

BRICKS | TEMA

Geometria, Creatività e Accessibilità in ambiente VR

a cura di:

Mariagrazia Fedele,
AnnaMaria Triggiano



STEAM, Matematica e Arte, Accessibilità

L'insegnamento della geometria nella scuola secondaria incontra spesso difficoltà legate alla percezione di complessità e astrattezza da parte degli studenti. Per superare questi ostacoli, è stato realizzato un laboratorio di geometria dinamica con molteplici obiettivi: favorire una comprensione più intuitiva e coinvolgente dei concetti geometrici astratti attraverso un apprendimento mediato da strumenti digitali interattivi che consentono esperienze visive, manipolative e immersive; stimolare la creatività degli studenti, permettendo loro di reinterpretare la matematica in modo personale e originale; promuovere un cambiamento di atteggiamento nell'approccio alla geometria e, al tempo stesso, condividere questa trasformazione anche al di fuori del gruppo di progetto.

Il percorso "Modellare la creatività: Matematica e Arte", realizzato nell'ambito di un progetto STEM, ha coinvolto studenti del secondo e terzo anno di un Liceo Artistico in un'esperienza di **apprendimento attivo**. Tuttavia, l'esperienza non si è fermata alla sola dimensione individuale o del gruppo partecipante al percorso: è emersa la necessità di condividere i risultati con tutta la comunità scolastica e di rendere fruibili gli elaborati realizzati, in un'**ottica di condivisione dei saperi e di Service Learning**. Per rispondere a questa esigenza, è stata realizzata una mostra virtuale in ambiente VR su piattaforma CoSpaces, dove esporre e rendere accessibili in vari modi gli elaborati degli studenti. L'esposizione, progettata per essere interattiva e inclusiva, è arricchita da audioguide semplificate, punti narranti, che raccontano le proprietà geometriche rappresentate, favorendo un apprendimento collaborativo e accessibile a tutti. L'esperienza immersiva della mostra, vissuta attraverso i visori, ha entusiasmato realizzatori e visitatori grazie a colori vivaci e suggestioni artistiche, trasformando la geometria in un viaggio visivo coinvolgente e interattivo.

L'articolo analizza le fasi del percorso, l'impatto didattico dell'iniziativa e il ruolo delle tecnologie digitali e del *Service Learning* nella didattica della matematica, evidenziando come un approccio basato sull'esperienza, la creatività e la condivisione possa trasformare il modo in cui gli studenti vivono e comprendono la geometria.

Le fasi del percorso

Nel percorso laboratoriale sono stati trattati sei diversi temi di geometria. Lo sviluppo di ogni tema ha previsto più fasi: l'esplorazione con l'utilizzo del software di geometria dinamica GeoGebra, il consolidamento delle conoscenze, in alcuni casi sempre in ambiente digitale, con il supporto della piattaforma Mathigon¹, infine, la fase creativa in cui gli studenti hanno rielaborato in modo personale gli artefatti grafici digitali, integrando l'aspetto matematico con un'interpretazione artistica. L'idea, ormai consolidata, di **apprendere la matematica con l'utilizzo di mediatori digitali**², in particolare della geometria manipolativa, e più in generale, l'esplorazione in ambiente digitale, è stata qui coniugata con la creatività degli studenti rendendo l'esperienza di apprendimento più coinvolgente e significativa. Ogni elaborato è stato inoltre corredato di un titolo evocativo, che riflette la suggestione artistica dello

¹ <https://it.mathigon.org/>

²Digital artifacts in mathematics education: how can we study the learning processes they promote? A. Baccaglini-Frank, G. carotenuto, S. Funghi, G. Lisarelli, E. Miragliotta. Bollettino dell'Unione Matematica.

studente e di una nota rielaborativa, che esplicita la proprietà geometrica rappresentata. A conclusione del percorso, è stata realizzata una esposizione virtuale in ambiente VR su piattaforma CoSpaces, in cui gli studenti hanno potuto esporre i loro prodotti digitali, anche mediante l'utilizzo di visori. Il momento della condivisione al di fuori del gruppo di progetto, che ha avuto luogo in occasione della giornata internazionale della matematica, si è rivelato particolarmente significativo: gli studenti, **assumendo il ruolo di divulgatori della conoscenza, hanno sperimentato un apprendimento partecipativo**, trasformando l'esperienza in un autentico esempio di *Service Learning*, in cui l'alunno è protagonista del percorso e mette al servizio della comunità, in questo caso scolastica, le competenze apprese nel corso STEM.

