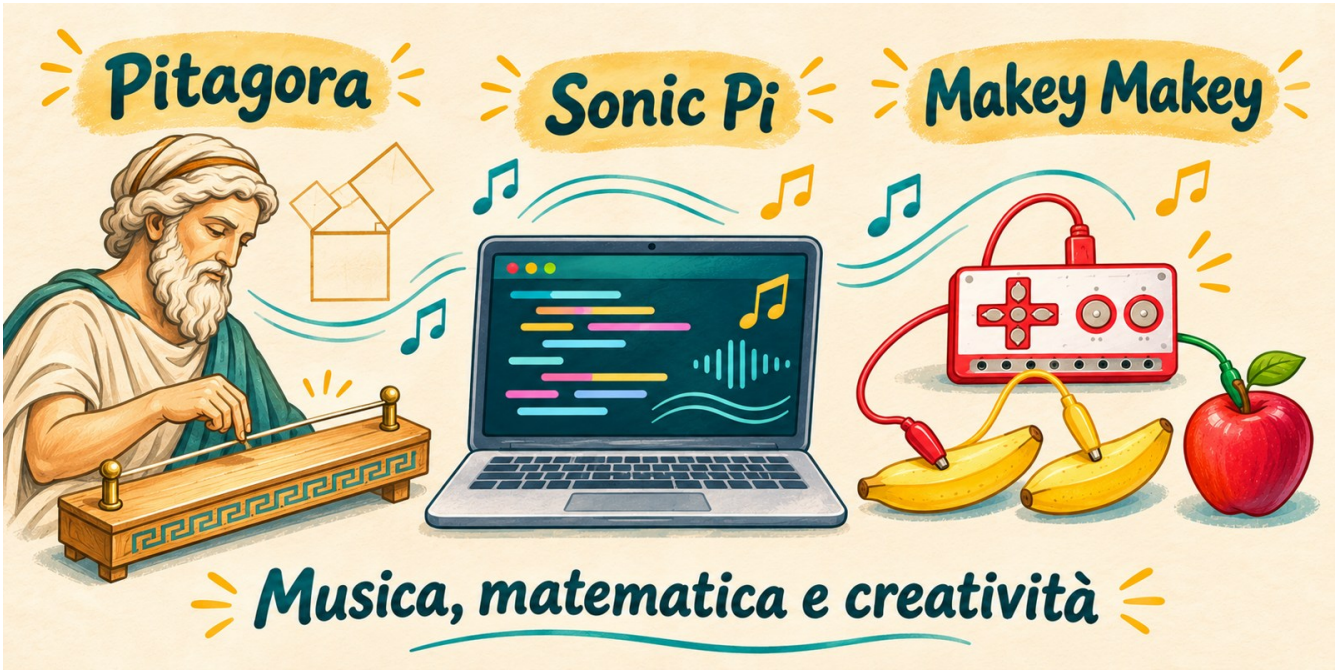
MUSICA · MATEMATICA · CODING · CREATIVITÀ

L’ALGORITMO DELLA MUSICA

Da Pitagora all’intelligenza artificiale



14 ORE · 7 LABORATORI · UN PROGETTO MUSICALE FINALE

Percorso STEAM per scuole, docenti, educatori e formatori

Formule da 10, 12 e 14 ore, con possibilità di estensione a 20–24 ore. Esperimenti dal vivo, ascolto, programmazione e produzione musicale.

Renato Caruso

Musicista, compositore e divulgatore scientifico-musicale
339 568 5812 · www.renatocaruso.it

01 / PROPOSTA FORMATIVA

Il percorso

Far capire la musica attraverso la scienza e imparare la scienza facendo musica. Un viaggio dalle prime esperienze ritmiche e sonore alle tecnologie contemporanee, attraverso esperimenti, ascolti, strumenti musicali e attività digitali.

Il percorso mette in relazione musica, matematica, fisica e informatica: dalle proporzioni delle corde alla rappresentazione delle note, dalle onde sonore alla registrazione, dagli algoritmi alla composizione con l’intelligenza artificiale.

I partecipanti scoprono come un suono possa essere **prodotto, misurato, scritto, registrato, programmato e trasformato**, fino alla realizzazione di un piccolo progetto musicale originale. La chitarra accompagna il viaggio come laboratorio di corde, sorgente da registrare e strumento da affiancare al codice.

