

Dalla classificazione degli alberi allo studio delle ombre prodotte dal Sole

Giulio Alluto

Abstract – *This article describes a mathematics and science pathway for first-grade secondary school, included in a large interdisciplinary project developed through the didactic laboratory and cooperative learning integrated into digital teaching in BYOD mode. Using the simplified dichotomous key created “ad hoc” by the teacher, the pupils classified the tree species present in the city park near the school. The activity continued in class with the network search of information about the meaning of “classification” and the botanical characteristics of plant species, the processing of billboards, and the production of videos later published on the YouTube channel of the school. With the experimental study of shadows produced by the Sun, pupils have linked the parallelism of shadows with the parallelism of solar rays and have created the mathematical model of the natural phenomenon useful to understand the concept of relationship and proportions. The mathematical model has been “tested” and / or validated through a simulation using a dynamic geometry software. Finally, the strengths and limits of the classroom teaching pathway, references to national legislation and references to studies and publications in the field of mathematics and science teaching (in particular on activities concerning the study of shadows produced by the Sun) are highlighted.*

Riassunto – *Nell’articolo viene descritto un percorso didattico di matematica e scienze per la scuola secondaria di primo grado, incluso in un ampio progetto interdisciplinare, sviluppato mediante la didattica laboratoriale e il cooperative learning integrate alla didattica digitale in modalità BYOD. Mediante l’utilizzo di chiavi dicotomiche semplificate create “ad hoc” dal docente, gli alunni hanno classificato le specie arboree presenti nel parco cittadino limitrofo alla scuola. L’attività è continuata in classe con la ricerca in rete di informazioni riguardanti il significato di “classificazione” e le caratteristiche botaniche delle specie vegetali, l’elaborazione di cartelloni, la realizzazione di video in seguito pubblicati sul canale YouTube della scuola. Con lo studio sperimentale delle ombre prodotte dal Sole, gli alunni hanno messo in relazione il parallelismo delle ombre con il parallelismo dei raggi solari ed hanno creato il modello matematico del fenomeno naturale utile a comprendere il concetto di rapporto e di proporzione. Il modello matematico è stato “collaudato” e/o validato utilizzando una simulazione tramite un software di geometria dinamica. Infine sono evidenziati i punti di forza e i limiti del percorso didattico sperimentato in classe, i riferimenti alla normativa nazionale e i riferimenti a studi e pubblicazioni nel campo della didattica della matematica e delle scienze (in particolare su attività riguardanti lo studio delle ombre prodotte dal Sole).*

Keywords – didactic laboratory, digital didactics, interdisciplinary, cooperative learning, arguing skills

Parole chiave – didattica laboratoriale, didattica digitale, interdisciplinarietà, cooperative learning, saper argomentare

Giulio Alluto è Docente di *Matematica* e *Scienze* di scuola secondaria di primo grado presso l’Istituto Comprensivo Spotorno (SV). Referente regionale UMI – CIIM Membro del gruppo di sperimentazione “Linguaggio e Argomentazione nello studio della Matematica” nell’ambito del Progetto Lauree Scientifiche del Dipartimento di Matematica dell’Università di Genova e referente PLS Chimica (Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale UNIGE) per la Provincia di Savona nel progetto “Progettiamo insieme”.

1. Premessa

La didattica digitale in modalità BYOD è stata sperimentata presso l'Istituto Comprensivo di Spotorno a partire dall'anno scolastico 2010/2011: da quell'anno scolastico tutti gli alunni delle classi quarte primaria potevano portare a scuola il proprio dispositivo, computer uguali tra loro, poiché acquistati insieme, grazie ad un accordo tra genitori e docenti. Tale progetto sperimentale chiamato "Impariamo al futuro", ha avuto, nel tempo, sostanziali modifiche in funzione della normativa nazionale: attualmente si può considerare superato poiché inglobato nelle specifiche azioni del Piano Nazionale Scuola Digitale (PNSD)¹. "Impariamo al futuro" ha avuto il pregio di affrontare in anticipo alcune problematiche tipiche della didattica digitale: ad esempio, le criticità di tipo tecnico, dovute all'utilizzo del collegamento alla rete tramite wifi (tipo di infrastruttura, potenza del segnale, problemi di connessione, ecc.), problematiche relative alla sicurezza e alla privacy durante la navigazione da parte degli studenti, ecc.

Gli alunni dell'istituto dalla quarta primaria iniziano ad utilizzare alcuni programmi fondamentali come quelli di "Word Processing", "Presentation" ed arrivano alla secondaria di primo grado già "alfabetizzati" dal punto di vista informatico.

Il percorso didattico di matematica e scienze descritto di seguito è incluso in un più ampio progetto interdisciplinare dal titolo "All'ombra dell'albero" svolto in una classe a tempo prolungato, per due anni scolastici consecutivi (2015/2016, classe prima e 2016/17 classe seconda) con una periodicità di due ore settimanali e la compresenza in aula di due docenti (uno di matematica e scienze e l'altro di italiano, storia, geografia).

Il titolo "All'ombra dell'albero" è stato scelto con gli alunni durante una discussione sui contenuti: all'ombra dell'albero siedono, si muovono, pensano, agiscono diversi personaggi con ruoli differenti (botanico, matematico, poeta, scrittore, pittore... e tanti altri).

Il progetto è articolato in una serie di attività collegate tra loro:

- classificazione delle specie arboree presenti nel parco cittadino limitrofo alla scuola mediante l'utilizzo di chiave dicotomiche semplificate;
- esperienze sulle ombre prodotte dal Sole per sviluppare competenze matematiche e geometriche
 - ricerca, lettura e/o narrazione di miti e leggende, poesie sugli alberi e sulle ombre;
 - creazione di miti, leggende, poesie e narrazioni sugli alberi e sulle ombre da parte degli alunni
 - ricerca di informazioni e documenti su alcuni studiosi (scienziati, poeti, scrittori, artisti) del passato utili a soddisfare la curiosità degli alunni in riferimento alle tematiche trattate.

Saranno evidenziate, di seguito, le caratteristiche delle attività riguardanti la matematica e le scienze ed in particolare la classificazione delle specie arboree e l'attività sulle ombre prodotte dal Sole.

¹ Il documento è disponibile in rete al seguente indirizzo: <http://www.miur.gov.it/scuola-digitale>.

In un articolo pubblicato su “La voce della scuola” del 1945 dal titolo “Lo sviluppo intellettuale del ragazzo e l’insegnamento delle scienze naturali”² Emma Castelnuovo, nota docente di matematica e scienze ed esperta di didattica della matematica, argomenta sulla “passione classificatoria” presente nei “fanciulli” della “scuola media”. Nonostante i numerosi anni passati, gli studenti di oggi, amano ancora classificare, riconoscere, dare un nome agli esseri viventi: per tale motivo abbiamo deciso (docenti e gruppo classe insieme) di classificare gli alberi del parco vicino alla scuola. L’utilizzo della didattica digitale è un grande aiuto perché, a differenza degli alunni di Emma Castelnuovo, i nostri studenti, oltre a fare l’erbario e a cercare informazione sui libri, possono fotografare, cercare informazioni online su banche dati specializzate ricche di immagini per confrontare i reperti raccolti sul campo con le informazioni multimediali presenti in rete. L’attività proposta ai ragazzi rientra tra gli “Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado” presenti nelle “Indicazioni Nazionali per il curricolo”³ ed in particolare: “Riconoscere le somiglianze e le differenze nel funzionamento delle diverse specie di viventi”.

Dalle relazioni dei ragazzi e dalle discussioni in classe è emersa l’esigenza di conoscere le misure degli alberi studiati: in particolare, come si può misurare l’altezza di un albero, senza abatterlo o salire fino al punto più alto? E in generale, esiste un metodo per misurare l’altezza di un qualsiasi oggetto “alto” (ad es. i lampioni) presente nel parco senza salire sull’oggetto o abatterlo? Durante le uscite i ragazzi hanno evidenziato la presenza delle ombre create dalle chiome degli alberi o dai lampioni: possono essere utili per trovare le altezze degli oggetti?