Temi trattati

L'impostazione del percorso si ispira ad un bellissimo testo di Eli Maor e Eugen Jost, *L'arte della geometria*, in cui "ogni argomento - un teorema, una successione, o una configurazione geometrica - è spiegato a parole e accompagnato da tavole grafiche" dello stesso Jost.

Sono stati scelti sei temi legati alla geometria. Il primo è il **teorema di Talete**, in particolare nella sua applicazione agli angoli alla circonferenza che insistono su un diametro o su corde qualsiasi. Lo studio di questo teorema, dalle svariate e importanti applicazioni, ha consentito agli studenti di familiarizzare con gli strumenti base di GeoGebra. L'uso dello strumento digitale come mediatore ha permesso di invertire l'approccio tradizionale alla disciplina, sostituendo l'impostazione assiomatica-deduttiva tipica della geometria euclidea con una fase esplorativa ed esperienziale. Grazie a questa metodologia, gli studenti hanno potuto sperimentare le proprietà geometriche in modo intuitivo prima di formalizzarle. Inoltre, esportando le costruzioni realizzate in app grafiche come Canva e Procreate, e lasciando spazio alla fantasia, i triangoli si sono trasformati in ninfee, tulipani, ambientazioni sottomarine, albe e tramonti, dimostrando come la geometria possa diventare un potente strumento espressivo e creativo (Fig. 1).



Figura 1 - Angoli alla circonferenza

Il secondo tema trattato è stato un teorema poco noto, ma capace di sorprendere gli studenti per la sua eleganza e semplicità. Si tratta del **teorema di Varignon**: disegnando un quadrilatero qualsiasi e unendo i

punti medi dei suoi lati, gli studenti hanno scoperto che la figura risultante è sempre un parallelogramma. Questa costruzione può essere ripetuta all'infinito, dando origine a suggestive composizioni geometriche che hanno preso la forma di fiori quadrati, spade, diamanti e fiocchi, trasformando un concetto matematico in un'esperienza creativa e visivamente affascinante.



Figura 2 - Teorema di Varignon

Il terzo argomento ci ha permesso di compiere un viaggio nella storia dei numeri, passando dal celebre **problema dei conigli**, descritto da Fibonacci nel suo Liber Abaci (1202), alle suggestive installazioni di Mario Merz sulla Mole Antonelliana, riprese nel film "Dopo mezzanotte" di Davide Ferrario.

Dopo un'attività interattiva su piattaforma Mathigon³ riguardante la successione di Fibonacci, le sue numerose applicazioni in natura e il suo legame con il numero aureo, gli studenti, utilizzando GeoGebra, hanno tracciato la spirale di Fibonacci, costruendola a partire dai quadrati aventi per lati proprio i numeri di successione. Le spirali così costruite hanno assunto forme inaspettate e creative, trasformandosi in onde, lumache, galassie, bistecche e giganteschi tentacoli.