L’approccio è **STEAM: scienza, tecnologia, ingegneria, arte e matematica**. La musica costituisce il punto d’incontro fra queste discipline.

Destinatari e organizzazione

Voce	Proposta
Studenti	Scuola secondaria di primo e secondo grado, con attività e linguaggio graduati.
Scuola primaria	Adattamento per quarta e quinta: ritmo, ascolto, frazioni, Scratch e Makey Makey.
Adulti	Docenti, educatori e formatori interessati alla didattica interdisciplinare.
Durata	10, 12 o 14 ore; possibilità di estensione a 20-24 ore.
Modalità	In presenza; online in diretta oppure modalità mista. Formula asincrona da progettare con videolezioni, esercitazioni e restituzione.
Prerequisiti	Nessuna conoscenza musicale o informatica specialistica; competenze digitali di base.
Gruppo consigliato	Una classe; per gli adulti, circa 15-20 partecipanti.
Costo	Su preventivo, in base a durata, modalità, trasferte, materiali e attrezzature.

Gli studenti creano un prodotto sonoro; docenti ed educatori progettano anche un’attività da riproporre nella propria classe.

02 / IMPARARE FACENDO

Obiettivi e metodo

Obiettivi formativi

Al termine del percorso, in relazione all’età e al livello di partenza, i partecipanti potranno:

- Riconoscere le relazioni fra proporzioni numeriche, ritmo e intervalli musicali.
- Distinguere frequenza, ampiezza, durata e timbro.
- Comprendere alcuni passaggi della storia del rapporto fra musica e scienza.
- Leggere e costruire semplici sequenze ritmiche e melodiche.
- Distinguere una registrazione audio da una sequenza MIDI.
- Realizzare un semplice montaggio sonoro.
- Utilizzare sequenze, ripetizioni, variabili ed eventi per creare musica.
- Sperimentare interfacce musicali costruite con oggetti quotidiani.
- Confrontare composizione umana, procedimenti algoritmici e generazione con IA.
- Presentare un progetto spiegando le proprie scelte musicali e tecniche.

Un laboratorio, molti linguaggi

Ogni incontro alterna una breve introduzione, una dimostrazione musicale, un’attività e un confronto finale. La storia accompagna gli esperimenti: non diventa una lista di scienziati da memorizzare.

Si lavora attraverso ascolto, osservazione, misurazione e creazione, anche in coppia o in piccoli gruppi. Le attività sono graduate per età e competenze.

Strumenti principali e approfondimenti

Sonic Pi e Audacity costituiscono gli strumenti operativi principali. Scratch offre un’introduzione visiva al coding; Sibelius, GarageBand e Logic entrano come dimostrazioni o alternative in base ai dispositivi e alle licenze disponibili.

In 14 ore il percorso introduce e collega i diversi ambienti. Per acquisire autonomia approfondita su tutti i software sono previsti laboratori aggiuntivi.

Valutazione e restituzione

La valutazione riguarda comprensione, sperimentazione, collaborazione e capacità di spiegare le scelte, oltre al risultato musicale. Per i docenti è prevista una scheda finale con obiettivi, tempi, materiali e adattamenti per la propria classe.

03 / PROGRAMMA IN 14 ORE

Sette incontri, un progetto

7 laboratori da 2 ore, collegati da un unico percorso: dalla corda vibrante al suono programmato, fino alla creazione di una piccola colonna sonora originale.

Incontro	Tema	Risultato pratico
1 · 2 ore	Dalle origini a Pitagora	Esperimento con corde e rapporti
2 · 2 ore	Da Galileo alle onde digitali	Esplorazione di frequenze e timbri
3 · 2 ore	Simboli, ritmo e MIDI	Sequenza rappresentata e modificata
4 · 2 ore	Registrazione e laboratorio audio	Piccolo montaggio sonoro
5 · 2 ore	Scratch, Ruby e Sonic Pi	Composizione eseguita dal codice
6 · 2 ore	Raspberry Pi e Makey Makey	Interfaccia musicale con oggetti
7 · 2 ore	Videogiochi e IA	Mini colonna sonora e presentazione

Un filo conduttore concreto

Ogni incontro lascia una traccia: una misura, una frase musicale, una registrazione, un frammento di codice o un’interfaccia. Questi materiali confluiscono nel progetto conclusivo.

