

Periodico di Matematica

**PER
L'INSEGNAMENTO SECONDARIO**

**Anno XXXVIII - Serie IV – volume V(3)
Suplemento settembre 2023**

A cura di
Ferdinando CASOLARO – Franco EUGENI – Luca NICOTRA

**Atti III Convegno Matematica, Natura e Scienze
dell'Alta Costiera Amalfitana - Agerola**

14-17 settembre 2023

PARTE SECONDA



MATEMATICA - FISICA - INFORMATICA

PERIODICO DI MATEMATICA

PER
L'INSEGNAMENTO SECONDARIO

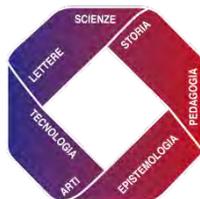
Fondato da Davide Besso nel 1886,
continuato da Aurelio Lugli e Giulio Lazzeri
e attualmente a cura di

Ferdinando Casolaro - Franco Eugeni - Luca Nicotra

Anno XXXVIII - Serie IV - Volume V (3)
Supplemento Settembre 2023

Atti III Convegno Matematica, Natura e Scienze
dell'Alta Costiera Amalfitana - Agerola
14-17 settembre 2023

PARTE SECONDA



ACCADEMIA DI FILOSOFIA DELLE SCIENZE UMANE

Un'attività interdisciplinare tra geometria e botanica per le classi della scuola primaria: piante allo specchio e caccia alla fillotassi

Giovanna Angelucci *

* Dipartimento di Matematica "F. Enriques", Università degli Studi di Milano, giovanna.angelucci@unimi.it; Mathesis Bergamo APS.



Sunto: questo lavoro presenta due laboratori del progetto Laboratori Itineranti STEM di Mathesis Bergamo da me condotti in alcune scuole primarie della provincia di Bergamo durante l'a. s. 2022-2023. Questo lavoro mi ha dato modo di avviare l'adattamento di alcune attività legate al kit "Simmetria: matematica in giardino" (<http://specchi.mat.unimi.it/>) destinato alla scuola secondaria di primo grado. Il kit fa parte delle proposte didattiche del Dipartimento di Matematica "F. Enriques". I due laboratori, che vertono sui concetti di isometria nel piano e nello spazio, propongono attività di scoperta della matematica celata nelle piante.

Le due attività laboratoriali sono state proposte anche a studenti del corso di laurea in Scienze della Formazione Primaria dell'Università di Bergamo.

Parole Chiave: simmetrie, piante, fillotassi, laboratorio.

Abstract: this work presents two laboratories of the STEM Itinerant Laboratories project of Mathesis Bergamo which I conducted in some primary

schools in the province of Bergamo during the academic year 2022-2023. This work gave me the opportunity to start the adaptation of some activities related to the kit "Symmetry: mathematics in the garden" (<http://specchi.mat.unimi.it/>) intended for lower secondary school. The kit is part of the teaching proposals of the Department of Mathematics “F. Enriques”. The two laboratories, which focus on the concepts of isometry in the plane and in space, offer activities for the discovery of the mathematics hidden in plants.

The two laboratory activities have also been proposed to students of the degree course in Primary Education of the University of Bergamo.

Keywords: *symmetry, plants, phyllotaxis, laboratory.*

1 - Introduzione

Durante l’anno scolastico 2022-2023 ho proposto due attività ad alcune classi del primo ciclo della scuola primaria utilizzando il materiale contenuto nel kit di laboratorio “Simmetria, matematica in giardino” che fa parte di una più ampia gamma di proposte di materiali didattici che il Dipartimento di Matematica “F. Enriques” dell’Università degli Studi di Milano offre alle scuole di ogni ordine e grado per permettere agli insegnanti di condurre direttamente in classe attività di matematica (le proposte sono consultabili al sito <http://specchi.mat.unimi.it/>).