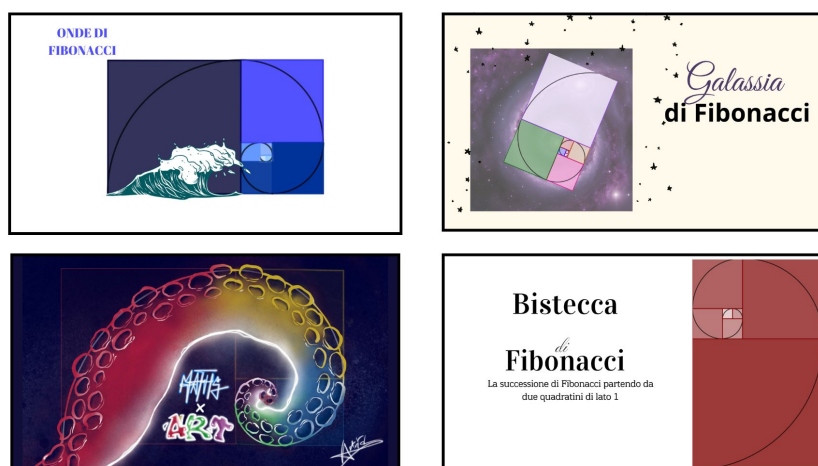


Figura 3 - Spirale di Fibonacci

³ <https://it.mathigon.org/course/sequences/fibonacci>

Il quarto argomento proposto lega da sempre Arte e Matematica: **le tassellazioni**. La parte esperienziale dell'attività si è svolta utilizzando la Lavagna Polypad della piattaforma Mathigon⁴. Agli studenti è stato chiesto di tassellare una superficie piana con i poligoni regolari, per scoprire che solo alcuni sono utilizzabili per ricoprire una porzione di piano senza buchi e senza sovrapposizioni, *"no gaps, no overlaps"*. Dopo questa fase esplorativa, il lavoro si è concentrato sulle deformazioni del quadrato e dell'esagono e sulle trasformazioni geometriche necessarie affinché le nuove forme potessero ancora tassellare il piano. Ispirandosi alle opere di Escher, gli studenti hanno creato fantasiosi rivestimenti di superfici piane, popolati da conigli, rane, unicorni, streghe e polpi.

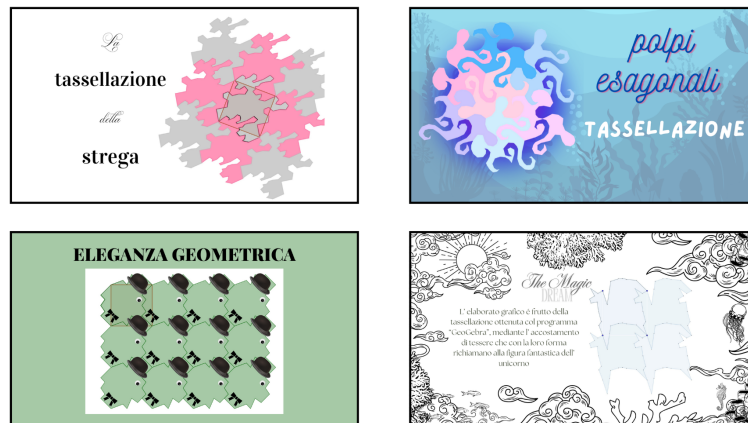


Figura 4 - Tassellazioni creative

Il quinto argomento ha riguardato la **costruzione di due coniche**. Per la parabola, dati un fuoco e una direttrice, gli studenti hanno utilizzato una delle classiche costruzioni per punti con l'ausilio degli strumenti di GeoGebra. Per l'ellisse, invece, hanno adottato una versione digitale del tradizionale "metodo del giardiniere"⁵. Sebbene questo tema sembrasse inizialmente quello meno legato a risvolti artistici, l'uso delle costruzioni dinamiche ha permesso agli studenti di creare tavole colorate e visivamente interessanti.

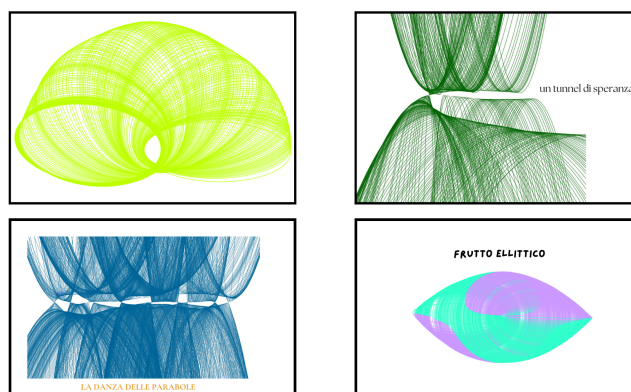


Figura 5 - Sezioni coniche

⁴ <https://polypad.amplify.com/p/Q7gwMJyyghyEeA>

⁵ <https://www.geogebra.org/classic/sbwxxgw9>

L'ultimo tema affrontato è stato quello dei **frattali**, esplorato attraverso due diversi strumenti digitali. Utilizzando il software di modellazione 3D Tinkercad⁶, gli studenti si sono cimentati in costruzioni ricorsive realizzando diverse versioni colorate del tappeto e del triangolo di Sierpinski, esposti, poi, come installazioni artistiche nella mostra 3D. Con GeoGebra hanno realizzato l'albero di Pitagora, reinterpretandolo con fantasia e creatività (Fig. 6).

