

Valutare per migliorare: competenze STEM e abilità trasversali

Clizia De Nadai • I.C. Casale sul Sile (TV) (Italy) - clizia.denadai@gmail.com
Sara Mori • Department of Human Studies - IUL, Italian University Line - s.mori@iuline.it

Assessment for improvement: STEM competences and soft skills

The contribution shows an example of integration of assessment data in order to create a profile of students useful for developing key competences for lifelong learning, with particular attention to the areas of STEM disciplines. The study collected data from standardized questionnaires on study strategies, from problem solving tests and tasks for mathematical competence. Individual and class profile allowed to develop processes of self-reflection for students, teachers and parents, highlighting how the classical methods of evaluation often do not enhance transversal aspects of students, such as collaborative learning, useful for more disciplines. At the same time, personalized improvement actions were implemented.

Keywords: evaluation, key competences, strategies, study, problem solving, cross-cutting approach, STEM

Il contributo illustra un esempio di integrazione dei dati della valutazione al fine di creare un profilo degli studenti utile a sviluppare competenze chiave per l'apprendimento permanente, con una particolare attenzione agli ambiti delle discipline STEM. La sperimentazione ha raccolto dati da questionari standardizzati sui metodi di studio, prove di problem solving e compiti per la valutazione della competenza matematica. Il profilo individuale e di classe ha permesso di attivare processi autoriflessivi per gli studenti, i docenti e i genitori, evidenziando come le modalità classiche di valutazione spesso non valorizzino aspetti trasversali, quali l'apprendimento collaborativo, utili per il lavoro tra più discipline. Contestualmente sono stati attuati interventi di miglioramento personalizzati.

Parole chiave: valutazione, competenze chiave, strategie di studio, problem solving, trasversalità, STEM

223

ricerche

L'introduzione e i §§ 1; 2; 4.1; 5; 7 sono da attribuire a Sara Mori. I §§ 3; 4.2; 4.3; 6.1; 6.2; sono da attribuire a Clizia de Nadai

Introduzione

L'attuale scuola dell'obbligo italiana mira a far raggiungere a tutti gli studenti conoscenze e abilità utili a formare il cittadino nella sua completezza, come previsto dalle Indicazioni Nazionali del 2012¹, dove dovrebbero essere presentati «percorsi formativi sempre più rispondenti alle inclinazioni personali degli studenti, nella prospettiva di valorizzare gli aspetti peculiari della personalità di ognuno, con la finalità di formare saldamente ogni persona sul piano cognitivo e culturale, affinché possa affrontare positivamente l'incertezza e la mutevolezza degli scenari sociali e professionali, presenti e futuri» (Indicazioni Nazionali, 2012, p. 8).

L'aggiornamento del Quadro delle Competenze Chiave² per l'apprendimento permanente (2018), richiesto dalla Comunità Europea, mette in rilievo l'importanza di sostenere lo sviluppo della capacità di imparare ad imparare, come condizione necessaria per partecipare alla società odierna ed incrementare una prospettiva dell'apprendimento permanente; stimola inoltre il sostegno dello sviluppo delle competenze negli ambiti STEM (scienze, tecnologia, ingegneria e matematica) con una particolare attenzione alla motivazione degli studenti ad apprendere queste discipline, evidenziandone la trasversalità dei saperi. Lo stesso documento auspica, a sostegno di questo, la condivisione di strumenti, esperienze e buone prassi utili allo sviluppo ed alla valutazione delle competenze.

Il presente contributo si configura come uno studio di caso che ha l'obiettivo di illustrare una possibile integrazione delle modalità di valutazione standard con altre personalizzate al fine di permettere una maggiore consapevolezza e motivazione di studentesse e studenti, valorizzandone differenze e potenzialità. Lo studio di caso si propone come un buono strumento per la verifica della coerenza e la validità delle azioni dell'intervento (Melchiori, 2012), permettendo l'analisi della complessità del fenomeno nel suo contesto reale e descrivendone il suo ciclo vitale (Yin, 1993). È stato così possibile valutare le competenze matematiche degli studenti, le loro caratteristiche metacognitive e le strategie di studio, evidenziare le peculiarità dei costrutti osservati, predisporre degli interventi mirati e rivalutare le eventuali ricadute.