Il lavoro ha coinvolto in totale 10 classi, dalla terza alla quinta, di scuole primarie della provincia di Bergamo. Ciascuna attività ha avuto una durata di circa 2 ore e ha previsto la suddivisione della classe in piccoli gruppi di lavoro di 4/5 bambini ciascuno, a cui veniva fornito il materiale didattico necessario allo svolgimento. Questa modalità permette agli studenti di avere un ruolo attivo e di aiutarsi a vicenda, in modo che «non abbiano solo la parte di ascoltatori,

ma debbano concretamente operare, lavorando a piccoli gruppi e discutendo fra di loro, per costruire le proprie conoscenze» (Dedò & Di Sieno, 2013, pag.3).



Fig. 1- Gli oggetti del kit “Simmetria, matematica in giardino”,
http://specchi.mat.unimi.it/matematica/matematica_in_giardino.html

Inoltre l’insegnamento attraverso i laboratori oltre a motivare gli studenti e a consentire loro di divertirsi facendo matematica «permette un dialogo tra gli studenti e l’insegnante» (De Tommaso & Di Sieno, 2014).

1.1 - La matematica celata nelle piante

I due laboratori propongono attività di scoperta della matematica celata nelle piante.

Il laboratorio non prevede una trattazione formale dei concetti utilizzati né per la parte matematica né per quella botanica. L’idea è quella di lasciare liberi i bambini di esplorare, tentare e sbagliare e utilizzare anche un linguaggio “improprio”. Intento del laboratorio è quello di condurre gli alunni a «esemplificare l’astratto e di costruire un modello a partire da un esempio concreto» (Dedò, 2001).

Gli argomenti non vengono introdotti in una lezione iniziale poiché la modalità di laboratorio proposta prevede che siano gli alunni stessi ad arrivare alla costruzione del proprio sapere (Bertolini, Bini, Cereda, Locatelli, 2012).

Le trasformazioni del piano che si utilizzano nel laboratorio sono riflessioni e rotazioni mentre nello spazio si considera solo la riflessione rispetto a un piano. Un riferimento per l’insegnante che desiderasse approfondire il tema delle isometrie nel piano e nello spazio è il libro *Galleria di metamorfosi* (Dedò, 2010), volume particolarmente adatto agli insegnanti della scuola primaria essendo nato da un’esperienza pluriennale dell’autrice nei corsi di Geometria per il Corso di Laurea in Scienze della Formazione Primaria.

2 – Attività: piante allo specchio

2.1 – Cerca gli assi di simmetria.

Argomento di questa prima attività sono le isometrie nel piano e in particolare le riflessioni; l’intento è quello di ricercare la simmetria nei vegetali utilizzando le “regole” della matematica mediante l’impiego di particolari strumenti didattici: gli specchi.

Ad ogni gruppo si fornisce uno specchio e alcune immagini (realizzate *ad hoc*¹) utilizzabili con lo specchio, i disegni con le tracce da colorare e ritagliare e altro materiale didattico: goniometro, riga, squadretta. Gli specchi proposti in questa

¹ Autore e detentore dei diritti delle immagini è il biologo e fotografo scientifico Franco Valoti.

prima attività sono stati: 1 specchio singolo di legno e plexiglass dotato di una fessura, 3 coppie di specchi incidenti di differente ampiezza con angoli rispettivamente di 36° , 60° e 90° (vedi figura 1).

Si chiede ai bambini di porre le immagini intere stampate sotto la fessura dello specchio (o tra gli specchi) fino al raggiungimento della posizione in cui una parte di immagine, riflettendosi nello specchio (o tra gli specchi), ricrea l'immagine intera di partenza con una certa approssimazione in caso si tratti di figure reali. Le immagini intere sono messe a disposizione in un raccoglitore e ogni esemplare ritratto riporta il nome scientifico.

Più precisamente nel caso dello specchio singolo i bambini sono invitati a inserire l'immagine e farla scorrere sotto la fessura fino al raggiungimento della posizione in cui metà immagine ricrea l'immagine intera di partenza.