Lo studio delle ombre ha affascinato moltissimi scienziati, artisti, letterati e filosofi che si sono succeduti nel corso della storia dell’umanità: ad esempio Talete, Eratostene, Galileo Galilei ecc. Un fenomeno a prima vista banale, è stato utilizzato dall’umanità per creare conoscenza scientifica, artistica e filosofica, tramite l’utilizzo dei vari tipi di intelligenza caratteristici della nostra specie. Le ombre prodotte dal Sole sono state oggetto di studi e pubblicazioni da parte di numerosi esperti di didattica della matematica: dalle proposte didattiche di Emma Castelnuovo alle attività del Nucleo di Ricerca Didattica di Genova guidato da Paolo Boero. Le ombre prodotte dal Sole fanno parte dei “campi di esperienza” definiti così da P. Boero: “un settore dell’esperienza di vita (reale o potenziale) degli allievi identificabile da essi, unitario, dotato di specifiche caratteristiche che lo rendono adatto (sotto la guida dell’insegnante) per attività di modellizzazione matematica, proposizione e risoluzione di problemi matematici ecc.” (Boero, 1989). L’attività in questione, infatti, prende spunto dal progetto originale sullo studio delle ombre del Nucleo di Ricerca Didattica di Genova ma viene rivisitato in base alla normativa vigente ed integrato con la didattica digitale. Nelle Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell’infanzia e del primo ciclo d’istruzione del 2012, l’ombra prodotta da Sole viene considerata un “caso emblematico” di attività didattica all’interno del percorso di scienze che

² Articolo presente in rete all’indirizzo: http://www.science.unitn.it/~fontanar/EMMA/voce_scuola_gennaio_1945.pdf.

³ Documento scaricabile da: http://www.indicazioninazionali.it/documenti_Indicazioni_nazionali/Indicazioni_Annali_Definitivo.pdf.

“dovrà comunque mantenere un costante riferimento alla realtà”. Le Indicazioni Nazionali evidenziano, inoltre, la necessità di sviluppare “un’adeguata visione della matematica, non ridotta a un insieme di regole da memorizzare e applicare, ma riconosciuta e apprezzata come contesto per affrontare e porsi problemi significativi e per esplorare e percepire relazioni e strutture che si ritrovano e ricorrono in natura e nelle creazioni dell’uomo”.

2. Spazi, strumenti e metodi

Il percorso didattico di tipo laboratoriale vuole evidenziare la possibilità di integrare le attività di osservazione e argomentazione con l’utilizzo delle nuove tecnologie per elaborare e validare modelli scientifici utili a comprendere in modo approfondito la realtà.

Per evidenziare l’importanza della didattica laboratoriale, utilizzo le parole tratte dalle Indicazioni Nazionali per la scuola dell’infanzia e del primo ciclo: “In matematica, come nelle altre discipline scientifiche, è elemento fondamentale il laboratorio, inteso sia come luogo fisico sia come momento in cui l’alunno è attivo, formula le proprie ipotesi e ne controlla le conseguenze, progetta e sperimenta, discute e argomenta le proprie scelte, impara a raccogliere dati, negozia e costruisce significati, porta a conclusioni temporanee e a nuove aperture la costruzione delle conoscenze personali e collettive”⁴.

In questo progetto abbiamo considerato di fondamentale importanza anche la gestione degli spazi e degli arredi dell’aula poiché siamo convinti che per cambiare il modo di far lezione occorra anche creare spazi adeguati all’utilizzo delle nuove tecnologie e metodologie didattiche: i banchi degli alunni disposti ad isole (a gruppi di quattro), la cattedra in posizione laterale e la presenza di due lavagne (LIM e tradizionale) disposte su pareti opposte nell’aula, hanno materialmente favorito le attività cooperative.

Lavorare in modalità BYOD significa permettere ad ogni alunno di utilizzare il proprio dispositivo: notebook, tablet e cellulari. Questi ultimi con il permesso del docente, possono essere utilizzati solo per scopi didattici. La scuola fornisce la connessione WiFi dotata degli opportuni filtri per navigare in sicurezza.

Gli alunni per scrivere, elaborare i dati e creare presentazioni utilizzano abitualmente la Suite LibreOffice⁵. I prodotti multimediali sono stati condivisi tramite cloud con Google Drive⁶ ed una bacheca virtuale di Padlet⁷: in questo modo gli elaborati possono venire revisionati dai docenti e in molti casi utilizzati da altri studenti della stessa classe. La bacheca virtuale della classe è stata inglobata nel blog del docente⁸: blog utilizzato anche per raccogliere e condividere link di siti internet utili per la didattica e quindi facilitare l’accesso a tali siti da parte degli

⁴Documento scaricabile da: http://www.indicazioninazionali.it/documenti_Indicazioni_nazionali/Indicazioni_Annali_Definitivo.pdf.

⁵ Il software open source è scaricabile dal sito: <http://it.libreoffice.org>.

⁶ Google drive disponibile all’indirizzo internet: <https://www.google.com/drive>.

⁷ Padlet è anche definito “muro virtuale” o “bacheca virtuale”. Disponibile all’indirizzo: <https://it.padlet.com>.

⁸ Blog disponibile all’indirizzo: <https://giulioallutoweb.blogspot.it>.

alunni. Per condividere idee, proposte e comunicare in modo rapido tra studenti e tra studenti e docenti, previo parere favorevole dei genitori, abbiamo deciso di creare un gruppo di classe su WhatsApp denominato “Gruppo didattico”. Gli elaborati finali sono stati pubblicati sul sito internet⁹ o sul Canale YouTube del nostro Istituto¹⁰. Le verifiche e i test sono stati svolti on line tramite l'utilizzo di Socrative¹¹.

La didattica digitale utile nel condividere, modificare creare e pubblicare elaborati multimediali è stata integrata con tre metodologie di lavoro tipiche della didattica laboratoriale, utilizzate in funzione della loro opportunità didattica durante l'intero progetto: la lezione partecipata, la discussione argomentativa e il cooperative learning.

Tramite la lezione partecipata e la discussione argomentativa, gli studenti hanno la possibilità di esporre idee, ipotesi ed opinioni personali utili a costruire insieme un percorso di apprendimento condiviso e motivato.

L'apprendimento cooperativo permette di lavorare insieme per raggiungere obiettivi comuni: il singolo studente si applica in attività con la finalità di raggiungere dei risultati o creare degli elaborati che vanno a vantaggio suo e di tutti i suoi compagni di classe.

3. La rete internet e la veridicità delle informazioni

Importante obiettivo di questo progetto è rendere autonomi gli alunni nel valutare la veridicità e la qualità delle informazioni nel processo di ricerca in internet. Prerequisito fondamentale, quindi, è comprendere cos'è la rete e come viaggiano le informazioni in internet. Inoltre occorre comprendere come funzionano i motori di ricerca. Abbiamo utilizzato alcuni video reperibili su internet, nei quali i concetti vengono introdotti in modo semplice ma efficace ed in seguito, abbiamo creato semplici checklist con i suggerimenti utili. Gli studenti devono comprendere che internet è la più grande rete di connessioni ad accesso pubblico che mette in comunicazione milioni di computer in ogni parte del mondo: il World Wide Web è una rete di connessioni tra computer che consente la gestione delle informazioni in rete a livello globale ed è paragonabile ad una sorta di “biblioteca mondiale” aperta 24 ore al giorno che mette a disposizione degli utenti interi “scaffali” di testi, ipertesti, immagini, suoni, filmati, ecc. Ma in questa “biblioteca mondiale” ogni utente può essere sia “autore” che “lettore”: ogni persona può inserire nuove informazioni o utilizzare quelle già presenti in rete. Nasce quindi il problema della veridicità delle informazioni in internet: occorre evitare di reperire informazioni inventate, ingannevoli o distorte e quindi è necessario informarsi sulle competenze dell'autore o degli autori del sito internet relativamente alle informazioni pubblicate. Abbiamo definito il motore di ricerca come un servizio di Internet utile a trovare i siti che contengono le informazioni da noi cercate. L'utente “interroga” il motore di ricerca digitando la parola o la frase ed il servizio “risponde” mostrando un elenco di tutte le pagine web presenti nel proprio “database” che con-

⁹ Sito internet IC Spotorno: <http://www.icspotorno.gov.it>.

