grande, addirittura si formeranno degli schizzi d'acqua!

## Riferimenti all'esperienza quotidiana

I diapason producono il loro suono facendo vibrare rapidamente le punte (avanti e indietro) e la loro base (su e giù), come nella figura accanto. La velocità con cui i diapason vibrano è troppo elevata perché l'occhio umano possa percepirla (se un diapason vibra a 384 Hz significa che i bracci del diapason vibrano rispetto alla loro posizione originale 384 volte al secondo). Avvicinare il diapason nell'acqua è un modo per visualizzare questo rapido movimento.

I suoni sono un'altra forma di onde: onde longitudinali. Come tutte le onde, quelle sonore trasportano energia. Avvicinando il diapason vibrante in un mezzo più denso come l'acqua, l'energia del diapason viene trasferita e si osserva sotto forma di movimento dell'acqua, piuttosto che come suono.

Diapason di dimensioni diverse producono effetti diversi. Possiamo sperimentare diapason di diverse misure/accordature per vedere quanto grande può essere lo schizzo d'acqua che riescono a creare.

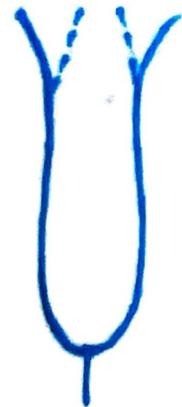
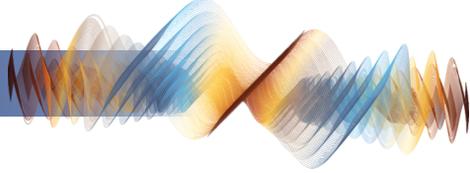


Fig. 3 – Il diapason



La **corda vibrante** è il primo strumento storicamente utilizzato per l'analisi dei suoni. È una corda di materiale omogeneo, di spessore uniforme, bloccata a due estremi e sottoposta a tensione uniforme per tutta la sua lunghezza. Una volta posta in movimento, pizzicandola, i punti della corda si spostano dalla loro posizione di equilibrio, eseguendo un moto composto da diverse oscillazioni con frequenze diverse, detti “**modi**” e assumendo una forma **sinusoidale**.

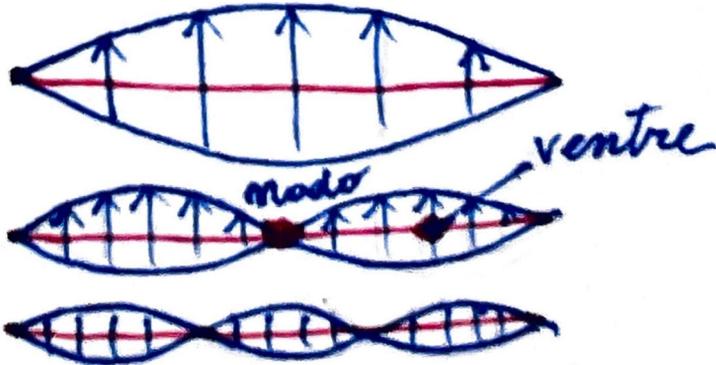
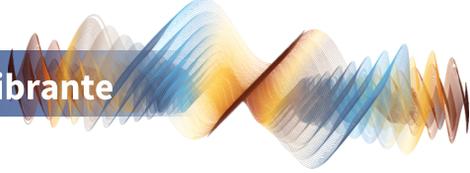


Fig. 4 – Rappresentazione dei nodi e dei ventri di un'onda stazionaria

Una delle caratteristiche delle onde **stazionarie** è la presenza dei **nodi**, ossia punti che rimangono **fermi**, mentre la corda vibra, e dei **ventri**, che, invece, sono i punti della corda in cui si ha la massima estensione. Variando la frequenza con cui oscilla la corda è possibile visualizzare la formazione dei nodi, il cui numero, 0, 1, 2... dipende da vari fattori, come il materiale e la lunghezza della corda. La posizione dei nodi non è casuale, ma è sempre un multiplo intero della lunghezza della corda. Da un punto di vista pratico, se poggiamo una corda piuttosto lunga sul pavimento e, tenendola per un estremo, iniziamo a muoverla, spostando l'estremo in verticale, vedremo che si formerà un'onda. Questa potrà essere modulata in ampiezza semplicemente aumentando o diminuendo l'estensione del movimento della mano; variando la frequenza con cui muoviamo l'estremo in alto e in basso, cambieremo, invece, il periodo dell'onda. Se il secondo estremo è fisso, ammesso di poter trascurare l'attrito del pavimento, in generale si formerà un'onda riflessa, che procede nel verso opposto a quella incidente. Se sommiamo due onde periodiche di forma identica, l'una progressiva e l'altra regressiva, la loro somma non avrà nessuna ragione di muoversi verso destra o verso sinistra. Si creerà, invece, **un'onda stazionaria**.