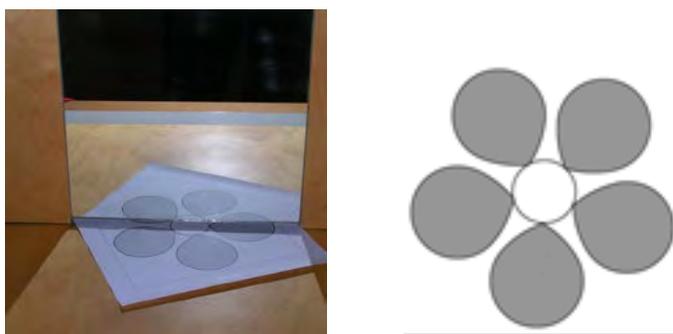


Fig. 2- Disegno di fiore di pero posizionato sotto la fessura dello specchio singolo in corrispondenza di uno dei 5 assi di riflessione e a destra immagine intera di confronto.

Nel caso degli specchi incidenti gli alunni sono invitati a porre uno "spicchio" di immagine tra due specchi e verificare

se l’immagine complessiva (reale e virtuale) che si genera così corrisponde (o quasi) a una delle immagini intere messe a disposizione.

Nella prima fase (mezz’ora circa) i bambini sono liberi di agire e di interagire con i compagni di gruppo e il ruolo dell’insegnante è prevalentemente quello di osservare e dare indicazioni su come usare il materiale a disposizione.



Fig. 3- Specchio incidente a 90° con gli “spicchi” delle immagini da inserire e il raccoglitore con le immagini intere.



Fig. 4- “Spicchio” di fotografia di fiore di pero ottenuto dal ritaglio della figura intera lungo le linee che rappresentano parte dei 5 assi di riflessione da inserire negli specchi a 36° .

Lo spicchio di pero in figura 4 rappresenta il “modulo” che ripetendosi secondo certe “regole” genera la figura intera di partenza. Infatti «tutte le figure che al nostro occhio appaiono simmetriche hanno una caratteristica in comune: sono costituite dalla ripetizione di un “modulo” secondo certe “regole”, regole che in generale sono diverse da figura a figura» (Bellingeri, Dedò, Di Sieno, Turrini, 2001, p. 34). In questo caso, visto che le ripetizioni sono generate dalle riflessioni tra specchi incidenti che formano un angolo sottomultiplo dell'angolo piatto, la figura che si genera è un rosone.



Fig. 5- Fotografia di fiore di pero posizionato tra 2 specchi incidenti a 36° in cui si possono “vedere” tutti i 5 assi di riflessione.

2.1.1 - Osservazioni

Questa attività si è dimostrata estremamente coinvolgente e affascinante per la maggior parte degli alunni attirati sia dagli insoliti oggetti portati in classe (gli specchi) ma anche dalle immagini di vegetali (fiori, foglie, pollini, frutti, etc.) a loro sconosciuti. Durante la prima fase in cui i bambini sono stati

liberi di agire e di interagire con i compagni di gruppo ho potuto annotare diverse osservazioni di seguito riportate.

Nell' utilizzo dello specchio singolo la maggior parte degli alunni tende a fermarsi una volta trovato uno degli "n assi" della figura; l'insegnante in tal caso può intervenire chiedendo se ci sono altre posizioni di inserimento.

Alcuni bambini individuano facilmente l'asse di simmetria (indicandolo con un dito), altri invece hanno difficoltà e introducono le immagini in una posizione qualsiasi (e quello che vedono risulta sì simmetrico, ma l'immagine complessiva non riproduce la figura di partenza). In questi casi è utile ricordare loro di usare la doppia immagine in modo da lasciare quella intera sul banco vicino allo specchio come promemoria per la successiva fase di confronto e verifica.



Fig. 6- Fotografia di fiore di pero posizionato sotto la fessura dello specchio singolo in corrispondenza di uno dei possibili 5 assi di riflessione.

Se l'immagine utilizzata ritrae un vegetale reale (come il fiore di clematide in figura 7) lo specchio ricreerà l'immagine intera di partenza con una certa approssimazione.



Fig. 7- Fiore di clematide “ricostruito” tra specchi incidenti.