¹⁰ Disponibile all'indirizzo: <https://www.youtube.com/channel/UC7HJ29sPizOWOGxmYnflrow>.

¹¹ <https://www.socrative.com>.

tengono al loro interno la parola o la frase inserita. Esistono dei “trucchi” che permettono di rendere più efficace la ricerca di informazioni: l'utilizzo delle virgolette, il segno +, il segno – , gli operatori logici (AND, OR, NOT, NEAR) e la ricerca tramite l'estensione del file (FILETYPE:). Con alcuni esempi, utilizzando i propri dispositivi, i ragazzi hanno provato questi “trucchi” sotto forma di gioco. Dopo aver visto i video esplicativi e dopo aver giocato con gli operatori logici utili a rendere la ricerca in rete più efficiente, abbiamo creato una semplice checklist su cartellone come promemoria di classe.

Gli undici suggerimenti della nostra checklist:

- non perdere tempo con link non pertinenti e visita pagine con poca pubblicità;
- quando serve utilizza gli operatori logici (AND, OR, NOT, NEAR);
- quando serve utilizza FILETYPE:;
- per cercare più parole insieme o una frase esatta occorre mettere i termini di ricerca tra virgolette;
- cerca informazioni anche in “immagini” in “video” in “libri” e in “news”;
- verifica se l'autore o gli autori del sito internet possono essere considerati esperti degli argomenti trattati;
- controlla, se possibile, le date di aggiornamento del sito;
- discuti con compagni, genitori e professori della qualità dei siti selezionati;
- scegli almeno tre siti diversi tra tutti quelli consultati;
- scegli le informazioni utili al lavoro che devi svolgere;
- cita sempre la fonte delle informazioni nella sitografia.

4. Classificazione delle specie arboree del parco ed elaborazione prodotti cartacei e digitali sui principali alberi

Il lavoro necessario dei docenti per avviare questa attività è stata la creazione di chiavi dicotomiche semplificate per la classificazione delle specie arboree presenti nel parco urbano limitrofo alla scuola: considerando che gli alunni non avevano mai classificato specie vegetali era opportuno utilizzare come criterio di classificazione la forma delle foglie. In questo modo è stata creata una chiave dicotomica cartacea molto semplice, con solo le specie arboree ornamentali del parco, ricca di immagini, che poteva essere utilizzata con poche conoscenze botaniche sulla forma delle foglie: semplici sempreverdi, semplici caduche, composte, squamiformi (quelle dei cipressi) e aghiformi. La distinzione tra un tipo di foglia e l'altra è stato l'argomento di una breve lezione partecipata nella quale abbiamo discusso anche sul significato di classificare.

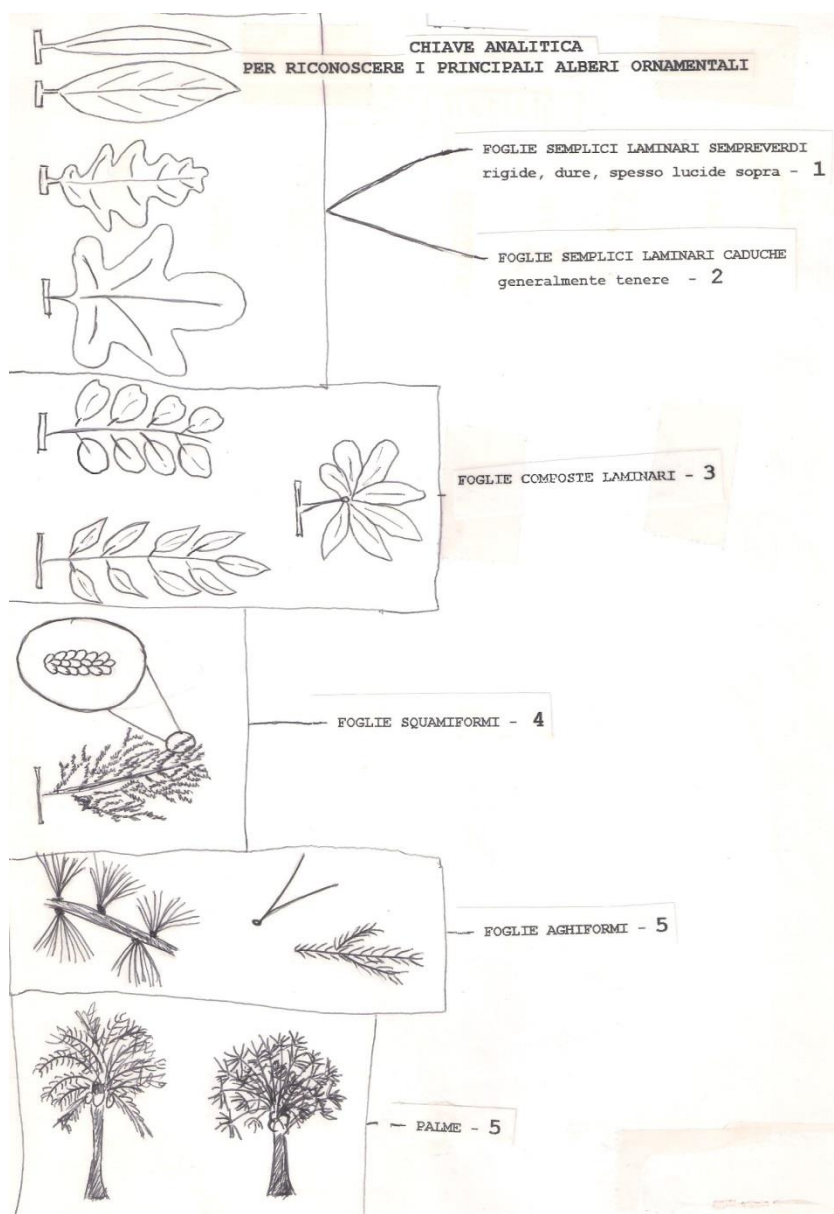


Figura 1 – Prima pagina della Chiave dicotomica semplificata

In seguito gli alunni, divisi in gruppi di lavoro, hanno iniziato a classificare gli alberi del parco: ogni gruppo poteva raccogliere campioni (foglie, fiori, frutti rami), scattare fotografie con i cellulari, misurare, descrivere le proprie osservazioni. L'attività di classificazione e raccolta dei

campioni nel parco è durata circa due ore: gli studenti hanno dimostrato curiosità ed entusiasmo per l'attività ed una discreta capacità organizzativa.

Le attività degli incontri successivi sono state le seguenti:

- cercare informazioni in rete o e/o su libri riguardo gli alberi classificati;
- raccogliere e sintetizzare tutte le informazioni in cartelloni da appendere in classe;
- produrre brevi video da caricare sul canale YouTube della scuola.

I docenti ad ogni gruppo hanno dato il compito di descrivere una specie con le particolarità morfologiche ed ecologiche. Un gruppo, invece aveva il compito di approfondire tramite cartellone e video il concetto di classificazione binomia. Questa fase è risultata lunga e complessa per gli alunni: occorreva organizzarsi bene nei gruppi per gestire il tempo in modo efficace, dividersi i compiti di lavoro, risolvere problemi di comprensione di testi ricchi di termini tecnici, decidere insieme quale prodotto creare. In totale l'attività complessiva è durata 12 ore ovvero sei incontri pomeridiani ma possiamo dire che è stata svolta esclusivamente dagli studenti: i docenti avevano solo i ruoli di facilitatori e osservatori. L'obiettivo, infatti, era quello di potenziare l'autonomia dei singoli gruppi nel lavoro: la priorità era valutare il processo più che il prodotto finale. In una prima fase sono stati prodotti i cartelloni: per far questo i ragazzi avevano anche a disposizione due stampanti oltre al materiale di cancelleria necessario.