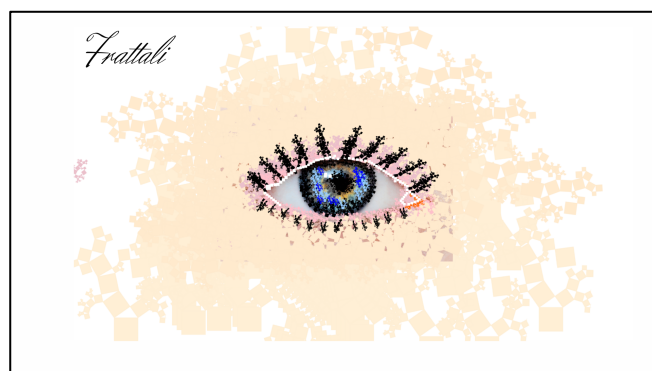


Figura 6 - Albero di Pitagora

Tutte le attività sono state sviluppate documentando accuratamente i passaggi pratici e teorici in un protocollo di costruzione, con il duplice obiettivo di tenere traccia e memoria di quanto svolto e di rendere l'esperienza replicabile e condivisibile al di fuori del percorso.

Esposizione virtuale su piattaforma CoSpaces.

Nell'ultima fase del percorso STEM è stata allestita una mostra con tutti gli elaborati digitali degli studenti in ambiente VR su CoSpaces, piattaforma didattica per la creazione di mondi 3D interattivi. Il CoSpace dal titolo "Modellare la creatività: Matematica e Arte", è stato pubblicato nella galleria della piattaforma. Nello spazio espositivo sono state create sei diverse aree tematiche che riprendono la suddivisione degli argomenti trattati nel percorso (Fig. 7).

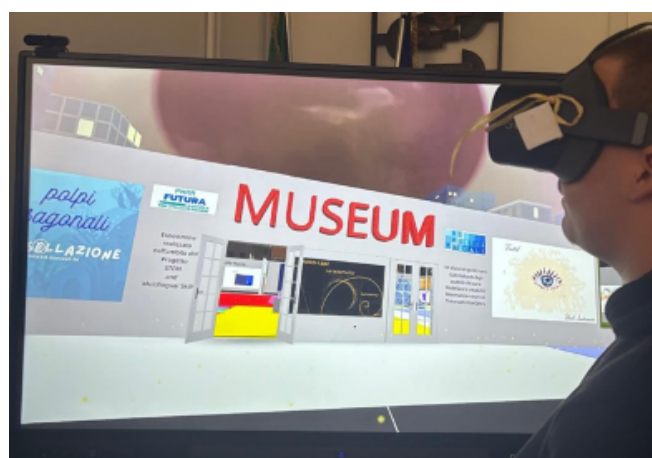


Figura 7 - Mostra virtuale

⁶ M. Messere, Matematica creATTIVA, BRICKS n.2 - 2023

Fruizione, divulgazione e sensibilizzazione sociale

La mostra, pubblicata e presentata alla comunità scolastica, è stata un'occasione di condivisione in cui gli studenti, nel ruolo di moderni ciceroni della conoscenza, armati di visori, hanno illustrato i propri lavori, rendendo accessibili concetti complessi attraverso un linguaggio chiaro e coinvolgente. Grazie ai visori VR, è stato possibile esplorare l'esposizione in modo immersivo.

L'entusiasmo per l'uso dei visori, per la possibilità di immergersi, tra linee e colori, nell'atmosfera notturna della *city* fumettistica contemporanea creata con CoSpaces per l'esposizione "Modellare la creatività: Matematica e Arte", ha coinvolto tutti, dagli studenti progettisti ai fruitori, in modo talmente incisivo che numerosi si sono iscritti a un nuovo corso STEM, da poco avviato, dove, con metodologia *learning by doing*, sanno di dover studiare e raccontare i beni culturali con rigore scientifico e una comunicazione multimediale fresca e accessibile.