A questo punto può succedere che alcuni bambini notino che l'immagine ricostruita nello specchio non corrisponde esattamente all'immagine intera di partenza, questo perché hanno utilizzato lo “spicchio” ritagliato della foto del fiore (che ritrae elementi del mondo vegetale reale) e non lo “spicchio” del disegno (immagine geometrica che riproduce una condizione ideale)!

Molti alunni giungono in autonomia a questa osservazione e riescono con parole semplici a esprimere il concetto che «in natura nulla è perfettamente simmetrico e che se vogliamo parlare di simmetria senza gradi di approssimazione» (Angelucci, 2019) dobbiamo cercare un espediente e utilizzare un disegno schematico.



Fig. 8- Alunno che inserisce tra due specchi ad apertura 90° una porzione (1/4) di immagine di fiore di clematide.

2.2 - Disegna la simmetria

La seconda parte dell'attività prevede la realizzazione un disegno di un fiore seguendo alcune tracce proposte (le immagini di rodonea - dal greco $\rho\acute{o}\delta\omicron\nu$, "rosa" - riportate in figura 9) e dopo aver disegnato gli assi di simmetria della figura si chiede di ritagliare con un paio di forbici uno degli "spicchi" ottenuto dall'incrocio degli assi.

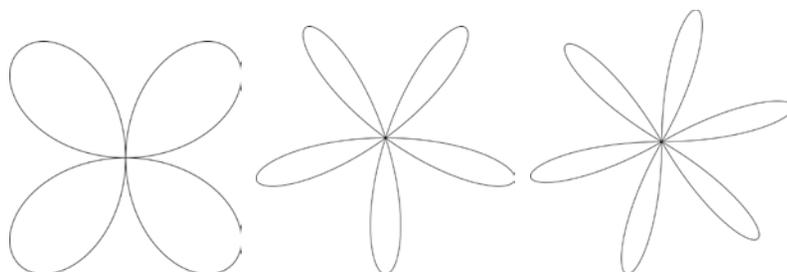


Fig. 9- Le tre curve scelte (rodonee) proposte per l'attività di disegno del fiore.

Dopo aver consegnato a ciascun alunno un foglio formato A5 con il disegno di una delle 3 rodonee proposte, si chiede di raffigurare un fiore immaginario tratteggiando e colorando i petali in corrispondenza dei "petali" delle curve prestampate.

Una volta terminato il disegno si fornisce l'indicazione di tracciare gli assi di simmetria (utilizzando righello e squadrette) e poi di ritagliare uno degli spicchi che risultano dall'incrocio degli assi. Infine si chiede loro di indovinare in quale degli specchi a disposizione è possibile ricreare il fiore intero.



Fig. 10- Esempio di disegno realizzato sulla traccia della rodonea a 4 "petali" e ricostruzione del disegno tra gli specchi incidenti a 90° .

L'oggetto da utilizzare sarà quello che permetterà loro di riprodurre l'immagine intera di partenza! Trovato l'oggetto, si può chiedere poi di calcolare l'ampiezza dell'angolo formato dagli specchi incidenti.

2.2.1 - Osservazioni

La maggior parte dei bambini realizza il disegno seguendo le istruzioni fornite. Alcune difficoltà possono sorgere: alcuni bambini individuano facilmente gli assi della figura, altri invece hanno maggiori difficoltà. Si può intervenire proponendo loro di cercare gli assi sulla figura utilizzando lo specchio singolo (a questo proposito è utile portare in classe anche degli specchi piccoli formato 15 cm x 15 cm da utilizzare appoggiandoli direttamente sul foglio da disegno) oppure chiedendo loro se riescono a individuare “una linea che taglia a metà la figura²” e, una volta trovata, chiedere se è l’unica possibile o se ne vedono altre. Nella fase di ricerca della coppia di specchi in cui creare un’immagine del fiore intero, solo alcuni alunni agiscono osservando gli oggetti e riflettendo sul numero di ripetizioni necessarie mentre la maggioranza inserisce lo “spicchio” ritagliato a caso cercando la soluzione per tentativi. In tale circostanza è utile porre delle domande sul numero di petali di partenza e il numero di ripetizioni necessarie allo scopo. Si noti che per alcuni bambini è tutt’altro che facile visualizzare la figura completa costituita dall’oggetto reale e dalle sue ripetizioni virtuali e contare così il numero di parti di piano riflesse dagli specchi. Per facilitare questa operazione si può inserire tra gli specchi un piccolo oggetto per esempio una pallina di gomma o di altro materiale.