Per le scuole

Il percorso collega musica, matematica, scienze, tecnologia, informatica e storia delle idee. Gli approfondimenti vengono concordati in funzione dell’età degli studenti e del percorso didattico della classe.

Per docenti, educatori e formatori

Alla sperimentazione personale si affianca la progettazione didattica: come organizzare il laboratorio, scegliere gli strumenti e riproporre le attività con tempi e dotazioni differenti.

04 / INCONTRI 1 E 2

I numeri e il suono

1. Dalle origini a Pitagora · 2 ore

Si parte dal corpo, dalla voce, dagli oggetti e dal ritmo: **la musica esiste molto prima di Pitagora**. Il mondo pitagorico introduce una tappa fondamentale nella riflessione sui rapporti numerici musicali.

- Suono, ritmo e musica nelle esperienze umane.
- Pitagora e la tradizione pitagorica.
- La tetractys: disposizione triangolare dei numeri 1, 2, 3 e 4 e significato simbolico.
- Il monocordo come strumento per esplorare le proporzioni.
- Rapporti di frequenza 2:1, 3:2 e 4:3: ottava, quinta e quarta.
- Consonanza e dissonanza: esperienze percettive influenzate anche dal contesto musicale e culturale.

Laboratorio. Ascoltare una corda e confrontare lunghezze vibranti pari a 1, 1/2, 2/3 e 3/4, mantenendo le altre condizioni. Collegare ciò che si ascolta alle frazioni e alle proporzioni. La chitarra permette di sentire immediatamente queste relazioni.

2. Da Galileo alle onde digitali · 2 ore

- Vincenzo e Galileo Galilei: musica, corde e approccio sperimentale.
- Keplero e la ricerca di relazioni armoniche nei moti planetari.
- Newton e le analogie fra spettro dei colori e scala musicale.
- Frequenza, periodo, ampiezza, durata e timbro.
- Suoni puri, suoni complessi, armoniche e introduzione alla sintesi additiva.

Si distinguono i modelli storici e le analogie dalle descrizioni fisiche attuali: i pianeti non suonano come strumenti nell’aria e non esiste una corrispondenza universale obbligata fra colori e note.

Laboratorio. Confrontare voce e chitarra, osservare una rappresentazione del suono e modificare le componenti di un’onda nel simulatore di sintesi additiva.

Matematica. Grafici, periodicità e proporzionalità; per le superiori, seno, coseno e relazione $f = 1/T$.

05 / INCONTRI 3 E 4

Dai simboli alla registrazione

3. Scrivere la musica: simboli, ritmo e MIDI · 2 ore

- Dal suono al segno: Guido d’Arezzo e lo sviluppo della notazione.
- Pentagramma, chiavi, note, pause e battute.
- Valori ritmici e loro rapporto con le frazioni.
- Diesis ♯, bemolle ♭ e bequadro ♮.
- Tempo, pulsazione e BPM.
- Rappresentazione della musica nel pentagramma, nelle griglie e nel piano roll.
- MIDI: Musical Instrument Digital Interface.

Il MIDI contiene istruzioni musicali, come note, tempi e parametri esecutivi. Il suono viene prodotto dallo strumento che le interpreta.

Laboratorio. Costruire una frase di quattro battute, cambiare timbro e velocità, confrontarne la rappresentazione su spartito e in una griglia.

Strumenti. Chrome Music Lab; introduzione a Sibelius per la notazione e a GarageBand o Logic per le sequenze MIDI.

4. Registrare e trasformare: laboratorio audio · 2 ore

- Dal suono analogico alla rappresentazione digitale.
- Introduzione a campionamento e profondità in bit.
- Differenza fra audio, MIDI e progetto di lavoro.
- Registrazione di voce, chitarra e oggetti.
- Taglio, spostamento, montaggio e regolazione dei livelli.
- Dissolvenze, eco e riverbero; panoramica su WAV e MP3.
- La DAW: una postazione software per la produzione musicale.

Laboratorio con Audacity. Registrare alcuni suoni e creare un paesaggio sonoro di 30-60 secondi, con titolo, inizio e conclusione.

Dimostrazione. GarageBand e Logic: organizzare tracce, strumenti virtuali e accompagnamenti.