L'onda stazionaria ha, perciò, una frequenza associata ben precisa: frequenze diverse corrispondono a note diverse. Un modo semplice per visualizzare i nodi è quello di costruire un semplice modellino, come mostriamo nella Scheda 2.



### **Obiettivi**

Mostrare come suoni acuti o gravi dipendano dalla lunghezza e dal materiale con cui è costituita la corda vibrante.

### **Apparato sperimentale**

Tavole di legno, chiodi, martello, righello, matita, fili da pesca di spessore diverso.

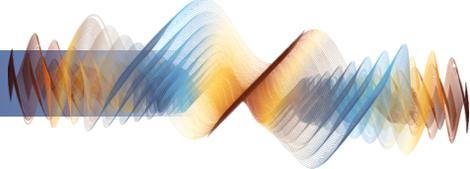
### **Conduzione dell'esperienza**

Sulla tavoletta disegniamo con la matita 3 segmenti di misure crescenti (10, 20 e 30 cm) e piantiamo i chiodi agli estremi dei segmenti; si stende in tensione lo stesso filo da pesca per ciascuna coppia di chiodi. Pizzicando le corde, potremo udire un suono più acuto mano a mano che ci spostiamo dal segmento più lungo a quello più corto, questo perché la frequenza a cui vibra la corda è inversamente proporzionale alla sua lunghezza e abbiamo visto che aumentando la vibrazione della corda, cresce l'altezza del suono.

Un altro esperimento che possiamo realizzare consiste questa volta nel piantare più coppie di chiodi alla stessa distanza, ma utilizzando fili con densità diverse. Anche in questo caso, pizzicandole, si otterrà un suono più acuto per fili con densità minore; quello che si osserva è che più è "massiccia" la corda più l'onda si propaga lentamente, ossia con frequenza minore e viceversa.

### **Riferimenti all'esperienza quotidiana**

Osservando le corde di una chitarra, è possibile notare come siano costituite da materiali e spessori differenti; quando vengono pizzicate (come nella chitarra), strofinate (come nel violino), percosse (come nel pianoforte), producono onde stazionarie di diversa frequenza. Ad ognuna corrisponde una nota diversa. Inoltre, variandone la lunghezza, ad esempio con la pressione di un dito nel caso della chitarra, si otterranno note diverse con la stessa corda.

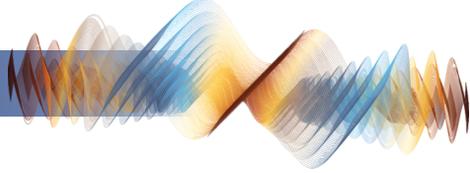


La corda vibrante è alla base di molti strumenti musicali, il più semplice è forse il **bidofono**. Si tratta di uno strumento abbastanza rudimentale utilizzato con nomi diversi in varie parti del mondo. È possibile realizzarlo facilmente a casa utilizzando un secchio di plastica, il bastone della scopa e una corda elastica, poco più corta del bastone (può andare bene anche quella usata per gli stendini). Si rovescia il secchio, si crea un foro al centro, all'interno del quale si fa passare la corda, fermandola con un nodo; infine, si fissa l'altro estremo della corda ad un capo del bastone, che è posto in orizzontale a terra. Ponendo un piede sul secchio si inclina il bastone per tendere la corda, che viene pizzicata: il concerto può avere inizio. Il suono può essere modulato tendendo più o meno la corda, oppure variando il materiale con cui è fatta. Come mai riusciamo a produrre un suono, in questo modo mentre con la semplice corda vibrante no?

La differenza fondamentale consiste nella presenza del secchio, ovvero di una **cassa di risonanza**.



Fig. 5 – Rappresentazione di un bidofono



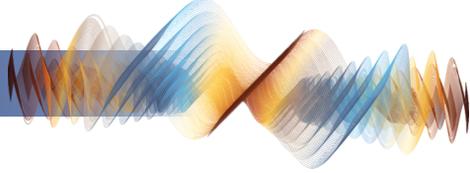
Come abbiamo detto, il suono ha sempre bisogno di un **mezzo** per potersi propagare. Può essere un gas, un solido o un liquido, la cosa importante è che sia elastico, perché i suoni si propagano in esso mediante una successione di **compressioni** ed **espansioni**, formando le **onde sonore** che abbiamo descritto prima. Per visualizzarlo meglio, basta pensare a quando gettiamo un sasso in uno stagno: a partire dal punto in cui il sasso ha colpito la superficie, vediamo che iniziano a formarsi una serie di increspature concentriche. Se sull'acqua galleggia un tappo di sughero, questo, al passaggio delle onde, si solleva e si abbassa, senza allontanarsi dal punto in cui si trova. La propagazione delle onde avviene, infatti, tramite spostamenti verticali e non orizzontali. Qualcosa di simile accade nell'aria quando è colpita da una vibrazione emessa da una sorgente sonora. Le onde sonore iniziano a propagarsi. Se incontrano un ostacolo sul loro cammino, in parte sono assorbite e in parte sono riflesse, finché non raggiungono il nostro orecchio. Come possiamo migliorare questo processo?