Le rilevazioni Invalsi per la matematica mostrano che questa disciplina viene ancora caratterizzata da un forte gap di genere, dove si evidenzia spesso un dislivello a sfavore delle studentesse³: è necessario valorizzare un approccio che possa essere utile alla trasversalità dei saperi e ad una revisione degli atteggiamenti negativi verso la materia. Si ipotizza, infatti, che una valutazione basata sulla valorizzazione delle strategie messe in atto e sui processi di pensiero e di risoluzione dei problemi, svolta attraverso una riflessione metacognitiva, possa migliorare le

1 Indicazioni Nazionali 2012, D.M. n. 254 del 13 novembre 2012.

2 <<http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-9009-2018-INIT/IT/pdf>>.

3 <http://www.invalsi.it/invalsi/doc_evidenza/2018/Rapporto_prove_INVALSI_2018.pdf>



prestazioni successive di ogni studente, anche a livello di profitto, integrando così le conoscenze e le competenze di autonomia, responsabilità e le “soft skills”.

1. La valutazione delle competenze: un campo in evoluzione

Nel documento *Assessment of Key Competences in initial education and training: Policy Guidance* (2012) rispetto alla valutazione delle competenze chiave, la Commissione Europea⁴ invita ad integrare la valutazione standardizzata con la valutazione di attitudini e atteggiamenti e prove che coinvolgono lavori di gruppo, compiti autentici e creazione di progetti.

Nella stessa prospettiva educativa, volta alla comprensione e soluzione dei problemi che l'umanità attraversa, anche rispetto alla sua relazione con l'ambiente, si colloca l'Agenda ONU 2030⁵ che, in particolare nell'Obiettivo 4, tratta i traguardi per un'istruzione di qualità. Le finalità educative indicate si propongono in particolare di incrementare le competenze scientifiche e quelle tecnico-professionali della popolazione.

La valutazione di profitto quindi, in questa prospettiva, si avvicinerebbe, pur non sovrapponendosi completamente, alla valutazione delle competenze, mentre le votazioni in decimi potrebbero corrispondere a «differenti livelli di apprendimento», che richiedono di essere descritti nella loro progressione qualitativa più che quantitativa⁶.

Raggiungere tali competenze, certificate anche al termine delle scuole del primo ciclo⁷, prevede progettazioni didattiche con obiettivi formativi generali e obiettivi significativi, specifici, misurabili e rilevanti con modalità di valutazione oggettive.

La normativa nazionale non indica, al momento, determinate modalità comuni per la valutazione in aula o al termine di ogni anno della scuola primaria. La valutazione è lasciata principalmente alla scelta dei docenti che applicano sistemi e criteri differenti di valutazione sommativa e formativa. Al termine della scuola primaria e al termine della scuola secondaria di primo grado viene richiesta la Certificazione delle Competenze in uscita, con una modulistica solo di recente resa uniforme su territorio nazionale⁸.

Nei diversi ambiti disciplinari vengono da sempre declinati, secondo livelli differenti, i traguardi che gli studenti devono raggiungere, ad esempio seguendo le tassonomie, prima tra tutte quella di Bloom (Bloom, Hasting, Madaus, 1971) che punta ad una iniziale serie di obiettivi relativi alla conoscenza partendo da quella di soli termini e fatti, fino all'uso creativo delle conoscenze. Altre tipologie di tassonomie, più recenti, prendono in considerazione il raggiungimento di determinati obiettivi, progressivamente sempre più complessi, partendo da conoscenze di base, per arrivare ad abilità trasversali e integrate, passando per la capacità di effettuare trasformazioni e applicazioni. (Hattie 2012; Biggs, & Collis, 1982). Forte-



4 <http://keyconet.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=d78c0708-9e51-4b9a-97d2-0fb4dd0c3249&groupId=11028>.

5 17 Sustainable Development Goals (SDGs), ONU, Agenda globale per lo sviluppo Sostenibile, 15 settembre 2015, obiettivo n°4.

6 D. lvo 62/2017, all'art. 2.

7 Linee guida per la certificazione delle competenze, D.M. 742/2017.

8 Linee guida per la certificazione delle competenze, D.M. 742/2017.

mente interessante per noi il lavoro di Anderson e Krathwohl (2001) secondo cui le abilità apprese dell'allievo sono l'esito dell'applicazione di determinati processi cognitivi a determinati contenuti.

