

I DATI INVALSI A SUPPORTO DELLA MATEMATICA

VIII Seminario "I dati INVALSI: uno strumento per la ricerca e la didattica"

a cura di
Patrizia Falzetti

FrancoAngeli®



INVALSI PER LA RICERCA
STUDI E RICERCHE



INVALSI PER LA RICERCA

La collana Open Access INVALSI PER LA RICERCA si pone come obiettivo la diffusione degli esiti delle attività di ricerca promosse dall’Istituto, favorendo lo scambio di esperienze e conoscenze con il mondo accademico e scolastico.

La collana è articolata in tre sezioni: “Studi e ricerche”, i cui contributi sono sottoposti a revisione in doppio cieco, “Percorsi e strumenti”, di taglio più divulgativo o di approfondimento, sottoposta a singolo referaggio, e “Rapporti di ricerca e sperimentazioni”, le cui pubblicazioni riguardano le attività di ricerca e sperimentazione dell’Istituto e non sono sottoposte a revisione.

Direzione: Roberto Ricci

Comitato scientifico:

- Tommaso Agasisti (Politecnico di Milano);
- Gabriella Agrusti (Università LUMSA, sede di Roma);
- Cinzia Angelini (Università Roma Tre);
- Giorgio Asquini (Sapienza Università di Roma);
- Carlo Barone (Istituto di Studi politici di Parigi);
- Maria Giuseppina Bartolini (Università di Modena e Reggio Emilia);
- Giorgio Bolondi (Libera Università di Bolzano);
- Francesca Borgonovi (OCSE-PISA, Parigi);
- Roberta Cardarello (Università di Modena e Reggio Emilia);
- Lerida Cisotto (Università di Padova);
- Alessandra Decataldo (Università degli Studi Milano Bicocca);
- Patrizia Falzetti (INVALSI);
- Michela Freddano (INVALSI);
- Martina Irsara (Libera Università di Bolzano);
- Paolo Landri (CNR);
- Bruno Losito (Università Roma Tre);
- Annamaria Lusardi (George Washington University School of Business, USA);
- Alessia Mattei (INVALSI);
- Stefania Mignani (Università di Bologna);
- Marcella Milana (Università di Verona);
- Paola Monari (Università di Bologna);
- Maria Gabriella Ottaviani (Sapienza Università di Roma);
- Laura Palmerio (INVALSI);
- Mauro Palumbo (Università di Genova);
- Emmanuele Pavolini (Università di Macerata);
- Donatella Poliandri (INVALSI);
- Arduino Salatin (Istituto Universitario Salesiano di Venezia);
- Jaap Scheerens (Università di Twente, Paesi Bassi);
- Paolo Sestito (Banca d’Italia);
- Nicoletta Stame (Sapienza Università di Roma);
- Gabriele Tomei (Università di Pisa);
- Roberto Trinchero (Università di Torino);
- Matteo Viale (Università di Bologna);
- Assunta Viteritti (Sapienza Università di Roma);
- Alberto Zuliani (Sapienza Università di Roma).

Comitato editoriale:

Andrea Biggera; Nicola Giampietro; Simona Incerto; Francesca Leggi; Rita Marzoli (coordinatrice); Daniela Torti.



OPEN ACCESS

la soluzione FrancoAngeli

Il presente volume è pubblicato in open access, ossia il file dell'intero lavoro è liberamente scaricabile dalla piattaforma **FrancoAngeli Open Access** (<http://bit.ly/francoangeli-oa>).

FrancoAngeli Open Access è la piattaforma per pubblicare articoli e monografie, rispettando gli standard etici e qualitativi e la messa a disposizione dei contenuti ad accesso aperto. Oltre a garantire il deposito nei maggiori archivi e repository internazionali OA, la sua integrazione con tutto il ricco catalogo di riviste e collane FrancoAngeli massimizza la visibilità, favorisce facilità di ricerca per l'utente e possibilità di impatto per l'autore.

Per saperne di più: [Pubblica con noi](#)

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio "[Informatemi](#)" per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

I DATI INVALSI A SUPPORTO DELLA MATEMATICA

VIII Seminario "I dati INVALSI: uno strumento per la ricerca e la didattica"

a cura di
Patrizia Falzetti



FrancoAngeli®

Le opinioni espresse in questi lavori sono riconducibili esclusivamente agli autori e non impegnano in alcun modo l'Istituto. Nel citare i contributi contenuti nel volume non è, pertanto, corretto attribuirne le argomentazioni all'INVALSI o ai suoi vertici.

La cura redazionale ed editoriale del volume è stata realizzata da Francesca Leggi.

Isbn: 9788835180777

Isbn e-book Open Access: 9788835184638

Copyright © 2025 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy & INVALSI – Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema educativo di Istruzione e di formazione.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore
ed è pubblicata in versione digitale con licenza Creative Commons
Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate 4.0
Internazionale (CC-BY-NC-ND 4.0)
Sono riservati i diritti per Text and Data Mining (TDM),
AI training e tutte le tecnologie simili.

*L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera
accetta tutte le condizioni della licenza
d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>*

Indice

Introduzione

di *Patrizia Falzetti*

pag. 7

1. Costruzione del pensiero algebrico:
una ristrutturazione degli item INVALSI
per renderli occasione
di valutazione formativa
di *Simone Quartara, Francesca Morselli,
Elisabetta Robotti, Alessandra Boscolo* » 11
2. La costruzione del curricolo scientifico
a partire da un’esperienza di *maker education*
di *Laura Castellana, Teresa di Tullio* » 44
3. Come cambia la difficoltà percepita
da un insegnante e dalla sua classe
rispetto a uno stesso task matematico?
Prime evidenze dai quesiti INVALSI
di Matematica
di *Bianca Nicchiotti, Camilla Spagnolo* » 82
- Gli autori » 103

Introduzione

di Patrizia Falzetti

La Matematica occupa da sempre un ruolo centrale nei curricoli scolastici, non soltanto per la sua funzione strumentale, ma per il suo valore formativo profondo. Essa rappresenta una disciplina che, più di altre, contribuisce allo sviluppo del pensiero astratto, del ragionamento logico e della capacità di problem solving. In un contesto educativo sempre più orientato alla complessità e all'interdisciplinarità, la Matematica si configura come un linguaggio universale, capace di connettere ambiti del sapere apparentemente distanti e di fornire strumenti cognitivi essenziali per la comprensione del mondo contemporaneo.

Nel corso delle varie edizioni del Seminario “I dati INVALSI: uno strumento per la ricerca e la didattica”, sono stati raccolti molti lavori che ricercatori e insegnanti hanno dedicato a questo tema. Il volume qui descritto ne raccoglie tre dell’ottava edizione, svoltasi a Roma dal 23 al 26 novembre 2023.

I capitoli, pur descrivendo contesti scolastici e livelli di istruzione differenti, condividono una visione

comune: promuovere un apprendimento significativo attraverso pratiche didattiche innovative, inclusive e orientate alla valorizzazione del pensiero critico e argomentativo. Al centro di ciascun capitolo vi è l'attenzione alla valutazione formativa, alla progettazione didattica consapevole e all'integrazione tra contenuti disciplinari e competenze trasversali, in linea con le più recenti prospettive pedagogiche.

Nel primo capitolo, viene presentata una proposta didattica sperimentata in una classe prima di liceo scientifico, basata sulla ristrutturazione di un item INVALSI secondo il modello TRU (*Teaching for robust understanding*). L'approccio adottato dalla comunità di ricerca DIVA del DIMA (Didattica inclusione valutazione formativa argomentazione al Dipartimento di Matematica) di Genova mette in luce come la valutazione formativa possa essere pervasiva e trasformativa, favorendo lo sviluppo del pensiero algebrico e della competenza argomentativa attraverso task robusti e una cultura di classe partecipativa.

Il secondo capitolo si sposta nel contesto della scuola primaria, illustrando una sperimentazione curricolare fondata sulla *maker education* e sull'approccio STEAM. Le attività proposte, ispirate al costruzionismo e all'attivismo pedagogico, coinvolgono gli studenti in esperienze pratiche e creative che integrano Scienza, Tecnologia, Ingegneria, Arte e Matematica. L'analisi dei dati INVALSI ha guidato la progettazione, dimostrando come l'innovazione didattica possa incidere positivamente sia sui risultati di apprendimento sia sull'*engagement* degli studenti.

Il terzo capitolo propone una riflessione sulla percezione della difficoltà di un compito matematico da parte di studenti e insegnanti della scuola secondaria di secondo grado. Attraverso un'analisi qualitativa, il contributo evidenzia le differenze e le somiglianze nella valutazione della complessità di due quesiti INVALSI, mettendo in luce il ruolo del rapporto educativo e della conoscenza reciproca nel processo di insegnamento-apprendimento.

Nel loro insieme, i tre contributi offrono uno sguardo articolato e coerente su come la ricerca educativa possa dialogare con la pratica didattica, generando percorsi formativi capaci di rispondere alle sfide della contemporaneità. Il volume si rivolge a insegnanti, formatori, ricercatori e decisori educativi interessati a promuovere una scuola che apprende, riflette e innova.

*1. Costruzione del pensiero algebrico:
una ristrutturazione degli item INVALSI
per renderli occasione
di valutazione formativa*

di Simone Quartara, Francesca Morselli,
Elisabetta Robotti, Alessandra Boscolo

Il contributo esplora una proposta didattica sperimentata in una classe prima di liceo scientifico, centrata sulla ristrutturazione di un item INVALSI in ottica di valutazione formativa. Sviluppata dalla comunità di ricerca DIVA al DIMA (Didattica inclusione valutazione formativa argomentazione al Dipartimento di Matematica) di Genova, la sequenza didattica è stata progettata sulla base del modello *Teaching for robust understanding* (TRU), che enfatizza aspetti come la significatività matematica, il carico cognitivo, l'accesso equo ai contenuti, l'*agency* e la valutazione formativa. Le attività didattiche proposte nella sequenza mirano allo sviluppo del pensiero algebrico e alla promozione della competenza argomentativa. In particolare, nell'articolo si esplora la realizzazione delle strategie di valutazione formativa, quali l'esplicitazione degli obiettivi e i criteri di successo, la creazione di discussioni efficaci, l'impiego di feedback costruttivi, l'attivazione degli studenti come risorse didattiche e come responsabili del proprio apprendimento. Nel contributo si analiz-

zano episodi significativi, mostrando che le strategie di valutazione formativa sono realizzate in modo pervasivo. Tale risultato si può far risalire alla scelta di un task robusto, alla progettazione costruita sulla base del TRU, che ne ha determinato la ristrutturazione, in risposta agli stimoli di tutte le dimensioni volto al raggiungimento di un apprendimento significativo, ma anche a una cultura di classe che valorizza la valutazione formativa come strategia di apprendimento.

The study explores a teaching experiment conducted in a first-year scientific high school class. It focuses on redesigning an INVALSI test item for formative assessment purposes. The experiment was developed by the research community DIVA al DIMA (Didattica inclusione valutazione formativa argomentazione al Dipartimento di Matematica), at University of Genoa, and is grounded in the Teaching for Robust Understanding (TRU) framework. This framework emphasizes crucial aspects, such as the significance of mathematical content, cognitive load, equitable access to learning materials, student agency, and formative assessment. The educational activities proposed in this learning sequence are aimed at fostering algebraic thinking and enhancing argumentative skills. The paper particularly examines the implementation of various formative assessment strategies. These include clarifying learning objectives, fostering effective classroom discussions, providing constructive feedback, and engaging students both as educational resources and as individuals responsible for their own learning. The instances of these strate-

gies during classroom discussions demonstrate their pervasive implementation. This success is attributed to several factors: the selection of a robust task, the design process informed by the TRU framework which led to a comprehensive restructuring of the task considering all dimensions for meaningful learning, and the establishment of a classroom culture that values formative assessment as a core learning strategy.

1. Introduzione

Nel presente capitolo presentiamo una sequenza didattica, concepita e sperimentata nel contesto della comunità di ricerca e indagine (Jaworski, 2006) DIVA (Didattica inclusione valutazione formativa argomentazione) al DIMA (Dipartimento di Matematica) di Genova, un gruppo costituitosi nel febbraio 2023 e finalizzato alla riflessione sulla pratica didattica con riferimento alla scuola secondaria di secondo grado. Il principale strumento teorico utilizzato dal gruppo per la progettazione didattica e la riflessione sulla pratica è il TRU (*Teaching for robust understanding*) elaborato da Schoenfeld (2016), secondo cui una lezione “robusta”, ovvero efficace, deve essere articolata intorno alle seguenti dimensioni: il contenuto matematico, il carico cognitivo, l’accesso equo ai contenuti, l’agency (ownership, identity) e la valutazione formativa. Queste dimensioni possono essere utilizzate dal docente come strumento di osservazione e riflessione sul proprio insegnamento con l’obiettivo di pianificare, valutare l’ef-

ficacia dell'intervento e pensare ai passi successivi dell'azione didattica.

In particolare, in questa ricerca, per analizzare in che misura la progettazione didattica che presentiamo promuove un apprendimento robusto, andiamo a considerare la dimensione della valutazione formativa. Dalla definizione di Black e Wiliam (2009), una pratica diventa formativa quando «evidence about student achievement is elicited, interpreted, and used by teachers, learners, or their peers, to make decisions about the next steps in instruction that are likely to be better, or better founded, than the decisions they would have taken in the absence of the evidence that was elicited» (p. 7). L'ipotesi di ricerca proposta in questo lavoro è che la valutazione formativa possa diventare una pratica d'aula condivisa con gli studenti, attraverso una progettazione e implementazione che attivi le diverse strategie (Wiliam e Thompson, 2007), comprese quelle in cui gli studenti diventano agenti di valutazione formativa (su sé stessi e sui propri pari).

La sequenza didattica proposta, progettata sulla base dello strumento TRU, ha come obiettivo d'apprendimento il *symbol sense*, al senso di Arcavi (1994). Le attività proposte hanno come cuore centrale due item INVALSI (D14 G10 del 2010, D17 G8 del 2010), modificati con l'inserimento di consegne di carattere argomentativo. Questa scelta risulta particolarmente in accordo con la promozione della valutazione formativa. Infatti, secondo la prospettiva già adottata all'interno del progetto FaSMEd (Cusi, Sabenà e Morselli, 2017), la valutazione formativa, intesa

come metodologia didattica, può trovare la sua piena attuazione in attività di carattere argomentativo, in cui gli studenti stessi sono portati a riflettere sui processi di insegnamento-apprendimento e a rendere il loro pensiero visibile (Collins, Brown e Newmann, 1989), condividendo quindi le loro idee con l'insegnante e con i compagni di classe. In questo modo, ogni studente si rende responsabile del proprio apprendimento (deve giustificare le risposte prodotte) e il pensiero “reso visibile” può essere oggetto di feedback da parte del docente o dei pari. Quindi, nella sequenza didattica in oggetto, gli item INVALSI, selezionati dal database Gestinv in relazione allo specifico obiettivo di avvio al pensiero algebrico, sono stati riformulati per essere introdotti come attività didattica dal carattere esplorativo, occasione per la promozione di un apprendimento significativo nel senso del TRU e, in particolare, per la promozione della valutazione formativa.

Nel contributo si mostrerà la progettazione e la successiva implementazione di attività in cui la richiesta di argomentare le risposte, dapprima individualmente e poi in piccolo gruppo, prepara al momento fondamentale della discussione di classe, perseguendo così la piena attuazione delle diverse strategie di valutazione formativa.

2. Quadro teorico

La progettazione della sequenza didattica è stata effettuata a partire dal quadro TRU (*Teaching for robust*

understanding) di Schoenfeld (2016). Il quadro identifica cinque dimensioni per promuovere apprendimento: *significatività matematica, carico cognitivo, accesso equo ai contenuti, agency e valutazione formativa*. Queste dimensioni fungono da strumento analitico per osservare e riflettere sulla propria pratica di insegnamento e sono utili nella progettazione, nella valutazione dell'efficacia degli interventi e nella pianificazione delle future azioni didattiche. Ogni dimensione è associata a una domanda chiave: Come si sviluppano le idee matematiche in questa sequenza di lezioni? Quali opportunità hanno gli studenti di dare senso alle idee matematiche? Quali studenti partecipano e quali no al lavoro matematico della classe? In quale modo ne prendono parte? Quali opportunità hanno gli studenti di spiegare le proprie idee matematiche e di rispondere a quelle degli altri? Cosa sappiamo del pensiero matematico di ogni studente, e come possiamo costruire su di esso? Queste domande possono essere considerate dalla prospettiva dell'insegnante, dello studente o del ricercatore.

Le attività didattiche proposte nella sequenza didattica hanno come obiettivo di apprendimento lo sviluppo del pensiero algebrico esplicitamente collegato alla concettualizzazione del *symbol sense* che, come descritto da Arcavi (1994), implica: 1) la comprensione di come e quando utilizzare i simboli per rappresentare relazioni, generalizzazioni e dimostrazioni; 2) essere consapevoli che in alcuni casi è più conveniente abbandonare i simboli a favore di altri approcci; 3) affrontare la dialettica tra manipolazione e interpretazione dei simboli; 4) essere consapevoli della possibilità

di creare espressioni simboliche e saperle creare; 5) essere in grado di selezionare, ma anche di abbandonare o cambiare, una rappresentazione simbolica; 6) essere consapevoli della necessità di controllare costantemente i significati dei simboli durante la risoluzione di problemi; 7) essere consapevoli del fatto che i simboli possono assumere ruoli diversi.

Le attività proposte nella sequenza hanno un secondo obiettivo, che è quello dello sviluppo della competenza argomentativa come strumento di promozione per l'apprendimento. Guardando alla competenza argomentativa e dimostrativa, seguendo Boero e Morselli (2009), riconosciamo la congettura e la dimostrazione come forme di “comportamento razionale” secondo la definizione di Habermas. Il comportamento razionale si considera caratterizzato da tre componenti, intrecciate tra loro:

- la componente epistemica, inerente la validazione consapevole di affermazioni secondo premesse condivise e modi legittimi di ragionamento;
- l'aspetto teleologico, inerente la dimensione problem solving del processo e le scelte strategiche da compiere per ottenere il prodotto finale;
- l'aspetto comunicativo, legato alle regole che garantiscono sia la possibilità di comunicare i passaggi del ragionamento, sia la conformità dei prodotti (affermazioni e dimostrazioni) agli standard matematici in una data cultura matematica.

Poiché, nel nostro caso, siamo interessati alla promozione dell'argomentazione e dimostrazione per lo sviluppo del pensiero algebrico, facciamo riferimento

all’adattamento di Boero e Morselli (2011) del costrutto di comportamento razionale di Habermas all’uso del linguaggio algebrico nella modellizzazione e dimostrazione. In questi termini, la razionalità epistemica riguarda la correttezza delle formalizzazioni algebriche e l’interpretazione delle espressioni algebriche, e la corretta applicazione delle regole sintattiche di trasformazione delle espressioni algebriche. La razionalità teleologica si riferisce alla scelta consapevole e orientata agli obiettivi e ai fini delle formalizzazioni algebriche, delle trasformazioni e delle loro interpretazioni. Infine, la razionalità comunicativa riguarda l’aderenza alle norme riguardanti le notazioni standard, così come i criteri per una facile lettura e manipolazione delle espressioni algebriche.