In seguito sono stati realizzati i video: ogni gruppo poteva usare i cellulari e poteva scegliere gli spazi dove realizzare le riprese. Con i video i ragazzi dovevano descrivere il cartellone prodotto. La fase di creazione dei video è stata meno caotica della precedente: anche in questo caso, l'obiettivo non era avere un prodotto finale perfetto ma valutare il processo di realizzazione in tutte le sue fasi (organizzazione del gruppo, divisione del lavoro, capacità di ottimizzare i tempi, ecc). I video realizzati sono stati condivisi tramite Google Drive e poi pubblicati sul canale YouTube di Istituto.

5. Studio sperimentale delle ombre prodotte dal sole

Per iniziare l'attività sulle ombre abbiamo chiesto all'intero gruppo classe di rispondere alla domanda "Cos'è l'ombra?": nella discussione sono emerse le rappresentazioni mentali degli allievi sul concetto di ombra. La discussione è stata ripresa con il cellulare: l'analisi dettagliata dei video o delle registrazioni di una discussione di classe è un metodo molto utile per evidenziare, a posteriori, gli schemi mentali e le difficoltà espresse dai singoli alunni. E' un lavoro che richiede tempo e due docenti in classe: uno che osserva e registra o riprende mentre l'altro che modera e facilita la discussione. Di seguito viene riportata una parte del dialogo tra pari mentre il docente funge da moderatore.

Benedetta: l'ombra è qualcosa che avviene grazie alla luce ... la proiezione
Prof.: tu dici che l'ombra di un qualcosa è la proiezione di questo qualcosa rispetto alla luce
Francesca: secondo me l'ombra è (pensa) un oggetto che interrompe un raggio che è la luce solare e oscura qualcosa
Chiara: secondo me l'ombra è una figura che viene realizzata secondo la forma dell'oggetto che viene posto davanti al fascio di luce che lo attraversa e che quindi forma l'ombra che prende, possiamo dire, la forma dell'oggetto considerato, del corpo considerato
Prof.: allora tu dici che la luce attraversa il corpo
Chiara: sì la luce attraversa il corpo e lo delimita formando una forma riflessa sulla parete ... l'ombra è una parte non illuminata dalla luce perché essa, cioè la luce è stata interrotta da qualcosa cioè intromessa.
Greta: l'ombra è un fascio di luce che viene interrotta da un corpo e forma un'immagine identica alla forma del corpo sullo sfondo
Francesca: l'ombra è una figura che prende le sembianze dell'oggetto sul terreno solo se c'è luce
Yari: l'ombra è una cosa che ti segue ovunque, solo se c'è luce
 Qualcuno parla dell'ombra come una sagoma sul terreno, qualcun altro afferma che l'ombra si forma quando i raggi solari sono bloccati da un corpo. Molti parlando del sole alzano il braccio ad indicare la sua posizione

Figura 2 – Esempio di discussione argomentativa

La discussione ha permesso di chiarire i dubbi dei singoli alunni e di trovare una definizione di ombra condivisa da tutti: “l'ombra è l'area scura proiettata su una superficie da un corpo posizionato tra la stessa superficie e una sorgente luminosa. La presenza del corpo impedisce il passaggio della luce e si crea l'ombra sulla superficie” Questa definizione viene accettata da tutta la classe poiché “creata” da loro anche se non completamente esatta poiché bisognerebbe distinguere tra “ombra propria” e “ombra portata”: l'ombra propria è la parte non illuminata dell'oggetto mentre l'ombra portata è “la sagoma che viene proiettata su una superficie” (Casati, 2008) ed è generalmente ciò che noi intendiamo per ombra. Il termine ombra portata è preso in prestito dalle discipline pittoriche e/o architettoniche.

In seguito ad ogni alunno è stata consegnata una scheda con la seguente richiesta: “Immagina che il professore sia fermo in una zona soleggiata alle ore 14.00. Disegna, anche in modo schematico, il professore, la sua ombra e indica la posizione del Sole”. Sulla stessa scheda venivano presentate due domande alle quali gli studenti avrebbero dovuto rispondere dopo aver fatto il disegno: “Perché hai scelto di posizionare l'ombra del professore e il sole in questo modo?” e “Cambierebbe l'ombra se invece delle 14 fossero le 8 di mattina?”.

Con questa attività si evidenziano ancora le rappresentazioni mentali che gli allievi hanno sul fenomeno studiato e contemporaneamente si stimola la capacità dell'alunno di produrre ipotesi. Nell'immagine seguente è rappresentato un disegno di uno studente.



Figura 3 – Disegno dell'ombra

Gli alunni hanno apprezzato la consegna ed in molti casi i disegni sono risultati ricchi di particolari. I disegni sono stati fotografati con i cellulari dei ragazzi ed inviati alla bacheca virtuale della classe in modo da condividere e confrontare i lavori.

La seconda discussione argomentativa di classe aveva come oggetto le domande scritte sopra. La maggioranza degli alunni giustificava la posizione dell'ombra del docente e del sole sul proprio disegno affermando che il sole a quell'ora è "verso ovest" perché tramonta ad ovest e quindi l'ombra del professore doveva essere "verso est". Altri affermavano che "se il sole è a destra, l'ombra è a sinistra". Gli alunni quindi conoscevano il concetto di percorso apparente della nostra stella nel cielo anche se avevano difficoltà ad orientarsi e quindi ad indicare i punti cardinali.

Riguardo la seconda domanda "Cambierebbe l'ombra se invece delle 14 fossero le 8 di mattina?", la maggioranza degli alunni affermava che la posizione dell'ombra cambiava al variare della posizione del sole ma nessuno argomentava sulla lunghezza dell'ombra. La domanda quindi viene resa esplicita dal docente e la classe, dopo una discussione, elabora due ipotesi: "l'ombra è più lunga perché il Sole è più basso nel cielo" e "l'ombra alle 8 del mattino è meno nitida perché al mattino il sole è meno forte ma non cambia la sua lunghezza".

La definizione di ombra e le ipotesi emerse dalla discussione vengono condivise sulla bacheca virtuale della classe: gli alunni hanno una settimana per rivedere il materiale pubblicato prima dell'incontro successivo.

L'incontro successivo viene svolto all'aperto: le condizioni meteo permettono la verifica delle ipotesi della lezione precedente. Gli studenti lavorano a gruppi formati da quattro alunni ciascuno, con due obiettivi: verificare le ipotesi emerse dalla discussione di classe dell'incontro

precedente e iniziare a raccogliere elementi utili per creare il modello bidimensionale di un fenomeno naturale tridimensionale.

La scheda consegnata ai gruppi chiedeva di rispondere alle seguenti consegne:

1. Mettersi eretti in posti diversi del cortile e osservare le ombre, scrivere le osservazioni rilevate; 2. Ad occhi bendati, si può capire se facciamo ombra? In quale direzione è l'ombra?; 3. A turno un compagno osserva e descrive le ombre degli altri tre compagni disposti in fila; 4. Fare uno schizzo di un paletto e la sua ombra e individuare la direzione dei raggi solari

I ragazzi avevano la possibilità di scrivere, disegnare, scattare foto con i loro cellulari.

La prima consegna permetteva di verificare l'ipotesi del disegno dell'ombra elaborato nell'incontro precedente in classe.

