

APPRENDIMENTO INTERDISCIPLINARE CON MOODLE: UN PERCORSO SPERIMENTALE TRA MATEMATICA E MUSICA

Alice Barana¹, Veronica Ferrarese^{1,2}, Francesco Floris¹, Marina Marchisio Conte¹, Claudio Pardini³

¹ Dipartimento di Biotecnologie Molecolari e Scienze per la Salute, Università di Torino
{alice.barana, veronica.ferrarese, francesco.floris, marina.marchisio}@unito.it

² Conservatorio A. Vivaldi, Alessandria
veronica.ferrarese@conservatoriovivaldi.it

³ RETE PP&S
claudiopardini1951@gmail.com

— FULL PAPER —

ARGOMENTO: *Apprendimento integrato dalle tecnologie*

Abstract

Nel quadro educativo STEAM, la storica relazione tra musica e matematica può essere rilanciata attraverso le tecnologie digitali, che favoriscono la sperimentazione, la collaborazione e il coinvolgimento attivo degli studenti. In particolare, LMS come Moodle offrono un ambiente flessibile in cui integrare strumenti digitali in grado di rendere più concreti e interattivi concetti tradizionalmente ritenuti astratti. Questa ricerca si propone di indagare in che misura l'integrazione, tramite protocollo LTI, degli strumenti interattivi di Music4LMS all'interno della piattaforma Moodle possa contribuire al potenziamento delle competenze musicali (quali il riconoscimento di ritmi e altezze), all'incremento della motivazione degli studenti e alla promozione di attività interdisciplinari, in particolare con concetti di natura matematica. È stata progettata una sperimentazione pilota che prevede l'integrazione di questi tools in un corso Moodle. In che misura l'accesso facilitato ad attività interattive e il feedback immediato contribuiscono a migliorare l'ascolto attivo e ad accrescere la motivazione degli studenti? Per valutarlo verranno analizzati i log delle attività (punteggi e tempi di risposta), le risposte questionari iniziali e finali su motivazione e strategie di ascolto e le risposte aperte per l'analisi qualitativa. Le evidenze empiriche raccolte costituiranno la base per successive sperimentazioni nelle classi della scuola secondaria di primo grado: in tali sperimentazioni Moodle sarà adottato come ambiente integrato per progettare percorsi interdisciplinari di musica e matematica volti a migliorare sia la prassi esecutiva musicale sia le competenze matematiche.

Keywords – Ambiente digitale di apprendimenti; interdisciplinarietà

1 INTRODUZIONE

Le intersezioni tra musica e matematica sono studiate sin dall'antichità e spaziano dalla teoria pitagorica dei rapporti armonici, poi formalizzata dai teorici rinascimentali, agli approcci moderni, che esplorano l'algebra e la topologia dello spazio tonale. Nel contesto educativo contemporaneo, questa relazione storica trova una cornice significativa nel modello STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics), che supera la separazione tra scienze e arti per promuovere un apprendimento più creativo, inclusivo e motivante. In particolare, la relazione tra strutture musicali e matematiche e le intersezioni tra le due discipline evidenziano possibili sovrapposizioni cognitive, la condivisione di strutture concettuali comuni e il potenziale reciproco arricchimento sul piano creativo e motivazionale. Tale relazione può dunque informare e ispirare la progettazione curricolare per la costruzione di percorsi didattici interdisciplinari.

In questo quadro, le tecnologie digitali offrono strumenti didattici innovativi, utili a rendere tangibili concetti astratti e a favorire la sperimentazione e la collaborazione. Diversi studi empirici evidenziano che l'uso delle tecnologie digitali nella didattica può migliorare la prassi esecutiva in diversi modi. L'intervento *New Way of Music* [1], che integra feedback in tempo reale, ha consentito ai bambini e alle bambine di migliorare in modo significativo la precisione ritmica, l'espressività e la tecnica rispetto a un curriculum tradizionale. Analogamente, la ricerca comparativa sull'apprendimento del pianoforte di Bing e Li [2] mostra che l'uso di piattaforme digitali promuove l'autonomia e la precisione, pur riconoscendo che la guida dell'insegnante resta cruciale per l'organizzazione sequenziale e la profondità interpretativa. Altri progetti evidenziano il potenziale dei software collaborativi nel favorire creatività e cooperazione: il progetto di Sastre [3] descrive lo sviluppo di un sistema modulare di software basato su dispositivi a basso costo (tablet, smartphone, Kinect) e su strumenti collaborativi di tipo Web 2.0, con l'obiettivo di trasformare le lezioni di musica nelle scuole secondarie; i risultati preliminari riportati hanno evidenziato la capacità del programma di promuovere creatività e collaborazione.