Dato che la sequenza di insegnamento e apprendimento è stata progettata e implementata all’interno del quadro TRU, è rispetto alle sue dimensioni che andremo ad analizzare l’efficacia dell’intervento. In particolare, in questo contributo, ci concentreremo sulla dimensione relativa alla valutazione formativa; andremo perciò a osservare l’avvenuta attivazione e realizzazione delle strategie di valutazione formativa (Wiliam e Thompson, 2007) nell’implementazione in classe della sequenza didattica progettata. Wiliam e Thompson illustrano infatti le seguenti cinque strategie chiave per promuovere la valutazione formativa in classe (qui nella traduzione di Cusi, Morselli e Sabena, 2017): FA1) chiarire/capire/condividere gli obiettivi di apprendimento e i criteri di successo; FA2) progettare discussioni di classe efficaci e attività che consentano

di mettere in luce l'apprendimento degli studenti; FA3) fornire feedback che consentano allo studente di migliorare; FA4) attivare gli studenti come risorse gli uni per gli altri; FA5) attivare gli studenti come responsabili del proprio apprendimento. Come sottolineano gli autori, non solo gli insegnanti, ma anche i compagni e gli stessi studenti possono agire come agenti di valutazione formativa. Queste cinque strategie possono guidare gli studenti a comprendere l'obiettivo di apprendimento, dove si trovano rispetto a tale obiettivo e come raggiungerlo.

3. La progettazione della sequenza didattica

La sequenza didattica, rivolta a una classe prima di liceo scientifico, prevede l'impiego di circa 8 ore curricolari ed è caratterizzata da due cicli, ciascuno composto da quattro fasi: individuale, piccolo gruppo, discussione di classe e autovalutazione.

In fase di pianificazione si è scelto di considerare tutte le dimensioni del modello TRU, in particolare si è scelto di prendere in considerazione le seguenti domande guida per pensare a lezioni efficaci: “In che modo vengono sviluppate le idee matematiche nella sequenza didattica?” (questione relativa alla dimensione matematica), “Quali opportunità hanno gli studenti per dare senso alle idee matematiche?” (questione relativa alla dimensione carico cognitivo), “Come aumentare, per ogni studente, la possibilità di partecipare in modo significativo?” (questione relati-

va alla dimensione accesso equo ai contenuti), “Quali opportunità hanno gli studenti per spiegare le proprie idee e valutare quelle dei compagni?” (questione relativa alla dimensione agency), “Che cosa sappiamo del pensiero matematico di ogni studente, e come possiamo costruirci sopra?” (questione relativa alla dimensione valutazione formativa). La struttura dei cicli della sequenza didattica è schematizzata in figura 1: si può osservare come per ciascuna fase si sono considerate in maniera più esplicita due o più dimensioni del modello TRU.

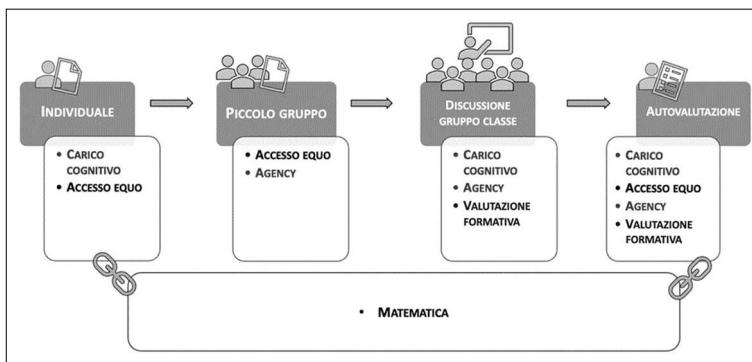


Fig. 1 – Schema di una sequenza didattica

La fase individuale è stata pensata per favorire una prima esplorazione della situazione matematica, presentata nella scheda, per arrivare alla produzione di una congettura motivata.

Lo studente è stato coinvolto in una sfida autentica e produttiva: le consegne sono state elaborate per sollecitare a fornire non solo risposte, ma spiegazioni da condividere con il gruppo.

Le scelte fatte in questa fase sono legate principalmente alla gestione del carico cognitivo, ossia a favorire la comprensione e il coinvolgimento in pratiche matematiche, e all'accesso equo ai contenuti, ossia a sostenere attivamente la partecipazione significativa di un ampio numero di studenti.

Durante la progettazione della seconda fase si è scelto di formare piccoli gruppi omogenei, in ottica di accesso equo, per aumentare ulteriormente la possibilità, per ogni studente, di partecipare in modo significativo e di vedere sé stesso e gli altri come buoni pensatori matematici.

Questa scelta, inoltre, ha permesso di riflettere in termini di agency, ossia la capacità degli studenti di agire autonomamente e di prendere decisioni. Si sono potuti esaminare quali tipi di idee, strategie, rappresentazioni e comprensioni anche parziali gli studenti hanno avuto l'opportunità di generare e condividere in piccolo gruppo.

La discussione nel gruppo classe è stata pensata per essere un momento di presentazione e condivisione delle idee e dei ragionamenti elaborati nei piccoli gruppi e successivamente come spazio di analisi critica da parte del gruppo classe sulle argomentazioni prodotte con l'intento di sfruttare inizi promettenti, ma anche mancate comprensioni come risorse per la costruzione di un sapere condiviso.

È in questa fase che l'attivazione delle strategie di valutazione formativa, altra dimensione che caratterizza il modello TRU, sono state essenziali per fornire feedback che consentano agli alunni di migliorare il

loro *symbol sense*, attivare gli studenti come risorse gli uni per gli altri e come responsabili del proprio apprendimento e dare seguito alle risposte degli studenti per mettere in luce l’evoluzione del loro apprendimento.

Facendo riferimento al contenuto matematico, che per il modello TRU rappresenta la dimensione centrale per una lezione efficace, l’attività aveva come obiettivo lo sviluppo del pensiero algebrico.

Con questa prospettiva e volendo lavorare in ottica di valutazione formativa, per la costruzione delle schede di lavoro si sono scelte e opportunamente modificate alcune domande INVALSI di grado 10.

La selezione dei quesiti da utilizzare per la sperimentazione è avvenuta sfruttando il repository delle domande INVALSI, Gestinv, valido strumento di indicazione degli elementi di criticità (nel nostro caso in relazione al *symbol sense*) più diffuse a livello nazionale.

Per motivi di spazio, nel seguito, sarà presentato solo un quesito (D14 G10 del 2010), quello relativo al primo ciclo didattico, nella versione originale – come proposto nelle rilevazioni standardizzate – e nella versione ristrutturata – come proposto nell’attività – per comprendere al meglio il lavoro svolto in fase di progettazione.

Riportiamo la formulazione originale del quesito D14 (fig. 2): “L’insegnante chiede: ‘Se n è un numero naturale qualsiasi, cosa si ottiene addizionando i tre numeri $2n + 1$, $2n + 3$ e $2n + 5$?’. Mario afferma: ‘Si ottiene sempre il triplo di uno dei tre numeri’. Luisa afferma: ‘Si ottiene sempre un numero dispari’. Giovanni dice: ‘Si ottiene sempre un multiplo di 3’.

Chi ha ragione? A. Tutti e tre B. Solo Mario C. Solo Luisa D. Solo Giovanni”.

D14. L'insegnante chiede: "Se n è un numero naturale qualsiasi, cosa si ottiene addizionando i tre numeri $2n+1$, $2n+3$ e $2n+5$?"
Mario afferma: "Si ottiene sempre il triplo di uno dei tre numeri".
Luisa risponde: "Si ottiene sempre un numero dispari".
Giovanni dice: "Si ottiene sempre un multiplo di 3".
Chi ha ragione?

- A. Tutti e tre
- B. Solo Mario
- C. Solo Luisa
- D. Solo Giovanni

Fig. 2 – Quesito nella versione originale

Facendo riferimento ai risultati del campione nazionale si tratta di una domanda alquanto indicativa della poca abitudine nella prassi didattica di usare l'algebra e il calcolo letterale come strumento di rappresentazione, di dimostrazione e, più in generale, come strumento di pensiero. La percentuale di risposte corrette è di poco inferiore al 15%. L'opzione C è stata quella più scelta perché si vede immediatamente che è corretta: lavorando nel frame pari-dispari gli studenti possono concludere immediatamente che Luisa ha ragione, perché la somma di tre numeri dispari è dispari. Una lettura più orientata avrebbe suggerito di verificare anche la correttezza dell'opzione A.

Per adattare il quesito agli obiettivi della sperimentazione si è scelto di presentarlo agli studenti in chiave più esplorativa, in particolare sono state create tre schede di lavoro. La prima (fig. 3) costituita dal quesito: "Se n è un numero naturale qualsiasi, cosa si ottiene addizionando

i tre numeri $2n + 1$, $2n + 3$, $2n + 5$?” e dalla consegna: “Dopo aver letto il quesito compi una prima esplorazione della situazione proposta. Si tratta di un primo approccio al problema per cui non sentirti costretto/a a dover fornire una congettura definitiva”. Le richieste della scheda, da svolgere individualmente, fanno riferimento principalmente alla dimensione del carico cognitivo con lo scopo di sostenere gli studenti nella loro productive struggles al fine di favorire la comprensione e il coinvolgimento nella pratica matematica.

QUESITO:

Se n è un numero naturale qualsiasi, cosa si ottiene addizionando i tre numeri $2n + 1$, $2n + 3$ e $2n + 5$?

CONSEGNA (individuale):

Dopo aver letto il quesito compi una prima esplorazione della situazione proposta.

Si tratta di un primo approccio al problema per cui non sentirti costretto/ta a dover formulare una congettura definitiva.

Fig. 3 – Consegna 1

La seconda scheda (fig. 4), sempre da affrontare individualmente, propone il seguente quesito: “L’insegnante chiede: ‘Se n è un numero naturale qualsiasi, cosa si ottiene addizionando i tre numeri $2n + 1$, $2n + 3$ e $2n + 5$?’. Mario afferma: ‘Si ottiene sempre il triplo di uno dei tre numeri’. Luisa afferma: ‘Si ottiene sempre un numero dispari’. Giovanni dice: ‘Si ottiene sempre un multiplo di 3’”, seguito dalla consegna: “Facendo seguito alla tua esplorazione iniziale del problema e avendo letto le affermazioni di Mario, Luisa e Giovanni discuti, motivando la scelta, il valore di verità delle tre affermazioni”.

Si tratta di una scheda che fa riferimento alle dimensioni dell’accesso equo e all’agency: tutti gli stu-

denti sono coinvolti produttivamente a valutare delle affermazioni a partire dalle loro idee e ragionamenti iniziali.

QUESITO:

L'insegnante chiede:

"Se n è un numero naturale qualsiasi, cosa si ottiene addizionando i tre numeri $2n + 1$, $2n + 3$ e $2n + 5$?"

Mario afferma: *"Si ottiene sempre il triplo di uno dei tre numeri"*.

Luisa risponde: *"Si ottiene sempre un numero dispari"*.

Giovanni dice: *"Si ottiene sempre un multiplo di 3"*.

CONSEGNA (individuale):

Facendo seguito alla tua esplorazione iniziale del problema e avendo letto le affermazioni di Mario, Luisa e Giovanni discuti, motivando la scelta, il valore di verità delle tre affermazioni.

Fig. 4 – Consegnna 2

La terza scheda (fig. 5), da svolgere in piccolo gruppo, apre la seconda fase della sequenza didattica. Si presenta il quesito nella forma originale seguito dalla consegna: “Scrivi qual è la soluzione scelta dal gruppo, specifica il motivo di tale scelta e spiega perché sono state scartate le altre opzioni”.

QUESITO:

L'insegnante chiede:

"Se n è un numero naturale qualsiasi, cosa si ottiene addizionando i tre numeri $2n + 1$, $2n + 3$ e $2n + 5$?"

Mario afferma: *"Si ottiene sempre il triplo di uno dei tre numeri"*.

Luisa risponde: *"Si ottiene sempre un numero dispari"*.

Giovanni dice: *"Si ottiene sempre un multiplo di 3"*.

Chi ha ragione?

- a. Tutti e tre
- b. Solo Mario
- c. Solo Luisa
- d. Solo Giovanni

COME LAVORARE NEL PICCOLO GRUPPO:

Discuti e confronta con i membri del gruppo l'idea che ti sei fatto/ta sul valore di verità delle tre affermazioni. Riporta tutte le informazioni rilevanti che hai riportato tu o i tuoi compagni nella discussione.

Fig. 5 – Consegnna 3

In questa fase, gli studenti sono chiamati a proporre e mettere in discussione le proprie risposte con i componenti del gruppo. In questo modo ogni alunno è coinvolto in modo produttivo nel contribuire, con le proprie idee, alla costruzione della soluzione motivata da condividere con la classe.

Il primo ciclo della sequenza didattica si è concluso con un questionario, proposto tramite un modulo di Google, di autovalutazione nel quale sono state formulate le seguenti domande:

- 1) Nell'affrontare il quesito hai avuto momenti di blocco? Se sì, quali?
 - 2) Se hai avuto momenti di blocco che cosa hai fatto per provare a superarli?
 - 3) Nella discussione nel piccolo gruppo hai condiviso il tuo ragionamento e la strategia per affrontare il quesito? Hai contribuito per la costruzione della risposta di gruppo?
 - 4) Hai avuto difficoltà nell'ascoltare le opinioni dei tuoi compagni? Ti è servito il confronto per arrivare alla soluzione del quesito?
 - 5) L'Algebra dove è intervenuta e in che cosa ci ha aiutato?
 - 6) Fai riferimento all'attività sul pensiero algebrico. Scrivi una domanda che vorresti fare alla classe.
- Il questionario è stato pensato e realizzato con un duplice fine: il primo – dal punto di vista del docente/ricercatore – per monitorare le cinque dimensioni del modello TRU, in riferimento alle domande guida prese in considerazione nella fase di progettazione. Infatti, le domande 1 e 2 indagano gli aspetti legati al

carico cognitivo e quindi se la complessità delle attività di problem solving si sono rivelate adeguate per dare senso alle idee matematiche; la domanda 3 indaga le componenti relative all’accesso equo ai contenuti, quindi quanto la discussione abbia favorito una partecipazione significativa; la domanda 4 indaga il livello di agency ossia il grado di difficoltà che hanno avuto gli studenti nello spiegare le proprie idee e ascoltare quelle dei compagni; la domanda 5 indaga l’aspetto matematico relativo all’uso e al ruolo dell’algebra; infine, la domanda 6 formulata in ottica di valutazione formativa per poter prendere decisioni sui passi successivi dell’attività a partire dalle necessità degli studenti.

Il secondo scopo – dal punto di vista dello studente – è connesso ad aspetti meta legati all’autovalutazione. Per quanto riguarda il carico cognitivo (1, 2) per aiutare a valutare se e come gli eventuali momenti di blocco sono stati affrontati per essere superati; per quanto riguarda l’accesso equo (3) per condurre alla valutazione di sé e delle idee dei compagni che sono state prese in considerazione come punto di partenza per costruirne altre più solide; per quanto riguarda l’agency (4) per favorire una riflessione sul ruolo che ha avuto il confronto con i pari per la costruzione di un apprendimento significativo; per quanto riguarda la Matematica (5) per riflettere sull’evoluzione delle proprie idee sull’uso dell’Algebra; e infine per quanto riguarda la valutazione formativa (6) per incoraggiare a condividere dubbi e perplessità utili per proseguire con l’attività.

4. Design della ricerca

La sequenza didattica descritta è stata sperimentata in una classe prima di liceo scientifico, composta da 18 studenti, e si è svolta nel mese di maggio 2023 per un totale di 8 ore curricolari.

I dati raccolti durante la sperimentazione sono state le risposte individuali e di gruppo ai quesiti argomentativi proposti, le schermate della lavagna condivise dal docente, le video registrazioni delle discussioni di classe, i questionari (Google moduli) compilati dagli studenti tra una lezione e l'altra. Tali dati sono analizzati in modo qualitativo. Su tali materiali si è proceduto a effettuare un'analisi qualitativa, volta all'individuazione dell'attivazione e della compiuta realizzazione delle strategie di valutazione formativa. A tal fine, sono stati prodotti opportuni indicatori, dei quali abbiamo cercato istanziazioni nei materiali raccolti. Nel prossimo paragrafo presenteremo la metodologia della ricerca e successivamente i risultati dell'analisi condotta attraverso gli indicatori.

5. Metodologia e analisi dati

Per studiare l'effettiva implementazione delle strategie di valutazione formativa (Wiliam e Thompson, 2007) nella sequenza didattica sperimentata, abbiamo declinato le strategie di valutazione formativa in relazione agli obiettivi formativi dell'attività, ovvero lo sviluppo del pensiero algebrico e della competenza argomentativa.

La prima strategia di valutazione formativa, FA1, riguarda l’esplicitazione e condivisione degli obiettivi di apprendimento dell’attività e dei relativi criteri di successo: per quanto riguarda lo sviluppo del pensiero algebrico, si è scelto di fare riferimento ai sette punti della caratterizzazione di *symbol sense* proposta da Arcavi (vedi paragrafo 2). Per quanto riguarda invece lo sviluppo della competenza argomentativa per la dimostrazione algebrica, si fa riferimento ai criteri per una buona argomentazione, con particolare riferimento alle tre dimensioni di un comportamento razionale. La seconda strategia di valutazione formativa riguarda la progettazione e implementazione di attività che consentano di mettere in luce l’apprendimento degli studenti, fra cui discussioni di classe. Per quanto riguarda il design dell’attività, essa deve includere momenti di confronto di strategie (per esempio, tramite la proiezione su LIM delle soluzioni proposte dagli/alle studenti/sse), per far emergere una riflessione sul valore del linguaggio algebrico, oppure momenti di confronto di argomentazioni, per promuovere la competenza argomentativa. Si può concludere che è stata attivata in modo efficace la strategia FA2 quando l’insegnante pone domande mirate a raccogliere riscontri in merito al percorso di apprendimento degli studenti (rispettivamente relativo al pensiero algebrico o alla competenza argomentativa), ma anche quando lo studente con i suoi interventi fornisce informazioni sul suo percorso di apprendimento (rispettivamente relativo al pensiero algebrico o alla competenza argomentativa).

La terza strategia di valutazione formativa riguarda i feedback, intesi come informazioni fornite da un agente (in particolare pensiamo all'insegnante, ma a priori il feedback può essere fornito anche da un altro studente) allo studente e finalizzate a renderlo consapevole degli obiettivi di apprendimento, del livello di apprendimento raggiunto e di ciò che può mettere in atto per migliorare. Tenendo presente la nostra esigenza di individuare indicatori specifici per i due obiettivi di apprendimento (pensiero algebrico e competenza argomentativa), abbiamo scelto di prendere in considerazione quelli che secondo la classificazione proposta da Hattie e Timperley (2007) sono feedback sul compito (relativi cioè alla comprensione del testo e alla correttezza della risposta fornita) e sullo svolgimento del compito (relativi cioè ai processi risolutivi).

Si può concludere che è stata attivata la strategia FA3 quando l'insegnante fornisce feedback su comprensione del compito, processo risolutivo e risposta finale in relazione all'uso del linguaggio algebrico e all'argomentazione. Si può affermare che la strategia è stata efficace quando lo studente, in seguito al feedback ricevuto, esplicita il suo processo di pensiero, fa un passo avanti nel suo percorso di apprendimento, riconosce il suo avvenuto progresso.