Già Bruner ipotizzava strutture conoscitive fondamentali per ogni disciplina (Bruner, 1964), che potevano però essere riscontrate anche in più ambiti. Abilità come la capacità di effettuare trasformazioni, adattamenti e applicazioni, possono essere raggiunte grazie allo studio di una disciplina, condivisibili poi con altre (Calvani, & Menichetti, 2015). Possedere tali abilità trasversali permette agli alunni di raggiungere livelli simili di prestazione anche in ambiti disciplinari differenti, sempre che gli obiettivi, a livelli inferiori, legati ai contenuti e alle procedure, siano già stati raggiunti.

Gli insegnanti si trovano a dover tenere sotto controllo numerose variabili provenienti da più attività e ad unirne poi in modo sintetico i dati raccolti, tenendo conto sia degli aspetti caratterizzanti le discipline, come anche degli elementi provenienti dall'osservazione delle abilità trasversali, comuni a più ambiti disciplinari.



2. Sviluppare le competenze: discipline STEM e competenze trasversali

La valutazione delle abilità matematiche, ad esempio nelle prove OCSE-PISA, punta alla rilevazione della capacità degli studenti di formulare, usare e interpretare la matematica in una ampia varietà di contesti. Gli studenti per rispondere alla serie di quesiti devono usare concetti, procedure, fatti e strumenti matematici per descrivere, spiegare e prevedere fenomeni. In tali tipi di indagine la competenza in matematica permette agli individui di riconoscere il ruolo che questa gioca nel mondo e di prendere decisioni ponderate come futuri cittadini costruttivi, impegnati e riflessivi. I risultati di OCSE-PISA 2015 hanno rilevato negli studenti italiani difficoltà nell'argomentare i processi con cui rispondevano ai quesiti in matematica, ovvero nel motivare verbalmente le procedure attuate, le scelte effettuate o scartate⁹.

Strumentalità di base, abilità trasversali e integrate è quanto ritiene fondamentale anche Feuerstein (Feuerstein, Feuerstein, Falik, Rand, 2008) che, nel suo *Programma di Arricchimento Strumentale* (PAS), recuperando la funzione fondamentale del linguaggio in Vygotskij (Vygotskij, 1990) e utilizzando la figura dell'educatore più come un mediatore che come un trasmettitore di conoscenze (Bruner, 1997), propone strategie di incremento dei processi cognitivi, indipendentemente dal livello di partenza. Secondo l'autore, è importante rilevare e lavorare sulla modalità con cui vengono interiorizzate e comprese le informazioni, come vengono elaborate, stabilendo comparazioni, relazioni, pianificando azioni, e la loro attuazione, anche attraverso una restituzione pubblica, sia verbale che scritta.

Ad esempio, per quanto riguarda l'applicazione di questi principi all'ambito delle materie STEM, la risoluzione di un problema viene affrontata non solo suddividendolo in parti, analizzando e risolvendo ogni singola fase, ma anche tenendo conto delle interrelazioni tra queste e quindi anche della sua complessità come rete e non solo come sequenza di azioni necessarie. Questo permette di valorizzare il fatto che alcune strategie sono spontanee, come la reiterazione per tenere a mente (Cornoldi, 1986), mentre altre devono essere apprese e utilizzate in

9 <http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2015/doc/rapporto_PISA_2015.pdf>.

modo sistematico per divenire funzionali, come il recupero delle informazioni nella memoria (Vianello, 1998). Alla luce di ciò va considerato che i test standardizzati, proposti agli alunni come verifica di profitto, misurano solo le capacità mnemoniche degli alunni, sia in caso di contenuti, termini, fatti, sia in caso di formulari da applicare. Approcci più costruttivisti cercano invece di proporre la mediazione da parte dell'adulto o di un pari più competente in una modalità che punti poi alla dissolvenza, cioè ad una autonomia crescente dell'alunno, in grado anche di valutare il proprio percorso, i propri progressi e le proprie necessità. Situazioni o problemi aperti a più soluzioni portano gli alunni a cercare vie alternative, anche originali, per dare una risposta. Determinati percorsi dovrebbero essere sempre presi in considerazione per la ricchezza di informazioni che possono fornire: ricercare le ragioni delle scelte effettuate dagli alunni, dell'adozione di certe procedure, dei piani d'azione ipotizzati, del percorso effettuato, anche inconsciamente, per produrre una soluzione o le ragioni del mancato raggiungimento di questa, quale sia la visione, "l'insight" che a loro manca o che invece li porti ad intuire una possibile strada.