Diversi studi esaminano poi il ruolo delle tecnologie informatiche nella didattica musicale, sostenendo che esse consentano di ottimizzare e condividere le risorse educative, ridurre il carico di lavoro degli insegnanti e migliorare la qualità della composizione e del suono [4] [5]. Le risorse tecnologiche permettono di rendere immediatamente visibili strutture ritmiche articolate, di proporre percorsi adattivi e di fornire un feedback tempestivo e continuo. Tali possibilità, per quanto rilevanti, non possono tuttavia sostituire la funzione pedagogica dell'insegnante, che resta essenziale per integrare i contenuti in un quadro didattico coerente, orientare l'interpretazione musicale e favorire la maturazione di competenze tecniche ed espressive.

Nessuno di questi studi analizza in modo esplicito l'impatto di competenze matematiche sulla performance musicale; di conseguenza, essi non consentono di trarre conclusioni su come il pensiero matematico possa arricchire la prassi esecutiva. Il viceversa è invece vero: la meta-analisi di Akın [6] mostra che gli interventi musicali hanno un'influenza positiva sul rendimento matematico. I benefici sono più marcati nell'aritmetica, mentre abilità spaziali, ragionamento logico e problem solving presentano effetti meno rilevanti. Progetti come *Academic Music* [7] producono miglioramenti significativi nella comprensione di concetti matematici; *MusiMath* [8], che prevede l'inserimento del ritmo in contesti melodici, favorisce un trasferimento duraturo delle conoscenze a compiti non praticati. Tuttavia, la gran parte degli studi si concentra esclusivamente sulle frazioni; mancano evidenze relative a concetti più complessi e i campioni sono spesso ridotti, senza gruppi di controllo o follow-up longitudinali.

Il presente lavoro si propone di delineare un modello di curriculum integrato. In particolare, si esplorerà come l'integrazione, tramite protocollo LTI, degli strumenti interattivi di Music4LMS in Moodle possa supportare la costruzione di attività in cui il riconoscimento ritmico e melodico si intreccia con concetti matematici di base, per contribuire all'incremento della motivazione degli studenti e alla promozione di attività interdisciplinari. La scelta di Moodle si fonda su criteri tecnico-organizzativi e pedagogici: supporta standard di interoperabilità (tra cui il protocollo LTI), consentendo l'integrazione stabile di strumenti esterni come Music4LMS; è altamente personalizzabile attraverso plugin e moduli che permettono di adattare l'interfaccia e le funzionalità alle specificità della didattica musicale; offre meccanismi avanzati di gestione dei ruoli, tracciamento delle attività e rendicontazione (log, gradebook) utili per la raccolta di dati sperimentali; infine, dispone di un ecosistema attivo di sviluppo e supporto, funzionalità per l'accessibilità e strumenti nativi per la distribuzione di contenuti multimediali e attività asincrone e sincrone.

2 METODOLOGIA

Partendo dall'analisi dei curricula della scuola secondaria di primo grado e alla luce delle Nuove Indicazioni Nazionali (luglio 2025 [9]), il presente studio propone un modello di intervento che metta in dialogo competenze musicali e matematiche. Questa prospettiva conduce alla seguente domanda di ricerca: in che misura e con quali strategie didattiche è possibile progettare un percorso interattivo interdisciplinare che integri concetti matematici e musicali mediante l'uso degli strumenti di Music4LMS, integrati in Moodle tramite protocollo LTI, per un campione di studenti di seconda classe della scuola secondaria di primo grado a indirizzo musicale?

Per garantire rigore metodologico e flessibilità nell'organizzare contenuti interdisciplinari, la progettazione didattica ha adottato il modello di instructional design ADDIE [10], acronimo di Analysis, Design, Development, Implementation e Evaluation. Questo framework, sviluppato negli anni Settanta

presso la Florida State University e successivamente ampiamente diffuso anche in ambito civile, prevede un processo iterativo in cui l'identificazione dei bisogni formativi e delle caratteristiche dei destinatari (fase di Analisi) guida la definizione degli obiettivi interdisciplinari, delle strategie didattiche e dei criteri di valutazione (fase di Design). La fase di Sviluppo traduce il progetto in un ecosistema digitale attraverso la creazione di risorse multimediali e attività su Moodle e Music4LMS; durante l'Implementazione si organizzano le lezioni e si raccolgono dati sull'uso della piattaforma (come numero di tentativi, risposte corrette e tempi di completamento). Infine, la fase di Valutazione comprende un'analisi per misurare l'efficacia dell'intervento e orientarne l'evoluzione, grazie a test di valutazione, questionari pre- e post- e al confronto con il gruppo di controllo. L'approccio iterativo e flessibile del modello ADDIE si adatta a un corso interdisciplinare tra musica e matematica perché consente di allineare obiettivi, contenuti e strumenti di valutazione, di inserire feedback immediati e di modificare il percorso in base ai dati raccolti.