La quarta strategia di valutazione formativa mira a rendere gli studenti risorse gli uni per gli altri. L'essere risorsa ha qui una doppia valenza: uno studente può diventare risorsa per i compagni nel momento in cui condivide il proprio processo di pensiero con gli altri, oppure nel momento in cui fornisce feedback alla

risposta di un compagno. Per investigare l'attivazione della strategia si prendono in considerazione le due accezioni e le si declina rispettivamente rispetto allo sviluppo del pensiero algebrico e delle competenze argomentative, contemplando sia l'intervento dello studente sia l'eventuale invito a intervenire formulato dal docente. Si può affermare che la strategia è stata efficace quando si va a controllare che un componente della classe colga e faccia buon uso del feedback ricevuto o del confronto con quanto esposto dal compagno (per esempio il componente del gruppo classe in un passo successivo del percorso di apprendimento fa riferimento al feedback ricevuto/al confronto con quanto detto dal compagno).

Infine, la quinta strategia di valutazione formativa riguarda il fatto che ciascuno studente diventi responsabile del suo apprendimento, in ottica di autovalutazione. Questo comporta la capacità di rendere conto del proprio processo di apprendimento e sapersi situare rispetto ai pari e rispetto agli obiettivi di apprendimento condivisi (nello specifico, lo sviluppo del pensiero algebrico e delle competenze argomentative), prendendo in considerazione tanto l'intervento dello studente quanto l'eventuale invito a intervenire formulato dal docente. Si può affermare che la strategia è stata efficace quando lo studente è in grado di descrivere il proprio processo di apprendimento in relazione agli specifici obiettivi di apprendimento (pensiero algebrico, competenza argomentativa).

5.1. L'analisi di episodi significativi

L'analisi ha riguardato le due fasi della progettazione, che sono state esplicitamente concepite in riferimento alla dimensione del TRU legata alla valutazione formativa: la discussione e i moduli di autovalutazione degli studenti.

In questo paragrafo presenteremo l'analisi effettuata su tre episodi che si sono svolti all'interno della discussione di classe che ha aperto il secondo incontro della sequenza didattica. Nel primo incontro sono state svolte le prime due fasi di lavoro individuale e in piccolo gruppo per la risoluzione del task, e una discussione di bilancio in cui sono stati affrontati gli aspetti legati alla risoluzione all'item. Assodati gli aspetti legati alla correttezza delle soluzioni, ci si è concentrati, in questa seconda parte, su aspetti di meta riflessione e più esplicitamente legati alle argomentazioni prodotte. Il focus della discussione si è concentrato soprattutto sul ruolo degli esempi numerici nelle produzioni argomentative degli studenti, identificato dal docente come elemento critico del passaggio dall'aritmetica allo sviluppo del pensiero algebrico.

Il primo episodio che presentiamo (min. 24.13-min. 27.10 della seconda parte della discussione) è stato selezionato, in particolare, perché in esso si distingue in modo significativo l'attivazione delle strategie di valutazione formativa da parte del docente, che interviene cercando di comprendere le criticità che emergono dalle argomentazioni degli studenti, focalizzando l'attenzione su aspetti rilevanti per gli obiettivi di appren-

dimento (FA1) (battute 1, 5, 11, 14), attiva gli studenti come risorsa per sé (FA5) e per gli altri (FA4) invitandoli a giustificare le ragioni delle scelte effettuate (battute 1, 3, 5, 9, 11) e fornisce feedback (FA3) (battute 3, 5, 9, 11, 14) volti a chiarire l'obiettivo di apprendimento, relativo sia all'uso dell'algebra (per esempio, si veda la battuta 14) che al ruolo dell'esempio numerico nelle argomentazioni (per esempio, si veda la battuta 3). Questi si intrecciano con interventi degli studenti che mostrano l'avvenuta realizzazione delle strategie (battute 2, 4, 6, 8, 10, 12, 13, 15). Essi diventano agenti attivi in quanto si fanno carico del proprio apprendimento (FA4), esplicitando il loro posizionamento rispetto agli obiettivi di apprendimento (FA1) e si attivano come risorsa per gli altri (FA4), provando a fornire spiegazioni delle affermazioni dei pari.

Episodio 1

T: “Bene. Perché? Fede, se lo ricorda Fede perché avete fatto un esempio?”.

Fede: “Abbiamo fatto un esempio per verificare che... perché comunque volevamo anche una conferma pratica del fatto che la nostra osservazione fosse vera. Volevamo anche dare un modo per quando avremmo, magari, presentato anche per, come dire, avere un punto in più d'appoggio, non saprei”.

T: “Sentiamo anche gli altri due. L'avete messo come punto su cui appoggiarsi, come punti di appoggio, come ancora di sicurezza, provare con $n=1$ e far vedere che viene 15?”.

Franci: “Sì, cioè sì, anche se sappiamo che non generalizza tutti i numeri.

Cioè, generalizzare tutti i numeri lo abbiamo già scritto sopra con $6n+9$ e 3 per $2n + 3$, però abbiamo deciso di mettere un esempio non per confermare ma...”.

T: “Non vi fidate ancora tanto dell’Algebra ma dei numeri ancora sì. Domanda, posso? Sembrerebbe così. Tu hai detto: Sopra, algebricamente, lo abbiamo già fatto vedere in generale, poi abbiamo fatto l’esempio numerico. Allora io mi chiedo: perché non ci fidiamo ancora completamente dell’Algebra che va a generalizzare, quindi devo fare uno sforzo... [gesto come un corno che si origina dalla testa verso l’alto]”.

Fede: “No, secondo me, è sempre meglio farlo. Non si sa mai, non è che... però...”.

T: “Dici: non si sa mai. Bah, io direi...”.

Fra: “Io non mi fido ancora”.

T: “Oh, ecco. Lui non si fida ancora. Come mai tu non ti fidi ancora? Diccelo. Hai fatto una bellissima osservazione”.

Fra: “No non lo so. Mi viene naturale fare ancora dei calcoli. Cioè...”.

T: “Eh, ma orientati a che cosa? Bell’osservazione, Fra”.

Fra: “Non lo so, mi sento più sicuro con i numeri”.

Matti: “Forse perché, ancora, che adesso che è da poco che abbiamo a che fare con l’algebra, allora ci sembra strano che una cosa grande come la Matematica... Che, tutti i numeri infiniti, cose infinite, riescano a concentrarsi in poche parole, in poco scritto...”.

T: “In pochi simboli! Beh sì, è la potenza dell’algebra: quella di generalizzare e condensare in una scrittura atomica infiniti numeri. Effettivamente è così eh. $2n$: abbiamo scritto in un secondo gli infiniti numeri pari. Eh beh, si certo. Però è il problema... diciamo, è sia, come dire, un limite perché non mi sto fidando ma è una potenza quella di poter scrivere $2n$. Certo non li vediamo tutti, bisogna fare affidamento all’astrazione. Effettivamente sì. Quindi, diciamo,

un ricorso a un numero ti dà sempre... Dice, maniman [forma dialettale genovese; sign. male che vada] trovassi un...”.

Fede: “Contro-esempio”.

Il secondo episodio (min. 27.11-min. 28.36 della seconda parte della discussione), in continuità con il precedente, è stato selezionato perché in esso emerge, in particolare, il tentativo degli studenti di attestare a che punto si stanno collocando in relazione all'apprendimento auspicato. Significativi risultano gli interventi del docente che rende gli studenti responsabili del loro apprendimento (FA5) (battute 1, 12), risorse per gli altri (FA4) (battute 3, 5) e fornisce feedback (FA3) (battute 3, 5, 7, 9, 13), riuscendo così a promuovere una presa di consapevolezza degli obiettivi di apprendimento da parte degli studenti (FA1) (battute 4, 11, che rimandano a specifici obiettivi di apprendimento relativi al ruolo degli esempi numerici).

Episodio 2

T: “Che allora dici: Ho sbagliato la manipolazione sopra, eh? Dimmi Tommi”.

Tommi: “Secondo me, allora, comunque, vedendo dai lavori che abbiamo fatto ci stiamo comunque abituando a usare l'algebra, perché, per esempio, questo esempio, lo hanno fatto dopo aver avuto la conferma di essere riusciti, cioè di...”.

T: “Ah, guardate che bello, Tommi fa un'osservazione proprio sull'aspetto di struttura di come compare la soluzione e ha detto: guardate che l'esempio non è stato il primo, quindi vuol dire che ci stiamo abituando, non abbiamo – non hanno usato l'esempio numerico, come dire, come

partenza e poi hanno generalizzato. Sono andati a partire a generalizzare e poi dopo sono tornati indietro. Quindi, per Tommi, è un esempio del fatto che ci stiamo abituando a dare, in maniera, magari non ancora esplicita, importanza all’Algebra invece che all’aritmetica. Potrebbe anche essere un’osservazione corretta”.

Fede: “Noi avevamo fatto così perché sappiamo che con un esempio – ci basterebbe trovare anche solo un contro-eSEMPIO per mandare a rotoli tutta la nostra affermazione. Allora c’è sembrato magari più sicuro agire in primo luogo con l’Algebra”.

T: “Allora, attenzione! Lui dice: Avevamo il sentore che l’affermazione fosse vera. E quindi sapevamo che per dimostrare qualcosa non basta un esempio, allora abbiamo usato l’Algebra”.

Fede: “Anche perché c’era scritto: Spiegare perché ha ragione Luisa”.

T: “No, c’era scritto: Chi ha ragione punto interrogativo”.

Fede: “Ah, allora non lo so”.

T: “Ma magari nel gruppo eravate già convinti che tutti e tre avevano ragione e volevate dimostrarlo. Può essere così, eh!”.

Fede: “No, non mi pare. Però, ci è sembrato comunque più diretto fare così”.

Tommi: “Bene. Anche perché se si sa che si ha ragione non si cerca nemmeno il contro-eSEMPIO, no?”.

Fra: “È anche vero che, però, cioè, usando l’Algebra, magari, ti fa anche vedere se generalizzando si è sbagliato qualcosa e allora poi capire che, cioè, hai fatto qualcosa di sbagliato e poi andare a correggere”.

T: “Quindi, mi stai dicendo, potevi magari trovare un contro-eSEMPIO e dire: ‘Cavolo! qualche manipolazione mi è sfuggita’ e andare a rivedere. Va bene”.

Nel terzo episodio (min. 32.19-min. 33.48 della seconda parte della discussione) l'aspetto predominante è quello degli studenti che si mostrano risorsa per l'apprendimento proprio e dei compagni (FA4, FA5) (battute 1, 3, 4, 5, 8, 13), partecipando come ascoltatori attivi, anche in seguito all'esposizione della propria risoluzione, ricercando la comprensione delle strategie dei compagni, mostrando responsabilità verso il proprio apprendimento. L'insegnante assume un ruolo di moderatore, esortando gli studenti ad attivarsi come risorsa gli uni per gli altri (FA4) (battute 2, 4, 6, collegate all'obiettivo di apprendimento relativo al pensiero algebrico).

Episodio 3

Simo: "Io non capisco perché hanno scritto $2n + 2n + 1$, ma quel $2n + 1$ non è $2n + 3$?".

T: "Perché dici $2n + 3$?".

Simo: "Eh, faccio riferimento a quello che abbiamo fatto noi nel nostro gruppo, che è poi quello che ha detto Auro. Là, abbiamo scomposto il 3".

T: "Allora, spiegatemi cosa avete voluto fare con quel $2n + 1$ ".

Franci: "Abbiamo generalizzato...".

T: "Che cosa? Dove deve guardare Simo?".

Fede: "Devi guardare... [sovraposizione Fede e Franci]".

Fede: "Se guardi la parte in italiano che abbiamo scritto per affermare che Luisa, secondo noi, aveva ragione, se sommiamo un numero dispari – il numero dispari – si somma un numero dispari è inteso come qualunque numero dispari. In questo modo avevamo bisogno di una scrittura che potesse generalizzare un qualsiasi numero dispari quindi abbiamo utilizzato $2n + 1$ ".

T: “Ok? E questo è $2n$ per un numero pari. Loro hanno voluto dimostrare la frase scritta in italiano”.

Simo: “Quindi non fanno riferimento a 3 per $2n+3$ ”.

Franci: “No”.

Simo: “Ok”.

Franci: “Però si può utilizzare quello che abbiamo scritto con $6n + 9$ ”.

Simo: “Ok, ho capito. Grazie”.

6. Discussione dei risultati e conclusioni

Per limiti di spazio, all’interno di questo contributo abbiamo presentato esclusivamente alcuni esempi di istanziazione delle strategie di valutazione formativa all’interno di tre episodi della discussione. Questi esempi ci sembrano tuttavia sufficienti per lo scopo dell’analisi effettuata: mostrare la pervasività dell’attivazione e realizzazione delle strategie, cioè la concomitanza e la sinergia delle strategie di valutazione formativa che si sono realizzate in molteplici occasioni e coinvolgendo una molteplicità di soggetti. Infatti, è fuori dai nostri interessi fornire una misura quantitativa della realizzazione delle strategie di valutazione formativa, piuttosto troviamo rilevante un’evidenza qualitativa dell’attivazione e realizzazione delle strategie che riguardi il coinvolgimento di una molteplicità di agenti, ovvero dell’insegnante e di più studenti della classe.

La strategia FA1, relativa all’esplicitazione e condivisione degli obiettivi di apprendimento (nello specifico, riguardanti lo sviluppo del pensiero algebrico e

della competenza argomentativa), è ben visibile soprattutto nell'episodio 1. La sua attivazione è spesso legata a interventi del docente; la sua piena realizzazione è comprovata da interventi degli studenti (per esempio nella battuta 4: “Anche se sappiamo che [l'esempio] non generalizza tutti i numeri). Evidenza della compiuta realizzazione si può ritrovare anche nei successivi moduli di autovalutazione, come la seguente risposta alla domanda “L’Algebra dove è intervenuta e in che cosa ti ha aiutato?”: “L’Algebra mi ha aiutato nella generalizzazione delle mie risposte, rendendole più chiare e applicabili in molteplici casi”.

La strategia FA2 consiste proprio nella realizzazione di discussioni di classe e altre attività volte a mettere in luce l'apprendimento degli studenti. Per questo motivo, la sua attivazione non si riscontra in un singolo intervento, ma nella progettazione stessa della sequenza di attività, che dedica ampio spazio alle discussioni. Negli episodi si può invece osservare l'effettiva realizzazione della strategia, ovvero specifici momenti in cui è evidenziato lo stato di apprendimento degli studenti in relazione ai due obiettivi (sviluppo del pensiero algebrico e della competenza argomentativa). Un esempio è lo scambio all'inizio dell'episodio 2 (battute 1-5).

La strategia FA3, relativa ai feedback, è strettamente connessa con FA1, dal momento che spesso l'indicazione per migliorare si lega all'esplicitazione degli obiettivi di apprendimento. Un esempio è la già citata battuta 5 dell'episodio 1. Anche per la FA3, la progettazione è fondamentale: per esempio, il fatto che il do-

cente raccolga e visioni le risposte dei gruppi e poi le proietti e discuta con l'intera classe crea le condizioni perché gli studenti possano ricevere feedback adeguati.

La stessa scelta di progettazione consente l'attivazione delle strategie FA4 e FA5, relative alla valutazione tra pari e autovalutazione. Esempi di attivazione e effettiva realizzazione di tali strategie si ritrovano in tutti gli episodi e sono particolarmente evidenti nell'episodio 3. Sono però anche riscontrabili all'interno delle risposte fornite nel questionario di autovalutazione, come mostra la risposta alla seguente domanda: “Hai avuto difficoltà nell'ascoltare le opinioni dei tuoi compagni?” “Non ho avuto difficoltà ad ascoltare gli altri membri del gruppo poiché ero interessato a capire se avessi sbagliato e in caso quale sarebbe stata la corretta modellizzazione”.

Segnaliamo che, sebbene all'interno di questi episodi abbiamo individuato l'attivazione di molteplici strategie, alcuni elementi di consapevolezza degli studenti (per es. per FA4), sono stati individuati in maniera molto evidente all'interno dei moduli di valutazione, da considerarsi come attività esplicitamente progettate al fine di favorire l'autovalutazione (FA5); analogamente, l'attivazione della strategia FA2 si ritrova nella progettazione dell'attività e non in un intervento della discussione. Vogliamo quindi ribadire come, a nostro avviso, sia stata l'intera progettazione, comprendendo tutte le scelte compiute in risposta agli stimoli provenienti dalle diverse dimensioni del TRU, ad aver permesso l'attivazione e la realizzazione compiuta delle strategie di valutazione formativa.

In conclusione, in questo contributo abbiamo mostrato come una riprogettazione dell'item INVALSI in ottica di valutazione formativa, supportata dallo strumento teorico TRU, abbia permesso un'effettiva realizzazione delle strategie di valutazione formativa in classe. Tale risultato supporta la valutazione positiva della robustezza della sequenza didattica proposta, rispetto a una dimensione del modello di riferimento per la progettazione e la riflessione sull'implementazione.

Rispetto alle altre dimensioni, riteniamo che un ruolo decisivo, per quel che riguarda la significatività matematica dell'attività, è giocato dalla selezione del task: infatti, la scelta di un quesito INVALSI, è garanzia di significatività per il contenuto e robustezza nella formulazione. Tuttavia, per rispondere agli stimoli provenienti dalle altre quattro dimensioni del TRU, da tenere in considerazione per promuovere attività generative di un apprendimento significativo, è risultato necessario ristrutturare la presentazione del task, rendendolo un'attività esplorativa da proporre alla classe. Ci siamo qui concentrati sulla valutazione della bontà della progettazione esclusivamente riguardo la dimensione della valutazione formativa, ma già da questa analisi ci è risultato chiaro, sebbene non abbiamo portato risultati a sostegno, che un altro elemento è risultato essenziale per garantire la possibilità di realizzare una sequenza didattica capace di promuovere un apprendimento robusto: una cultura di classe preesistente che ha permesso agli studenti e al docente di prendere parte alle attività in una modalità concorde con i principi della valutazione formativa.

Riferimenti bibliografici

- Arcavi A. (1994), “Symbol sense: informal sense-making in formal mathematics”, *For the Learning of Mathematics*, 14 (3), pp. 24-35.
- Black P., William D. (2009), “Developing the theory of formative assessment”, *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21 (1), pp. 5-31.
- Collins A., Brown J.S., Newman S.E. (1989), “Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics!”, in L.B. Resnick (ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, pp. 453-494.
- Cusi A., Morselli F., Sabena C. (2017), “Promuovere strategie di valutazione formativa in Matematica con le nuove tecnologie: l’esperienza del progetto FaSMEd”, *Annali online della Didattica e della Formazione Docente*, 9 (14), pp. 91-107.
- Hattie J., Timperley H. (2007), “The power of feedback”, *Review of Educational Research*, 77 (1), pp. 81-112.
- Jaworski B. (2006), “Theory and practice in mathematics teaching development: critical inquiry as a mode of learning in teaching”, *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9 (2), pp. 187-211.
- Morselli F., Boero P. (2010), “Proving as a rational behaviour: Habermas’ construct of rationality as a comprehensive frame or the teaching and learning of proof”, in V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne, F. Arzarello (eds.), *Proceedings of CERME 6, 6th Congress of European Research in Mathematics Education*, Institut National de Recherche Pédagogique , Lyon, pp. 211-220.
- Schoenfeld A.H., The Teaching for Robust Understanding Project (2016), *An Introduction to the Teaching for Ro-*

- bust Understanding (TRU) Framework*, Graduate School of Education, Berkeley, retrieved from <http://map.mathshell.org/trumath.php>.
- William D., Thompson M. (2007), “Integrating assessment with instruction: What will it take to make it work?”, in C.A. Dwyer (ed.), *The future of assessment: Shaping teaching and learning*, Routledge, New York, pp. 53-82.