In quasi tutti gli strumenti a corda, le corde vibranti che producono le varie note musicali sono montate su una scatola vuota con almeno un foro, detta **cassa di risonanza**. Contrariamente a quello che normalmente si pensa, lo scopo della cassa di risonanza non è amplificare il suono prodotto, ma aumentare la quantità di energia vibrazionale, che diventerà **energia sonora**. In pratica, viene trasferita più energia dalla corda che vibra all'aria contenuta nella cassa, producendo un suono più intenso che fornisce la sensazione che duri più a lungo rispetto alla singola corda; in realtà si mantiene per un tempo maggiore sopra la soglia

### FOCUS

L'**eco** è dovuta alla riflessione delle onde sonore. Il fenomeno dell'eco nell'aria si ha quando la distanza tra la sorgente sonora e l'ostacolo è maggiore di circa 17 m.

di udibilità, ma dura di meno. Infatti, nel trasferimento effettuato dalla corda alla cassa e alla massa d'aria in essa contenuta, il suono si smorza. Naturalmente il materiale con cui costruire la cassa di risonanza deve essere leggero per poterlo facilmente mettere in movimento e, soprattutto, elastico, in modo da ridurre le dissipazioni, per questo motivo si usa un legno molto secco. Quando la corda, che è solidale alla cassa, vibra, anche il legno della cassa vibra e conseguentemente anche l'aria in essa contenuta. Il suono che viene prodotto è la combinazione di più vibrazioni, ognuna con una sua frequenza. Tra queste, per alcune chiamate **frequenze di risonanza**, l'amplificazione dovuta alla cassa è particolarmente grande, questo sempre in base alla forma che la cassa presenta. L'insieme delle vibrazioni, pesato a diverse intensità, produce il timbro che è specifico di quello strumento.



### Obiettivi

Visualizzare le onde sonore a diversa frequenza.

### Apparato sperimentale

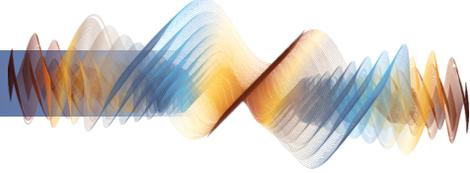
Sale (in alternativa zucchero o sabbia fine), altoparlante *wireless* portatile, ciotola in vetro o altro materiale (abbastanza grande da contenere l'altoparlante), telefono cellulare, pellicola di plastica, nastro adesivo, forbici o taglierino.

### Conduzione dell'esperienza

Collegiamo l'altoparlante al telefono cellulare e disponiamolo all'interno della ciotola. Copriamo la parte superiore della ciotola con della pellicola trasparente, assicurandoci che questa aderisca bene al bordo e che sia perfettamente piatta, quindi la fissiamo con un giro di nastro adesivo lungo il bordo esterno della ciotola. Per raccogliere il sale/zucchero/sabbia fine che potrebbero cadere dalla ciotola, mettiamo l'apparato dentro un recipiente più grande.

Cospargiamo quindi la superficie della pellicola con una quantità adeguata di sale/zucchero/sabbia fine in modo che da coprirla quasi completamente. A questo punto è necessario scaricare sul telefono cellulare collegato all'altoparlante un'applicazione che agisca da generatore di frequenze. Da *Google Play Store* o *App Store* è possibile scaricare gratuitamente diverse applicazioni adatte al nostro scopo. Con l'applicazione sarà possibile riprodurre suoni costanti alla frequenza desiderata per un certo periodo di tempo. In che modo il volume e la frequenza del suono influiscono sul movimento del sale? Se necessario, aggiungiamo altro sale.

**ATTENZIONE:** la riproduzione di suoni ad alto volume (oltre 85 dB) può danneggiare le orecchie. Impostiamo un volume sicuro e, in caso di particolare sensibilità, indossiamo dei tappi per le orecchie.



### Riferimenti all'esperienza quotidiana

Il suono ha una forma? Così come un sasso lanciato nell'acqua immobile di uno stagno crea una serie di piccole onde sulla superficie che si allontanano dal punto d'impatto a cerchi concentrici, se produciamo un suono nell'aria, creiamo una serie di piccole onde nello spazio circostante che si allontanano dal punto di origine come sfere concentriche.

Quando la corda di uno strumento musicale vibra, ad esempio, mette in vibrazione anche le particelle d'aria che gli sono immediatamente adiacenti, producendo una serie ritmica di compressioni e rarefazioni che si propagano verso l'esterno. Il suono, grazie a queste onde ritmiche, viaggia nell'aria prima di raggiungere il nostro orecchio, colpire il timpano ed essere reinterpreto dal nostro cervello. Il nostro orecchio è capace di percepire le vibrazioni sonore, purché esse non siano meno di 16 o più di 40.000 al secondo.