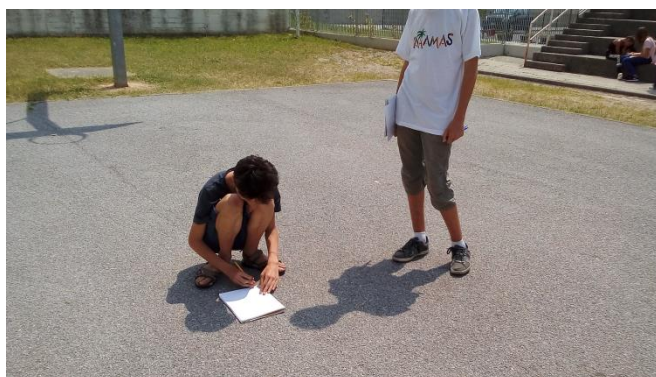


Figura 4 – L'ombra del compagno

La seconda consegna è utile per far sperimentare agli alunni che è possibile trovare la posizione del sole tramite la percezione del calore sul corpo e quindi trasmettere il concetto che i raggi luminosi trasportano calore cioè energia: inoltre gli allievi dovevano indicare da bendati in che direzione poteva essere l'ombra e quindi verificare le loro conoscenze acquisite riguardo la posizione dell'ombra prodotta rispetto alla direzione dei raggi solari.



Figura 5 – Sperimentare ad occhi bendati

La terza consegna permetteva di percepire tramite una semplice esperienza che le ombre generate dai tre ragazzi disposti in fila sono parallele tra loro.



Figura 6 – Ombre parallele

La quarta consegna è propedeutica alla costruzione del modello bidimensionale del fenomeno naturale “ombra prodotta dal sole” perché invita i ragazzi a schematizzare su foglio il paletto, l’ombra e la direzione dei raggi.

Segue in classe una discussione di classe utile a ricostruire le esperienze fatte all’aperto e ad esporre i risultati di tali esperienze: i gruppi sono invitati a relazionare a turno. Dalle relazioni dei gruppi e dalla discussione si evidenzia che per rappresentare in modo “scientifico” l’ombra di un compagno occorre che nel disegno siano presenti tre elementi: il compagno, la sua ombra e la direzione dei raggi solari. Iniziamo a pensare ad un modello da rappresentare alla lavagna: sono molto utili gli schizzi delle rappresentazioni bidimensionali dell’ombra del paletto e l’osservazione alla LIM di una foto scattata da un gruppo:



Figura 7– Tentativo di modellizzazione del fenomeno

Il gruppo precisa che” il bastone è stato utilizzato per materializzare il raggio di Sole e quindi è posizionato in modo che un estremo è alla fine dell’ombra e l’altro estremo è sopra la testa della compagna”

Dall’osservazione si evidenzia che” l’alunna, il raggio del Sole (rappresentato dal bastone grigio) e l’ombra sono i lati di un triangolo rettangolo dove l’alunna e la sua ombra sono i cateti e il raggio del Sole l’ipotenusa” e che questo “si verifica quando tra l’alunna e la sua ombra esiste un angolo retto cioè l’alunna è perpendicolare rispetto alla sua ombra” L’immagine viene schematizzata alla lavagna da un altro compagno in questo modo:



Figura 8 – Tentativo di modellizzazione del fenomeno

Vicino all’immagine l’alunno scrive “raggi tutti paralleli”. Il docente quindi chiede “tutti d’accordo sul fatto che i raggi del sole sono paralleli?” La maggioranza degli studenti risponde in modo affermativo giustificando con la terza esperienza svolta in cortile: “se le ombre dei compagni sono parallele tra loro, anche i raggi del sole sono paralleli tra loro”. Ma qualcuno afferma di aver provato a casa con la luce di una torcia e che le ombre prodotte non risultavano parallele tra loro. Questa ulteriore affermazione crea nuovamente il dubbio in classe: l’argomento sarà affrontato durante l’incontro successivo. Inoltre agli alunni viene chiesto di elaborare una relazione scritta da caricare sulla bacheca virtuale di classe in modo da rivedere gli argomenti trattati.

Si apre infatti l’incontro successivo con una semplice esperienza utilizzando materiale di facile reperibilità: una torcia e alcuni regoli. La luce prodotta da una torcia vicino a dei regoli disposti in fila non produce ombre parallele tra loro. Per ottenere ombre “che si avvicinano ad essere parallele” occorre allontanare la torcia rispetto ai regoli: più la torcia viene allontanata, più le ombre sembrano essere parallele tra loro. Di seguito le foto dell’esperienza svolta.



Figura 9 – La torcia vicino ai regoli

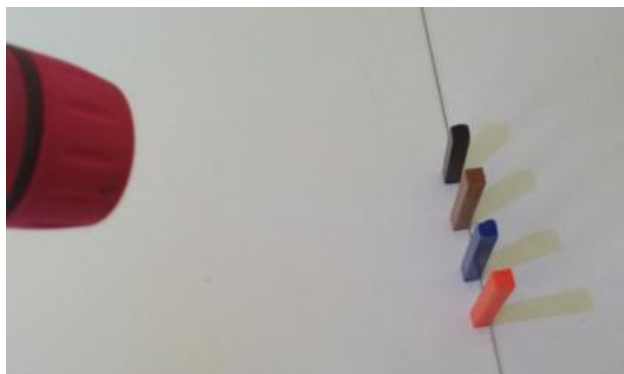


Figura 10 – La torcia lontano dai regoli

Alcuni studenti decidono di cercare in rete la distanza media Terra – Sole: tale distanza “può essere considerata quasi infinita” quindi i raggi solari che arrivano sulla superficie terrestre possono essere considerati paralleli tra loro. La semplice esperienza convince il gruppo classe e quindi finalmente possiamo schematizzare alla lavagna il modello matematico. Nell’immagine seguente si evidenzia la costruzione del modello matematico da parte di un’alunna che per rappresentare bene i raggi paralleli del sole utilizza il bordo della lavagna stessa.



Figura 11 – Creazione del modello matematico alla lavagna

Gli altri studenti a gruppi provano a creare lo stesso modello matematico utilizzando il proprio dispositivo:

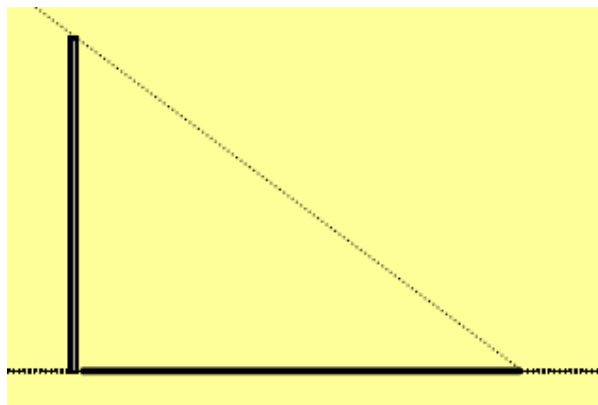


Figura 12 – Esempio di modellizzazione dell'ombra sul PC

Quando il gruppo classe dimostra di aver compreso il modello matematico, il docente può iniziare ad introdurre il “ragionamento proporzionale”. Le attività che seguono nascono dall'esigenza di far comprendere bene agli alunni il ragionamento proporzionale per evitare di trasmettere solamente l'applicazione di uno schema procedurale in ambito aritmetico; “i problemi di proporzionalità sono stati ampiamente studiati negli ultimi decenni e costituiscono il cuore dell'insegnamento della matematica nella scuola secondaria di primo grado, basti pensare alle tante occasioni in cui il ragionamento proporzionale entra in gioco: riduzione in scala, problemi moltiplicativi, similitudine, proporzionalità diretta, ecc.” (Garuti, 2011).

Il ragionamento proporzionale rimane uno degli ostacoli principali della scuola secondaria di primo grado come dimostrano numerose ricerche comparative nazionali e internazionali: “La pratica più diffusa nella scuola secondaria, relativamente ai problemi di proporzionalità consiste nell'addestramento all'applicazione dello schema $A:B=C:D$ con prevalenza dell'ambito aritmetico” (Garuti, 2011).