06 / INCONTRI 5 E 6

Dal codice agli oggetti

5. Programmare la musica · 2 ore

Raspberry Pi è il computer; Ruby è un linguaggio; Sonic Pi è l’ambiente musicale di programmazione, con una sintassi basata su Ruby.

- Che cos’è un algoritmo.
- Sequenze di istruzioni, ripetizioni, variabili e condizioni.
- Eventi e coordinamento fra parti musicali.
- Scratch come introduzione visiva.
- Sonic Pi: note, pause, campioni, sintetizzatori ed effetti.
- Live coding: modificare il codice mentre la musica continua.
- Caso e probabilità nella composizione.

Laboratorio. Creare un accompagnamento ritmico e una breve melodia, quindi modificarne tempo, timbro e struttura.

Per la primaria si privilegia Scratch; per le secondarie e i docenti si lavora soprattutto con Sonic Pi. L’ambiente principale è scelto in funzione del gruppo.

6. Inventare strumenti: Raspberry Pi e Makey Makey · 2 ore

- Raspberry Pi come piccolo computer per progetti creativi.
- Hardware, software, ingressi e uscite.
- Makey Makey come interfaccia per trasformare oggetti conduttivi in comandi.
- Circuito aperto e chiuso.
- Collegamento fra gesto, evento informatico e suono.
- Progettazione di strumenti musicali alternativi.

Laboratorio. Costruire un pianoforte con banane, mele o superfici conduttive e usarlo per controllare un’attività musicale su computer.

Domanda guida: sta suonando la banana, oppure la banana sta comandando uno strumento?

Raspberry Pi e Makey Makey sono strumenti distinti. Il laboratorio con Makey Makey può funzionare anche con un normale computer. I collegamenti pratici seguono le istruzioni del kit.

07 / INCONTRO 7 E FORMULE

Videogiochi e intelligenza artificiale

7. Creare una colonna sonora · 2 ore

- Musica per immagini, animazioni e videogiochi.
- Esempi da Super Mario: riconoscibilità dei temi, ritmo, ripetizione e rapporto con l’azione.
- Introduzione all’estetica chiptune.
- Differenza fra tema musicale, effetto sonoro e ambiente.
- Musica che risponde agli eventi: attesa, movimento, pericolo e vittoria.
- Dagli algoritmi espliciti ai sistemi generativi.
- Dimostrazione di strumenti come Suno e Udio.
- Formulazione di una richiesta e confronto critico dei risultati.
- Ruolo dell’autore: ideazione, scelta, modifica e interpretazione.

Laboratorio finale. Completare una breve colonna sonora originale per una scena o un piccolo gioco, usando i materiali prodotti negli incontri precedenti.

La parte IA è una dimostrazione guidata dal docente, con esempi preparati. Il corso non dipende dalla creazione di account personali degli studenti. Funzioni e condizioni delle piattaforme vengono ricontrollate prima dell’edizione.

Formule e approfondimenti

Durata	Distribuzione e livello
10 ore	2 storia e matematica; 2 suono, notazione e MIDI; 2 audio; 2 coding; 2 dimostrazione hardware, videogiochi e IA. Percorso introduttivo, progetto guidato.
12 ore	Come la formula da 10 ore, con 2 ore aggiuntive dedicate a Raspberry Pi e Makey Makey. Più spazio all’esperienza pratica.
14 ore	I sette incontri completi: maggiore autonomia e restituzione finale.
20-24 ore	Percorso completo più laboratori di approfondimento: produzione, revisione e sviluppo dei progetti.

La formula da 10 ore riduce la profondità delle esercitazioni; non prevede lo stesso lavoro pratico del percorso da 14 ore.

08 / ORGANIZZARE IL LABORATORIO

Risorse e dotazione

Risorse interattive e didattiche

La selezione comprende strumenti interattivi, progetti educativi e documentazione ufficiale: non tutte le risorse sono siti istituzionali.

- Rhythm Circle: esplorazione del ritmo; attività da definire dopo una prova diretta dell’interfaccia.
- Omni Calculator - Frequenza: relazioni fra frequenza, periodo e lunghezza d’onda.
- Simulatore di sintesi additiva: modificare le armoniche e osservare la forma d’onda; regolazione di ampiezza e fase.
- Chrome Music Lab: esperimenti musicali e composizione con Song Maker; utilizzabile senza account.
- Sonic Pi - Tutorial ufficiale: esercizi progressivi di programmazione musicale.
- Raspberry Pi - Progetti educativi: coding e costruzione di progetti.
- Makey Makey - Guide ufficiali: progettazione di strumenti e interfacce.
- MIDI Association: approfondimento sul linguaggio MIDI.