² L’espressione “una linea che taglia a metà la figura”, chiaramente molto imprecisa, può servire in fase iniziale per introdurre il concetto di asse di simmetria che in un secondo momento l’insegnante potrà trattare.



Fig. 11- Pallina posta tra gli specchi incidenti a 90° .

Una volta determinato tale numero si può condurre ulteriormente la maggior parte degli alunni (delle ultime classi della primaria) a comprendere che tale numero può essere ottenuto dividendo l'ampiezza dell'angolo giro con l'ampiezza dell'angolo di incidenza.

3 - Attività: fillotassi, la conosci?

Questa attività coniuga geometria e botanica partendo dall'osservazione della forma delle foglie per arrivare a scoprire le "regole" con cui le foglie si dispongono sul fusto nei vegetali. Si introduce quindi il concetto di fillotassi che è la disciplina che si occupa dello studio della disposizione delle foglie su un fusto.

Il laboratorio viene svolto in parte in classe e in parte nel giardino della scuola. Le attività in classe vengono gestite con il metodo del lavoro a piccoli gruppi e con la consegna di una scheda di lavoro. La scheda contiene delle immagini di una pianta di menta (in figura sotto) e chiede, a partire

dall’osservazione di queste, di scoprire come si dispongono le foglie sul fusto nella pianta proposta, rispondendo a tre quesiti:

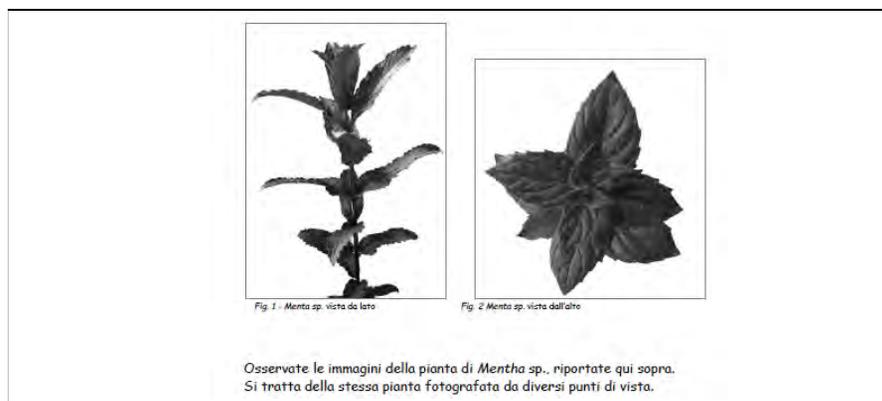


Fig. 12- Estratto della scheda di lavoro.

1. Quante foglie escono da ogni singolo nodo³?
2. Riesci a dire come sono disposte le foglie rispetto al fusto?
3. Come sono disposte le foglie della pianta di menta uscenti da un singolo nodo? E rispetto a quelle uscenti dal nodo superiore e dal nodo inferiore a quello considerato?

Con le domande proposte si intende portare gli alunni a comprendere come sono disposte le foglie rispetto al fusto, ovvero che formano un angolo molto vicino a 90° , e come sono disposte le une rispetto alle altre in corrispondenza del nodo. Da ciascun nodo escono 2 foglie una opposta all'altra che

³ I termini botanici essenziali per la comprensione vengono brevemente introdotti a inizio attività sia mostrandoli sul campione vegetale che schematizzandoli alla lavagna.

risultano simmetriche rispetto a un piano di riflessione che seziona longitudinalmente il fusto.

Al termine della compilazione della scheda ciascun studente è invitato a costruire un modello tridimensionale di pianta (come mostrato in figura 13) che abbia le foglie disposte nello stesso modo della pianta reale. Per questo lavoro ogni gruppo trova sul tavolo tutto il materiale necessario: cannuce, colla, forbici, neta pipe, foratore e cartoncini con immagini della sagoma delle foglie.