2. La costruzione del curricolo scientifico a partire da un'esperienza di maker education

di Laura Castellana, Teresa di Tullio

Il curricolo di istituto rappresenta per la scuola uno strumento fondamentale per la pianificazione e l'implementazione dell'offerta formativa in grado di rispondere alle esigenze individuali degli studenti. Oltre a definire gli standard di apprendimento e le competenze chiave da sviluppare, il curricolo di istituto svolge un ruolo chiave nel preparare gli studenti per il futuro, garantendo un apprendimento significativo, inclusivo e orientato al futuro.

Questo lavoro presenta la sperimentazione di un curricolo scientifico a partire da un'esperienza di *maker education* in cui le piccole studentesse e i piccoli studenti della scuola primaria hanno partecipato a una serie di attività di *maker education* incentrate su progetti STEAM.

La *maker education* sta guadagnando terreno a livello globale come un dinamico movimento culturale ed educativo. La sua forza risiede nell'uso innovativo di strumenti digitali, intrecciando approcci ludici e creativi con attività scientifiche che traggono ispirazione dal Design industriale e dall'Ingegneria.

Un sostenitore di spicco di questa tendenza, Blikstein (2013), evidenzia come i processi di ideazione e progettazione intrinseci a questo approccio riecheggino i concetti fondamentali del costruzionismo papertiano (Papert, 1994), radicandosi nel contempo nell'attivismo pedagogico di figure come Dewey e Montessori. In questo contesto, gli studenti, nel ruolo di *makers*, edificano attivamente ed esperienzialmente la propria comprensione attraverso attività pratiche. Queste attività fondono abilità manuali con l'applicazione di competenze digitali, orientate alla risoluzione di problemi aperti che si ispirano a scenari quotidiani e alla creazione di manufatti tangibili o digitali.

La *maker education* individua nelle discipline STEM (Scienza, Tecnologia, Ingegneria e Matematica) e nella loro evoluzione STEAM, che include anche le materie artistiche, il principale canale di diffusione all'interno degli istituti scolastici, integrandosi con le materie curricolari tradizionali. Ciò che accomuna le attività è la sinergia tra oggetti fisici e tecnologie o applicazioni digitali, che si manifesta principalmente in due modalità: l'impiego di tecnologie digitali per la fabbricazione di oggetti fisici, oppure la creazione di oggetti che integrano componenti tecnologici (Godhe *et al.*, 2019).

Questo approccio, noto come DIY (*Do it yourself*), promuove la creazione e la sperimentazione di artefatti con la programmazione e la produzione manuale, incoraggiando esperienze di esplorazione e manipolazione del mondo fisico supportate dalle tecnologie.

L'approccio STEAM permette di integrare le discipline tradizionali della Scienza, della Tecnologia, del-

l’Ingegneria e della Matematica con l’Arte e il Design, promuovendo un apprendimento interdisciplinare e una visione olistica delle conoscenze e delle competenze. L’analisi dei dati INVALSI ha guidato le scelte progettuali da destinare alle classi coinvolte nella sperimentazione, conseguendo un duplice risultato: il miglioramento dei risultati di apprendimento degli studenti e la creazione di contesti didattici stimolanti e coinvolgenti.

The school curriculum represents a fundamental tool for planning and implementing the educational offer capable of responding to the individual needs of the students. As well as defining learning standards and key skills to develop, the institution’s curriculum plays a key role in preparing students for the future by ensuring meaningful, inclusive and future-oriented learning.

This work presents the experimentation of a scientific curriculum starting from a maker education experience in which young primary school students participated in a series of maker education activities focused on STEAM projects.

Maker education is gaining ground globally as a dynamic cultural and educational movement. Its strength lies in the innovative use of digital tools, weaving together playful and creative approaches with scientific activities inspired by industrial design and engineering. A prominent advocate of this trend, Blikstein (2013), highlights how the intrinsic processes of ideation and design within this approach echo the fundamental concepts of Papertian constructivism (Pap-

ert, 1994), while also being rooted in the pedagogical activism of figures such as Dewey and Montessori. In this context, students, in their role as makers, actively and experientially build their understanding through practical activities. These activities blend manual skills with the application of digital competencies, oriented towards solving open-ended problems inspired by everyday scenarios and the creation of tangible or digital artifacts. Maker education identifies the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) disciplines and their evolution into STEAM, which also includes artistic subjects, as the primary channel for dissemination within educational institutions, integrating with traditional curricular subjects. What unites these activities is the synergy between physical objects and technologies or digital applications, which mainly manifests in two ways: the use of digital technologies for the fabrication of physical objects, or the creation of objects that integrate technological components (Godhe et al., 2019). This approach, known as DIY (Do It Yourself), promotes the creation and experimentation of artifacts through programming and manual production, encouraging experiences of exploration and manipulation of the physical world supported by technologies.

The STEAM approach allows teachers to integrate the traditional disciplines of Science, Technology, Engineering and Mathematics with Art and Design, promoting interdisciplinary learning and a holistic vision of knowledge and skills. The INVALSI data analysis guided the design choices to be allocated to the class-

es involved in the experimentation, achieving a double result: the improvement of the students' learning results and the creation of stimulating and engaging teaching contexts.

1. Introduzione

Le Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell’infanzia e del primo ciclo di istruzione, pubblicate nel 2012, rappresentano la mappa didattico-disciplinare su cui i docenti tracciano percorsi formativi e lo strumento attraverso cui la scuola costruisce, nell’ambito dell’autonomia, il curricolo di istituto, ovvero la propria carta di identità didattica.

L’elaborazione del curricolo di istituto è il terreno su cui si misura concretamente la capacità progettuale di ogni singola istituzione scolastica autonoma, con gli opportuni adattamenti al contesto e ai bisogni degli allievi (Cerini, 2011).

L’esigenza di evitare disconnessioni tra i diversi livelli scolastici e assicurare una progressione logica delle competenze è comune a tutte le scuole e richiede uno strumento in grado di garantire coerenza e continuità nell’esperienza di apprendimento degli studenti. Per questo è necessario elaborare un curricolo che, oltre a ridurre le disparità tra le pratiche di insegnamento degli insegnanti, garantendo che tutti gli educatori siano allineati sugli obiettivi di apprendimento e sulle aspettative, possa essere una base per la valutazione continua e il miglioramento delle pratiche didattiche con

l’obiettivo di rendere sempre più efficace il processo educativo. Tuttavia, il curricolo è spesso la sommatoria dei programmi, piuttosto che lo strumento per definire l’articolato processo delle tappe e delle scansioni dell’apprendimento (De Mauro, 2001).

La diversificazione dei curricoli per livelli di istruzione riflette la complessità dello sviluppo degli studenti e si adatta alle loro esigenze evolutive, garantendo che l’apprendimento sia efficace, significativo e progressivo nel corso del tempo. In particolare, focalizzando l’attenzione sul segmento scolastico in cui si svolge il presente lavoro, nella scuola dell’infanzia e primaria si assiste a curricoli centrati sull’allievo o sul problema: il primo tiene conto dei bisogni, delle capacità, degli obiettivi di ciascun discente e richiede all’insegnante un lavoro meticoloso per la ricerca dei materiali adatti ai diversi bisogni di apprendimento; il secondo, promuovendo la capacità di problem solving e di sviluppo della creatività, è strutturato in modo che l’allievo utilizzi conoscenze già acquisite per individuare possibili soluzioni, modificare le proprie capacità, scoprire nuove conoscenze, consolidare ciò che ha già appreso.

Come scegliere l’approccio da seguire per costruire un curricolo? Quali sono le direttive di sviluppo di un curricolo? Quale ruolo assegnare agli elementi strutturali di un curricolo? Quale peso attribuire all’insegnamento e all’apprendimento?

Per rispondere a queste domande è necessario che l’istituzione scolastica che intende costruire un curricolo effettivamente agito nelle classi si muova in tre direzioni: formativa, epistemologica e organizzativa.

Definire in modo chiaro un orientamento formativo che includa gli obiettivi di apprendimento, le metodologie di insegnamento e le valutazioni è funzionale alla scelta condivisa di progetti di istituto e alla loro integrazione nel curricolo. Ciò è strettamente connesso alla selezione e presentazione delle conoscenze e delle competenze, ovvero alla direzione epistemologica del curricolo. Infatti, attraverso la valorizzazione dei dati delle prove INVALSI è possibile avviare un ripensamento disciplinare orientato a un approccio equilibrato e completo all'apprendimento.

La direzione formativa ed epistemologica non può prescindere da quella organizzativa che passa attraverso l'integrazione delle dotazioni tecnologiche nelle metodologie della didattica. Si tratta di arricchire il curricolo di un approccio operativo finalizzato all'apprendimento organizzativo, attraverso il quale pratiche di lavoro positive di alcuni docenti diventano patrimonio riconosciuto dell'intero gruppo dei docenti, o di un sottogruppo, e determinano il vero cambiamento nelle prassi lavorative.

L'idea è di sperimentare come un'esperienza di *maker education* possa essere utilizzata come fondamento per la costruzione di un curricolo scientifico basato su attività STEAM nella scuola primaria, fornendo un contesto di apprendimento coinvolgente e interdisciplinare.

La *maker education* si sta affermando in modo progressivo come un vivace movimento culturale e didattico, capace di coniugare approcci ludici e creativi con attività di natura scientifica e tecnologica.

Fondandosi sui processi di ideazione e progettazione che ricordano il costruttivismo di Papert (1994) e l’attivismo pedagogico di Dewey e Montessori, questo paradigma educativo sfrutta in modo innovativo strumenti digitali, integrandoli con abilità manuali e sperimentazioni concrete.

Come sottolineato da Blikstein (2013), gli studenti-*makers* non si limitano a eseguire istruzioni, ma costruiscono attivamente la propria comprensione attraverso progetti aperti, ispirati a scenari reali e orientati alla realizzazione di manufatti tangibili o virtuali. Il cuore della *maker education* risiede nella sinergia tra oggetti fisici e tecnologie digitali: da un lato, l’uso di stampanti 3D, laser cutter e altre macchine controllate da computer per dar forma a prototipi; dall’altro, l’integrazione di sensori, microcontrollori e interfacce di programmazione all’interno di artefatti interattivi (Godhe *et al.*, 2019).

Questo “Do it yourself” avanzato non soltanto favorisce lo sviluppo di competenze STEM – ora evolute in STEAM per includere anche le discipline artistiche – ma promuove anche un atteggiamento di esplorazione, sperimentazione e problem solving che trova naturale collocazione all’interno del curricolo scientifico.

Nel presente lavoro, il percorso di *maker education* viene articolato come fulcro di un curricolo scientifico costruito “sul campo”, in cui sperimentazione e progettazione curricolare risultano processi interdipendenti. Attraverso l’analisi di un’esperienza laboratoriale condotta presso il nostro istituto, mostreremo come la pratica *maker* non sia un semplice strumento

aggiuntivo, bensì una modalità integrata di apprendimento che, alimentando la curiosità e la creatività, definisce e rinnova i contenuti e le competenze del curricolo stesso.

2. Impianto e struttura del curricolo

L’obiettivo di questo lavoro è costruire il curricolo di istituto dell’area scientifica, basato sulle STEAM, in modo da avere da un lato una cornice didattica in cui sviluppare attività in grado di migliorare il coinvolgimento e rendimento degli studenti e dall’altro realizzare l’integrazione di diverse attività e discipline. Nel modello proposto, la sperimentazione didattica e la costruzione del curricolo non sono fasi successive o meramente propedeutiche l’una all’altra, bensì processi strettamente interconnessi e reciprocamente generativi. Da un lato, un curricolo definito fornisce il quadro di riferimento entro cui selezionare, contestualizzare e valutare nuove pratiche di *maker education*; dall’altro, è proprio attraverso la sperimentazione che emergono bisogni, competenze e metodologie che arricchiscono e orientano la revisione e l’ampliamento del curricolo stesso. In tale ottica, sperimentazione e progettazione curricolare si alimentano a vicenda: il curricolo abilita e guida le sperimentazioni, mentre i risultati di queste ultime offrono evidenze empiriche indispensabili per strutturare un curricolo realmente aderente alle esigenze degli studenti e alle sfide dell’educazione scientifica.

L'idea di sperimentare modalità più efficaci e stimolanti per l'insegnamento di queste discipline, anche secondo approcci interdisciplinari, trova il suo fondamento nella convinzione che la complessità delle attuali sfide può essere affrontata attraverso una prospettiva interdisciplinare, in grado di integrare e contaminare abilità provenienti da discipline diverse (Scienza e Matematica con Tecnologia e Ingegneria) intrecciando teoria e pratica per lo sviluppo di nuove competenze, anche trasversali. Tutte le discipline contribuiscono allo sviluppo delle conoscenze matematiche, scientifiche e tecnologiche, nonché delle competenze attese STEM, favorendo il passaggio dal paradigma STEM a quello olistico di STEAM (fig. 1).

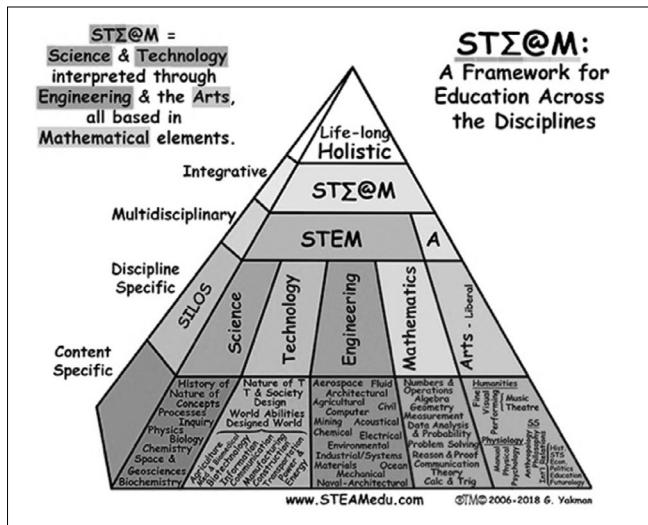


Fig. 1 – La piramide STEAM mostra l'approccio integrato all'apprendimento che unisce Scienza, Tecnologia, Ingegneria, Arte e Matematica

Pertanto, si è proceduto alla definizione della struttura del curricolo attraverso:

- l'individuazione delle competenze con annessi obiettivi, lessico specifico, conoscenze, pianificazione delle attività, modalità di valutazione;
- la descrizione delle pratiche didattiche associate alla competenza individuata;
- la proposta di possibili azioni da parte del docente;
- la segnalazione dei nodi concettuali articolata in ipotesi di cause e intervento per la correzione;
- la connessione con altre competenze, specificando sia le discipline connesse sia le attività trasversali;
- l'elenco delle risorse di supporto.

Di seguito è riportato un estratto del curricolo realizzato, in cui viene fissata la competenza “eseguire procedure per realizzare prodotti”.

In fig. 2 si osserva come la prospettiva di arricchire la competenza con obiettivi, lessico specifico, conoscenze, pianificazione e valutazione contribuisce a una progettazione più efficace delle lezioni, facilita la comprensione e l'applicazione del contenuto, e sostiene il successo degli studenti nel raggiungere gli obiettivi di apprendimento prefissati.

| Competenza: eseguire procedure per realizzare prodotti | | | |
|--|---|--|--|
| Obiettivi | Lessico specifico | Conoscenze | Pianificazione |
| <ul style="list-style-type: none"> Riconoscere e risolvere problemi di vario genere, individuando le strategie appropriate e giustificandone il procedimento seguito (competenza Matematica e Tecnologica) Utilizzare le nuove tecnologie e svolge semplici attività Scrivere un semplice programma per realizzare un oggetto creativo (competenza digitale) Acquisire l'informazione Riconoscere e correggere gli errori (imparare a imparare) Risolvere problemi che si incontrano nel gruppo (competenze sociali e civiche: collaborare e partecipare) Essere in grado di interagire nel gruppo (competenze sociali e civiche: collaborare e partecipare) | <p>Lingaggio di programmazione</p> <ul style="list-style-type: none"> Lingua semplice e visuale (Scratch) Lingua semplicificata del linguaggio C (Arduino) <p>Controllo del robot, schede e cablaggio</p> <p>Trasduttori e sensori di Arduino</p> <p>Conoscenza e controllo dei kit robotici Arduino</p> <p>Ingressi digitali e analogici</p> <p>Interazione tra linguaggio di programmazione e controllo</p> <p>Costituti fondamentali del linguaggio di programmazione</p> | <p>Concepto di algoritmo e diagrammi di flusso</p> <ul style="list-style-type: none"> Schemi a blocchi funzionali I cicli, le procedure e le variabili iconiche del robot LEGO Controllo del robot, schede e cablaggio Trasduttori e sensori di Arduino Conoscenza e controllo dei kit robotici Arduino Ingressi digitali e analogici Interazione tra linguaggio di programmazione e controllo Costituti fondamentali del linguaggio di programmazione <p>Fase “Usa”: gli studenti utilizzano i lavori prodotti di qualcun altro per imparare a prendere confidenza con l’ambiente e monitorarsi al suo uso;</p> <p>Fase “Modifica”: gli studenti provano a rielaborare il lavoro già pronto, o modificando qualcosa o scrivendo nuovi pezzi di codice, per comprendere i concetti su cui si basa il programma;</p> <p>Fase “Crea”: gli studenti si settiranno incoraggiati a realizzare un proprio progetto, utilizzando quanto appreso in precedenza;</p> <p>Fase “Condividi”: gli studenti metteranno a disposizione degli altri il proprio remix (frutto delle tre prime fasi) oppure un prodotto originale (frutto della sola terza fase) per consentire agli altri di apprendere e crescere insieme</p> | <p>Questionari, osservazioni nei contesti operativo e valutazioni del prodotto creato saranno utilizzati per la capacità di progettare un percorso;</p> <p>le abilità costruttive e manuali: costruire un robot capace di eseguire un compito specifico;</p> <p>la capacità di costruire sequenze di programmazione corrette rispetto a uno specifico task;</p> <p>la capacità di risolvere problemi</p> <p>la capacità di lavorare in gruppo e di rispettare gli altri, mettendo a disposizione le proprie competenze, abilità e conoscenze;</p> <p>partecipazione alle attività proposte</p> |
| <ul style="list-style-type: none"> Familiarizzare con un linguaggio di programmazione particolarmente semplice e versatile che si presti a sviluppare il gusto per l'ideazione e la realizzazione di progetti Pianificare e sviluppare una sequenza di istruzioni comprensibili da parte di un sistema informatico per risolvere un determinato problema o svolgere un compito specifico Programmare ambienti, informatici e elaborare semplici istruzioni per controllare il comportamento di un elemento Acquisire i concetti fondamentali di “Input”-“Processo”-“Output” in un sistema informatico Saper individuare problematiche hardware e software in caso di funzionamento non corretto di una procedura e/o di un robot (strategie problem solving) Capacità di collaborazione e di lavoro in gruppo Prevedere le conseguenze di decisioni o comportamenti | <ul style="list-style-type: none"> Concetto di algoritmo e diagrammi di flusso Schemi a blocchi funzionali I cicli, le procedure e le variabili iconiche del robot LEGO Controllo del robot, schede e cablaggio Trasduttori e sensori di Arduino Conoscenza e controllo dei kit robotici Arduino Ingressi digitali e analogici Interazione tra linguaggio di programmazione e controllo Costituti fondamentali del linguaggio di programmazione | <p>Fase “Usa”: gli studenti utilizzano i lavori prodotti di qualcun altro per imparare a prendere confidenza con l’ambiente e monitorarsi al suo uso;</p> <p>Fase “Modifica”: gli studenti provano a rielaborare il lavoro già pronto, o modificando qualcosa o scrivendo nuovi pezzi di codice, per comprendere i concetti su cui si basa il programma;</p> <p>Fase “Crea”: gli studenti si settiranno incoraggiati a realizzare un proprio progetto, utilizzando quanto appreso in precedenza;</p> <p>Fase “Condividi”: gli studenti metteranno a disposizione degli altri il proprio remix (frutto delle tre prime fasi) oppure un prodotto originale (frutto della sola terza fase) per consentire agli altri di apprendere e crescere insieme</p> | <p>Questionari, osservazioni nei contesti operativo e valutazioni del prodotto creato saranno utilizzati per la capacità di progettare un percorso;</p> <p>le abilità costruttive e manuali: costruire un robot capace di eseguire un compito specifico;</p> <p>la capacità di costruire sequenze di programmazione corrette rispetto a uno specifico task;</p> <p>la capacità di risolvere problemi</p> <p>la capacità di lavorare in gruppo e di rispettare gli altri, mettendo a disposizione le proprie competenze, abilità e conoscenze;</p> <p>partecipazione alle attività proposte</p> |

Fig. 2 – Estratto del curriculum di istituto – sezione “individuazione delle competenze connessi obiettivi, lessico specifico, conoscenze, pianificazione delle attività, modalità di valutazione”

Collegare le pratiche didattiche come mostrato in figura 3 incoraggia gli insegnanti a riflettere sulle metodologie utilizzate e adattarle in base ai risultati dell'apprendimento degli studenti. La riflessione continua promuove l'efficacia dell'insegnamento nel tempo; analogamente, specificare le azioni del docente come in figura 4 serve per orientare l'insegnamento verso approcci che coinvolgono attivamente gli studenti nel processo di apprendimento.

