

# MUSICA E SUONO

## la scienza sul pentagramma

“Musica e suono” è un percorso didattico per studenti delle scuole secondarie di primo grado dedicato all'intreccio tra la musica e la scienza. Lo scopo del laboratorio è quello di avvicinare gli studenti ai meccanismi di produzione e trasmissione di un suono, educandoli al tempo stesso ad metodo di analisi dei fenomeni razionale e scientifico.

Come in ogni proposta di Level Up, il percorso è di carattere fortemente sperimentale e interattivo. Aspetto cruciale del progetto è, inoltre, la collaborazione con i docenti del gruppo classe, che ne assicura l'efficacia sia in fase di redazione del percorso (scelta dei moduli a disposizione) che di creazione dei prerequisiti e inserimento del percorso nel curriculum degli studenti.

### Il percorso didattico

L'attività proposta, che viene svolta interamente all'interno dell'istituto scolastico, si articola attorno a un nucleo minimo di 2 ore. A tale percorso è possibile affiancare, di volta in volta e rispetto all'interesse del gruppo classe, moduli aggiuntivi con i quali ampliare l'argomento centrale.

Caratteristica chiave del percorso è lo spirito interdisciplinare, volto a intrecciare docenti e discipline per affrontare il percorso da più punti di vista e mostrare agli studenti come le competenze sviluppate attraverso lo studio si fondano tra loro per la comprensione di un argomento complesso. Le discipline coinvolte in questo percorso sono **scienze, tecnologia e musica**. A seconda dell'interesse, tuttavia, è possibile variare il percorso aprendosi anche ad altre discipline.

### La metodologia

Gli argomenti e gli esperimenti trattati in questo percorso didattico sono spesso trascurati o discussi solo marginalmente nel curriculum standard di una scuola secondaria di primo grado. L'obiettivo è quindi quello di mostrare argomenti inconsueti ma costantemente presenti nella vita quotidiana. Tutto ciò senza spaventare: non è necessario essere fisici! I contenuti sono esposti in modo semplice e comprensibile, senza usare termini o concetti raffinati, seguendo un approccio per scoperta e di incontro interattivo attraverso esperimenti chiari e concreti.

## Il contenuto e gli esperimenti

In seguito sono esposti il nucleo centrale e moduli aggiuntivi del percorso didattico “Il fluido aria”. Per ogni modulo è prevista una materia di riferimento e una stima della tempistica necessaria per lo svolgimento.

	<b>Argomento</b>	<b>Materia</b>	<b>Durata</b>
<b>CENTRALE/NUCLEO</b>	1. <i>Intro e brainstorming</i>	Scienze	
	2. <i>Vibrazione e onde</i>	Scienze	
	3. <i>Trasmissione</i>	Scienze	Tot
	4. <i>La ricezione del suono</i>	Scienze	2 ore
<b>AGGIUNTIVI/MODULI</b>	5. <i>Ricevere un suono</i>	Musica/Tecnologia	1.5 ore
	6. <i>Trasmettere un suono</i>	Tecnologia	1 ora
	7. <i>Onda, frequenza, periodo</i>	Scienze	2 ore
	8. <i>Musica: tra frequenza e lunghezza</i>	Musica	1 ora
	9. <i>Interferenza</i>	Tecnologia	1 ora
	10. <i>Onde stazionarie</i>	Scienze	1.5 ore
	11. <i>Il timbro</i>	Musica	2 ore
	12. <i>La risonanza</i>	Tecnologia	1 ora
	13. <i>Strumenti musicali</i>	Musica	1.5 ore
	14. <i>Lo smartphone e i suoi sensori</i>	Tecnologia	1.5 ore
	15. <i>La velocità del suono</i>	Scienze	1.5 ore
	16. <i>Eco e sonar</i>	Tecnologia	1 ora

### NUCLEO CENTRALE

#### 1. Introduzione e brainstorming

SCIENZE

20  
minuti

Per introdurre nel tema si forniscono agli studenti alcuni strumenti (musicali e non) e si inizia a produrre suoni di vario tipo. Questo è un pretesto per iniziare a discutere di come si produca il suono, cosa sia secondo loro e valutare quali siano le premesse e le misconcezioni con le quali gli studenti affrontano il percorso.