Fig.6 Rappresentazioni delle possibili forme che si possono ottenere facendo vibrare una lastra metallica

in vibrazione tramite un archetto di violino sfregato in un punto del bordo, per mostrare quali figure sorprendentemente regolari si potevano creare sulla superficie della lastra.

I risultati ottenuti da questi esperimenti si sono rivelati utili in ambito pratico: ad esempio nella costruzione delle casse armoniche delle chitarre o delle piastre della scatola di risonanza del violino. Le immagini che si vengono a creare sulle piastre hanno anche ispirato molte opere in ambito artistico contemporaneo, o in quello musicale. In campo scientifico e tecnologico questi esperimenti sono serviti per poter studiare le vibrazioni dei materiali.

Un pioniere dello studio della forma del suono è stato lo scienziato e musicista tedesco Ernst Chladni, vissuto circa duecento anni fa. Chladni utilizzava una sottile lastra di metallo, leggermente cosparsa di sabbia e messa



### Obiettivi

Comprendere il meccanismo di propagazione delle onde sonore.

### Apparato sperimentale

Due telefoni cellulari, dei contenitori oppure sacchetti per il sottovuoto.

### Conduzione dell'esperienza

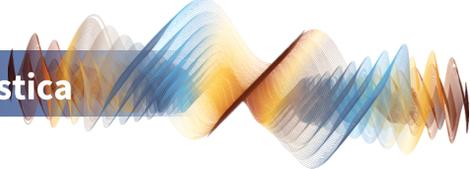
Chiudiamo uno dei due telefoni cellulari in un contenitore o sacchetto adatto al sottovuoto, quindi realizziamo il vuoto al suo interno. Chiamiamo il numero del telefono dentro al contenitore/sacchetto utilizzando l'altro telefono cellulare. Siamo in grado di sentire il suono della suoneria?

### Riferimenti all'esperienza quotidiana

Il suono viene anche definito come un'onda meccanica: un'onda che ha bisogno di un mezzo materiale in cui propagarsi. Il suono si può propagare quindi nell'aria, nell'acqua, nei materiali come l'acciaio e il cemento ma non nel vuoto. Questo vuol dire che se una sonda spaziale esplose al di fuori dell'atmosfera terrestre, quindi nel vuoto, non si sentirà alcun boato. Per verificare questa affermazione possiamo realizzare un semplice esperimento, utilizzando un contenitore con all'interno un telefono cellulare e in cui possiamo creare del vuoto. Chiamando il telefono all'interno del contenitore, non saremo in grado di avvertire il suono della suoneria. Tenendo il contenitore chiuso, ma senza realizzare il vuoto al suo interno, la suoneria del telefono sarà invece udibile. Anche in presenza del vuoto, invece, possiamo osservare il *display* del telefono illuminarsi: questo perché la luce, a differenza del suono, è un'onda elettromagnetica che può propagarsi nel vuoto. È per questo che ci arriva la luce delle stelle, incluso il nostro Sole!



Fig.7 - Contenitore per il vuoto utilizzato durante l'esperimento

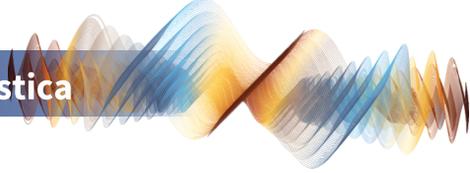


“**Ut pictura poësis**”, formulata dal poeta Quinto Orazio Flacco, tradotta letteralmente significa: “come nella pittura così nella poesia”. Come dire quindi “la poesia è come un quadro” o “un quadro è come una poesia”.

**La commistione musica, poesia e pittura** è sempre stata un **elemento caratterizzante delle opere** prodotte dall’essere umano che, nel momento in cui crea, esprime la sua essenza e lo fa senza porsi limiti sui mezzi e sui contenuti. La sensibilità dell’artista cambia nel tempo e nello spazio, esprimendo nelle sue tele un contesto culturale che si evolve continuamente. Inizialmente, la musica è rappresentata tramite la raffigurazione degli strumenti che la creano, successivamente sono le opere musicali a fornire l’ispirazione, sia in forma di racconto di eventi che di sensazioni suscitate in chi ascolta. In particolare, in questa fase musica e pittura sono oggetto di profonde trasformazioni in cui si inizia a scardinare la tradizione alla ricerca di nuove forme espressive. Arrivando ai giorni nostri si raggiunge una compenetrazione tra le forme artistiche che diventano un’unica esperienza per il fruitore e la fruitrice.