- Incoraggiare gli allievi quando sperimentano un insuccesso
- Rinforzare positivamente l'impegno e i buoni risultati di ognuno
- Cercare di mantenere gli impegni presi con gli allievi
- Curare la relazione con gli allievi ritenendo che anche questo abbia un'influenza sul loro rendimento
- Invitare gli allievi a porre domande durante o alla fine delle spiegazioni
- Prima di una verifica spiegare agli allievi le condizioni del compito
- Cercare di capire gli stati d'animo, le esperienze di vita e le motivazioni degli allievi
- Usare l'osservazione per identificare i bisogni di apprendimento degli allievi
- Durante le spiegazioni, se si coglie che gli allievi sono stanchi, creare uno stacco nel ritmo della lezione
- Inserire esperienze pratiche in classe o in laboratorio
- Preparare materiali differenziati in modo da permettere a ogni allievo di lavorare e imparare secondo un ritmo personale
- Organizzare lavori di gruppo
- Organizzare diversi gruppi in base alle capacità dei singoli allievi
- Definire diverse competenze da raggiungere in funzione dei bisogni degli allievi

Fig. 3 – Estratto del curricolo di istituto – Sezione “Descrizione delle pratiche didattiche associate alla competenza individuata”

- Incentivare l'attenzione, la motivazione, la partecipazione alle attività
- Potenziare la collaborazione
- Potenziare le strategie di problem solving e la meta-riflessione
- Utilizzare in modo creativo le tecnologie digitali per trarne vantaggi sia sul piano delle abilità generali che specifiche
- Modificare l'ambiente di apprendimento attraverso un consapevole e corretto utilizzo delle tecnologie digitali
- Creare un ambiente di apprendimento stimolante e collaborativo in modo da coinvolgere tutti gli alunni
- Realizzare una didattica inclusiva

Fig. 4 – Estratto del curricolo di istituto – Sezione “Azioni del docente”

Affinché la progettazione risulti organizzata e strutturata, non si può prescindere dall'evidenziare i nodi concettuali in cui si devono riscoprire stimoli, situazioni articolate e rivelatrici, ostacoli in grado di promuovere attraverso l'azione di insegnamento-apprendimento processi formativi. Il nodo concettuale oltre a essere connessione tra le discipline racchiude in sé la forza educativa. Pertanto, è necessario esplicitarlo nella duplice forma: ipotesi di cause e intervento per la correzione (fig. 5).

| Nodi concettuali | Nodi concettuali: ipotesi di cause | Nodi concettuali: intervento per la correzione |
|---|---|---|
| Strategie e tecniche per una lettura attiva | <ul style="list-style-type: none"> • Scarsa concentrazione e attenzione • Poca conoscenza del lessico specifico | <ul style="list-style-type: none"> • Favorire la comprensione di un testo , utilizzando strategie di lettura per ricavare le informazioni principali e rielaborarle. • Cogliere le informazioni anche implicite di un testo letto |
| Pianificazione e risoluzione | <ul style="list-style-type: none"> • Difficoltà a utilizzare le informazioni ricevute per pianificare le azioni da compiere per giungere alla soluzione • Difficoltà a risolvere situazioni problematiche mantenendo il controllo sia sul processo risolutivo, sia sui risultati • Difficoltà a rispettare i tempi | <ul style="list-style-type: none"> • Potenziare le attività di cooperative learning e tutoring per favorire il lavoro autonomo e l'autostima • Prendere consapevolezza che in molti casi i problemi possono essere affrontati con strumenti e strategie diverse e possono ammettere più soluzioni |
| Cooperare e lavorare nel piccolo gruppo | <ul style="list-style-type: none"> • Difficoltà a relazionarsi e a rispettare i ruoli • Mancata percezione soggettiva | <ul style="list-style-type: none"> • Predisporre attività, anche ludiche, basate sul principio di interdipendenza reciproca. • Favorire la condivisione della "leadership distribuita" e la responsabilità individuale e di gruppo |

Fig. 5 – Estratto del curricolo di istituto – Sezione “Individuazione dei nodi concettuali articolata in ipotesi di cause e intervento per la correzione”

| Competenza | Discipline connesse | Attività trasversali |
|--|---|---|
| <i>Imparare a imparare:</i> possiede un patrimonio di conoscenze e nozioni di base ed è in grado di ricerare e organizzare nuove informazioni. Partecipa attivamente alle attività portando il proprio contributo personale | • Italiano • Educazione civica • Matematica • Tecnologia | <ul style="list-style-type: none"> • Saper esprimere concetti, pensieri, fatti, opinioni, sentimenti in forma sia orale sia scritta • Elaborare e usare le conoscenze apprese • Reperire da solo strumenti o materiali necessari e usarli in modo produttivo • Organizzare il proprio apprendimento mediante una gestione efficace • Elaborare sequenze di azioni semplici per costituire l'oggetto e scrivere istruzioni dettagliate • Organizzare il proprio apprendimento; acquisire abilità di studio |
| <i>Conseapevolezza ed espressione culturale:</i> in relazione alle proprie potenzialità e al proprio talento si esprime negli ambiti che gli sono congeniali | • Italiano • Educazione civica | <ul style="list-style-type: none"> • Esprimere le proprie idee, esperienze, emozioni in una varietà di mezzi di comunicazione • Essere consapevole delle proprie capacità espresive • Sfruttare le proprie potenzialità per esprimersi |
| <i>Competenze sociali e civiche:</i> rispetta le regole condivise, collabora con gli altri per la costruzione del bene comune | • Educazione civica | <ul style="list-style-type: none"> • Condividere ciò che si è appreso • Collaborare e formulare richieste di aiuto • Rispettare le regole condivise • Rispettare i tempi assegnati e le fasi di lavoro previste |
| <i>Spirito di iniziativa e imprenditorialità:</i> dimostra originalità e spirito di iniziativa. Si assume le proprie responsabilità, chiede aiuto quando si trova in difficoltà e sa fornire aiuto a chi lo chiede | • Italiano • Matematica • Tecnologia • Educazione civica | <ul style="list-style-type: none"> • Reagire a proposte o esigenze con soluzioni divergenti • Prendere iniziative per migliorare il lavoro • Proporre idee e soluzioni • Planificare semplici progetti per raggiungere degli obiettivi • Assumersi le proprie responsabilità • Collaborare e formulare richieste di aiuto • Saper chiedere aiuto in caso di difficoltà • Offrire il proprio contributo |
| <i>Competenza digitale:</i> utilizza strumenti di comunicazione visiva e multimediale | • Italiano • Matematica • Tecnologia • Arte | <ul style="list-style-type: none"> • Esprimere e comunicare, nell'attuale società dell'immagine e delle TIC, utilizzando software che permettono di unire linguaggi diversi • Utilizzare le reti e gli strumenti informativi nelle attività di studio, ricerca e approfondimento disciplinare |

Fig. 6 – Estratto del curricolo di istituto – Sezione “Connessione con altre competenze, specificando sia le discipline connesse che le attività trasversali”

| Progetti | Progetto PON 10.2.2A-FSEPON-PU-2022-180 – “Laboratorio di robotica” Progetto “Più conosco meno consumo” di ENI Plenitude |
|---|--|
| Strumenti e materiali da utilizzare in classe | <ul style="list-style-type: none"> • LIM Computer • Kit Lego (Spike e Lego We Do) • IDE Arduino <ul style="list-style-type: none"> • Lego Education WeDo: un software di facile utilizzo, con icone per un ambiente di programmazione intuitivo che permette di programmare mediante una semplice interfaccia che utilizza il trascinamento (drag-and-drop). • Il software è compatibile con il linguaggio di programmazione Scratch. • Lego Spike Essential combina la programmazione a blocchi basata su icone e parole con un hardware semplice, che include un hub intelligente, motori, una matrice luce e un sensore di colore per dare vita ai concetti delle materie STEAM. Gli alunni si scambiano idee e sviluppano soluzioni creative attraverso tentativi ed errori mentre collaborano con i compagni • Il software Scratch: un linguaggio di programmazione che consente di elaborare storie interattive, giochi, animazioni, arte e musica. Inoltre si trasforma in stimolo agli alunni per trasformare in animazioni gli apprendimenti-argomenti di studio • Scratch è caratterizzato da una programmazione con blocchi grafici di costruzione, creati per adattarsi l'uno all'altro: solo se inseriti in una corretta successione (flow chart), evitando inesattezze nella sintassi, consentono ai ragazzi di veder “funzionare” il loro prodotto. Il linguaggio è ispirato alla teoria costruttivista dell'apprendimento e progettato per l'insegnamento della programmazione • Il software IDE di Arduino, che si basa sul linguaggio C++ e Java, alla scheda elettronica attraverso il codice di controllo con le istruzioni appropriate |
| Strumenti e materiali per il docente | Strumenti e materiali per il docente |

Fig. 7 – Estratto del curricolo di istituto – Sezione “Risorse di supporto”

La scelta di esplicitare nel curricolo la connessione con le altre competenze, come mostrato in figura 6, ha lo scopo di promuovere una prospettiva più completa e integrata dell'apprendimento, in grado di rendere attivi e significativi i contesti delle diverse discipline.

Infine, la pianificazione strategica e lo sviluppo di una progettualità efficace (fig. 7) passa attraverso la consapevolezza di tutte le risorse disponibili che favoriscono la distribuzione degli interventi didattici nel tempo e tra le discipline.

Questa struttura permette di supportare l'articolato processo delle scelte curricolari in funzione della competenza da sviluppare, offrendo al docente una prospettiva interdisciplinare e trasversale in cui adottare tutte le azioni di insegnamento necessarie alla progettualità.

3. Analisi dell'effetto scuola per la rilevazione dei bisogni formativi

L'aggiornamento annuale del PTOF di istituto è un processo cruciale per garantire che il piano sia sempre allineato alle esigenze degli studenti, alle dinamiche della comunità scolastica e agli obiettivi di apprendimento. Sebbene la varietà dei progetti contribuisca a stimolare l'ambiente educativo, a promuovere l'innovazione e a soddisfare le esigenze emergenti degli studenti, è importante valutare il peso di queste scelte sui risultati conseguiti nelle prove standardizzate, al netto del peso dei fattori esterni al di fuori del controllo di ciascuna istituzione scolastica. Per questo

l'INVALSI restituisce, oltre ai risultati assoluti, anche indicatori di valore aggiunto che esprimono l'effetto della scuola sul livello di apprendimento degli alunni, al netto dell'influenza esercitata da variabili come il background socio-economico-culturale e la preparazione pregressa. Tale indice è dato dalla differenza tra il risultato osservato degli alunni e il punteggio atteso in base ai fattori esogeni, sui quali la scuola non può intervenire, ovvero preparazione precedente degli studenti, contesto sociale individuale e generale (INVALSI, 2022).

Per valutare l'efficacia degli interventi posti in essere dal primo circolo E. De Amicis è stata considerata la valutazione congiunta dell'effetto scuola e del punteggio osservato come rappresentato in fig. 8.

Analizzando l'effetto scuola restituito dall'INVALSI per le classi quinte primaria dal 2017 al 2022 si rileva che, rispetto alla regione, l'apporto della scuola è nella media e i risultati sono accettabili; analogo risultato si conferma a livello di macro-area Sud, con l'eccezione del biennio 2018-2019 in cui si registrano apporto della scuola nella media e risultati buoni; rispetto alla nazione, l'apporto della scuola si mantiene nella media, mentre i risultati nel 2017 sono da migliorare, nel 2018 e 2019 sono buoni, nel 2021 sono accettabili e nel 2022 da migliorare. Ne consegue la necessità di investire in progetti specifici in grado di risolvere le difficoltà e affrontare le lacune nelle competenze attese.

| | Effetto scuola positivo | Effetto scuola leggermente positivo | Effetto scuola nella media nazionale | Effetto scuola leggermente negativo | Effetto scuola negativo |
|--|--|--|---|--|--|
| Punteggio osservato sopra la media | Apporto della scuola molto evidente Risultati buoni | Apporto della scuola evidente Risultati buoni | Apporto della scuola nella media Risultati buoni | Apporto della scuola non adeguato Risultati buoni | Apporto della scuola inadeguato Risultati buoni |
| Punteggio osservato nella media | Apporto della scuola molto evidente Risultati accettabili | Apporto della scuola evidente Risultati accettabili | Apporto della scuola nella media Risultati accettabili | Apporto della scuola non adeguato Risultati accettabili | Apporto della scuola inadeguato Risultati accettabili |
| Punteggio osservato sotto la media | Apporto della scuola molto evidente Risultati da migliorare | Apporto della scuola evidente Risultati da migliorare | Apporto della scuola nella media Risultati da migliorare | Apporto della scuola non adeguato Risultati da migliorare | Apporto della scuola inadeguato Risultati da migliorare |

Fig. 8 – Tavola di correlazione tra l'effetto scuola e il punteggio osservato

4. Dai dati INVALSI alla scelta progettuale

La sperimentazione ha preso avvio dalla restituzione dei dati INVALSI delle classi seconde dell'a.s. 2021/2022 in Matematica.

L'analisi rileva che le classi *201 e *206, delle figg. 9-11, hanno registrato il 56,1% e il 70,2% di risposte corrette, superiori alla media del campione statistico della regione di appartenenza, della macro-area geografica di riferimento, e del campione nazionale (fig. 9); i punteggi nei quattro ambiti di Matematica sono tutti superiori alla media (fig. 10); analogamente per i risultati relativi alle dimensioni, ad eccezione della classe *201 che riporta nella dimensione Risolvere problemi un punteggio del 43,3% contro il 44% di media nazionale (fig. 11).

La classe *204, nelle figg. 9-11, con il punteggio complessivo del 48,8% non si discosta in modo statisticamente significativo dalla percentuale di risposte corrette delle classi appartenenti al campione statistico della regione e della macro-area geografica, ma il risultato è inferiore al punteggio percentuale nazionale. Questa classe fa registrare negli ambiti Numeri e Dati e previsioni punteggi percentuali sotto la media nazionale, mentre in Spazio e figure e Relazioni e funzioni si registrano risultati sopra la media nazionale. I risultati relativi alle dimensioni di Matematica sono tutti inferiori alla media nazionale, ad eccezione della dimensione Risolvere problemi in cui il punteggio della classe supera del 3,9% quello medio nazionale.

| Classi/ Istituto | Media del punteggio percentuale al netto del cheating | Percentuale di partecipazione alla prova di Matematica | Esiti degli stu- denti al netto del cheating nella stessa scala del rapporto nazionale | Punteggio Puglia (50,2) | Punteggio Sud (50,9) | Punteggio Italia (49,8) | Punteggio percentuale osservato | Cheating in percentuale |
|---------------------|---|---|---|----------------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| *201 | 56,1 | 71,4 | 204,4 | ↑ | ↑ | ↑ | 56,2 | 0,1 |
| *202 | 44,5 | 72,2 | 186,3 | ↓ | ↓ | ↓ | 73,4 | 39,4 |
| *203 | 38,0 | 86,7 | 169,2 | ↓ | ↓ | ↓ | 38,2 | 0,4 |
| *204 | 48,8 | 100,00 | 188,7 | ↔ | ↔ | ↔ | 48,8 | 0,0 |
| *205 | 45,8 | 100,00 | 184,0 | ↓ | ↓ | ↓ | 45,8 | 0,0 |
| *206 | 70,2 | 72,2 | 231,8 | ↑ | ↑ | ↑ | 70,7 | 0,7 |
| Istituto | 50,0 | 83,7 | 192,8 | ↔ | ↔ | ↔ | 54,6 | 6,4 |

Fig. 9 – Punteggi percentuali generali di istituto e delle classi seconde nella prova INVALSI di Matematica a.s. 2021/2022

I risultati che si discostano in modo statisticamente significativo in negativo dal dato medio del campione regionale, della macro-area geografica di riferimento e del campione nazionale (fig. 9) sono ottenuti dalle classi *202, *203 e *205.

In particolare, in Numeri e Spazio e figure le tre classi registrano risultati inferiori alla media nazionale; nell'ambito Dati e previsioni solo la classe *202 riporta un punteggio percentuale superiore a quello nazionale, mentre l'ambito Relazioni e funzioni si presenta il più critico con 2,3% e 26,8% rispettivamente per le classi *202 e *203.

Dall'analisi dei risultati relativi alle dimensioni in Matematica, si evince che tutte le dimensioni sono critiche per le tre classi con l'eccezione della classe *204 che nella dimensione Conoscere riporta un punteggio uguale a quello del campione nazionale e con l'eccezione della *202 che nella dimensione Argomentare supera di 4,5% il punteggio dell'Italia.