La seconda attività, da svolgersi all'aperto, prevede una "caccia alla fillotassi" in cui a ciascun bambino viene consegnata una scheda provvista di biadesivo su cui attaccare campioni di foglie e piantine (per lo più erbacee) raccolte nel giardino/cortile della scuola o anche in uno spazio verde vicino.

3.1 - Osservazioni

La maggior parte degli alunni tende a rispondere di getto alle domande sulla disposizione delle foglie senza un'attenta riflessione che dovrebbe invece scaturire dall'osservazione delle immagini proposte. Per facilitare l'analisi delle caratteristiche botaniche e geometriche è utile portare in classe una pianta di menta in vaso e passare tra i gruppi stimolando l'esame dell'esemplare e la discussione tra i membri del gruppo. I quesiti proposti vorrebbero essere un'introduzione semplice al concetto di angolo di fillotassi, ossia "l'angolo tra i punti di inserzione di due foglie successive e avente come vertice il fusto" (Bell, 1993).

Chiaramente a livello di scuola primaria sarebbe poco opportuno rivolgere una domanda su questo argomento in

termini scientifici. Tuttavia l'osservazione ragionata delle immagini e del modello porta la maggior parte degli studenti a comprenderne il significato e a riuscire a valutare l'ampiezza di questo angolo.

Per portare a scoprire che da ogni singolo nodo escono 2 elementi fogliari uno opposto all'altro è efficace posizionare due matite parallelamente alla lamina e chiedere ad un membro del gruppo di fare lo stesso sulle foglie di un altro nodo (immediatamente sotto o sopra quello osservato). Si può poi chiedere di indovinare l'ampiezza degli angoli formati dall'incrocio delle matite. La maggior parte degli studenti risponde correttamente (90° o angolo retto) dimostrando di aver compreso che coppie opposte di foglie si dispongono rispetto ai nodi immediatamente sotto o sopra quello osservato lungo le bisettrici dell'angolo piatto formato dalle foglie del primo.

Stimolati dalle domande la maggior parte degli alunni arriva in autonomia a fornire il valore corretto della misura degli angoli di fillotassi. La maggior parte dei bambini arriva a costruire correttamente il modello di pianta intera dimostrando così di aver interiorizzato i concetti matematici che governano il fenomeno. Uno degli aspetti che suscita maggior stupore e gioia tra i bambini è proprio quello di giungere da soli a realizzare il modello corretto senza la necessità di suggerimenti o aiuto da parte dell'insegnante.



Fig. 13- Alcuni alunni mostrano il modello di menta che mostra la fillotassi della pianta.

Mediante l'osservazione del modello si introduce il concetto di simmetria nello spazio, fin ora trattato solo in maniera intuitiva. L'insegnante può a questo punto chiedere agli studenti di indicare il piano (o i piani) di simmetria presenti nel modello da loro realizzato. Viene utile portare in classe un modellino che riproduce $\frac{1}{2}$ della pianta tridimensionale ottenuto dal taglio delle foglie lungo uno dei piani di simmetria (si veda la figura 14). L'insegnante potrebbe a questo punto chiedere agli studenti di verificare la correttezza delle risposte utilizzando lo specchio singolo.

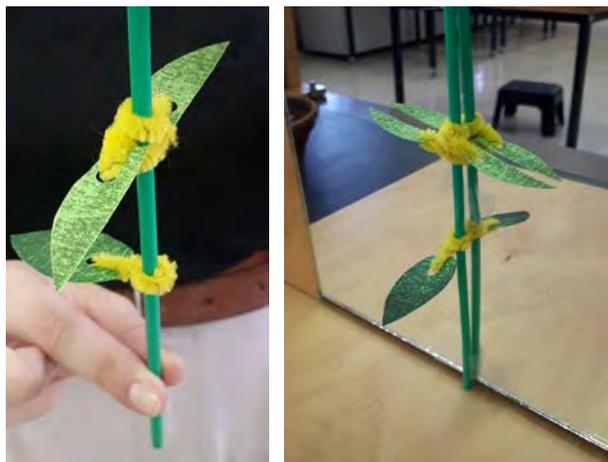


Fig. 14- Modello che riproduce $\frac{1}{2}$ della pianta tridimensionale ottenuto dal taglio delle foglie lungo uno dei due piani di simmetria individuabili sul modello della pianta intera (a sinistra) e ricostruzione allo specchio singolo del modello intero mediante riflessione (a destra).