Agli studenti divisi in gruppi viene consegnata la seguente scheda:

Ad una certa ora della giornata il bastoncino proietta l'ombra disegnata (vista di lato):

- a. Traccia: il raggio che determina l'ombra, alcuni raggi bloccati dal bastoncino, alcuni raggi non bloccati dal bastoncino
- b. Si può secondo te scoprire la misura dell'ombra proiettata dal secondo bastoncino allo stesso momento in cui il primo bastoncino ha proiettato l'ombra disegnata? Se sì, disegna e misura l'ombra, se no spiega il perché



Figura 13 – Scheda operativa sull'ombra per introdurre il ragionamento proporzionale

L'attività può essere svolta o sulla scheda utilizzando righello e squadretta oppure su pc utilizzando Geogebra¹²: all'interno dei gruppi i lavori sono stati svolti in entrambi i modi e poi confrontati.

La difficoltà riscontrata tra coloro che hanno deciso di non utilizzare il proprio dispositivo è stata quella della manualità nell'uso degli strumenti per disegnare raggi solari paralleli tra loro. Naturalmente tale difficoltà non è emersa per coloro che utilizzavano il software di geometria.

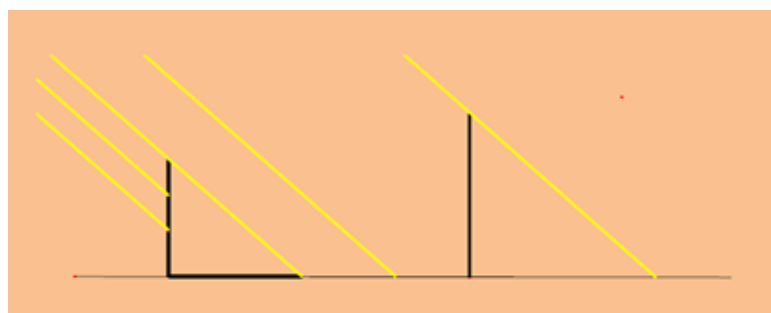


Figura 14 – Esempio di compilazione scheda operativa tramite

¹² <https://www.geogebra.org>.

Dopo aver dato un tempo adeguato per terminare i lavori si è aperta la discussione di classe: i gruppi hanno relazionato a turno, spiegando la procedura utilizzata per creare l'ombra del secondo paletto. Inoltre i gruppi hanno evidenziato che il rapporto tra la misura tra il primo paletto e la sua ombra è uguale al rapporto tra il secondo paletto e l'ombra disegnata dagli alunni.

Gli studenti scoprono il concetto di rapporto e proporzionalità a partire da un concetto geometrico: qualche alunno infatti ha evidenziato che "i due triangoli che abbiamo disegnato sono triangoli rettangoli simili".

Per terminare quest'incontro abbiamo provato a fare un'altra esperienza insieme, utilizzando i regoli di diverso colore dopo aver misurato la loro lunghezza: disponiamo un banco vicino alla finestra aperta in aula per far entrare la luce solare e poi posizioniamo i regoli in fila sopra un foglio a quadretti come nella figura seguente.

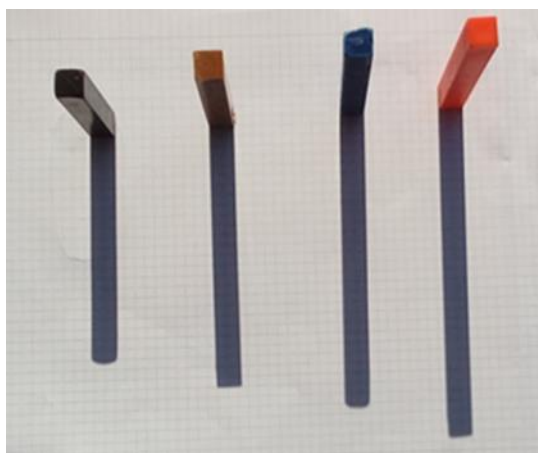


Figura 15 – Regoli di diverse altezze ed ombre di diverse lunghezze

Misuriamo le lunghezze dei regoli e le lunghezze delle ombre prodotte e calcoliamo i rispettivi rapporti approssimando i valori trovati ai decimi: i rapporti risultano sempre uguali tra loro (nel nostro caso 0,8 cm). La proporzione è un'uguaglianza di rapporti: tra l'oggetto e la sua ombra esiste una proporzionalità diretta.

Nell'incontro successivo siamo ritornati sul concetto di rapporto e di proporzione con altri esempi e problemi da risolvere nei singoli gruppi. Inoltre abbiamo lanciato un test on line da svolgere a coppie mediante l'utilizzo di Socrative.

Di seguito tre reports inviati da tre coppie di studenti:

1. Lorenzo e Luigi alle 10.30 del 22 marzo misurano l'ombra di un bastone di 6 cm, posto verticalmente sul terreno pianeggiante : è lunga 7 cm.
Lorenzo ipotizza che alla stessa ora un bastone lungo 8 cm, posto verticalmente sul terreno pianeggiante , proietta un'ombra di 9 cm.

Generalizza l'ipotesi di Lorenzo

$$6:7=8:9$$

lorenzo ipotizza che se il secondo bastone è aumentato di due centimetri come nel primo caso l'ombra è più grande del bastone di un centimetro. quindi se l'altezza del bastone è di 8cm l'ombra per lorenzo sarà di 9cm.

2. Secondo te, Lorenzo ha ragione? Motiva la risposta

lorenzo per me non ha ragione perché facendo un rapporto e un disegno la misura dell'ombra veniva sempre più di nove; precisamente di 9,333333...

il mio nostro enunciato è che lorenzo doveva dire che l'ombra era circa 9 cm

Figura 16 – Test online su Socrative

1. Lorenzo e Luigi alle 10.30 del 22 marzo misurano l'ombra di un bastone di 6 cm, posto verticalmente sul terreno pianeggiante : è lunga 7 cm.
Lorenzo ipotizza che alla stessa ora un bastone lungo 8 cm, posto verticalmente sul terreno pianeggiante , proietta un'ombra di 9 cm.

Generalizza l'ipotesi di Lorenzo

Alle 10:30 del 22 marzo in quel preciso punto tutte le ombre proiettate sul terreno pianeggiante misura un centimetro in più rispetto al corpo.

2. Secondo te, Lorenzo ha ragione? Motiva la risposta

$$6:7 = 8:X$$

$$X = (7 \cdot 8) : 6 = 56 : 6 = 9,3$$

Questo calcolo ci dimostra che la teoria di Lorenzo è imprecisa perché la proporzione tra 6 e 7 non corrisponde a quella di 8 e 9.

Figura 17 – Test online su Socrative

1. Lorenzo e Luigi alle 10.30 del 22 marzo misurano l'ombra di un bastone di 6 cm, posto verticalmente sul terreno pianeggiante : è lunga 7 cm.
Lorenzo ipotizza che alla stessa ora un bastone lungo 8 cm, posto verticalmente sul terreno pianeggiante , proietta un'ombra di 9 cm.

Generalizza l'ipotesi di Lorenzo

l'ipotesi di lorenzo è che più il bastone è corto più l'ombra è corta, e più il bastone è lungo più l'ombra è lunga.

2. Secondo te, Lorenzo ha ragione? Motiva la risposta

secondo me è sbagliata perché noi abbiamo fatto un rapporto per vedere se la lunghezza era giusta ed è venuto " $6:7=8:x$ ($x = 9$ cm nell'ipotesi di lorenzo)

$$x = 7 \cdot 8 : 6 = 56 : 6 = 9,3(\text{periodico}).$$

quindi è circa uguale.

Figura 18 – Test online su Socrative

Dalle attività svolte in aula e dalla lettura delle relazioni scritte elaborate e caricate sulla bacheca virtuale si poteva dedurre che la maggioranza degli alunni avevano compreso il ragionamento proporzionale applicato al modello bidimensionale dell'ombra di un oggetto prodotta dal Sole.