A valle di questa analisi sono stati scelti tre progetti da svolgere in ciascuna classe. In particolare, nell'a.s. 2022/2023, ovvero quando le classi seconde analizzate sono diventate classi terze, il Collegio dei docenti ha proposto di sviluppare tre progetti in ambito STEM, ovvero una di *coding*, una di robotica educativa e l'altra con Arduino, tutte in grado di coinvolgere gli studenti in modo significativo e promuovere l'apprendimento attivo.

| Classi/Istituto | Punteggio medio | Numeri | Dati e previsioni | Spazio e figure | Relazioni e funzioni |
|-----------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| | Punteggio Italia | Punteggio Italia | Punteggio Italia | Punteggio Italia | Punteggio Italia |
| *201 | 50,9 | → | 64,9 → | 56,2 → | 54,9 |
| *202 | 46,2 | → | 48,2 → | 50,2 → | 2,3 |
| *203 | 30,7 | → | 34,5 → | 52,7 → | 26,8 |
| *204 | 43,9 | → | 42,3 → | 60,6 → | 38,5 |
| *205 | 45,5 | → | 48,9 → | 45,3 → | 46,2 |
| *206 | 70,3 | → | 68,7 → | 51,9 → | 40,0 |
| Istituto | 47,6 | | 48,4 → | 76,4 → | 49,7 |
| | | | | 57,5 | 36,3 |

Fig. 10 – Punteggi percentuali relativi agli ambiti di Matematica registrati dall’istituto e dalle classi seconde nella prova INVALSI di Matematica a.s. 2021/2022

| Classi/Istituto | Punteggio medio Conoscere | Punteggio Italia Conoscere | Punteggio medio Risolvere problemi | Punteggio Italia Risolvere problemi | Punteggio medio Argomentare | Punteggio Italia Argomentare |
|-----------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|
| *201 | 61,9 | → | 43,3 | → | 69,9 | |
| *202 | 46,7 | → | 39,4 | → | 51,3 | |
| *203 | 42,4 | → | 29,8 | → | 42,1 | |
| *204 | 49,7 | → | 47,9 | → | 46,2 | 46,8 |
| *205 | 53,7 | → | 53,6 | → | 27,5 | |
| *206 | 71,3 | → | 67,1 | → | 76,4 | |
| Istituto | 54,0 | | 43,4 | | 49,5 | |

Fig. 11 – Punteggi percentuali relativi alle dimensioni di Matematica registrati dall’istituto e dalle classi seconde nella prova INVALSI di Matematica a.s. 2021/2022

Questi progetti sono stati inseriti nel curricolo di istituto, facendo emergere sia gli elementi necessari per la realizzazione del percorso didattico che le peculiarità di ciascun progetto.

In particolare, il percorso con Arduino è stato progettato per potenziare la creatività, la risoluzione dei problemi e la comprensione pratica di concetti STEAM. Esso richiedeva competenze di base ben consolidate e la capacità di mobilitare conoscenze e abilità in contesti differenti. Pertanto, è stato il percorso dedicato alle classi *202 e *206.

Nella classe *204 è stato svolto il percorso di robotica educativa per consolidare la capacità di risolvere problemi attraverso l'utilizzo di robot programmabili. Esso si prestava ad affrontare sfide che richiedevano soluzioni logiche e scelta di sequenze di comandi appropriate.

Infine, le classi *202, *203, *205 hanno svolto il percorso di *coding* con Scratch, più intuitivo rispetto agli altri, perché basato su un linguaggio di tipo grafico, con un approccio visivo e immediato. Esso mirava a sviluppare la capacità di problem solving e la competenza dell'“imparare a imparare”.

5. Le attività in classe

I percorsi didattici hanno avuto come tema comune la sostenibilità e l’educazione ambientale perché oltre a offrire opportunità per l’apprendimento interdisciplinare e la comprensione delle interconnessioni tra le disci-

pline STEM, contribuisce a sviluppare, sin dalla scuola primaria, una consapevolezza precoce dei problemi ambientali e delle loro conseguenze. È stato realizzato un ecogioco (fig. 12), rifacendosi al modello del gioco dell'oca, per parlare di ambiente e per promuovere cambiamenti negli atteggiamenti e nei comportamenti sia a livello individuale che collettivo, avvicinando gli studenti al mondo della robotica e del pensiero computazionale, rendendoli capaci di districarsi abilmente in situazioni problematiche, costruendo algoritmi che diano soluzioni efficaci e funzionali.

Le classi *201 e *206 hanno costruito un algoritmo che viene trasmesso, utilizzando il software IDE, ad Arduino, una scheda elettronica di piccola dimensione dotata di una circuiteria e di un microcontrollore con cui gestire piccoli dispositivi di controllo che si basa sul linguaggio C++ e Java.

Prima si è partiti dalla creazione dell'ambientazione del gioco e dal definire con quali prodotti e materiali realizzarlo; in questa fase preparatoria i piccoli studenti hanno potuto dare voce alla creatività scegliendo, tra le tante proposte emerse, dopo un confronto vivace ma costruttivo, quella che più si adattava a una realizzazione tempestiva e funzionale all'obiettivo del gioco stesso: la scelta è stata di riprodurre il sistema solare. Divisi per gruppi, gli alunni delle classi si sono impegnati, utilizzando anche materiali di riciclo, a realizzare la base del gioco. Dopo la realizzazione grafica è stato scritto il diagramma di flusso che ha definito la struttura del gioco (per es. a quali caselle attribuire le domande, le penalità in caso di risposta errata o i bonus

in caso di risposta esatta) e che ha permesso di procedere con la fase di programmazione vera e propria, cioè la scrittura del codice.

L'algoritmo ha visto la programmazione di:

- un mini-lettore mp3, con ingresso per una micro schedina SD (fig. 13) su cui sono stati caricati separatamente i file audio delle registrazioni con le voci dei bambini per i numeri da 1 a 6 del dado, le domande per le singole caselle del percorso e le risposte “vero” o “falso” con le indicazioni per poter proseguire nel gioco;
- alcune caselle con di fianco un pulsante che pigiato consente la riproduzione dei quesiti a tema “risparmio energetico”;
- due pulsanti (fig. 13) vero o falso, indicati sul gioco con le lettere V e F, che selezionati esprimono l'esattezza o meno della risposta e danno indicazioni su come proseguire;
- un pulsante che rappresenta il dado (fig.13) e che pigiato, in modalità random, legge un numero da 1 a 6 proprio come se si sia lanciato un dado;
- un mini-speaker per consentire alle voci di essere udibili. Attraverso i pulsanti, posti accanto alle caselle del percorso, si ascolta la domanda a cui si risponde azionando i tasti di vero/falso; ascoltata la risposta il gioco prosegue.

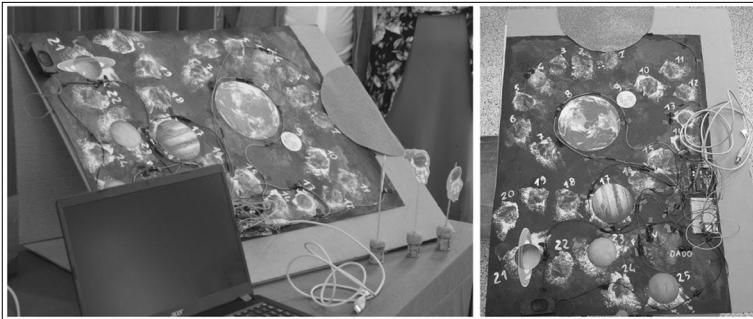


Fig. 12 – Ecogioco realizzato con Arduino sul modello del gioco dell’oca

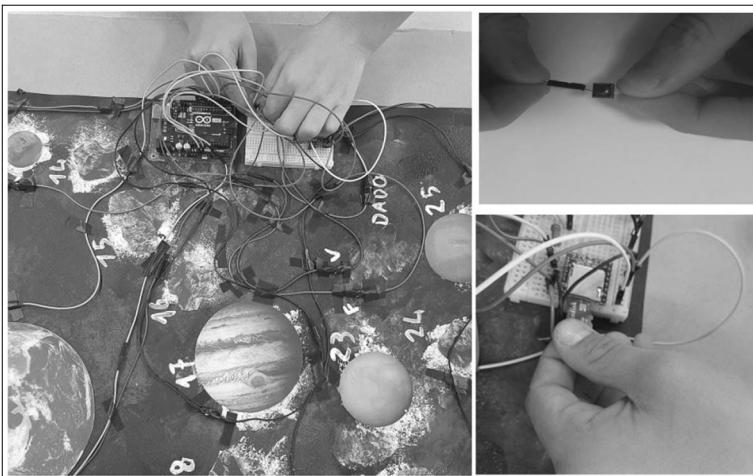


Fig. 13 – Pulsanti “V/F” e pulsante “dado”, per interagire con il gioco, collegati a un mini-lettore mp3, con ingresso per una micro-schedina SD su cui sono stati caricati file audio di suoni e registrazioni

Le classi *202, *203 e *205 hanno realizzato l’ecogioco con Scratch, un ambiente di programmazione gratuito con un linguaggio di tipo grafico che utilizza

una metodologia a blocchi per insegnare la programmazione agli studenti. Lo schema del gioco è disponibile al link <https://scratch.mit.edu/projects/845514584>.

Inizialmente è proceduto con la realizzazione dello sfondo, inserendo il modello “Galaxy” presente nel programma (fig. 14) e con la realizzazione del percorso del gioco composto da un primo quadrato più altri 21, ottenuti semplicemente copiando e incollando il primo, fino a ottenere la forma desiderata. Si è quindi inserito in ciascun quadrato una casella di testo dove è stato scritto un numero crescente da 1 a 22.

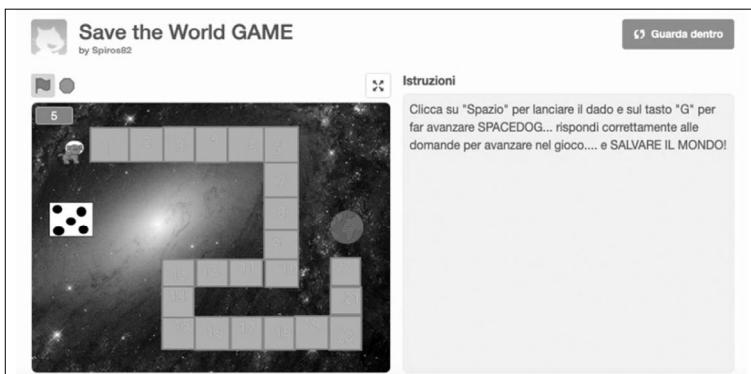


Fig. 14 – Ecogioco realizzato con Scratch sul modello del gioco dell’oca

Successivamente si è passati alla fase di programmazione scegliendo uno Sprite (fig. 15) che assume il ruolo di pedina, in questo caso il cagnolino, e un altro Sprite che funge da “Arrivo”, il pianeta Terra. È stato poi creato lo Sprite “Dado”, composto da 6 costumi, uno per ogni faccia, che sono stati numerati da uno a sei. Per la programmazione del dado è stata creata

una variabile “numero dado” e alla pressione del dado “spazio” si doveva ottenere come valore un numero a caso tra 1 e 6, inoltre, a seconda del numero, doveva comparire il costume corrispondente.

La “pedina” (cane spaziale) invece è stata programmata utilizzando le posizioni “assolute” di ogni casella (oltre che della partenza) indirizzate mediante un’altra variabile chiamata “passo personaggio” collegata a sua volta mediante il pulsante “g” alla variabile “numero dado”.

Le domande sono state inserite in corrispondenza di alcune caselle e, a seconda che la risposta data sia giusta o sbagliata, la pedina avanza o arretra di un numero stabilito di caselle.

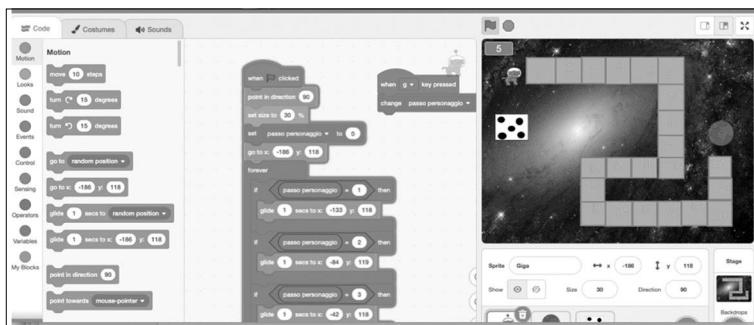


Fig. 15 – Istruzioni per la programmazione a blocchi dell’ecogioco

Infine, l’attività sulla robotica educativa, sperimentata nella classe *204, è stata realizzata utilizzando il kit Lego WeDo. Con i mattoncini LEGO inclusi nel kit sono stati costruiti diversi modelli meccanici e robotici legati all’ecologia, come animali, piante, ecosistemi,

veicoli ecologici, turbine eoliche, pannelli solari. Una volta costruito il modello, i bambini, sotto la guida dell'insegnante, hanno integrato sensori e motori Lego WeDo per rendere il loro modello interattivo e funzionale. A titolo di esempio, hanno utilizzato un sensore di luce per attivare un modello solare quando rileva la luce del sole, o un sensore di movimento per far muovere un animale robotico quando viene rilevato un movimento (fig. 16).



Fig. 16 – Esempi di modelli meccanici e robotici realizzati con Lego WeDo

I bambini hanno avuto la possibilità di lavorare per compiti situati, aperti e autentici, attivando processi di progettazione, produzione e confronto che vanno a colmare la distanza tra vita reale e proposte didattiche tradizionali (Dewey, 2004; Doppelt, 2009). Aspetto nuovo e rilevante delle attività è stata la molteplicità delle soluzioni che, oltre a creare momenti di apprendimento attivo, rappresentano veri e propri spazi esplorativi e creativi. Infatti, quando una situazione problematica si presta a diversi approcci risolutivi, il processo di ap-

prendimento si sviluppa per prove ed errori e si creano le condizioni ideali per lo sviluppo della creatività e delle *life skills* (Sala *et al.*, 2020), utili a gestire le sfide e i cambiamenti della vita personale e professionale (Bocconi, Kampylis e Punie, 2012; Bombieri e Giusti, 2021). Le piccole studentesse e i piccoli studenti, nella veste di *makers*, hanno costruito in modo attivo ed esperienziale le proprie conoscenze attraverso attività pratiche in grado di combinare le abilità manuali con l'esercizio di competenze digitali, mirate alla soluzione di problemi aperti ispirati alla vita quotidiana e alla creazione di artefatti ludici e creativi (Repetto, 2020). Sono questi gli elementi caratterizzanti la *maker education* che rappresenta lo sfondo pedagogico di STEM e STEAM.

6. Risultati e sviluppi futuri

La sperimentazione svolta ha permesso il ripensamento del percorso di insegnamento e apprendimento nell'area scientifica, attraverso una progettazione flessibile e una didattica per competenze in grado di integrare efficacemente le tecnologie, con l'obiettivo di gestire e integrare la complessità degli attuali contesti scolastici. Queste attività sono spesso considerate per addetti alla tecnologia e pertanto rimangono appannaggio di pochi insegnanti e un'offerta formativa rivolta solo a qualche classe. La sperimentazione ha evidenziato che è strategico inserire queste attività nel curriculum scolastico, perché coinvolgono tutti gli studen-

ti, demistificano campi del sapere considerati difficili (Robotica, Matematica), aiutano gli studenti a capire il funzionamento di oggetti e processi di vita quotidiana e a sviluppare capacità di problem solving (Xenos *et al.*, 2017). I risultati complessivi di apprendimento registrano un miglioramento, come mostrato in fig. 17 e sono espressi con gli indicatori di livello “in via di prima acquisizione”, “base”, “intermedio”, “avanzato”, come previsto per la valutazione nella scuola primaria.

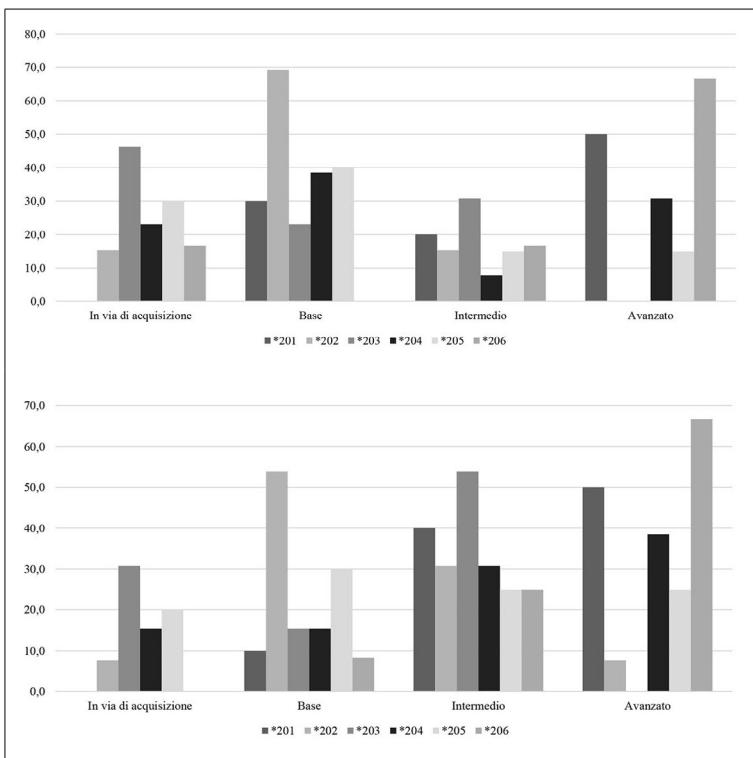


Fig. 17 – Confronto tra la valutazione degli apprendimenti in Matematica al termine del II quadrimestre nell'a.s. 2021/2022 e analoga valutazione al termine dell'a.s. 2022/2023

| Domanda | Arduino | | | Robotica educativa | | | Scratch | | |
|--|------------|------|-------|--------------------|------|-------|------------|------|-------|
| | Per niente | Poco | Molto | Per niente | Poco | Molto | Per niente | Poco | Molto |
| Quanto ti ha interessato/a l'attività? | 1,0 | 5,0 | 94,0 | 0,0 | 5,0 | 95,0 | 0,0 | 1,0 | 99,0 |
| Ti sei divertito/a? | 0,0 | 5,0 | 95,0 | 1,0 | 2,0 | 97,0 | 0,0 | 1,0 | 99,0 |
| Vorresti svolgere altre attività simili? | 0,0 | 5,0 | 95,0 | 1,0 | 5,0 | 94,0 | 1,0 | 2,0 | 97,0 |
| Hai appreso nuovi argomenti? | 0,0 | 5,0 | 95,0 | 2,0 | 5,0 | 93,0 | 4,0 | 3,0 | 93,0 |
| È stato difficile svolgere l'attività? | 2,0 | 5,0 | 93,0 | 2,0 | 6,0 | 92,0 | 0,0 | 3,0 | 97,0 |

Fig. 18 – Risultati del monitoraggio sul gradimento delle attività sperimentate

Al termine del II quadrimestre dell'a.s. 2022/2023, ovvero al termine delle sperimentazioni svolte, la percentuale di alunni nel livello “in via di prima acquisizione” e “base” risulta diminuito rispetto alle valutazioni in Matematica al termine dell'a.s. precedente; mentre la percentuale nel livello “intermedio” e “avanzato” risulta aumentata. Positiva è anche la percezione delle attività da parte degli alunni. Si tratta di un aspetto rilevante nella scelta delle progettazioni, poiché le attività motivanti e coinvolgenti stimolano gli studenti a essere attivi partecipanti nel processo di apprendimento che diventa significativo e duraturo.

Nonostante l'evidente mancanza di linee guida su come integrare le attività di coding e robotica nella didattica ordinaria e le difficoltà nel valutare le complesse competenze stimolate da queste nuove pratiche (Scrpanti, Miotti e Monteriù, 2021), l'intera sperimentazione dimostra che un punto di partenza è identificare nove categorie per un curriculum integrato STEM di qualità (Walker *et al.*, 2018): un contesto motivante e coinvolgente, una sfida di progettazione tecnologica, l'integrazione di contenuti scientifici, l'integrazione della Matematica, strategie didattiche incentrate sullo studente, il lavoro di squadra, la comunicazione, l'organizzazione, la performance e la valutazione formativa.

La misura della valenza didattica della sperimentazione in termini di ricaduta a lungo termine sarà oggetto di indagine successiva e avrà come obiettivo principale quello di analizzare i risultati che le classi arruolate nella sperimentazione otterranno al termine

della classe terza, quarta e nelle prove INVALSI quando saranno in classe quinta.