Per validare l'impianto progettuale e garantirne la solidità pedagogica, il curriculum è stato sottoposto a una fase di revisione partecipata che ha coinvolto ricercatori e ricercatrici in didattica della matematica e docenti di matematica e di strumento musicale. Sono stati raccolti feedback attraverso incontri individuali con la coordinatrice del dipartimento di matematica e con il coordinatore di strumento musicale della scuola individuata, nonché mediante un focus group che ha riunito i due coordinatori e altri quattro docenti di matematica. Durante tali momenti di confronto, la progettazione è stata analizzata secondo il modello ADDIE, con l'obiettivo di raccogliere feedback mirati e co-progettare le attività in modo sistematico e rigoroso. I contributi emersi hanno consentito di affinare la sequenza didattica, ottimizzare l'impiego delle risorse digitali e definire in modo più efficace le modalità di valutazione.

2.1 Analisi

È stata selezionata una classe seconda della scuola secondaria di primo grado ad indirizzo musicale (12-13 anni), composta da 21 studenti che possiedono conoscenze di base sulla notazione ritmica (figure e pause) e sui concetti di frazione e multiplo, ma presentano un profilo musicale prevalentemente da principianti. Si è rilevata la presenza di due studenti con disabilità, uno studente con disturbi specifici dell'apprendimento, due studenti con bisogni educativi speciali. L'analisi ha inoltre evidenziato la necessità di coinvolgere i/le docenti di strumento musicale e di matematica, chiamati a co-progettare il corso e a rafforzare le proprie competenze digitali per la gestione di Moodle e del plugin Music4LMS, garantendo il monitoraggio delle attività e l'accompagnamento degli/delle studenti.

In una fase iniziale sono stati definiti gli obiettivi generali del percorso formativo, in coerenza con le competenze attese nelle discipline di riferimento. Successivamente, attraverso focus group con i/le docenti di matematica e di strumento musicale, tali obiettivi sono stati riesaminati e perfezionati, al fine di garantire una maggiore aderenza ai bisogni reali della classe e alle potenzialità offerte dagli strumenti digitali.

Il corso si propone di sviluppare negli studenti una comprensione profonda e integrata delle relazioni esistenti tra il ritmo musicale e le frazioni, favorendo l'acquisizione di competenze nell'ambito della lettura e dell'esecuzione musicale e in quello del ragionamento logico-matematico. L'obiettivo generale è consentire agli alunni di cogliere la struttura proporzionale del linguaggio musicale, traducendo le durate delle note e dei silenzi in rapporti numerici.

In collaborazione con i/le docenti, si sono individuate metodologie adatte al target, quali lezioni brevi, ascolti analitici, attività cooperative, esercizi di body percussion e utilizzo del tool esterno Music4LMS con livelli differenziati per rispondere alle diverse esigenze. Infine, è stato esaminato il contesto logistico: il corso sarà realizzato tra gennaio e febbraio 2026 presso l'Istituzione scolastica "E. Martinet" di Aosta; le attività si svolgeranno in un'aula attrezzata con computer, lavagna interattiva multimediale e impianto audio, e in un laboratorio informatico per l'uso individuale di Music4LMS con cuffie; la piattaforma Moodle ospiterà i materiali, mentre Music4LMS fornirà esercizi interattivi, richiedendo connessione stabile e supporto tecnico.

2.2 Design

In accordo con i/le docenti della scuola, i risultati di apprendimento dell'area musicale comprendono: riconoscere e rappresentare le principali figure ritmiche, identificare la struttura dei metri semplici e composti e eseguire con accuratezza pattern ritmici sia individualmente sia in gruppo. Gli studenti sono

guidati a interiorizzare il senso del tempo, la costanza del battito e la relazione fra le diverse unità di misura ritmica, fino a essere in grado di creare brevi sequenze musicali coerenti con la metrica proposta. Lato matematico, il corso si propone di rafforzare la comprensione di frazione come parte di un intero e come unità di misura di durata: gli studenti imparano a collegare le figure musicali alle frazioni corrispondenti e ad applicare operazioni di somma e sottrazione con denominatori comuni e multipli per costruire o completare battute ritmiche. I risultati di apprendimento includono quindi: comprendere le frazioni come parti dell'unità, identificare equivalenze e la somma di frazioni con denominatori comuni o multipli, applicare tali conoscenze alle durate musicali e all'utilizzo di rappresentazioni grafiche.

Il progetto utilizza una combinazione di metodologie didattiche per favorire l'apprendimento attivo, la motivazione e l'integrazione tra musica e matematica. In ogni incontro sono previsti brevi momenti di lezione frontale per introdurre concetti teorici essenziali e fornire riferimenti strutturati. La lezione è integrata con analogie visive ed esempi sonori per rendere concreti i concetti astratti. Per internalizzare la pulsazione e la durata, si utilizza l'apprendimento cinestetico, come battiti di mani e piedi; questo metodo coinvolge il corpo e la voce e favorisce la memoria motoria. Alcune attività, inoltre, sono pensate per gruppi di 3-4 studenti: il cooperative learning permette agli studenti di condividere idee, discutere soluzioni e imparare gli uni dagli altri [11].