Quest'ottica favorisce lo sviluppo di competenze trasversali, citate anche dal World Economic Forum¹⁰ nel suo report "New Vision for Education" del 2015¹¹ dove vengono elencate le "skills" utili al mondo del lavoro in un'economia dell'innovazione, partendo dal fatto che più di un terzo delle aziende globali non riesce a trovare personale con le competenze richieste. Le skills fondamentali per il XXI secolo vengono suddivise in tre importanti aree¹²: abilità fondamentali, competenze e attitudini. Tra le competenze emergono il pensiero critico e il problem solving, la creatività, la comunicazione e la collaborazione, mentre tra le qualità da sviluppare si notano lo spirito d'iniziativa e la flessibilità.



3. Sapere, saper fare...e saper essere

Ma quali sono le caratteristiche personali degli studenti, di tipo trasversale, che hanno un impatto sull'apprendimento?

Alcuni studi hanno evidenziato come la fiducia sia importante, ma non sufficiente a garantire buoni risultati e che deve essere considerata in relazione alle teorie sull'intelligenza personale e alla modalità con cui vengono formulati gli obiettivi. In particolare, alcuni studi (Dweck, 2000) hanno rilevato come studenti con una teoria dell'intelligenza statica ed entitaria, seppur con un'alta fiducia nella propria, si trovano ad avere difficoltà in caso di aumento del carico cognitivo, mentre studenti con una teoria dell'intelligenza incrementale sembrano poter avere successo indipendentemente dalla fiducia che hanno nella propria. Molto spesso a creare difficoltà negli alunni è il senso di autoefficacia (Bandura, 2000), dove la percezione che il soggetto ha di poter portare a termine un compito, prima di eseguirlo, gioca un ruolo fondamentale. La percezione del controllo del compito deve essere di un qualcosa di affrontabile o che porti ad un riconoscimento coerente di non adeguatezza, non per insufficienza propria, ma per il livello del compito stesso:

10 <<https://www.weforum.org/>>.

11 <http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf>.

12 <<http://ischool.startupitalia.eu/ischool-2/34732-20150319-16-competenze-da-sviluppare-a-scuola-secondo-il-world-economic-forum>>.

per questo diventa importante evitare l'eccessivo accanimento quando non si è in grado di portarlo a termine o di risolvere un problema.

Anche la motivazione sembra giocare un ruolo centrale, come dimostrato da diversi studi sulle difficoltà di apprendimento (De Beni, Moè, 2000). Uno studente poco motivato, pur conoscendo strategie e metodi adeguati, potrebbe ottenere comunque scarsi risultati, non essendo coinvolto o allo stesso modo uno studente molto motivato, ma senza le sufficienti strategie potrebbe trovarsi in serie difficoltà nello studio.

Attribuzioni di abilità e impegno sono legati alla capacità di individuare in modo autonomo gli obiettivi del compito e le strategie o gli strumenti necessari a portarlo a termine. (Borkowski, Day, 1995). In generale, di fronte a risultati negativi nello studio, i ragazzi sono poco propensi ad attribuire la causa alla propria inadeguatezza o allo scarso impegno (Cornoldi, De Beni, Gruppo MT, 2015). Le attribuzioni più funzionali dovrebbero essere quelle legate alle abilità e all'impegno, perché personali ed intrinseche, mentre quelle legate alla difficoltà del compito, all'aiuto o al mancato aiuto di qualcuno e il caso fortuito sono estrinseche e non controllabili dall'individuo: attribuire il successo o l'insuccesso a questi ultimi fattori equivale per uno studente ad un declino di responsabilità.

La scarsa stima di sé e l'ansia sembrano inibire soprattutto le prestazioni in ambito matematico (Hannula, 2006¹³): sono infatti proprio le emozioni a risultare determinanti nella scelta degli obiettivi o delle strategie. Non è chiaro però se tensione, ansia e paura siano determinate dalle caratteristiche della disciplina stessa, o se siano gli atteggiamenti, le convinzioni e il senso di efficacia degli studenti ad interferire sui risultati (Saccani, & Cornoldi, 2005).