Riferimenti bibliografici

- Bocconi S., Kampylis P., Punie Y. (2012), *Innovating Learning: Key Elements for Developing Creative Classrooms in Europe*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Bombieri L., Giusti T. (2021), “Potenziare la creatività attraverso il makerspace”, *Book of Abstract Convegno nazionale Interazione Bambini-Robot 2021 (IBR21)*, testo disponibile al sito: <https://www.boa.unimib.it/retrieve/e39773b8-89e7-35a3-e053-3a05fe0aac26/IBR21-book-of-abstract.pdf>, data di consultazione 12/9/2025.
- Cerini G. (2011), *Dalle Indicazioni al curricolo*, Tecnodid, Napoli.
- De Mauro T. (2001), “Indirizzi per l’attuazione del curricolo”, in G. Cerini, I. Fiorin, *I curricoli della scuola di base. Testi e commenti*, Tecnodid, Napoli, pp. 24-25.
- Dewey J. (2004), “My pedagogic creed”, in D.J. Flinders, S.J. Thornton (eds.), *The curriculum studies Reader*, Routledge, New York, pp. 17-24.
- Doppelt Y. (2009), “Assessing creative thinking in design-based learning”, *International Journal of Technology and Design Education*, 19 (1), pp. 56-60.
- INVALSI (2022), *Rapporto prove INVALSI 2022*, testo disponibile al sito: <https://www.invalsiopen.it/risultati/risultati-prove-invalsi-2022/>, data di consultazione 12/9/2025.
- Repetto M. (2024), “La maker education come movimento a contrasto della povertà educativa”, *QTimes – webmagazine*, 12 (4).

- Sala A., Punie Y., Garkov V., Cabrera Giraldez M. (2020), *LifeComp: The European Framework for Personal, Social and Learning to Learn Key Competence*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Scrpanti L., Miotti B., Monteriù A. (2021), “Robotics in Education: A Smart and Innovative Approach to the Challenges of the 21st Century”, in D. Scaradozzi, L. Guasti, M. Di Stasio, B. Miotti, A. Monteriù, P. Blikstein (eds.), *Makers at School, Educational Robotics and Innovative Learning Environments. Lecture Notes in Networks and Systems*, Springer, Cham, p. 17.
- Walker W.S., Moore T.J., Guzey S.S., Sorge B.H. (2018), “Frameworks to develop integrated STEM curricula”, *K-12 STEM Education*, 4 (2), pp. 331-339.
- Xenos M., Yiannoutsou N., Griziotti M., Kynigos C., Nikitopoulou S. (2017), “Learning Programming with Educational Robotics: Towards an Integrated Approach”, in D. Alimisis, M. Moro, E. Menegatti (eds.), *Educational Robotics in the Makers Era. Edurobotics 2016. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Cham, pp. 215-222.

3. Come cambia la difficoltà percepita da un insegnante e dalla sua classe rispetto a uno stesso task matematico? Prime evidenze dai quesiti INVALSI di Matematica

di Bianca Nicchiotti, Camilla Spagnolo

Lo scopo di questa ricerca è indagare la difficoltà percepita da studenti e insegnanti rispetto a uno stesso task matematico. In questo contesto, presentiamo i primi risultati di parte di uno studio qualitativo più ampio focalizzandoci sugli studenti di una classe seconda della scuola secondaria di secondo grado e la loro insegnante di Matematica. I risultati mettono in evidenza le differenze rispetto alla difficoltà percepita dall'insegnante e dagli studenti della sua classe, facendo riferimento a due quesiti INVALSI di Matematica per il grado 10. In particolare, sono stati messi a confronto i fattori che influenzano la difficoltà percepita, mostrando somiglianze e differenze alla luce del rapporto di conoscenza reciproca che lega l'insegnante agli studenti della sua classe.

The aim of this research is to investigate students' and teachers' perceived difficulty with respect to the same mathematical task. In this context we present the first results of a larger qualitative study focused

on a class of grade 10 students and their mathematics teacher. The results highlight differences in relation to teacher's and students' perceived difficulty, by referring to two INVALSI mathematics tasks for grade 10. In particular, we compared factors influencing the perceived difficulty, showing similarities and differences in the light of the mutual acquaintance relationship between the teacher and the students.

1. Introduzione

La ricerca si è concentrata a lungo sull'aspetto delle difficoltà in Matematica in senso assoluto, evidenziando un insieme di fattori che le causano e le influenzano, tra cui la comprensione del testo (Spagnolo *et al.*, 2021), la formulazione del problema (Bolondi *et al.*, 2018), il contenuto matematico (Radmehr e Drake, 2017) e i fattori affettivi (Zan *et al.*, 2006). Tuttavia, fino a ora, la difficoltà percepita rispetto a un task matematico è rimasta in secondo piano, nonostante la percezione di difficoltà e i suoi aspetti soggettivi siano temi molto studiati dalla ricerca nell'ambito della metacognizione (si veda, per esempio, Efklides e Tourou-toglou, 2010).

In generale, la difficoltà percepita di un task è considerata differente rispetto alla difficoltà dello stesso in senso assoluto, in quanto quest'ultima viene abitualmente valutata in un secondo momento, considerando il rapporto tra il numero degli studenti che hanno risolto correttamente il task e il numero totale di studenti a

cui è stato somministrato (Mehrens e Lehmann, 1991). Attualmente non esiste una definizione univoca di difficoltà percepita nel contesto della ricerca in Didattica della Matematica, sebbene, nell'ambito di studi esplicativi verso tale direzione, i fattori che influenzano la difficoltà percepita degli studenti siano stati raggruppati in cinque categorie: fattori legati alla risoluzione del task, fattori legati a capacità ed esperienze, fattori emotivi, fattori legati alla formulazione del task e fattori legati alla considerazione di sé (Saccoletto e Spagnolo, 2022; Spagnolo e Saccoletto, 2023a).

La difficoltà percepita di un task sembra avere influenza sul modo in cui gli studenti lo affrontano e risolvono (Eccles e Wigfield, 2020; Doz *et al.*, 2023). Inoltre, nell'ottica di un'analisi e caratterizzazione completa della difficoltà percepita rispetto a un task matematico, assume particolare rilevanza la connessione tra la percezione degli insegnanti e quella degli studenti. Infatti, da alcuni studi è emerso che gli insegnanti non sempre riescono a individuare le ragioni degli errori degli studenti (Faggiano *et al.*, 2023; Spagnolo *et al.*, 2025).

2. Oggetto e ipotesi di ricerca

La ricerca ha l'obiettivo di mettere a confronto, a livello qualitativo, la difficoltà percepita dagli studenti di una classe e dalla loro insegnante di Matematica rispetto a uno stesso task, attraverso l'utilizzo di dati e quesiti INVALSI. In particolare, lo studio presen-

tato è parte di un progetto più ampio all'interno del quale sono stati coinvolti più di 300 studenti e quasi 50 insegnanti, con lo scopo di evidenziare il rapporto tra la difficoltà percepita dagli studenti e dai loro insegnanti.

La scelta di utilizzare quesiti INVALSI ha reso possibile utilizzare i risultati a livello nazionale come benchmark della difficoltà su scala nazionale. Per i quesiti INVALSI somministrati precedentemente al 2018 agli studenti italiani della scuola secondaria (prove svolte in modalità cartacea) sono state utilizzate come benchmark le percentuali di risposte corrette/errate/mancanti del campione nazionale. Per i quesiti INVALSI somministrati successivamente al 2018 agli studenti italiani della scuola secondaria (prove svolte in modalità CBT, ovvero *Computer based test*), sono stati utilizzati come benchmark i “livelli di competenza”, su una scala che va da 1 (il più basso) a 5 (il più alto).

3. Inquadramento teorico

Alcuni recenti studi hanno iniziato a esplorare e analizzare qualitativamente la difficoltà percepita e i fattori che la influenzano. Questi ultimi sono stati descritti e raggruppati all'interno di cinque macro-categorie descrittive e non mutualmente esclusive, definite sulla base delle risposte degli studenti a domande focalizzate sulla difficoltà percepita (Saccoletto e Spagnolo, 2022; Spagnolo e Saccoletto, 2023b).

La prima categoria è Strategie di risoluzione, che contiene qualsiasi riferimento alla procedura, alla strategia o alle conoscenze necessarie per riuscire a risolvere il task, compresi calcoli e ragionamenti.

La seconda è Capacità ed esperienze e include gli elementi relativi all'opinione che gli studenti hanno riguardo alla propria competenza, alla familiarità con il task ed eventuali esperienze simili precedenti. Appartengono a tale categoria anche i riferimenti al tempo impiegato per risolvere il task, agli ostacoli incontrati e ai dubbi rispetto alla risposta fornita.

La terza categoria, Emozioni, riguarda tutti gli aspetti emotivi (sia positivi sia negativi).

La quarta categoria è Formulazione del task, che include tutti i commenti sul task in generale (struttura, testo, tipo di task, eventuale presenza di immagine ecc.).

Infine, l'ultima categoria, Considerazioni personali, riguarda ciò che gli studenti ritengono necessario per avere successo in Matematica, comprese le opinioni personali rispetto al proprio successo in Matematica come studente.

Le categorie descritte costituiscono il riferimento utilizzato per analizzare qualitativamente e discutere le risposte aperte degli studenti nella presente ricerca.

4. Metodologia

Nel presente studio è stata coinvolta una classe seconda (grado 10) di liceo scientifico composta da 14 studenti, insieme alla loro insegnante di Matematica.

Nel mese di maggio 2023, sia agli studenti sia all'insegnante è stato somministrato un questionario semi-strutturato tramite Google moduli. L'insegnante lo ha compilato in autonomia in un primo momento e successivamente, insieme a una ricercatrice, ne ha supervisionato la compilazione da parte degli studenti durante un'ora di lezione in classe. Ciascuno studente ha svolto il questionario utilizzando dispositivi propri (tablet e smartphone). È stato scelto il termine dell'anno scolastico per far sì che l'insegnante avesse avuto modo di conoscere la propria classe e che gli studenti avessero già affrontato gli argomenti oggetto dei quesiti proposti nel questionario.

Il questionario è stato strutturato in modo da essere molto simile a quello proposto agli studenti da Saccoletto e Spagnolo (2022), dal momento che abbiamo utilizzato come riferimento di partenza le categorie determinate in tale studio per gli studenti. L'unica differenza consiste nella scelta dei quesiti INVALSI.

Il questionario era suddiviso in tre sezioni distinte, contenenti due quesiti INVALSI (grado 10) tratti dalla prova del 2018, ciascuno dei quali seguito da alcune domande strettamente legate alla valutazione della difficoltà percepita per il quesito, le ragioni di tale valutazione e alcune domande più generali, relative alla difficoltà percepita. In particolare, per ogni quesito abbiamo chiesto:

- Su una scala da 1 (molto facile) a 10 (molto difficile) quanto hai trovato difficile il quesito?
- Perché?
- Hai già affrontato quesiti simili?

- Secondo te, cosa è necessario conoscere per rispondere correttamente a questo quesito?
- Le domande generali erano, invece, le seguenti:
- Secondo te, quali fattori o aspetti rendono un quesito matematico difficile?
 - Secondo te, quali fattori o aspetti rendono un quesito matematico facile?

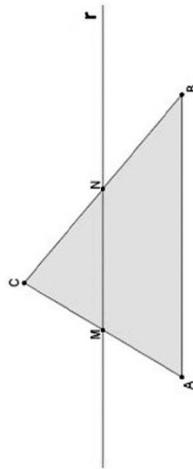
La versione del questionario proposta all'insegnante manteneva le stesse caratteristiche fondamentali, solo alcune domande sono state modificate facendo riferimento all'esperienza dell'insegnante con i propri studenti.

La selezione dei quesiti è stata effettuata attraverso una ricerca sul database Gestinv 3.0 (www.gestinv.it), un archivio interattivo delle prove INVALSI, contenente testo e immagine dei quesiti, scopo, riferimento alle Indicazioni nazionali per i licei e alle linee guida per gli istituti tecnici e professionali, parole chiave e le percentuali di risposta corretta o i livelli di competenza. I quesiti sono stati selezionati affinché avessero tre principali caratteristiche, ovvero la presenza di una figura, livelli di competenza differenti e che fossero entrambi di tipo argomentativo.

I quesiti scelti, mostrati nelle figure 1 e 2, sono entrambi afferenti all'ambito Spazio e figure ed entrambi fanno riferimento alla dimensione Argomentare; tuttavia, sono di tipo diverso in quanto il primo è un *cloze* mentre il secondo è un quesito a risposta aperta articolata.

Domanda

Sia dato un triangolo ABC . La retta r passa per il punto medio M del lato AC ed è parallela al lato AB .



Si vuole dimostrare che la retta r interseca il lato CB nel suo punto medio N .

Completa il testo di questa dimostrazione scegliendo tra i seguenti termini e prestando attenzione al fatto che ogni termine può essere utilizzato una sola volta.
Per rispondere clicca prima sul termine che vuoi inserire e poi sullo spazio in cui lo vuoi posizionare oppure trascinalo. Per modificare la tua risposta procedi nello stesso modo.

Termini fra cui scegliere:

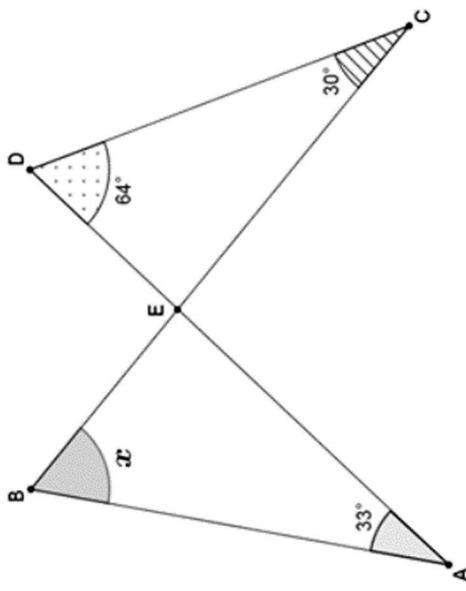
congruenti corrispondenti parallele Talete Euclide AM perpendicolari CN

Considera le rette AB e MN fra loro . Per il teorema di esse intercettano sulle rette AC e CB segmenti fra loro proporzionali. Poiché per ipotesi è congruente a MC allora CN e NB sono il che equivale a dimostrare la tesi.

Fig. 1 – Primo quesito tratto dalle Prove INVALSI di Matematica per il grado 10 del 2018

Domanda

Osserva la figura.



Giulia afferma che l'ampiezza x dell'angolo $\hat{A}\hat{B}E$ è 61° .

Giulia ha ragione? Scegli una delle due risposte e completa la frase.

Fai riferimento alla figura a sinistra e digita la risposta alla domanda nella casella corretta.

Giulia ha ragione, perché

Giulia non ha ragione, perché

Fig. 2 – Secondo quesito tratto dalle Prove INVALSI di Matematica per il grado 10 del 2018

Entrambi richiedono la conoscenza di teoremi e proprietà delle figure geometriche piane, quali il teorema di Talete e la somma degli angoli interni di un triangolo; tuttavia, i livelli di competenza attribuiti sono diversi: il primo quesito viene valutato di livello 3, mentre il secondo di livello 5. In altre parole, il primo quesito ha un livello di competenza medio, mentre al secondo è stato attribuito il livello di competenza massimo, in virtù del fatto che si ritiene che per svolgere il secondo quesito sia necessario non solo conoscere teoremi e proprietà geometriche, ma anche saper utilizzare queste conoscenze per produrre una dimostrazione.

I livelli di competenza che caratterizzano ciascuno dei quesiti ci hanno permesso di effettuare una comparazione tra la loro difficoltà e la percezione di essa da parte degli studenti e della loro insegnante di classe.

A livello metodologico, le categorie che utilizzeremo per l'analisi della difficoltà percepita sono state costruite in riferimento alla *Constructive grounded theory* (Glaser e Strauss, 1967). Infatti, abbiamo analizzato le risposte ottenute con un approccio induttivo, partendo dal generale per poi restringere la visione al particolare e individuare gli elementi classificabili secondo le categorie predeterminate, integrando tali categorie secondo le risposte ottenute. Abbiamo infine interpretato i risultati ottenuti, confrontando le risposte degli studenti e dell'insegnante.

5. Risultati e discussione

Dalle ricerche svolte su un campione più ampio erano emersi alcune conclusioni principali, che esponiamo brevemente per contestualizzare i risultati ottenuti sul campione in oggetto.

In primo luogo, il quesito 1 (rappresentato in fig. 1) era stato valutato più difficile del quesito 2 (rappresentato in fig. 2). Inoltre, entrambi i quesiti erano risultati più difficili per gli studenti che per gli insegnanti; in altre parole, gli insegnanti tendevano a sottovalutare la difficoltà dei quesiti. Infine, i fattori che influenzano la difficoltà percepita sembravano essere gli stessi per studenti e insegnanti in generale, ma comparivano in proporzioni diverse per insegnanti e studenti, assumendo rilevanza differente per ciascuno dei due gruppi. Ciò significa che i fattori erano gli stessi per studenti e insegnanti ma, a seconda del quesito, gli studenti consideravano più importanti alcuni di essi, a differenza degli insegnanti.

Analizzando i dati ottenuti in questo particolare segmento dello studio, che coinvolgeva una classe e l'insegnante della stessa, abbiamo evidenziato alcune differenze rispetto ai risultati generali appena esposti.

Infatti, in questo caso l'insegnante valuta il primo quesito nettamente più difficile del secondo, attribuendo valutazioni rispettivamente pari a 7 e 4. Per gli studenti, invece, i due quesiti risultano in media circa della stessa difficoltà medio-bassa, con un lieve sbilanciamento in favore della maggiore difficoltà del secondo (valutazioni medie rispettivamente pari a

3,36 e 3,50). Tuttavia, soprattutto per il secondo quesito, le valutazioni fornite dagli studenti sono molto polarizzate agli estremi, con studenti che hanno percepito il quesito come molto facile o molto difficile, mancando quasi totalmente la percezione di media difficoltà.

Si evidenzia, quindi, una grande discrepanza tra la valutazione di difficoltà da parte degli studenti e da parte dell'insegnante, ma in controtendenza rispetto ai risultati generali. In questo caso, infatti, gli studenti considerano entrambi i quesiti più facili di quanto li consideri la loro insegnante. Nonostante ciò, la valutazione di difficoltà percepita fornita dall'insegnante per il primo quesito è in accordo con il livello di competenza attribuito da INVALSI mentre, in tutti gli altri casi, la difficoltà percepita sia dagli studenti che dall'insegnante è nettamente minore rispetto al livello di competenza stabilito per il quesito.

Successivamente abbiamo analizzato le soluzioni dei quesiti proposte dagli studenti.

Per il quesito 1, 6 studenti su 14 hanno fornito una risposta errata e, per questo gruppo di studenti, la valutazione della difficoltà percepita è leggermente più alta rispetto alla media calcolata sulle valutazioni di tutti gli studenti. Gli errori principalmente commessi dagli studenti sono stati due: confondere il teorema di Talete con quello di Euclide e considerare congruenti i segmenti MC e CN, forse a causa di una deduzione errata basata sulla figura.

Per il quesito 2 solo uno studente risponde in modo completamente errato mentre altri cinque forniscono la

risposta corretta ma giustificandola in modo errato o non giustificandola affatto.