Il percorso prevede materiali visuali, audio e pratici per rispondere a diversi stili di apprendimento. Le attività sono differenziate per livello di difficoltà; gli/le studenti con bisogni educativi speciali possono ricevere supporto aggiuntivo o strumenti compensativi. Saranno predisposti materiali ad alta leggibilità, esercizi graduati e tempi di esecuzione adeguati alle singole necessità.

La fase di Design ha definito anche l'organizzazione didattica e le risorse necessarie: il corso prevede cinque lezioni di cento minuti ciascuna. Ogni lezione segue una struttura costante: revisione, esposizione teorica, attività interattive con Music4LMS.

In un primo momento è stata elaborata una bozza preliminare del design, che ha delineato i contenuti, le modalità e la sequenza generale delle attività. Tale bozza è stata quindi discussa in un focus group con i/le docenti, al fine di raccogliere osservazioni e suggerimenti relativi alla chiarezza, alla fattibilità e alla pertinenza delle proposte. Sulla base dei risultati del focus group è stato redatto uno storyboard dettagliato, che descrive in modo sequenziale le attività previste per ciascuna lezione, indicando tempi, modalità operative e materiali necessari. In questa fase, inoltre, sono state raccolte le verifiche abitualmente proposte agli/alle studenti dai/dalle docenti coinvolti, al fine di avere un quadro chiaro del livello di difficoltà degli argomenti affrontati.

La Tabella 1 illustra la struttura del percorso a seguito delle modifiche emerse nel processo di revisione.

Lezione	Tema principale	Obiettivi specifici	Strategie/attività
1. Notazione e frazioni	Consolidare le figure ritmiche e collegarle alle frazioni; introdurre Moodle e Music4LMS	Riconoscere che note e pause in 4/4 sono frazioni dell'unità; sommare durate musicali; sommare frazioni con denominatori potenze di 2	Questionario; lezione con analogie visive; battito su metronomo; esercizi di somma di durate su Music4LMS; esercizi matematici sulle frazioni
2. Metri semplici (2/4, 3/4, 4/4, 2/2)	Interpretare tempi semplici, ascoltare brani, inserire barre di misura	Comprendere che il numeratore indica i battiti e il denominatore la figura di riferimento; contare e accentare correttamente; sommare durate per riempire la misura	Breve ripasso; lezione sui tempi; ascolto analitico di brani; esercizi "aggiungi le linee di battuta", "trova la battuta sbagliata" e "scrivi la battuta" su Music4LMS
3. Metri composti (6/8, 9/8, 12/8)	Distinguere tempi composti da tempi semplici; suddivisione ternaria	Capire che in 6/8 l'ottavo vale una suddivisione e la nota da un quarto vale due suddivisioni; applicare l'accentuazione ternaria;	Quiz di ripasso; spiegazione teorica; ascolto di brani in 9/8; esercizi di completamento su Music4LMS;

Lezione	Tema principale	Obiettivi specifici	Strategie/attività
4. Gruppi irregolari e laboratorio creativo	Introdurre terzine e gruppi irregolari; analisi di sincope e groove	risolvere somme di frazioni con denominatori multipli di 8 Riconoscere gruppi irregolari e la loro corrispondenza frazionaria; comporre pattern ritmici con elementi irregolari	composizione di misure in tempi composti Lezione sulle terzine; esercizi su Music4LMS; ascolto di blues e swing; laboratorio di composizione di 4 misure che integrino tempi semplici/composti e gruppi irregolari
5. Integrazione e verifica	Consolidare tutti i concetti; valutare gli apprendimenti	Applicare simultaneamente competenze musicali e matematiche; risolvere problemi integrati	Esercizi di completamento vari; conversione di sequenze ritmiche in frazioni; questionario finale

Tabella 1 – Struttura del corso

La misurazione dei risultati di apprendimento sarà condotta attraverso una metodologia mista, di tipo quantitativo e qualitativo, finalizzata a rilevare l'effettiva acquisizione di competenze e conoscenze in relazione ai risultati di apprendimento previsti: a tal proposito, a fine percorso sarà somministrato un test strutturato con domande a risposta chiusa e aperta. Gli esercizi presenti in piattaforma serviranno invece per la valutazione formativa, utile a monitorare in itinere il progresso individuale e a fornire feedback immediati agli studenti.

Saranno poi somministrati questionari strutturati su scala Likert, in fase pre- e post-intervento, che consentiranno di monitorare l'evoluzione della percezione degli studenti rispetto alla propria competenza nell'ambito musicale e matematico, nonché il grado di interesse e motivazione verso l'approccio interdisciplinare.