Il brainstorming si conclude con un riassunto che schematizza i principali elementi emersi legati al suono. In questa fase, ovviamente, non si entra in dettaglio in nessun argomento, ma si riassume quanto visto in termini qualitativi e grossolani, alla ricerca di un quadro di insieme qualitativo in cui far muovere gli studenti. La formalizzazione dei concetti e il dovuto e ricercato approfondimento avverranno in un secondo momento.

*Esperimento 1.1.* In questa fase si forniscono alcuni strumenti agli studenti, standard e non, chiedendo loro di suonarli. Questo esperimento è volutamente pretestuoso, funzionale ad una discussione attiva e intraprendente da parte degli alunni.

## 2. Vibrazione ed onde

SCIENZE

40  
minuti

*Tema approfondito nel modulo “Onda, frequenza, periodo”*

Al termine della discussione introduttiva si focalizza l’attenzione sulla vibrazione prodotta dallo strumento musicale durante la generazione del suono. Con spirito scientifico e razionale si analizzano gli strumenti a disposizione alla ricerca della componente che genera il suono e di come essa possa produrlo.

*Esperimento 2.1.* In questa sezione si cerca di stimolare gli studenti a ricercare, per ogni strumento utilizzato, un esperimento che visualizzi “la vibrazione” del suono.

## 3. Trasmissione

SCIENZE

30  
minuti

*Tema approfondito nel modulo “Trasmettere un suono”*

[Se a disposizione sarebbe preferibile condurre tale attività in palestra o in uno spazio ampio]

Ripercorrendo il quadro d’insieme legato al suono, in questo modulo ci si concentra sulla trasmissione del suono, in particolare attraverso l’aria. Modellizzando l’aria come un gas perfetto, si propongono agli studenti alcuni modelli che descrivono come il suono possa muoversi attraverso l’aria, senza richiedere lo spostamento macroscopico di materia. Si conclude discutendo circa la propagazione del suono in stati differenti della materia.

*Esperimento 3.1.* Servendosi dello spazio dell’aula, si propone agli studenti di “impersonare” delle molecole di aria e si simula l’effetto di un’onda sonora.

*Esperimento 3.2.* Similmente al contesto precedente, sfruttando legami differenti, si simula il comportamento di un’onda sonora in un liquido e in un solido.

*Esperimento 3.3.* Per fissare l’idea che il trasporto di un’onda sonora/di pressione non implica lo spostamento delle molecole d’aria, è molto interessante costruire (in piccolo) un cannone d’aria da usare per abbattere dei bersagli.

## 4. La ricezione del suono

SCIENZE

30  
minuti

*Tema approfondito nel modulo “Ricevere un suono”*

Il nucleo centrale termina con un’introduzione al tema della ricezione del suono. Si tratta di un’analisi basilare, del quale si propone un approfondimento in un modulo aggiuntivo specificatamente progettato.

In questa fase si discute di come, sulla base del modello di onda sonora presentato in precedenza, si possa percepire un suono e, quindi, della fisionomia dell’orecchio umano.

*Esperimento 4.1.* Attraverso una serie di esperimenti circa il riconoscimento della posizione della sorgente sonora, del volume e della frequenza si scandagliano le caratteristiche dell’orecchio umano.

## MODULI AGGIUNTIVI

**5. Ricevere un suono**

 MUSICA/TECNOLOGIA 90  
 minuti

In questo modulo si approfondiscono i meccanismi di ricezione di un suono, pretesto per trattare e fissare il concetto di mezzo di propagazione e vibrazione di un oggetto durante la produzione di un suono. Attraverso l'analisi del comportamento dell'orecchio umano e la tecnica che permette ad un microfono di registrare i suoni si può comprendere concretamente il rapporto tra potenza ed intensità sonora.

*Esperimento 5.1.* Dopo aver introdotto e discusso le caratteristiche di funzionamento di un orecchio umano, attraverso l'utilizzo di un altoparlante e un generatore di segnale si sfidano gli studenti ad ascoltare suoni a volume/frequenza differente per mettere alla prova le capacità del nostro orecchio.