La seconda attività è accolta con entusiasmo da tutti i partecipanti per la possibilità di agire in un contesto esterno all’aula. Anche in questo secondo momento la maggior parte dei bambini dimostra di aver compreso i concetti geometrici di filotassi visti sul campione di menta.

Nonostante questa parte sia di tipo individuale, in alcuni classi i bambini esplorano le aree aperte in modo aggregato, mantenendo le divisioni in gruppi stabilita in aula cercando di aiutarsi l’un l’altro e discutendo i risultati della “caccia”.

4 - La valutazione

L’analisi delle osservazioni sul campo e la valutazione qualitativa delle schede di lavoro a posteriori ha permesso di

dare un primo giudizio positivo sulle modalità di laboratorio proposte.

La sperimentazione basata su protocolli verrà avviata il prossimo anno scolastico in alcune classi della provincia di Bergamo che parteciperanno al progetto "Laboratori STEM Itineranti 2023-2024", con l'intenzione di ampliare il numero di classi coinvolte rispetto all'anno passato, in modo da arrivare ad un numero statisticamente significativo con almeno 20 classi per un totale di 400 alunni circa.

Per la valutazione delle attività si intende analizzare tanto i giudizi degli insegnanti quanto la ricaduta sugli studenti. Per quanto riguarda gli insegnanti verrà somministrata una scheda di valutazione sotto forma di questionario chiedendo loro di compilarla al termine del laboratorio. Il questionario per gli insegnanti, di cui si propone una prima stesura in figura 15, prende spunto dal modello proposto dal Centro "matematita" per la valutazione di diversi laboratori tenutisi in diversi anni presso la mostra "Simmetria, giochi di specchi". In aggiunta, per le domande relative al lavoro di gruppo, si è tratto suggerimento dai questionari per la valutazione di giochi matematici proposti dai ricercatori del Centro in collaborazione con l'Accademia dei Lincei (De Tommaso & Di Sieno, 2014).

AI DOCENTI CHE HANNO SCELTO DI FAR PARTECIPARE
GLI STUDENTI A UN LABORATORIO

SCUOLA, CLASSE, NOME, INDIRIZZO E-MAIL

1. Le attività sono state stimolanti per i suoi studenti?

Sì No Parzialmente

• Gli studenti hanno avuto un ruolo attivo?

Sì No Parzialmente

2. Crede che siano emersi aspetti legati alle dinamiche della classe e alla partecipazione dei suoi studenti diversi dal solito?

.....
.....
.....

3. Secondo Lei il materiale fornito agli studenti per lo svolgimento dell'attività è stato adeguato?

Sì No Parzialmente

Pensa che il lavoro avrebbe potuto essere svolto in maniera altrettanto utile per l'apprendimento anche senza il materiale?

Sì No Parzialmente

4. Secondo Lei Le schede di lavoro sono state adeguate?

Sì No Parzialmente

5. Pensa di riprendere l'argomento del laboratorio in classe?

.....

6. Ritieni che i contenuti fossero accessibili, rispetto alle conoscenze degli studenti?

.....

7. Ci può segnalare quali aspetti dell'attività si sono dimostrati a suo avviso più efficaci e quali meno?

.....
.....

8. Osservazione del lavoro a piccoli gruppi.

a. Come si è svolto il lavoro dei gruppi? Sono stati scelti (o si sono autoimposti) dei leader? Qual è stato il criterio di scelta?

b. Ci sono stati bambini solitamente meno brillanti che hanno provato a portare contributi? Ci sono riusciti? Erano indicazioni utili?