In questo percorso **sulle modalità con cui l’arte ha espresso la musica**, la prima tappa che incontriamo è caratterizzata dall’opera di **Caravaggio “Suonatore di liuto” del 1595**: qui vediamo una straordinaria natura morta di strumenti musicali, uno spartito musicale talmente dettagliato da poter essere letto e suonato, insomma **vediamo gli strumenti** con i quali nel **1500** l’umanità faceva **musica**. Dal 1500 compiamo un salto temporale, durante il quale la musica ha continuato ad essere raffigurata nell’arte così come nel dipinto di Caravaggio, per giungere al **1902** quando a Vienna, in occasione dell’**Esposizione della Secessione viennese**, gli artisti delle varie arti concepiscono un’**opera totale**, nella quale confluiscono tutte le forme di espressione artistica umana a cominciare dalla musica. Il compositore austriaco Gustav Mahler dirige all’Opera di Vienna la “Nona sinfonia” di Beethoven e **Klimt** si lascia ispirare dall’“Inno alla gioia” di Schiller, testo della “Nona sinfonia” per realizzare il famoso **fregio**. Qui **la musica determina** una linea sinuosa che a sua volta genera **allegorie e rende linee e colori armonici e travolgenti**. Qui non abbiamo più la raffigurazione di strumenti musicali, ma il **concretizzarsi delle immagini mentali** suscitate nell’essere umano che ascolta la musica.

Sulla strada percorsa da Klimt s’incammina **Vasilij Kandinskij** che nel **1911**, dopo aver ascoltato un concerto del compositore **Arnold Schönberg**, dipinge “Impressione III”. L’arte europea sta percorrendo la via dell’**astrattismo**, ma in quest’opera, ancora riusciamo a vedere una sala concerto, il direttore, i musicisti e gli spettatori che tutti insieme si fanno macchie di colore ispirate dalle sensazioni



che provano nell'ascoltare la musica. Nel dipinto non vediamo gli strumenti, come nell'opera di Caravaggio, ma **possiamo immaginare l'atmosfera** respirata dal pittore quando ha ascoltato per la prima volta la **musica dodecafonica** del grande compositore Schönberg.

La ricerca artistica intrapresa da Klimt e Kandinskij viene portata avanti negli anni successivi fino a giungere a un secolo dopo, quando **Martin Klimas** nel **2011** posiziona vernici colorate su una tela sopra il diaframma di un altoparlante per realizzare **sculture sonore** che provano a rispondere alla domanda: “**Che aspetto ha la musica?**”. All'arte non basta più raffigurare gli strumenti con i quali è prodotta la musica o le sensazioni che essa provoca, ora ha bisogno di catturare l'essenza stessa della musica.

Nel **2024** l'essere umano sente la necessità di ricorrere alla **sinestesia** per poter rappresentare la sua complessità; egli ha bisogno di tutti e cinque i suoi sensi per concretizzare il suo messaggio ed è questa la motivazione che sta alla base del fare artistico di **Viron Erol Vert** che con l'installazione “**The Ermit**” fa della **musica elemento fondamentale dell'opera stessa**. L'artista riunisce nella sua installazione, diversi elementi della musica: suono, colori, forme, emozioni. **Lo spettatore/la spettatrice**, percorrendo l'installazione, percuotendo le campane, **interagisce e modifica la musica, le forme e i colori, rendendo unico e irripetibile l'atto artistico**.



Fig. 8 - Rappresentazione de “Il suonatore di liuto” - Michelangelo Merisi da Caravaggio 1595-1597, olio su tela, Wildenstein collection in prestito al Metropolitan Museum, New York  
*“...e dipinse per il Cardinale [Del Monte] anche un giovane, che sonava il Lauto, che vivo, e vero tutto pareva ...”*

La musica è sempre stata fonte di ispirazione anche per gli artisti delle arti figurative. Uno dei quadri più famosi in cui ne è protagonista è “Il suonatore di Liuto” di **Michelangelo Merisi da Caravaggio**, olio su tela. Di questo dipinto esistono due versioni, una appartenuta alla collezione Giustiniani e ora conservata all’Hermitage di San Pietroburgo e una appartenuta alla famiglia Dal Monte. Di quest’ultima molto tribolato è il succedersi dei proprietari. Alla morte del Cardinale Del Monte, nel 1628, gli eredi lo vendono alla famiglia Barberini; l’inventario dell’aprile 1644 del Cardinale Antonio Barberini annota la presenza del dipinto “Nella stanza di Parnasso”, con cornice dorata, nel palazzo ai Giubbonari. Nel 1697 l’opera viene inventariata nel palazzo dei Barberini alle Quattro Fontane, dopo di che non se ne ha più testimonianza fino al 1939 quando viene venduto alla Wildenstein & Co. di Parigi-Londra per poi essere depositato al “Metropolitan Museum” di New York, per prestito della società.

Interessante è la sua originaria collocazione nella stanza delle arti dove la musica, nel Cinquecento, ricopriva un ruolo fondamentale. Non a caso il protagonista, con il suo sguardo languido, aggancia l’osservatore e lo immerge in un mondo di strumenti musicali descritti nei più piccoli particolari che sono i veri protagonisti del dipinto. Nel 1500, l’arte della musica veniva quindi raffigurata attraverso gli strumenti che la riproducevano: **spartito musicale, flauto, violino e liuto accompagnano il canto del suonatore** con le labbra dischiuse, in procinto di far volare canto e musica nello spazio circostante.