*Esperimento 5.2.* Costruzione e analisi di un semplice microfono per la ricezione di un suono. Attraverso strumenti opportuni si analizza il segnale ricevuto osservando pregi e difetti dello strumento costruito. Questo esperimento è, al tempo stesso, occasione per discutere della tecnologia della ricezione sonora e spunto per la discussione delle caratteristiche che rendono "buono" uno strumento per l'analisi di un suono.

**6. Trasmettere un suono**

 TECNOLOGIA 60  
 minuti

In questo modulo si discute e presenta l'importanza del mezzo di trasmissione per la propagazione di un'onda sonora. Attraverso modelli differenti, fisici e multimediali, si osserva la perturbazione sonora che percorre un mezzo durante la sua propagazione.

*Esperimento 6.1.* Visualizzazione di propagazione di onde attraverso mezzi differenti. Modello a biglie, "olà allo stadio", corda per saltare, cannone ad aria, slinky, applet

*Esperimento 6.2.* Osservazione della differenza di propagazione di un suono in aria aperta o "canalizzato" da una guida d'onda. Attraverso l'utilizzo di amplificatori e microfoni si osserva la differenza tra la propagazione di un suono in aria e in un tubo.

*Esperimento 6.3.* Mezzi diversi si comportano in modo diverso, in particolare nella velocità di propagazione. In questi esperimenti si osserva la differenza di velocità di propagazione del suono in mezzi differenti.

**7. Onda, frequenza, periodo**

 SCIENZE 120  
 minuti

In questo modulo si introduce il concetto di onda attraverso la visualizzazione di alcuni fenomeni ondulatori. L'utilizzo di un apparato per la visualizzazione di

un'onda stazionaria, inoltre, è l'occasione per definire in modo interattivo e sperimentale la lunghezza d'onda e la frequenza.

Si discute, infine, la differenza tra un'onda trasversale e un'onda longitudinale, analizzando sotto quest'ottica il comportamento di un'onda sonora.

*Esperimento 7.1.* Attraverso un diapason si analizza la vibrazione dei rebbi quale causa del suono.

*Esperimento 7.2.* La visualizzazione di un'onda stazionaria attraverso una corda e una luce stroboscopica è il pretesto per definire, misurandola, la lunghezza d'onda.

*Esperimento 7.3.* Attraverso l'utilizzo di corde e molle è possibile introdurre e discutere il concetto di onda longitudinale e trasversale, riflessione di un'onda, risonanza e la differenza tra onda stazionaria e onda propagante.

*Esperimento 7.4:* Per chiarire il concetto di frequenza e come esso si relazioni al suono udito, si propone l'utilizzo della sirena di Savart.

**8. Musica: tra frequenza e lunghezza**                      *MUSICA*                      *60 minuti*

Questo modulo propone una discussione critica e sperimentale, circa la connessione che esiste l'altezza di un suono e le dimensioni dello strumento che si suona.

*Esperimento 8.1.* Il primo esperimento propone l'interazione con gli studenti permettendo loro di suonare delle cannuce di varia lunghezza.

*Esperimento 8.2,* Un esperimento analogo lo si può condurre attraverso la rotazione di tubi corrugati a varia lunghezza. Questo esperimento è necessario per mostrare come questa osservazione sia di carattere generale e non legata alla costruzione di uno specifico strumento musicale.

*Esperimento 8.3.* Utilizzando altri strumenti musicali (oppure, a seconda delle disponibilità, osservandone il funzionamento attraverso video o schemi) si analizza concretamente quanto osservato negli esperimenti precedenti.

**9. Interferenza**    *TECNOLOGIA*                      *60 minuti*

Discussione riguardo il principale fenomeno (s)coinvolgente le onde: la possibilità, per onde sonore, di interferire sommandosi vicendevolmente.

*Esperimento 9.1.* Attraverso l'utilizzo di corde e slinky si osserva il comportamento della propagazione di un'onda, in particolare osservando la riflessione nei punti terminali. Tali osservazioni sono funzionali a discutere quanto accade ad un corpo quando viene raggiunto da due onde in fase/in controfase.