I dati raccolti saranno analizzati comparativamente, utilizzando un gruppo di controllo per distinguere gli effetti specifici del percorso interdisciplinare da quelli dovuti all'apprendimento curricolare ordinario. L'analisi dei risultati sarà completata con osservazioni qualitative, raccolte in aula, durante le lezioni, grazie alla documentazione sistematica delle osservazioni dei docenti, per rilevare aspetti di partecipazione attiva, creatività e trasferibilità delle competenze tra i diversi ambiti disciplinari.

2.3 Sviluppo

La fase di sviluppo del progetto concretizza la progettazione didattica in un ambiente digitale di apprendimento che integra materiali, attività e strumenti di valutazione [12]: l'attuazione del progetto richiede un ambiente didattico che combini in modo consapevole la dimensione digitale con quella in aula. Le lezioni si svolgeranno prevalentemente in classe o in aula informatica, spazio dotato di postazioni informatiche e di un adeguato sistema di diffusione sonora.

Tale setting consentirà l'ascolto, l'esecuzione collettiva e l'organizzazione di lavori di gruppo e esercitazioni pratiche. La componente digitale del progetto sarà veicolata attraverso la piattaforma Moodle, che fungerà da repository per i materiali e da ambiente di esercitazione autonoma. L'uso di Music4LMS come strumento di esercitazione ritmico-matematica richiede una connessione stabile e l'uso di cuffie, al fine di garantire l'accuratezza nella percezione dei pattern ritmici.

È stato allestito un corso su Moodle dedicato al progetto, suddiviso in cinque sezioni corrispondenti alle diverse lezioni. Ogni sezione ospita una pagina introduttiva con la descrizione degli obiettivi e delle attività, risorse didattiche come slide, file PDF e video, oltre ad attività interattive come quiz e attività sul tool esterno Music4LMS. Gli/le studenti saranno iscritti al corso con il profilo adeguato e i/le docenti di musica e matematica assumeranno i ruoli necessari per gestire i materiali e monitorare i progressi. Per favorire l'accessibilità, tutte le risorse sono state pubblicate in formato PDF, con testo alternativo per le

immagini e sottotitoli per i video. Sono inoltre state realizzate presentazioni multimediali che associano figure musicali a frazioni, arricchite da audio e domande a feedback immediato per stimolare la partecipazione.

Un elemento centrale dello sviluppo è stato la configurazione delle attività su Music4LMS, strumento esterno integrato tramite LTI. Dopo aver ottenuto le credenziali necessarie, sono state configurate le attività in Moodle e sono stati progettati esercizi basati sul conteggio ritmico e sulla somma di frazioni.

Gli studenti sono invitati a completare misure in 4/4 scegliendo note e pause, a inserire correttamente le barre di misura, a riconoscere le misure errate e a costruire misure a partire da un tempo dato. Tutte le istruzioni sono state tradotte in italiano e rese accessibili anche agli studenti che utilizzano screen reader. Un esempio di istruzioni è mostrato in Figura 1.

Esercizio 1 - ISTRUZIONI

L'esercizio comprende 5 domande. In ciascuna domanda, premendo play, ascolterai una traccia audio di 4 battute. Puoi riascoltare la traccia audio tutte le volte che desideri.

Il brano si presenta senza linee di battuta. Il tuo compito è inserirle cliccando sulla prima nota di ogni battuta, seguendo le indicazioni metriche:

- In 2/4 → ogni battuta deve contenere 2 quarti
- In 3/4 → ogni battuta deve contenere 3 quarti
- In 4/4 → ogni battuta deve contenere 4 quarti

Clicca sulla freccia in alto per passare alla domanda successiva.

Attenzione: cliccando sull'icona dell'occhio vicino al tasto play potrai vedere la soluzione. Se usi questa funzione, la risposta verrà automaticamente conteggiata come errata: quest'opzione può essere utile per verificare la notazione corretta dopo aver effettuato un errore.

Suggerimento: tieni a disposizione lo schema delle figure musicali con le relative durate, per facilitare il calcolo dei valori.

Esercizio 1: Aggiungi le linee di battuta Spunta come completato

Figura 1 – Esempio: istruzioni relative all’esercizio “Aggiungi le linee di battuta”

Done

Student Data Analytics Settings

Clicca le prime note delle misure

Punti: 0/0 0% Risultato precedente: 80%

Figura 2 – Esempio: esercizio “Aggiungi le linee di battuta”

La fase di sviluppo ha dato grande importanza agli strumenti di valutazione. In questa fase sono stati configurati due questionari a scala Likert, perfezionati grazie al feedback ricevuto in focus group con ricercatori e ricercatrici in didattica della matematica, uno da somministrare all’avvio e uno al termine del percorso, con l’obiettivo di valutare in maniera sistematica l’efficacia formativa dell’esperienza e il grado di coinvolgimento degli studenti. Entrambi gli strumenti contengono domande chiuse su una scala a cinque livelli (da “per nulla” a “moltissimo”) e alcune domande aperte, e raccolgono informazioni su variabili come l’interesse per la matematica e la musica, la percezione dell’integrazione interdisciplinare, la fiducia nella propria comprensione delle frazioni e l’autovalutazione delle competenze ritmiche.