Fig. 9 - Rappresentazione de “Il fregio di Beethoven”, Gustav Klimt, 1902, caseina su stucco, Palazzo della Secessione a Vienna

**Gustav Klimt** realizza quest'opera in occasione della XIV Esposizione degli artisti aderenti alla **Secessione Viennese** nel 1902. Il soggetto dell'esposizione era **Ludwig van Beethoven** e “l'esaltazione dell'amore e dell'abnegazione per l'arte che possono redimere l'uomo”. Come già descritto in questa occasione gli artisti delle varie arti concepiscono un'**opera totale** nella quale confluiscono tutte le forme di espressione artistica umana a cominciare dalla musica; il compositore austriaco **Gustav Mahler** dirige all'Opera di Vienna la “Nona sinfonia” di Beethoven e Klimt si lascia ispirare dall' “Inno alla gioia” di Schiller, testo della “Nona sinfonia” per realizzare il famoso fregio. L'opera è dipinta direttamente sulla parete del Palazzo della Secessione con materiali facilmente asportabili. Il soggetto raffigura: il desiderio di felicità, le sofferenze e le ambizioni del genere umano, le forze ostili alla sua felicità (Tifeo, le Gorgoni, le personificazioni dell'Avidità, della Lussuria e dell'Eccesso) e infine il **desiderio di felicità** che si compie nelle arti, in un paradiso animato da un coro di angeli. Klimt, maggior interprete del passaggio dall'Art Nouveau al Simbolismo e all'Espressionismo pittorici, reinterpreta la musica di Beethoven con una linea sinuosa, con colori preziosi e con l'eternità di un mondo ideale descritto in ogni suo granello materico. La musica, **salvatrice dell'essere umano**, permea ogni raffigurazione allegorica e rende linee e colori armonici e travolgenti. Questo sostanzialmente è il motivo per cui il capolavoro, concepito come installazione temporanea, fu lasciato in loco fino al 1903, anno in cui il collezionista Carl Reininghaus lo acquista dividendolo in 7 parti. Nel 1915 viene venduto all'industriale August Lederer e nel 1938 il governo nazista confisca l'opera alla famiglia Lederer per poi restituirla solo dopo la fine della Seconda Guerra Mondiale. Nel 1973 il fregio di Beethoven fu acquistato dalla Repubblica d'Austria, restaurato e ricollocato nel Palazzo della Secessione.



Fig. 10 - Rappresentazione di impressione III (concerto), Vasilij Kandinskij, 1911, olio su tela, Städtische Galerie im Lenbachhaus, Monaco

**Vasilij Kandinskij**, astrattista russo, esegue questo dipinto (olio su tela 77.5x100cm) subito dopo aver assistito, nel 1911, a un concerto a Monaco dove venivano suonati brani di **Arnold Schönberg**, il grande sperimentatore della musica atonale e della composizione dodecafonica. L'impatto di questa musica sul pittore è tale da spingerlo a inviare al compositore una lettera di elogio a seguito della quale nasce tra i due una lunga e feconda amicizia. Quest'opera, attraverso un **linguaggio metafisico e lirico**, non esula completamente dalla rappresentazione di fatti reali, in quanto raffigura il concerto al quale Kandinskij aveva da poco assistito. Vi si riconoscono infatti il pianoforte (la macchia nera al centro), l'esecutrice (identificata come Etta Werndorf), il pubblico (in basso) e altri musicisti (sulla sinistra). Il pittore risolve tuttavia la rappresentazione mediante la stesura rapida e movimentata di semplici macchie di colore puro: la tavolozza è ridotta ai soli **tre colori primari** (giallo - prorompente vitalità - rosso e blu) con l'aggiunta del nero e del bianco di fondo. Solo se si utilizza la **musica dodecafonica** possiamo codificare segni e colori organizzati come note su uno spartito musicale; qui la musica detta le regole della composizione pittorica.

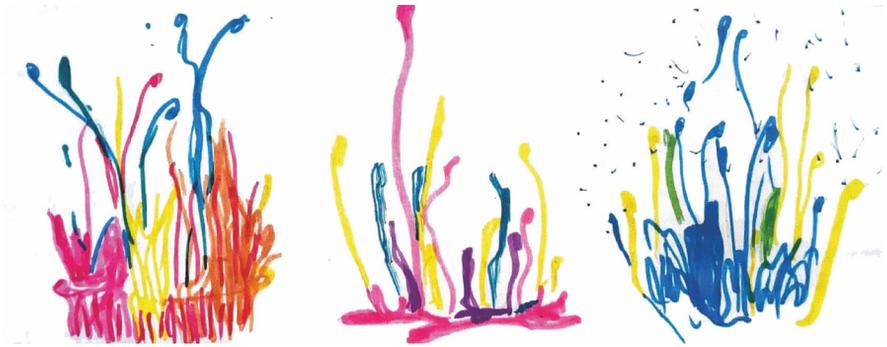


Fig. 11 - Rappresentazione di Sonic Sculptures , Martin Klimas, 2011, fotografia 56x42, Foley Gallery, New York

L'artista e fotografo **Martin Klimas** nel 2011 posiziona **vernici** colorate su una tela sopra il **diaframma** di un altoparlante per realizzare **sculture sonore** che provano a rispondere alla domanda: "Che aspetto ha la musica?".