- c. Quanto hanno pesato i “ruoli” (il “bravo”, il “buffone”,...) che talvolta i bambini si assegnano vicendevolmente? Sono riusciti a spezzare gli schemi abituali?
- d. I bambini solitamente più brillanti hanno accettato consigli e suggerimenti dagli altri?

Fig. 15 Bozza del questionario da sottoporre ai docenti.

Per valutare la ricaduta didattica del laboratorio si proporrà la somministrazione agli alunni di un questionario in ingresso e di uno in uscita. Si tratterà di questionario con domande principalmente volte a evidenziare l'atteggiamento dei bambini nei confronti della matematica (Di Martino & Zan, 2011).

Il questionario privilegerà la stesura di testi brevi narrativi (*self-report*) al fine ottenere informazioni sulla motivazione degli studenti. I questionari di questo tipo sembrano essere più efficaci in quanto quelli a risposta chiusa “obbligano” la persona a dover prendere posizione su aspetti considerati rilevanti dal ricercatore, ma non necessariamente dal soggetto, impedendo inoltre l'emergere di idee personali.

Di seguito si riporta una prima ipotesi di questionario ottenuto dall'adattamento delle domande proposte da Capozio in “Io e la matematica” (Capozio, Passaro, Di Martino, 2018). Le domande da 1 a 5 sono a risposta aperta, il linguaggio è stato semplificato per adattarlo alla fascia di età interessata alla sperimentazione. Si è scelto di lasciare una domanda chiusa, la numero 6, perché coinvolge un concetto di difficile comprensione per alcuni bambini ossia quello di “interdisciplinarietà”.

1. Qual è la tua età?
2. Con quali parole (da 1 a 3) descriveresti la matematica?
3. Prova a dire come ti senti quando pensi alla matematica?
4. Di questo laboratorio cosa ti è piaciuto di più?
5. Di questo laboratorio cosa ti è piaciuto di meno?
6. L’attività di oggi è stata utile per capire il legame che c’è tra la natura e la matematica?
 - Sì, grazie all’attività ho potuto cogliere il legame tra natura e matematica
 - No, anche dopo l’attività a me continuano a sembrare due cose slegate

Fig. 16- Questionario da sottoporre agli alunni.

Bibliografia

Angelucci G. (2019). Maths in the Botanical Garden. What do we mean when we talk about plants geometry? *Proceedings of the 1st International Scientific Conference Advances and Perspectives of Biodiversity Research and Conservation in Georgia*, ISBN:978-9941-8-1337-5.

Bell D. A. (1993). *La forma delle piante. Guida illustrata alla morfologia delle angiosperme*. Ed. Zanichelli.

Bellingeri P., Dedò M., Di Sieno S., Turrini C. (2001). *Il ritmo delle forme*. Milano: Ed. Mimesis.

Bertolini M., Bini G., Cereda P., Locatelli O. (2012). *Passeggiare tra le superfici*. Collana Quaderni di laboratorio. Milano: Ed. Mimesis.

Capozio A., Passaro D., Di Martino P. (2018). "Io e la matematica": un'indagine sull'esperienza matematica. *Didattica Della Matematica. Dalla Ricerca Alle Pratiche d'aula*, (4), pp. 9 - 26.

Dedò M., Di Sieno S. (2013). Laboratorio di matematica: una sintesi di contenuto e metodologie da: *La Matematica nella Società e nella Cultura (I)*, VI, Agosto 2013, pp. 321-342.

Dedò M. (2010). *Galleria di metamorfosi*. Milano: Ed. Mimesis.

Dedò M. (2001). Più matematica per chi insegna matematica. *Bollettino dell'Unione Matematica Italiana* (8) 4-A, agosto 2001, pp. 247-275.

De Tommaso D., Di Sieno S. (2014). Playing with mathematics can be a successful way to teach it. *ATEE Annual Conference "Transitions in teacher education and professional identities" | Proceedings*.

Di Martino P., Zan R. (2011). Attitude towards mathematics: A bridge between beliefs and emotions. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*, 43(4), pp. 471-482.