La somministrazione dei questionari prevede la raccolta del consenso informato da parte delle famiglie e la garanzia che i dati siano analizzati in forma aggregata, in modo da ottenere risultati comparabili tra la classe sperimentale e il gruppo di controllo. I/le docenti monitoreranno poi costantemente il progresso degli alunni e delle alunne attraverso i report di Moodle e di Music4LMS, integrando queste evidenze con l’osservazione sistematica delle interazioni in classe.

Al termine del corso, inoltre, verrà somministrato un post-test strutturato con domande a risposta chiusa e aperta, per verificare l'acquisizione dei risultati di apprendimento. Il test proporrà esercizi che valuteranno la capacità di applicare concetti teorici di matematica e musica in contesti integrati.

Per sostenere l'efficace realizzazione del progetto, la fase di sviluppo comprende anche la formazione dei/delle docenti e la definizione di procedure condivise.

Gli/le insegnanti di strumento musicale e di matematica hanno lavorato insieme per allineare terminologia, esempi disciplinari e obiettivi didattici, elaborando una sequenza di lezioni coerente e integrata.

È previsto un incontro di formazione specifico sull'uso del plugin Music4LMS e sulla creazione e gestione dei contenuti multimediali in Moodle, durante il quale vengono illustrate le modalità di configurazione degli esercizi interattivi e le procedure per l'analisi dei report. Sono state inoltre definite linee guida per il monitoraggio delle partecipazioni degli/delle studenti, per il supporto a chi presenta difficoltà e per la comunicazione con le famiglie. Al termine del progetto, saranno raccolti i dati dei questionari e dei report per informare le fasi successive di implementazione e valutazione.

2.4 Implementazione

Prima dell'avvio delle lezioni, gli/le insegnanti presenteranno il progetto a genitori e studenti per illustrare le finalità didattiche e l'organizzazione del percorso. Verrà richiesto il consenso informato per la partecipazione e per la compilazione dei questionari di gradimento. Saranno attivati gli account Moodle degli studenti, per assicurarsi che tutti possano accedere senza problemi, e sarà fornita una dimostrazione su come utilizzare la piattaforma. Nella prima lezione verrà somministrato il questionario iniziale per sondare l'interesse degli studenti verso la musica e la matematica e la loro disponibilità ad affrontare un percorso interdisciplinare.

Le attività si svolgeranno in aula o in aula informatica, dotata di strumenti di riproduzione audio e dei device necessari per l'accesso a Moodle. Gli incontri saranno condotti da un/a coordinatore/trice e facilitatore/trice del progetto, eventualmente affiancato/a, in base alle necessità didattiche, dal/dalla docente di strumento musicale o dal/dalla docente di matematica.

Gli esercizi su Music4LMS e Moodle richiedono agli/alle studenti di risolvere problemi: completare misure rispettando un tempo, individuare errori ritmici, convertire sequenze in calcoli frazionari. L'enfasi è sull'azione (*learning by doing*) e sul feedback immediato per correggere gli errori. L'uso di Moodle e del tool esterno Music4LMS consente di proporre esercizi digitali con feedback immediato, favorendo l'auto-correzione e l'autonomia.

Al termine dell'ultima lezione verrà somministrato il questionario finale per valutare l'efficacia percepita e il livello di engagement: i risultati forniranno indicazioni sulla soddisfazione degli/delle studenti e sull'impatto del progetto.

La gestione della classe sarà improntata a criteri di equità, partecipazione attiva e inclusività. La composizione dei gruppi di lavoro sarà studiata per garantire eterogeneità, promuovendo forme di tutoraggio fra pari e facilitando la cooperazione.

2.5 Valutazione

La fase di valutazione del progetto è finalizzata a misurare l'efficacia delle strategie adottate e a trarne indicazioni per la loro eventuale revisione. Poiché l'intervento prevede il coinvolgimento di una classe sperimentale e di una classe di controllo, la valutazione dovrà consentire un confronto rigoroso tra i due gruppi per isolare gli effetti specifici del percorso interdisciplinare.

La classe di controllo continuerà a seguire lezioni tradizionali di matematica e di strumento musicale, senza ricorrere al materiale e alle metodologie del progetto. In coerenza con il modello ADDIE, la fase di valutazione comprenderà sia momenti di valutazione formativa, da proporre durante l'intero percorso, sia una valutazione sommativa al termine dell'intervento.

La valutazione formativa si baserà sull'analisi dei dati raccolti tramite gli strumenti digitali, quali i report degli esercizi di Music4LMS, e sull'osservazione sistematica delle interazioni in classe. Queste informazioni permetteranno ai/alle docenti di identificare tempestivamente le difficoltà, di adattare i contenuti e di fornire un feedback personalizzato.