6. Attività di simulazione con geogebra

Il modello matematico elaborato in base alle esperienze svolte all'aperto e/o in classe mediante l'utilizzo della didattica laboratoriale, della discussione argomentativa di classe e del cooperative learning viene poi validato e/o collaudato utilizzando una simulazione di Geogebra disponibile in rete: occorre precisare che la simulazione con il software di geometria dinamica ha la funzione di validare il modello matematico elaborato a partire dall'osservazione del fenomeno reale. Il software "Geogebra" è di fondamentale importanza "nella modellizzazione e nell'esplorazione di una situazione problematica: "al movimento della mano sul mouse corrisponde una particolare raffigurazione della situazione problematica; inoltre la considerazione simultanea di modelli diversi (numerico, grafico, simbolico) mette in atto strategie multimodali che sono in sintonia con le modalità di azione del vivere quotidiano" (P Accomazzo, Silvia Beltramino, Ada Sargenti, 2013). Utilizzando una simulazione di Geogebra dal titolo "Talete e il metodo delle ombre"¹³ nell'aula di laboratorio di informatica abbiamo "collaudato" il nostro modello matematico elaborato nelle attività precedenti.

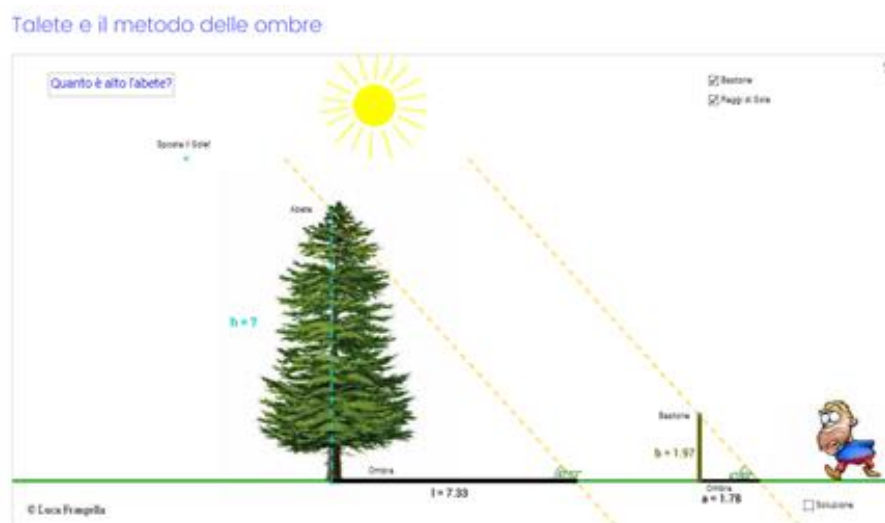


Figura 19 – Simulazione di Geogebra "Talete e il metodo delle ombre"

¹³ Simulazione online creata da Luca Frangella: <https://www.geogebra.org/m/CQdk6bjM>.

In questa simulazione gli alunni devono calcolare l'altezza dell'albero ed hanno a disposizione un bastone e le rispettive ombre prodotte dal Sole.

La simulazione permette di variare l'altezza del bastone e/o l'inclinazione dei raggi solari. Gli alunni lavorando a coppie hanno utilizzato la simulazione senza indicazioni da parte del docente poiché la domanda, presente sullo schermo del pc, è "Quanto è alto l'albero?": alcune coppie hanno modificato l'altezza del bastone fino a portarla alla stessa misura dell'altezza dell'albero ed in tal modo hanno verificato l'uguaglianza fra le ombre mentre altre coppie hanno deciso di variare l'inclinazione dei raggi solari per ottenere le ombre uguali alla lunghezza dei rispettivi oggetti, ecc. Le strategie e le prove messe in atto sono state molteplici ma comunque utili per comprendere meglio "il ragionamento proporzionale".

Utilizzando il software alcuni alunni si sono posti la domanda su chi era Talete: la docente di lettere ha quindi proposto una lezione su Talete, sulla sua vita e sulle sue intuizioni matematiche e scientifiche.

7. Altri percorsi multidisciplinari del progetto

Come già ricordato all'inizio di questo articolo, le attività di questo progetto sono state molteplici e multidisciplinari anche se per ragioni di brevità sono state analizzate quelle riguardanti principalmente matematica e scienze. È comunque importante menzionare che in più occasioni didattiche si sono verificati i collegamenti ad altre discipline: un'attività che ha permesso questi collegamenti è stata lo studio di alcune biografie di studiosi e scienziati del passato quali Leonardo da Vinci, Galileo Galilei, Konrad Lorentz, Albert Einstein, Lavoisier, ecc. tramite l'utilizzo dei video di "Lampi di Genio in TV"¹⁴.

Tramite l'utilizzo di "Lampi di Genio in Tv" abbiamo viaggiato nel tempo e nello spazio e attraverso l'analisi di biografie abbiamo affrontato argomenti trasversali collegando ad esempio la rivoluzione francese in storia con la vita e le opere di Lavoisier, l'inquisizione e il potere della Chiesa con Galileo Galilei, le leggi razziali e la seconda guerra mondiale con Albert Einstein, ecc.

8. Verifiche scritte, test online e valutazione delle competenze

Le attività proposte in questo progetto hanno l'obiettivo di sviluppare competenze disciplinari di matematica e scienze, italiano, storia e geografia ma anche competenze digitali e trasversali.

Sono stati verificati e di conseguenza valutati:

¹⁴ Serie televisiva per Rai Edu scritta e condotta da Luca Novelli e reperibile sul sito internet: <http://www.rai-scuola.rai.it/programmi-nuovi/lampi-di-genio/116/default.aspx>.

- relazioni scritte e orali delle attività svolte;
- test online;
- presentazioni multimediali;
- presentazioni di video progettati ed elaborati dagli studenti;
- capacità di lavorare in piccoli gruppi (max 4-5 alunni);
- partecipazione alle attività sia in presenza che in maniera virtuale.

La correzione degli elaborati cartacei o digitali (presentazioni e video) e di qualsiasi altra attività interdisciplinare è avvenuta ad opera di entrambi i docenti: ad esempio, le relazioni riguardanti le attività di classificazione e dello studio delle ombre hanno permesso valutazioni di matematica, scienze e italiano

I test online elaborati e somministrati con Socrative hanno permesso valutazioni rapide del prodotto finale e sono stati utilizzati in situazione diverse: dalla valutazione della capacità di comprensione di un testo o di un video alla risoluzioni di problemi ed esercizi di matematica. I test online sono stati molto graditi da parte degli alunni e di genitori degli studenti con la motivazione della rapida valutazione del prodotto finale poiché nella maggior parte dei casi erano a risposta multipla o in modalità vero/falso quindi con possibilità di autocorrezione ad opera dello stesso software utilizzato.

In riferimento alla normativa vigente riguardante la valutazione delle competenze¹⁵ si può affermare che il monitoraggio e la valutazione di tale progetto permette di raccogliere informazioni utili alla compilazione della “Schede per la certificazione delle competenze al termine del primo ciclo di istruzione” ed in particolare permette di raccogliere dati utili alla valutazione delle seguenti “competenze chiave europee”:

- Comunicazione nella madrelingua o lingua di istruzione;
- Competenza matematiche e competenze di base in scienza e tecnologia;
- Competenze digitali;
- Imparare ad imparare;
- Competenze sociali e critiche;
- Spirito di iniziativa e imprenditorialità.

Riguardo alla “Comunicazione nella madrelingua o lingua di istruzione” si può valutare “la capacità di comprendere e produrre enunciati e testi di una certa complessità, di esprimere le proprie idee, di adottare un registro linguistico appropriato alle diverse situazioni” così come menzionato nel “Profilo dello studente al termine del primo ciclo di istruzione”

In riferimento alle “Competenze matematiche e competenze di base in scienza e tecnologia” si può valutare la capacità dello studente di “utilizzare le sue conoscenze matematiche e scientifico – tecnologiche per analizzare dati e fatti della realtà” e contemporaneamente la capacità di “utilizzare il pensiero logico – scientifico per affrontare problemi sulla base di elementi certi” come scritto nel “Profilo dello studente al termine del primo ciclo di istruzione”

¹⁵ <http://www.miur.gov.it/web/guest/-/prosecuzione-sperimentazione-certificazione-delle-competenze-i-ciclo>.