In questo caso abbiamo vari passaggi materici: dalle onde sonore si plasma liberamente una scultura di materia pittorica unica e irripetibile, che viene immortalata in fotografie istantanee. L'essenza della musica si fa immagine bidimensionale.

Questa **visione multidimensionale** è un elemento importante per la **musica dance elettronica**, ma anche per alcuni artisti moderni come il musicista Nigel Stanford che, all'interno del suo progetto intitolato "Cymatics", ha realizzato un video musicale dove la visualizzazione del suono avviene attraverso la sua interazione con materiali diversi come l'acqua, il fuoco, la sabbia e il gas.

Oggi le arti si mescolano e giocano insieme per realizzare opere d'**arte sensoriali** che tocchino i cinque sensi del pubblico e li coinvolgano in un'esperienza unica.

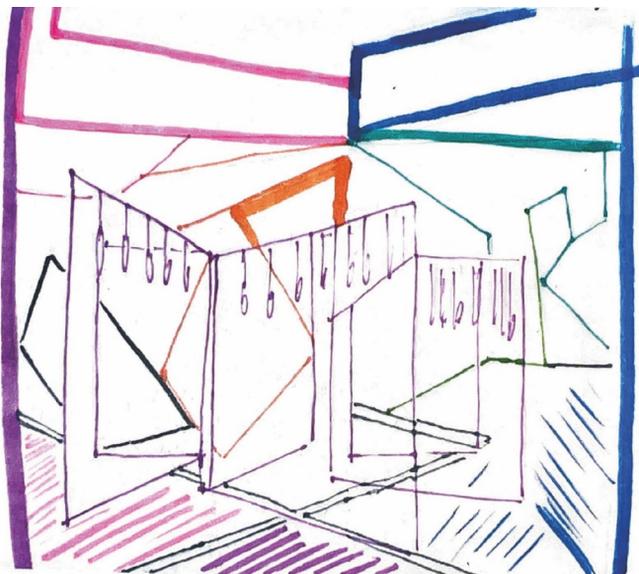
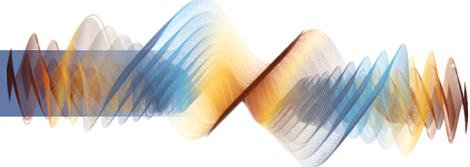


Fig. 12 – Rappresentazione di “The Ermit” - Viron Erol Vert, 2024, installazione, Museo di Arte Contemporanea di Atene

Con l'installazione “**The Ermit**” dell'artista tedesco **Viron Erol Vert** la musica diventa elemento fondamentale dell'opera stessa. Viron, la cui formazione tra Berlino, Istanbul e Atene, determina il **multiculturalismo** delle sue opere, riunisce nella sua installazione, diversi elementi della musica: suono, colori, forme, emozioni. Riprendendo gli studi di Xenakis, compositore, architetto e matematico d'avanguardia, che ha influenzato i musicisti e gli artisti del suono contemporanei, Viron utilizza anche nella sua pratica, modelli architettonici, matematica, forme geometriche o, ad esempio, la **sequenza di Fibonacci**.

Il pubblico, grazie all'installazione, percuotendo le campane, interagisce e modifica **la musica, le forme e i colori**, rendendo unico e irripetibile l'atto artistico.

Questa installazione, posta al termine del percorso artistico qui svolto, permette all'essere umano di recuperare, nella lotta al disincanto, quella sfera magica, irrazionale ed emozionale che la ragione, per secoli, ha cercato di schiacciare. La perdita di equilibrio interiore dell'umanità contemporanea, viene tamponata dall'operato di artisti come Vert e di Xenakis che credono ancora che la realtà non possa essere totalmente spiegata perché in essa rimane sempre un granello di magia, il granello dell'imponderabile.

### Obiettivi

Sperimentare che le onde sonore sono onde di pressione che muovono l'aria.

### Apparato sperimentale

Cilindro di cartone 50 x 100 mm, carta forno, carta specchio, colla a caldo/nastro adesivo, forbici/taglierini, spago, squadre e riga.

### Conduzione dell'esperienza

Il cilindro di cartone può essere recuperato da quello che costituisce l'anima dei rotoli asciugatutto; da questo, ricaviamo delle porzioni alte circa 10 cm. Ritagliamo dalla carta da forno un quadrato di circa 6x6 cm, comunque grande abbastanza da coprire interamente il fondo del cilindro. Incolliamo dei pezzettini irregolari di carta specchio sulla carta forno. Poi, incolliamo il quadrato su una delle due estremità del cilindro affinché la superficie non sia eccessivamente tesa e soprattutto in modo che i pezzetti di carta specchio siano all'esterno.