La valutazione sommativa si articolerà in due componenti. La prima riguarda il rendimento disciplinare: i progressi nella comprensione delle frazioni e nella lettura ritmica saranno misurati attraverso prove strutturate che considerano la correttezza, la creatività e la partecipazione.

Le medesime prove saranno somministrate anche agli allievi della classe di controllo, allo scopo di confrontare i risultati e verificare se i miglioramenti osservati nel gruppo sperimentale siano attribuibili al percorso interdisciplinare e non al normale progresso scolastico. La seconda componente consisterà nell'analisi dell'esperienza vissuta dagli alunni, valutata mediante questionari a scala Likert somministrati all'inizio e alla fine del corso, che indagheranno l'interesse per la matematica e la musica, la percezione dell'efficacia delle attività interdisciplinari e il livello di coinvolgimento.

La valutazione dei risultati di apprendimento e dell'impatto effettivo del corso si baserà su questionari e test strutturati. I questionari, comprendenti domande a risposta chiusa e aperta, permetteranno di raccogliere informazioni su aspetti motivazionali, percettivi e di autovalutazione delle competenze, mentre il test finale sarà volto a verificare l'acquisizione effettiva dei risultati di apprendimento previsti.

Alla luce della letteratura che dimostra come l'apprendimento delle frazioni attraverso il ritmo aumenti la motivazione e le performance degli/delle studenti, ci si attende di registrare un miglioramento significativo sia sul piano cognitivo che su quello motivazionale.

Al termine del corso, la fase di valutazione prevede un momento di riflessione collegiale con i/le docenti coinvolti/e, finalizzato a discutere i dati raccolti e a individuare punti di forza e criticità al fine di riproporre le attività negli anni successivi ed eventualmente anche in altri contesti.

3 DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Per capire in che misura e con quali strategie didattiche è possibile progettare un percorso interattivo interdisciplinare tra musica e matematica mediante l'uso del tool esterno Music4LMS per un campione di studenti di classe seconda della scuola secondaria di primo grado a indirizzo musicale è stato progettato un corso costituito da cinque lezioni da cento minuti ciascuna che combina lezioni teoriche e attività interattive in piattaforma.

La progettazione, basata sul modello ADDIE, ha previsto l'allestimento di una piattaforma Moodle, la creazione di contenuti interattivi e l'integrazione di Music4LMS via LTI. La valutazione formativa del corso, basata sull'analisi dei log di piattaforma, dei punteggi e dei tempi di risposta nei quiz e dei questionari pre- e post-intervento, servirà a verificare se l'integrazione degli strumenti digitali in percorsi interdisciplinari di musica e matematica porta a miglioramenti nella prassi esecutiva e nelle competenze matematiche di base.

In particolare, si verificherà se gli/le studenti acquisiscono maggiore accuratezza nell'esecuzione ritmica, sono in grado di riconoscere e comporre pattern in metri semplici e composti e sviluppano una migliore comprensione delle frazioni equivalenti e delle operazioni con denominatori comuni. I dati preliminari evidenziano alcuni punti di forza: l'uso combinato di analogie visive, ascolti guidati e attività digitali con feedback immediato sostiene un apprendimento attivo e inclusivo, migliora la motivazione e l'autonomia e facilita la costruzione di ponti concettuali fra musica e matematica.

Inoltre, adottare un paradigma di progettazione iterativa come ADDIE consente di modulare e personalizzare le attività sulla base delle esigenze rilevate, garantendo coerenza fra obiettivi, contenuti e valutazioni. Tale approccio, utilizzato anche nei focus group, ha consentito di rilevare osservazioni e criticità per migliorare la progettazione; i/le docenti si sono dimostrati ottimisti sulla buona riuscita delle attività, poiché ritenevano che le attività digitali interdisciplinari potessero incrementare la motivazione e le competenze disciplinari degli studenti.

La presente ricerca è caratterizzata da alcune limitazioni che ne riducono la validità esterna e richiedono cautela nell'interpretazione dei risultati. In primo luogo, il campione è di dimensioni esigue: una sola classe sperimentale e una sola classe di controllo, entrambe guidate da docenti che hanno aderito su base volontaria. Tale configurazione riduce la generalizzabilità delle conclusioni e non consente di escludere l'influenza di variabili legate ai contesti e alle competenze dei singoli insegnanti.

Inoltre, la durata relativamente breve dell'intervento e l'assenza di un follow-up a distanza impediscono di valutare la tenuta degli apprendimenti nel medio e lungo periodo. L'impiego di questionari a scala

Likert per rilevare l'engagement si basa su auto-valutazioni soggettive che possono essere condizionate da bias di desiderabilità sociale.