In questo caso, la media delle valutazioni della difficoltà percepita del quesito da parte di questo gruppo di studenti non si discosta molto dalla media generale ma è ottenuta da valutazioni estremamente polarizzate sugli estremi. In altre parole, all'interno del gruppo degli studenti che non rispondono (o non giustificano la risposta) correttamente si trovano studenti che considerano il quesito difficile tanto quanto studenti che lo considerano facilissimo, pur non riuscendo a risolverlo. Da ciò emerge che gli studenti che commettono errori non sembrano particolarmente consapevoli delle loro difficoltà.

L'unico studente che risponde in modo errato basa il suo ragionamento sul fatto che l'angolo \widehat{BEA} sia retto, probabilmente deducendolo dall'osservazione della figura e valuta il problema molto facile. Gli altri cinque studenti invece sembrano riscontrare difficoltà nel formulare una giustificazione per la risposta fornita. Uno studente si limita ad affermare che «eseguendo i conti esce proprio 61° » e valuta il problema facilissimo (difficoltà percepita pari a 1 su 10), mentre altri due valutano ugualmente il problema facilissimo ma forniscono argomentazioni più articolate sebbene inconcludenti.

In questi ultimi due casi sembra che la difficoltà degli studenti stia nel riuscire a spiegare il loro ragionamento e non sembra che abbiano consapevolezza di ciò. Infine, gli ultimi due studenti che forniscono una giustificazione errata, non spiegano realmente il loro ragionamento ma fanno riferimento a conoscenze pre-

gresse senza collegarle tra loro (per esempio uno afferma che Giulia «ha ragione perché sommando l'ampiezza di tutti gli angoli all'interno del triangolo ABE fa 180»). Entrambi questi studenti, tuttavia, ritengono il problema difficile, il che appare coerente con i risultati ottenuti.

Anche tra gli studenti che rispondono correttamente, ve ne sono alcuni che valutano il problema come difficile (difficoltà percepita pari a 7 o 8 su 10). In entrambi questi casi, le risposte fornite dagli studenti non solo sono corrette ma sono anche precise, lineari e ben comprensibili («Sì, perché facendo $180-(64+33)$ e mi trovo l'angolo E che è 86, poi faccio $180-(86+33)$ che fa 61»). Ciò sostiene ulteriormente che nella valutazione della difficoltà percepita abbiano avuto peso anche altri fattori oltre al semplice riuscire o non riuscire a risolvere il problema.

Infine, abbiamo analizzato le risposte aperte fornite da studenti e insegnante per motivare la valutazione attribuita alla difficoltà percepita, classificando gli elementi emersi all'interno delle cinque macro-categorie descritte precedentemente. Alcune risposte sono state incluse in più di una macro-categoria, in quanto contenenti elementi riconducibili a due o più di esse; ciò non costituisce un problema poiché, per come sono state definite, le categorie non sono mutualmente esclusive.

Tab. 1 – Classificazione delle risposte degli studenti nelle macro-categorie per il quesito 1

| <i>Categoria</i> | <i>Risposte degli studenti</i> |
|--------------------------|--------------------------------|
| Strategie di risoluzione | 4 |
| Capacità ed esperienze | 9 |
| Emozioni | 0 |
| Formulazione del task | 3 |
| Considerazioni personali | 2 |

Come mostrato nella tab. 1, per il quesito 1 la macro-categoria maggiormente presente nelle risposte degli studenti è Capacità ed esperienze, infatti molte risposte fanno riferimento a una precedente conoscenza degli argomenti trattati o all'aver già svolto task simili, stabilendo un legame tra le esperienze positive precedenti e una maggiore facilità nello svolgimento del quesito. Una risposta esemplificativa di quelle contenute nella suddetta macro-categoria è, per esempio, la seguente: «[È facile perché] è un argomento che abbiamo affrontato in classe». Sono poi presenti anche riferimenti alla Strategie di risoluzione, in particolare alle conoscenze necessarie per risolvere il quesito («Chiede le cose basiliari del teorema di Talete») e alla Formulazione del task («Se non avessi avuto il testo a completamento con le parole, avrei avuto più difficoltà»).

È interessante notare che le due macro-categorie che fanno riferimento agli aspetti più soggettivi, ovvero Considerazione personali ed Emozioni, contengono poche o nessuna risposta. In particolare, la macro-categoria Emozioni è sempre stata una categoria poco presente all'interno delle risposte degli studenti; ciò

potrebbe derivare dalla scarsità del campione, ma anche dal fatto che molto spesso, soprattutto gli studenti, tendono a non considerare i fattori emotivi come sufficientemente rilevanti per essere menzionati.

L'insegnante invece, per motivare la propria valutazione, fa riferimento unicamente alla Formulazione del task, considerando gli elementi testuali del task e le parole da inserire come possibili fonti di difficoltà, cosa che nessuno studente ha fatto.

Per il quesito 2 la situazione varia leggermente, come mostrato nella tab. 2.

Tab. 2 – Classificazione dei riferimenti contenuti nelle risposte degli studenti nelle macro-categorie per il quesito 2

| <i>CATEGORIA</i> | <i>RISPOSTE DEGLI STUDENTI</i> |
|--------------------------|--------------------------------|
| Strategia di risoluzione | 8 |
| Capacità ed esperienze | 6 |
| Emozioni | 0 |
| Formulazione del task | 0 |
| Considerazioni personali | 1 |

In questo caso, la macro-categoria più presente nelle risposte degli studenti è Strategia di risoluzione, con particolare riferimento alle conoscenze necessarie per risolvere correttamente il quesito. Nessuno studente invece menziona la Formulazione del task, probabilmente perché più abituati a vedere task di questo tipo, cioè argomentativi in cui viene chiesto loro di produrre una dimostrazione. Sono presenti anche molti riferimenti alla macro-categoria Capacità ed esperienze, con espressioni del tipo «[È facile perché] ho già af-

frontato questo tipo di esercizio». Infine, è presente anche un riferimento alla macro-categoria Considerazioni personali: «[È difficile perché] ho delle difficoltà nello svolgimento del problema». Significativo è che tale affermazione provenga da uno studente che risolve correttamente il quesito, a ulteriore conferma che difficoltà oggettiva e difficoltà percepita non sono sempre allineate per gli studenti.

Per motivare la propria valutazione, anche per il quesito 2 l'insegnante, a differenza degli studenti, considera elementi riguardanti la Formulazione del task, in particolare in questo caso assume grande rilevanza la figura.

Per entrambi i quesiti, le motivazioni fornite dall'insegnante e dagli studenti rispettivamente per spiegare la propria difficoltà percepita, richiamano elementi differenti. L'insegnante sembra valutare la difficoltà percepita soprattutto in base alle caratteristiche del task (tipologia di domanda, termini utilizzati, presenza di figure), mentre per gli studenti assumono maggiore rilievo elementi legati a capacità ed esperienza, quali intuitività della domanda («[È facile perché] basta andare di logica») e soprattutto l'aver già svolto problemi simili in classe, o al tipo di conoscenze necessarie per risolvere il task («Si trattava di proprietà base di rette e triangoli»).

Dagli elementi analizzati fino a ora sembra che le percezioni di studenti di una stessa classe e della loro insegnante siano molto diverse e spesso in contrasto tra loro. Un ulteriore elemento a supporto di questa tesi è il fatto che l'insegnante affermi che i suoi stu-

denti non abbiano mai svolto quesiti simili, mentre la quasi totalità degli studenti dichiari invece di averne già affrontati.

Tuttavia, considerando nel complesso sia le soluzioni proposte dagli studenti che le risposte aperte alle domande del questionario sulla difficoltà percepita, abbiamo potuto osservare che, sebbene gli elementi che vanno a influire sulla difficoltà percepita menzionati da studenti e insegnanti siano diversi nelle risposte aperte, quelli menzionati dall'insegnante sono effettivamente presenti anche se gli studenti non li nominano esplicitamente, perché sono gli elementi che comportano delle difficoltà da parte degli studenti quando risolvono i quesiti proposti. In particolare, nel secondo quesito l'unico studente che propone una risposta completamente errata commette esattamente il tipo di errore che l'insegnante aveva anticipato, ovvero basarsi unicamente su quanto "si vede" dalla figura tralasciando il concetto di triangolo e le sue proprietà.

I risultati del segmento di studio analizzato in questo contesto rappresentano una prima esplorazione della difficoltà percepita nell'ambito di un rapporto estremamente articolato e personale quale quello del docente con i propri studenti (e viceversa degli studenti con il proprio docente). Tuttavia, essendo il campione in esame limitato a una sola classe, occorre cautela prima di generalizzare i risultati discussi. Questi ultimi potrebbero essere rafforzati ampliando il campione in studi successivi, coinvolgendo ulteriori classi e insegnanti.

6. Conclusione

Analizzando le prime risposte di una classe di studenti e della loro insegnante, abbiamo osservato che, in accordo con studi più ampi portati avanti sul tema, i fattori che influenzano la difficoltà percepita sono simili, ma variano in proporzione tra i due gruppi.

Facendo riferimento al contesto particolare considerato in questo caso, ovvero quello di una classe e della sua insegnante, ciò che emerge in particolare è che l'insegnante che conosce la propria classe, riesce ad anticipare e motivare più facilmente le difficoltà che incontreranno gli studenti, sebbene questo non implichi necessariamente che riesca a stimare precisamente il livello di difficoltà percepita dagli studenti.

Questi aspetti assumono particolare rilevanza in quanto la conoscenza reciproca delle percezioni di studenti e insegnanti nei termini descritti può essere un elemento importante da considerare per indirizzare il dialogo educativo. Per esempio, per il profilo di questa classe può essere importante lavorare sull'autovalutazione degli studenti e, dall'altro lato, una simile sensibilità da parte dell'insegnante permette di riflettere profondamente sul lavoro da portare avanti con la propria classe.

Riferimenti bibliografici

- Bolondi G., Branchetti L., Giberti C. (2018), “A quantitative methodology for analyzing the impact of the formulation of a mathematical item on students learning assessment”, *Studies in Educational Evaluation*, 58, pp. 37-50.
- Doz E., Cuder A., Pellizzoni S., Carretti B., Passolunghi M.C. (2023), “Arithmetic Word Problem-Solving and Math Anxiety: The Role of Perceived Difficulty and Gender”, *Journal of Cognition and Development*, 24 (4), pp. 598-616.
- Eccles J.S., Wigfield A. (2020), “From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation”, *Contemporary Educational Psychology*, 61, 101859.
- Efkides A., Touroutoglou A. (2010), “Cognitive interruption as an object of metacognitive monitoring: Feeling of difficulty and surprise”, in A. Efkides, P. Misailidi (eds.), *Trends and prospects in metacognition research*, Springer, New York, pp. 171-208.
- Faggiano E., Monaco A., Rizzo O. G., Vaccaro V. (2023), “An exploratory study on the connection between INVALSI assessment and Mathematics teaching-learning processes at the Primary School level”, in P. Falzetti (ed.), *The school and its protagonists: the teachers. V Seminar “INVALSI data: a tool for teaching and scientific research*, FrancoAngeli, Milano.
- Glaser B.G., Strauss A.L. (1967), *The discovery of grounded theory. Strategies for qualitative research*, Aldine, Chicago.
- Mehrens W.A., Lehmann I.J. (1991), *Measurement and evaluation in education and psychology*, Holt, Rinehart & Winston, Fort Worth.

- Radmehr F., Drake M. (2017), “Exploring students’ mathematical performance, metacognitive experiences and skills in relation to fundamental theorem of calculus”, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 48 (7), pp. 1043-1071.
- Saccoletto M., Spagnolo C. (2022), “Students’ perceived difficulty of mathematical tasks: an investigation on influencing factors”, *Didactica Mathematicae Journal*, 44, pp. 59-79.
- Spagnolo C., Capone R., Gambini A. (2021), *Where do students focus their attention on solving mathematical tasks? An eye tracker explorative study*, PME, Khon Kaen, pp. 89-96.
- Spagnolo C., Saccoletto M. (2023a), “Difficulty perception in answering argumentative INVALSI tests: a qualitative study”, in P. Falzetti (ed.), *The school and its protagonists: the students. V Seminar “INVALSI data: a tool for teaching and scientific research”*, FrancoAngeli, Milano.
- Spagnolo C., Saccoletto M. (2023b), “How students view the difficulty of mathematical tasks: factors that influence their perceptions”, in P. Drijvers, C. Csapodi, H. Palmér, K. Gosztonyi, E. Kónya (eds.), *Proceedings of the Thirteenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME13)*, Alfréd Rényi Institute of Mathematics and ERME, Budapest, pp. 1498-1506.
- Spagnolo C., Vaccaro V., Faggiano E. (2025), “An exploratory study on the connection between teachers’ training and meta-didactical conflict”, in P. Falzetti (ed.), *INVALSI data in educational research. VII Seminar “INVALSI data: a tool for teaching and scientific research”*, FrancoAngeli, Milano.
- Zan R., Brown L., Evans J., Hannula M. (2006), “Affect in mathematics education: an introduction”, *Educational Studies in Mathematics*, 63 (2), pp. 113-121.

Gli autori

Alessandra Boscolo è assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Genova e collaboratrice a contratto del CRESPI. Dopo essersi laureata in Matematica, ha ottenuto un dottorato di ricerca internazionale, con doppio titolo, presso l'Università LUMSA e l'ACU (Australia), con una tesi in Didattica della Matematica.

Laura Castellana, laureata in Matematica, è dirigente scolastico dal 2019. Ha svolto attività di ricerca presso il CNR e ha insegnato nella scuola di I e II grado. È formatrice M@tabel, PQM, Didatec, consulente Vales e PNSD. Ha ricoperto il ruolo di tutor coordinatore del TFA e di docente a contratto presso l'Università degli Studi di Bari e Foggia.

Teresa Di Tullio, laureata in Scienze naturali, ha lavorato presso il I circolo didattico E. De Amicis di Modugno (BA) per 16 anni. Vicaria del dirigente scolastico dal 2014 al 2017, dal 2008/2009 è referente INVALSI, membro del Nucleo di valutazione (NIV), animatrice

digitale e osservatore esterno per INVALSI. Attualmente è docente di Scienze matematiche fisiche e chimiche presso l'IC Don Milani-D'Assisi di Modugno.

Francesca Morselli è professore associato presso il Dipartimento di Matematica dell'Università degli Studi di Genova, dove svolge la sua attività di formazione iniziale e continua degli insegnanti di Matematica e di ricerca nell'ambito della Didattica della Matematica. I suoi principali interessi di ricerca sono: l'avvio all'argomentazione e dimostrazione matematica, la valutazione formativa, il ruolo dei fattori affettivi nell'insegnamento e apprendimento della Matematica.

Bianca Nicchiotti è dottoranda in Learning Sciences and Digital Technologies presso la Libera Università di Bolzano. I suoi principali interessi di ricerca riguardano la Didattica della Matematica, l'uso della tecnologia e le difficoltà in Matematica.

Simone Quartara è insegnante di Matematica presso l'IIS Calvino di Genova. Laureato in Matematica presso l'Università di Genova, è membro del gruppo di ricerca-azione DIVA (Didattica inclusione valutazione formativa argomentazione) del Dipartimento di Matematica di Genova.

Elisabetta Robotti è professore associato presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Genova. È responsabile scientifica del Laboratorio di ricerca Didattica della Matematica nell'ambito del quale

coordina diversi gruppi di ricerca-azione lavorando prevalentemente con insegnanti di scuola dell'infanzia e primaria sui temi della Didattica della Matematica inclusiva e dell'outdoor education.

Camilla Spagnolo è ricercatrice in Didattica della Matematica presso il Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Ferrara. I suoi principali interessi di ricerca riguardano il tema della valutazione in Matematica e della difficoltà percepita rispetto a un task matematico, affrontato attraverso metodologie sia qualitative sia quantitative. I suoi studi indagano l'intreccio tra fattori emotivi e difficoltà percepita in tutti i gradi scolastici, esplorando in quale modo aspetti cognitivi e affettivi influenzino l'esperienza di problem solving degli studenti e analizzando mismatch tra le percezioni degli insegnanti e quelle degli studenti.

Vi aspettiamo su:

www.francoangeli.it

per scaricare (gratuitamente) i cataloghi delle nostre pubblicazioni

DIVISI PER ARGOMENTI E CENTINAIA DI VOCI: PER FACILITARE
LE VOSTRE RICERCHE.



Management, finanza,
marketing, operations, HR
Psicologia e psicoterapia:
teorie e tecniche
Didattica, scienze
della formazione
Economia,
economia aziendale
Sociologia
Antropologia
Comunicazione e media
Medicina, sanità



Architettura, design,
territorio
Informatica, ingegneria
Scienze
Filosofia, letteratura,
linguistica, storia
Politica, diritto
Psicologia, benessere,
autoaiuto
Efficacia personale
Politiche
e servizi sociali

FrancoAngeli

La passione per le conoscenze

FrancoAngeli

a strong international commitment

Our rich catalogue of publications includes hundreds of English-language monographs, as well as many journals that are published, partially or in whole, in English.

The **FrancoAngeli**, **FrancoAngeli Journals** and **FrancoAngeli Series** websites now offer a completely dual language interface, in Italian and English.

Since 2006, we have been making our content available in digital format, as one of the first partners and contributors to the **Torrossa** platform for the distribution of digital content to Italian and foreign academic institutions. **Torrossa** is a pan-European platform which currently provides access to nearly 400,000 e-books and more than 1,000 e-journals in many languages from academic publishers in Italy and Spain, and, more recently, French, German, Swiss, Belgian, Dutch, and English publishers. It regularly serves more than 3,000 libraries worldwide.

Ensuring international visibility and discoverability for our authors is of crucial importance to us.

FrancoAngeli



La Matematica occupa da sempre un ruolo centrale nei curricoli scolastici, non soltanto per la sua funzione strumentale, ma per il suo valore formativo profondo. Essa rappresenta una disciplina che, più di altre, contribuisce allo sviluppo del pensiero astratto, del ragionamento logico e della capacità di *problem solving*. In un contesto educativo sempre più orientato alla complessità e all'interdisciplinarità, la Matematica si configura come un linguaggio universale, capace di connettere ambiti del sapere apparentemente distanti e di fornire strumenti cognitivi essenziali per la comprensione del mondo contemporaneo.

Nel corso delle varie edizioni del Seminario “I dati INVALSI: uno strumento per la ricerca e la didattica”, sono stati raccolti molti lavori che ricercatori e insegnanti hanno dedicato a questo tema. Il volume qui descritto ne raccoglie tre dell’ottava edizione, svoltasi a Roma dal 23 al 26 novembre 2023.

Nel loro insieme, i lavori offrono uno sguardo articolato e coerente su come la ricerca educativa possa dialogare con la pratica didattica, generando percorsi formativi capaci di rispondere alle sfide della contemporaneità. Il volume si rivolge a insegnanti, formatori, ricercatori e decisori educativi interessati a promuovere una scuola che apprende, riflette e innova.

Patrizia Falzetti, Dirigente tecnologa, è Responsabile del Settore della ricerca valutativa dell’INVALSI; è inoltre responsabile dell’Ufficio Statistico per il SISTAN e del Servizio Statistico INVALSI che cura l’acquisizione, l’analisi e la restituzione dei dati riguardanti le rilevazioni nazionali e internazionali (OCSE e IEA) sugli apprendimenti. Coordina e gestisce il processo di restituzione dei dati e delle analisi statistiche alle singole istituzioni scolastiche e al Ministero dell’Istruzione e del Merito.