*Esperimento 9.2. (IN COSTRUZIONE).* Attraverso l'utilizzo di un applet/supporto multimediale si osserva il funzionamento di un ripple tank per la visualizzazione di interferenze di onde meccaniche.

## 10. Onde stazionarie

SCIENZE

90  
minuti

La relazione tra la lunghezza di uno strumento e la frequenza del suono emesso può essere spiegata solo attraverso la comprensione dell'interferenza tra due onde e la riflessione del suono all'uscita dello strumento. In questo modulo si analizzano tali condizioni e la generazione dell'onda stazionaria (risonanza) in uno strumento musicale.

*Esperimento 10.1.* Utilizzando una corda/molla si può visualizzare un'onda che la percorre e la riflessione che avviene ad un estremo quando essa è vincolata/libera di muoversi. Questo esperimento permette di analizzare l'interferenza tra due onde che percorrono lo stesso mezzo.

*Esperimento 10.2.* Attraverso l'utilizzo di un amplificatore e un generatore di segnale è possibile dare vita ad un'onda stazionaria. Tale apparato permette di analizzare come la lunghezza della corda determini la frequenza di oscillazione.

*Esperimento 10.3.* Una volta osservato la stazionarietà di un'onda di materia in una corda/molla, è possibile osservare lo stesso fenomeno per un'onda sonora (Tubo di Rubens).

*Esperimento 10.4.* Le onde stazionarie non riguardano solo oggetti/contesti unidimensionali. In questo modulo si propongono e osservano onde stazionarie in due dimensioni attraverso la risonanza dei Piatti di Chladni.

## 11. Il timbro

MUSICA

120  
minuti

Una tipica domanda che ci si pone trattando la musica da un punto di vista scientifico è come sia possibile riconoscere due strumenti musicali differenti se suonano la stessa nota musicale: "Cosa distingue un La di un pianoforte da un La di un flauto dolce?" In questo modulo si affronterà questa domanda, cercando di mostrare alcuni esperimenti che chiariscano il concetto di timbro e introducano al concetto di "spettro" di un suono. Tali conquiste, inoltre, permetteranno di trattare la distinzione tra "suono" e "rumore".

Questo modulo prevede alcuni prerequisiti per poter essere affrontato. In particolare si presuppone siano stati trattati i moduli:

- Onda, frequenza, periodo
- Onde stazionarie

*Esperimento 11.1.* Si ripropone l'esperimento dell'onda stazionaria per mostrare come, ad una stessa lunghezza, corrispondono più frequenze di risonanza. In tal modo è possibile introdurre il concetto di armoniche e di suono "bianco".

*Esperimento 11.2.* Una volta che si è introdotto il concetto di timbro di un suono, si utilizzano delle applet (anche da installare sullo smartphone, qualora possibile) per la visualizzazione degli spettri di alcuni suoni: diapason, flauto, chitarra, voce umana.

*Esperimento 11.3.* Attraverso un'applet è possibile creare spettri "ad hoc" per generare un suono complesso e discutere la sintesi di un suono.

*Esperimento 11.4.* La discussione circa lo spettro di un suono prosegue analizzando lo spettro di alcuni rumori, osservando quali siano i

tratti caratteristici che differenziano un suono puro, un suono complesso e un rumore.

## 12. La risonanza

TECNOLOGIA

90  
minuti

Ripercorrendo i concetti di onde stazionaria e frequenza “propria” di un oggetto/strumento si affronta il concetto di risonanza. Esperimenti e video permetteranno di chiarire questo fenomeno ed applicarlo in contesti quotidiani.

*Esperimento 12.1.* In questo primo esperimento si introduce il concetto di oscillatore e di frequenza propria di oscillazione.

*Esperimento 12.2.* Visione di alcuni esperimenti e video inerenti la risonanza.

*Esperimento 12.3.* Analisi della risonanza in musica: diapason, pendoli e metronomi risonanti.

*Esperimento 12.4.* Questa sezione propone la visualizzazione del fenomeno di risonanza in due dimensioni, osservando la risonanza di calici di vetro.