Nella fase progettuale, ci sono alcuni fattori chiave ai quali prestare attenzione durante la sperimentazione. Ad esempio, la collaborazione fra docenti di discipline diverse, fondamentale per costruire percorsi integrati, come sottolinea anche la meta-analisi di Akin [6], richiede coordinamento e formazione specifica.

Un ulteriore fattore critico riguarda la variabilità e la discontinuità nella formazione degli insegnanti in ambito STEAM: non tutti i docenti e le docenti possiedono competenze omogenee in metodologie integrate o nell'uso avanzato delle tecnologie. Inoltre, non si possono trascurare possibili resistenze culturali da parte del corpo docente o delle famiglie nei confronti di un approccio interdisciplinare mediato da strumenti digitali, poiché questo potrebbe essere percepito come una deviazione dalle pratiche didattiche tradizionali.

Nonostante queste sfide, il corso presenta un potenziale valore educativo che ne motiva la sperimentazione. I prossimi sviluppi prevedono dunque l'implementazione del corso, seguita da un'accurata valutazione formativa: un'analisi sia qualitativa sia quantitativa dei dati raccolti consentirà di misurare l'efficacia dell'approccio interdisciplinare, di evidenziarne l'impatto sull'apprendimento degli studenti e di orientare eventuali adattamenti progettuali, fornendo al contempo indicazioni per un'eventuale estensione futura dell'iniziativa.

Sarà in seguito opportuno esplorare l'integrazione di concetti matematici più complessi (proporzioni, progressioni geometriche, trasformazioni) con elementi musicali come armonia e timbro e valutare l'impatto di strumenti digitali che offrono feedback immediato e personalizzato. Infine, sarà essenziale promuovere percorsi di formazione congiunta per gli/le insegnanti di musica e di matematica, affinché possano co-progettare e co-condurre percorsi interdisciplinari e monitorare con rigore sia i miglioramenti nella prassi esecutiva sia l'evoluzione delle competenze matematiche degli/delle studenti.

Riferimenti bibliografici

- [1] L. Lyu e A. Sokolova, «The effect of using digital technology in the music education of elementary school students», *Springer*, vol. Education and Information Technologies, pp. 4003–4016, 2023, doi: 10.1007/s10639-022-11334-8.
- [2] B. Yao e W. Li, «The role of a teacher in modern music education: can a student learn music with the help of modernized online educational technologies without teachers?», *Springer*, vol. Education and Information Technologies, pp. 14595–14610, 2023, doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11786-6>.
- [3] J. Sastre, J. Cerdá, e W. García, «New Technologies for Music Education», presentato al Second international conference on E-learning and E-technologies in education, 2013, pp. 149–154. doi: 10.1109/ICeLeTE.2013.6644364.
- [4] L. Wang, «Research on the reform of music education mode in colleges and universities based on computer music technology», presentato al Journal of Physics: Conference Series, 2021. doi: 10.1088/1742-6596/1744/3/032149.
- [5] J. Liu e L. Liang, «The Application of Computer Music Technology in Music Education», presentato al Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers, IEEE, 2021, pp. 791–793. doi: 10.1109/IPEC51340.2021.9421234.
- [6] A. Akin, «Let me make mathematics and music together: A meta-analysis of the causal role of music interventions on mathematics achievement», vol. Educational Studies, pp. 386–404, 2025, doi: <https://doi.org/10.1080/03055698.2023.2216826>.
- [7] S. J. Courey, E. Balogh, J. R. Siker, e J. Paik, «Academic music: music instruction to engage third-grade students in learning basic fraction concepts», *Springer*, vol. Educational Studies in Mathematics, pp. 251–278, 2012, doi: <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9395-9>.

- [8] L. Azaryahu, S. J. Courey, R. Elkoshi, e E. Adi-Japha, «'MusiMath' and 'Academic Music' – Two music-based intervention programs for fractions learning in fourth grade students», *Wiley*, vol. *Developmental science*, 2020, doi: <https://doi.org/10.1111/desc.12882>.
- [9] «Indicazioni Nazionali per il curricolo - Scuola dell'infanzia e Scuole del Primo ciclo di istruzione». Ministero dell'Istruzione e del Merito, luglio 2025.
- [10] C. Peterson, «Bringing ADDIE to Life: Instructional Design at Its Best», *J. Educ. Multimed. Hypermedia*, vol. 12, fasc. 3, pp. 227–241, 2003.
- [11] R. E. Slavin, *Cooperative learning: theory, research, and practice*, 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon, 1995.
- [12] A. Barana e M. Marchisio, «A Model for the Analysis of the Interactions in a Digital Learning Environment During Mathematical Activities», in *Computer Supported Education*, vol. 1624, B. Csapó e J. Uhomoihi, A c. di, in *Communications in Computer and Information Science*, vol. 1624. , Cham: Springer International Publishing, 2022, pp. 429–448. doi: 10.1007/978-3-031-14756-2_21.