Questo progetto è molto utile per la valutazione delle competenze digitali in riferimento alle quali possiamo raccogliere dati utili in linea con “The Digital Competence Framework 2.0”¹⁶ ed in particolare:

- Individuare e recuperare dati digitali, informazioni e contenuti;
- Essere in grado di valutare la pertinenza della fonte e del suo contenuto;
- Memorizzare, gestire e organizzare dati digitali, informazioni e contenuti;
- Interagire, comunicare e collaborare attraverso le tecnologie digitali;
- Creare e modificare contenuti digitali;
- Risolvere problemi concettuali e situazioni problematiche in ambienti digitali.

Le modalità di lavoro proposte da questo percorso didattico sono favorevoli a potenziare la competenza “imparare ad imparare” che si declina nel saper organizzare il proprio apprendimento, individuando, scegliendo ed utilizzando varie fonti e nel saper individuare, collegare e utilizzare le informazioni a disposizione scegliendo quelle utili a risolvere problemi o raggiungere gli obiettivi prefissati.

In riferimento alle “competenze sociali e critiche” il progetto esaminato, attraverso il cooperative learning, permette di rilevare il saper collaborare tra pari per raggiungere obiettivi e prodotti comuni ed inoltre permette di verificare la capacità di portare a compimento il lavoro iniziato da solo o insieme ad altri compagni. Altre “competenze sociali e critiche” possono essere osservate durante le discussioni argomentative di classe ed in particolare, la capacità di intervenire con serenità nelle discussioni, la capacità di valorizzare gli interventi dei compagni nel rispetto dell’opinione altrui, comprendendo i diversi punti di vista.

Lo “spirito di iniziativa e imprenditorialità” si manifesta nella capacità di produrre idee originali e progetti creativi, nell’assumersi le proprie responsabilità, nel chiedere o nel fornire aiuto agli altri compagni, nell’essere in grado di affrontare novità ed imprevisti.

9. Conclusioni

La didattica laboratoriale ovvero le esperienze svolte in aula o all’aperto per studiare i fenomeni naturali, le modalità di lavoro in gruppi o a coppie, la ricerca di informazioni utili ricavate dalla rete o da più testi cartacei permettono di potenziare l’autonomia e l’autostima di ogni singolo alunno, di valorizzare le capacità personali all’interno dei gruppi di lavoro o della classe, di stimolare la curiosità e la motivazione degli studenti. Queste modalità di lavoro risultano inoltre inclusive nei confronti dei ragazzini BES presenti nel gruppo classe poiché ogni studente mette in gioco le proprie capacità, il proprio “saper fare” ed ogni tipo di “diversità” può essere valorizzata all’interno dei gruppi di lavoro o nelle discussioni di classe.

All’interno dell’apprendimento cooperativo, la didattica digitale ha sicuramente un ruolo positivo poiché permette agli studenti di creare elaborati multimediali che possono essere considerati prodotti intermedi da condividere tra pari all’interno dei cloud utilizzati o prodotti finali da

¹⁶ <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digital-competence-framework>.

pubblicare sul sito o sul canale YouTube della scuola. La didattica digitale è invece da considerarsi meno efficace se confrontata con un'esperienza che i ragazzi possono vivere realmente: ad esempio la simulazione virtuale di un esperimento scientifico ha un valore didattico minore rispetto alla possibilità di progettare e realizzare con gli studenti lo stesso esperimento.

In riferimento al percorso didattico descritto precedentemente, ad esempio, sarebbe stato utile, dopo la validazione del modello matematico eseguita tramite l'utilizzo di Geogebra, effettuare un'ulteriore validazione in ambiente naturale, utilizzando l'ombra prodotta da un albero del parco.

Il ruolo del docente cambia in funzione delle attività in atto: da esperto, a facilitatore a moderatore, sicuramente non è più l'unico protagonista della trasmissione del sapere, ma in questo modo, può dedicare più tempo agli alunni che necessitano di interventi utili all'apprendimento mentre i gruppi di lavoro possono continuare le loro attività. Il docente diventa anche osservatore delle dinamiche di gruppo che si manifestano in classe, raccoglie più informazioni utili a conoscere meglio gli stili di apprendimento personali degli studenti.

La didattica digitale può però aumentare il carico cognitivo del docente soprattutto nella continua condivisione di materiale in cloud da parte degli alunni che necessita tempo per essere visionato e corretto.

Le modalità didattiche utilizzate in questo progetto sicuramente provocano la dilatazione dei tempi di lezione rispetto alla classica lezione frontale a parità di argomenti trattati quindi nella progettazione di un simile percorso didattico occorre prevedere tempi molto più lunghi rispetto ad una lezione frontale tradizionale. La dilatazione dei tempi significa affrontare meno argomenti durante l'anno scolastico e quindi occorre trovare tematiche o "nodi concettuali" significativi ed emblematici in grado di avviare un processo di apprendimento utile alla costruzione di competenze: "Si tratta di elaborare strategie didattiche nelle quali lo studente viene non attirato a prendere in esame catene di contenuti, ma a partecipare alla costruzione della sua propria competenza a partire da concetti scelti in modo tale da costituire interesse di per sé e sviluppi che coinvolgono ed amalgamano altri contenuti ritenuti chiave nello sviluppo della disciplina" (D'Amore, 2000).

Per quanto riguarda gli spazi di apprendimento occorre evidenziare che il nostro istituto, come la maggior parte delle scuole italiane, non ha ancora le strutture (aule e arredo) progettate in modo funzionale alla didattica digitale e laboratoriale per cui abbiamo cercato di adeguare le strutture esistenti (progettate per lezioni frontali suddivise in discipline) creando ed utilizzando anche i pochi spazi comuni presenti nella scuola (atrio, corridoi, cortile) soprattutto per quanto concerne le fasi di realizzazione di video o momenti in cui occorreva maggior tranquillità e attenzione nei lavori di gruppo.

Infine vorrei sottolineare che questo progetto, ha iniziato a preparare gli studenti alle modalità di lavoro che dovranno affrontare nella loro vita futura e quindi ai requisiti che la società chiederà per entrare nel mondo del lavoro: condivisione di obiettivi, di contenuti e di spazi, creatività personale e di gruppo, capacità di riconoscere le informazioni scientifiche corrette, capacità di comunicare i risultati di un lavoro in modo multimediale ed efficace. Il progetto ha inoltre permesso ai docenti di sperimentare un modo di insegnare più coinvolgente, meno rigido e schematico, più motivante per gli studenti e per i docenti stessi.

10. Bibliografia

- AA.VV. (2012). *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione*. Numero speciale. Annali della Pubblica Istruzione. Firenze: Le Monnier.
- Accomazzo, P., Beltramino, S., Sargenti, A. (2013). *Esplorazioni matematiche con geogebra*. A cura di O. Robutti. Milano: Ledizioni.
- Casati, R. (2008). *La scoperta dell'ombra*. Roma: Edizioni Laterza.
- D'Amore, B., Fandiño Pinilla, M. I., Sbaragli, S. (2007). *Alcuni spunti di riflessione sulla didattica della matematica*. (Articoli scelti). Bologna: Assessorato Istruzione, Formazione Lavoro.
- Garuti, R. (2010). *Ragionamento proporzionale: marmellate & ombre*. Progetto Nazionale "Qualità e Merito" PQM.
- Johson, D. W., Johson, R. T., Holubec, E. J. (2015). *Apprendimento cooperativo in classe. Migliorare il clima emotivo e il rendimento*. Trento: Edizioni Erickson.
- Persico, D., Midoro, V. (a cura di) (2013). *Pedagogia nell'era digitale*. Ortona: Edizioni Midoro.
- Sitta, E. (2016). *Apprendimento cooperativo*. Torino: Edizioni Il capitello.

Received October 9, 2017

Revision received November 27, 2017/December 11, 2017

Accepted December 18, 2017