L'accessibilità dello spazio virtuale in ottica del *Service Learning* è stata un aspetto importante sin dall'inizio della progettazione dell'esperienza con CoSpaces. Infatti, si è condivisa con gli studenti la necessità di rendere il loro percorso fruibile da tutti, anche dai compagni con bisogni educativi speciali, che sono numerosi nel Liceo.

La scelta di utilizzare la piattaforma CoSpaces in fase di progettazione è stata motivata dalla sua capacità di consentire una fruizione diversificata dello spazio VR creato. L'esperienza è immersiva con i visori, ma lo spazio è anche facilmente esplorabile con PC, tablet e smartphone, inoltre è possibile registrare l'esplorazione e rivederla. Questa multimodalità risponde alle esigenze del nostro eterogeneo pubblico, considerando che i visori non sono ben tollerati da tutti, e in particolare c'è stata la preoccupazione di possibili disorientamenti o cinetosi nei ragazzi più fragili. Infine, e non ultima, la possibilità per gli studenti di poter facilmente condividere, anche al di fuori dello spazio scolastico, il percorso.

In linea con i principi del *Service Learning* si è scelto di redigere informazioni, su fasi e concetti del progetto STEM, secondo i principi dell'alta leggibilità, che sono state inserite nella mostra virtuale in forma scritta e audio. Il testo è stato redatto, per contenuti e grafica (app Canva), tenendo conto quanto più possibile dei criteri condivisi dell'alta leggibilità; la lettura è stata registrata dai ragazzi ponendo una particolare attenzione a pronunce e pause (app Cospaces).

Conclusioni

L'esperienza del percorso "Modellare la creatività: Matematica e Arte" ha dimostrato come l'integrazione di strumenti digitali e metodologie innovative, in particolare *Learning by doing* e *Service Learning*, possa rendere l'apprendimento della geometria non solo più intuitivo e coinvolgente, ma anche socialmente significativo. Gli studenti hanno imparato a conoscere e utilizzare concetti matematici astratti grazie a esperienze pratiche e interattive, trasformando la matematica in un potente strumento espressivo e creativo.

Il *Service Learning* ha reso gli studenti veri protagonisti del percorso. Non sono stati solo fruitori di conoscenze, ma attori attivi nella loro costruzione e nella condivisione del sapere con la comunità scolastica. Progettando e realizzando la mostra virtuale, hanno scoperto le proprie potenzialità e talenti; completando lo spazio espositivo con testi ad alta leggibilità e audioguide, affinché i contenuti fossero comprensibili a tutti, hanno promosso una cultura dell'inclusione e contribuito attivamente a rendere la cultura matematica accessibile a tutti.



Mariagrazia Fedele

mgfedele@gmail.com

Docente di Matematica e Fisica presso il Liceo Artistico De Nittis Pascali di Bari, Laureata in Matematica presso l'Università degli Studi di Bari, Dottore di ricerca in Matematica per l'Economia, Formatore Scuola 4.0 -DigCompEdu, referente del progetto di Transizione Digitale del personale scolastico per la scuola di appartenenza, appartenente al gruppo di progetto per il progetto STEM, formatrice in corsi per docenti su tematiche legate alla didattica digitale, appassionata di strumenti tecnologici applicati alla didattica della matematica e di gamification.



Anna Maria Triggiano

amtriggiano@gmail.com

Liceo Artistico De Nittis Pascali di Bari. Anna Maria Triggiano è docente di ruolo specializzata e dottore di ricerca in "Storia dell'arte comparata dei paesi mediterranei dal medioevo all'età moderna". L'interesse per le metodologie didattiche e le tecnologie è maturato durante gli anni universitari, e si è intrecciato con gli studi sui beni culturali e le arti visive. E' formatrice in corsi per docenti su tematiche legate all'educazione civica e alla didattica digitale, con attenzione alle tecnologie e metodologie inclusive e accessibili. Ha insegnato Storia dell'arte in corsi SSIS ed è attualmente, per il terzo anno, docente del laboratorio "Linguaggi e tecniche comunicative non verbali" nel corso TFA Sostegno di UniBA. Ha curato il testo del volume illustrato di divulgazione scientifica "Un fantastico viaggio nella biodiversità orticola apula", edito da UniBA.