Decoriamo il cilindro in base alla nostra fantasia.

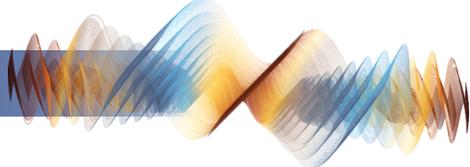
In piedi, in penombra, davanti ad un muro, mentre uno/una di noi illumina la carta specchio con una piccola torcia, il compagno o la compagna urla a pieni polmoni nel cilindro. Sul muro i riflessi della luce iniziano a muoversi in modo diverso a seconda delle frequenze emesse.



Fig. 13 - Il fonoscopio

### Riferimenti all'esperienza quotidiana

La forza, il volume di un suono sono descritti dall'intensità, ovvero una maggiore o minore ampiezza delle vibrazioni. A vibrazioni ampie corrispondono suoni forti, a vibrazioni ridotte suoni deboli. L'intensità si misura in decibel (dB). La gestione dell'intensità dei suoni, in musica, prende il nome di dinamica.



All'inizio di questa pubblicazione abbiamo scritto che questa si basa sull'**equilibrio** tra il metodo **scientifico-sperimentale** e quello **artistico-creativo**. Ci auguriamo che dopo aver letto e sperimentato le attività suggerite, i vostri alunni e le vostre alunne abbiano creato un **quaderno didattico** in cui, nonostante i due differenti metodi di indagine, le discipline si mescolano, si integrano e si fondono in un unico sapere radicato nel profondo della loro conoscenza. La complessità della realtà che ci circonda non può essere ridotta a una mera classificazione di saperi, categorizzati e organizzati come nella grande opera di Diderot et D'Alembert "*Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*". Essa va certamente indagata con metodologie e strumenti diversi, ma si possono sempre considerare tali vie, **punti di vista differenti** di un'unica cosa. Crediamo inoltre sia giusto aggiungere alcune pagine in bianco, per dare spazio alla sperimentazione personale, ai quaderni didattici, proprio perché la realtà è in **continuo divenire** e il sapere è dinamico. Siamo certi che con questi stimoli i vostri studenti e le vostre studentesse vi stupiranno in esperimenti ed opere straordinari. Sostenere lo sviluppo del **pensiero divergente** è fondamentale per crescere scienziati e scienziate, artisti e artiste che diversificheranno il nostro futuro.

Infine, non ci dimentichiamo che la sensibilità di un'artista, come per un bambino o una bambina, ha bisogno di esprimersi con tutti i mezzi possibili, e non c'è mai una via giusta o una via sbagliata per farlo. All'arte va bene tutto purché ci sia un messaggio da comunicare. Il compito dell'insegnante è mettere a disposizione tutti gli strumenti affinché i ragazzi e le ragazze possano esprimersi, saranno poi loro a decidere quale via percorrere, così come gli artisti nel corso della storia.





## **Redazione contenuti scientifici e testi**

**Beatrice Campanella** è ricercatrice in chimica presso il CNR - ICCOM a Pisa. Al suo lavoro di ricerca ha sempre affiancato attività inerenti la terza missione, tra cui la divulgazione dell'approccio scientifico tra bambini e adolescenti (campi solari scientifici, progetti PCTO, Notte dei Ricercatori, Fiera Didacta Italia, Festival della Scienza).

**Stefano Legnaioli** è ricercatore presso il CNR - ICCOM a Pisa. Laureato in fisica, dottorato in chimica, da sempre affianca alla sua attività di ricerca l'impegno nella divulgazione e diffusione della scienza tramite seminari, corsi di formazione per insegnanti e laboratori nelle scuole, realizzando percorsi educativi rivolti ai giovani e meno giovani con un approccio ludico e interattivo.

**Sara Pallucco** si è specializzata sul sostegno e in storia dell'arte contemporanea. È docente di sostegno e di storia dell'arte presso il Liceo "E. Montale" di Pontedera. Prima di lavorare nella scuola è stata collaboratrice del Direttore presso il Museo della Grafica dell'Università di Pisa e Presidente dell'Associazione culturale "CorreLaMente" per la promozione delle discipline artistiche, storiche, letterarie e scientifiche in maniera non convenzionale attraverso attività laboratoriali e ludiche.

## **Disegni**

**Chiara Coronato** insegna arte e immagine nella Scuola secondaria di I grado, dove cerca, con passione, nuove strategie per lo sviluppo della creatività e del senso di autoefficacia. Dopo la laurea in Conservazione dei Beni Culturali e il diploma di secondo livello presso l'Accademia di Belle arti di Carrara, ha progettato e condotto per un decennio laboratori d'arte per le scuole e le famiglie presso Palazzo Blu a Pisa.



**edizioni**  
Consiglio Nazionale delle Ricerche