Dotazione consigliata

- Computer del docente, proiettore o LIM e diffusori.
- Un computer ogni due partecipanti e cuffie.
- Chitarra e monocordo, anche dimostrativo.
- Sonic Pi e Audacity già installati e verificati.
- Connessione per le risorse online.
- Kit Makey Makey e materiali conduttivi.
- Raspberry Pi predisposto per la dimostrazione.
- Eventuali microfono, scheda audio e tastiera MIDI.

Sibelius, Logic e GarageBand si utilizzano in base ai dispositivi e alle licenze disponibili. Il loro acquisto non è un requisito del corso.

09 / IL FORMATORE

Renato Caruso



Musica e scienza,
fra palco e laboratorio.

Progettazione e conduzione
Renato Caruso

Musicista, compositore e divulgatore scientifico-musicale. Diplomato in chitarra classica e laureato in informatica e informatica musicale, sviluppa la propria attività all’incrocio fra musica, scienza e tecnologia.

Ha svolto attività con una borsa di ricerca presso l’Università degli Studi di Milano-Bicocca, pubblicato articoli divulgativi e tenuto seminari sul rapporto fra musica e scienza in diverse università italiane. Per anni ha insegnato chitarra presso l’accademia musicale di Ron, “Una città per cantare”.

Alla didattica affianca l’attività concertistica e discografica. Ha aperto concerti di Alex Britti, Francesco De Gregori ed Eugenio Finardi ed è stato consulente musicale per la prima edizione di Caduta Libera, su Mediaset.

Tra i suoi album figurano Aram (2016), Pitagora Pensaci Tu (2018), Grazie Turing (2021), Thanks Galilei (2023) e La Teoria del Big Chord (2024).

È autore di libri dedicati alle connessioni fra musica, scienza e cultura, fra cui #Diesis o Hashtag (2021), Tempo-Musica: Il Relativismo Musicale (2023), Canto del Benessere e Vibralchimia Interiore (2024) e L’Algoritmo della Musica - Da Pitagora all’intelligenza artificiale.

Ha partecipato a manifestazioni come La Milanesiana di Elisabetta Sgarbi. La sua attività è stata raccontata da testate ed emittenti nazionali, fra cui Repubblica, Il Giornale, Corriere della Sera, Avvenire, La Stampa, Il Giorno, Rai, RTL e RDS.

Progettazione e conduzione

Renato Caruso
Telefono: 339 568 5812
Sito: www.renatocaruso.it

Percorso modulabile per scuole, enti di formazione e realtà educative. Contattare il formatore per concordare destinatari, durata, calendario e preventivo.

10 / PER CONTINUARE

Riferimenti e approfondimenti

Il percorso si distingue per il collegamento continuo fra storia delle idee, esperimento musicale e creazione digitale. Le seguenti risorse offrono contesto storico, documentazione tecnica ed esempi di didattica sonora.

- University of Oklahoma - Harmony of the Universe: Keplero e l’armonia del mondo.
- University of Cambridge, Whipple Library - Isaac Newton: analogie fra colori e scale musicali.
- Audacity - Basic audio editing: registrazione, importazione e montaggio.
- Sonic Pi - Live Coding: programmazione musicale in tempo reale.
- Raspberry Pi - About us: computer e progetti creativi.
- Makey Makey - Banana Piano: guida introduttiva al pianoforte con la frutta.
- Università Roma Tre - Alfabetizzazione musicale digitale: esempio di percorso fra software e intelligenza artificiale.
- INDIRE - Insegnare con il suono: produzione sonora come attività trasversale alle discipline.

I collegamenti sono cliccabili nel PDF e nella pagina web. Risorse esterne, software e piattaforme sono citati come strumenti didattici; non implicano collaborazioni o patrocinio.

Il libro che accompagna il viaggio

L’Algoritmo della Musica - Da Pitagora all’intelligenza artificiale sviluppa il dialogo fra musica e scienza che ispira il percorso. Il libro può accompagnare gli approfondimenti; non è un prerequisito per partecipare.