## 13. Strumenti musicali

MUSICA

90  
minuti

In questo modulo si introduce e discute il funzionamento di alcuni celebri strumenti musicali. Utilizzando alcuni dei concetti introdotti nei moduli presentati in precedenza si analizza il fenomeno risuonante che permette di generare il loro tipico suono, si discute quali siano i meccanismi di produzione della perturbazione che genera il suono e, infine, si propongono alcuni esperimenti per discutere l’effetto dei materiali di costruzione degli strumenti.

Questo modulo prevede alcuni prerequisiti per poter essere affrontato. In particolare si presuppone siano stati trattati i moduli:

- La risonanza
- Musica: tra frequenza e lunghezza

*Esperimento 13.1.* [Strumenti a corda] Attraverso l’utilizzo di corde e strumenti semplici (monocordo) si cerca di comprendere il ruolo giocato dalla tensione di una corda, la massa della stessa e quali siano i meccanismi che permettono ad una chitarra di risuonare.

*Esperimento 13.2.* [Membrane] Qualora non fosse già stato presentato si propone la risonanza di oggetti bidimensionali (piatti di Chladni e/o bicchieri) per discutere sui differenti meccanismi di produzione del suono, percussione e sfregamento.

*Esperimento 13.3.* [Fiati] Analisi di alcuni strumenti cercando di comprendere come si produca la perturbazione, e di come si possa variare la lunghezza dello strumento.

*Esperimento 13.4.* [Materiali] Attraverso l’analisi del differente suono prodotto da materiali differente si introduce e discute alcuni aspetti legati alla scelta del materiale per uno strumento.

*Esperimento 13.5.* [Strumenti non convenzionali] In questo modulo si propongono e affrontano, suonandoli o visualizzando video opportuni, alcuni strumenti musicali non convenzionali: Theremin, Hang, Gong, Flex a Tone, Glassarmonica, Pipe Tube.

**14. Lo smartphone e i suoi sensori** *TECNOLOGIA* *90  
minuti*

In questo modulo si vuole introdurre i ragazzi alla comprensione di quale strumento potente e complesso sia lo smartphone che possiedono in tasca. Molto spesso obbligatoriamente spento durante le lezioni, qui si pone l'accento sull'importanza che può avere lo smartphone per aiutarci a comprendere scientificamente alcuni fenomeni, tra cui la musica. Si propongono, di seguito, una serie di applet che verranno presentate e utilizzate per trasformare il telefono in uno strumento di misura scientifico:

**Decibel Meter    gString    Soundscope oscillator    Signal Generator**  
**Oscilloscope                    Spectrogram                    AudioSpectrumMonitor**

*Esperimento 14.1.* Nel corso del modulo, per ognuna delle applet, viene proposto uno o più esperimenti per utilizzare concretamente il software analizzato.

**15. La velocità del suono** *SCIENZE* *75  
minuti*

Un aspetto cruciale circa la trasmissione del suono è la velocità del suono. Questa sezione propone una serie di esperimenti e riflessioni per discutere i parametri che influenzano la velocità del suono in alcune situazioni "classiche".

*Esperimento 15.1.* In questa attività si propongono e conducono alcuni esperimenti per misurare la velocità del suono in aria e discutere circa i parametri termodinamici che la influenzano.

*Esperimento 15.2.* Analisi della velocità del suono in materiali differenti dall'aria.

**16. Eco e sonar** *TECNOLOGIA* *45  
minuti*

Questa sezione è proposta per discutere il comportamento del suono quando incontra una parete, sia essa rigida ("urto elastico") o morbida ("urto anelastico"). Tale analisi è il pretesto per introdurre la possibilità di misurare distanze attraverso misure sonore (SONAR).

*Esperimento 16.1.* Analisi del comportamento differente di materiali diversi durante "l'urto" con un'onda sonora. Misura del tempo di ritorno dell'ECO ottenuto e derivazione della distanza dalla parete.

**Info & Prenotazioni**

Giuliano Zendri –  
[giuliano.zendri@leveluptrento.com](mailto:giuliano.zendri@leveluptrento.com)  
 Tel 320.4467394

**Level Up s.r.l.**  
**Laboratorio scientifico**  
**di progettazione didattica e**  
**divulgazione**