Perez-Felkner e collaboratori (Perez-Felkner, Nix, & Thomas, 2017)¹⁴, infatti, hanno anche messo in luce come esista una correlazione tra la valutazione di sé e delle proprie abilità matematiche, ma anche la possibilità che la propria inclinazione venga modificata sulla base di nuove credenze relativamente alle proprie abilità, grazie allo sviluppo parallelo di aspetti metacognitivi.

Un altro fattore fortemente legato alle emozioni è l'obiettivo con cui l'alunno si rapporta al compito: se mira alla mera prestazione, il risultato da conseguire o da evitare e non tanto all'apprendimento e all'espressione di sé, sarà sicuramente più forte l'influenza delle emozioni come anche l'ansia o la paura (De Beni, Pazzaglia, Molin, & Zamperlin, 2001).

Brown ipotizza un sistema mentale superordinato capace di controllare la sua efficacia prima, dopo e durante i processi di apprendimento (Brown, 1975). I processi presi in considerazione sono: la previsione del proprio livello di prestazione in un compito, la pianificazione delle operazioni da eseguire e il monitoraggio e la valutazione finale di queste. Un buon solutore in tal senso è colui che, oltre a possedere efficaci strategie, le sa mettere in pratica, in quanto in grado di controllare la propria conoscenza e le proprie azioni (Cornoldi, Capponi, Falco, Focchiati, Lucangeli, & Todeschini, 1995).

Per far questo un altro aspetto centrale è l'autoregolazione: l'alunno deve poter sviluppare un atteggiamento riflessivo che lo porti ad attivare un dialogo interno



13 <http://centroedumatematica.com/ciaem/articulos/educacion/aprendizaje/%C2%A0Motivation%C2%A0in%C2%A0mathematics:%C2%A0Goals%C2%A0reflected%C2%A0on%C2%A0emotions.*Hannula,%C2%A0Markku.*Hannula,%20M.%20Motivation%20in%20Mathematics.%202006.pdf>.

14 <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.00386/full>>.

con se stesso e che lo guidi nel controllo consapevole del compito. Utile a tale scopo è il verbalizzare delle proprie azioni (Montague, 1992). Il processo di interiorizzazione delle procedure e del controllo di queste viene stimolato dalla possibilità di riflettere su quanto si sta facendo, confrontandosi con altri, chiarendo meglio le proprie posizioni, difendendole dalle obiezioni degli altri, ma soprattutto spiegandole in modo che tutti gli altri possano capire quello che si intende dire (Dixon-Krauss, 2000). Questo poi si specializza a livello individuale nella capacità di scrivere TEPS (Arrigo, 2007)¹⁵.

In tal senso l'apprendimento consiste anche nel prendere consapevolezza dei processi socializzati esternamente e nel trasferirli interiorizzandoli per gradi e facendoli diventare propri processi autonomi (Pontecorvo, 1986): un apprendimento guidato dunque in contesto sociale, capace di portare gli alunni ad un apprendimento intenzionale e sempre più consapevole.

4. La ricerca

4.1 *Il campione di studio*

L'esperienza coinvolge una classe terza di scuola primaria di un comune della provincia di Treviso. La classe è composta da 24 alunni (anno di nascita 2009, età media 8 anni e 9 mesi), dei quali 13 femmine e 11 maschi, di cui uno certificato per ritardo e difficoltà nell'apprendimento che, non avendo ancora appreso le rudimentali tecniche di letto-scrittura, non ha partecipato all'analisi. Uno degli alunni ha frequentato la classe prima con un anno di ritardo per problemi di salute (anno di nascita 2008). La scelta del campione è stata fatta selezionando una classe i cui docenti avessero una buona collaborazione tra loro e fossero favorevoli all'utilizzo di test standardizzati e di griglie di osservazione. È stata scelta una classe terza della scuola primaria poiché è il primo momento in cui può essere diagnosticato un disturbo dell'apprendimento legato al calcolo e al ragionamento matematico, dopo un potenziamento mirato di almeno sei mesi (Biondi, 2014). Consci della limitatezza che tale tipologia di campionamento porta con sé per la difficoltà di generalizzare i risultati, la possibilità di lavorare in questo contesto ha permesso di progettare l'intervento e seguirlo in modo costante nel corso dell'anno scolastico.

4.2 *Gli strumenti*

Al fine di comporre un profilo composito ed utile alla riflessione degli alunni, del consiglio di classe e dei genitori, sono stati utilizzati:

I) Questionari standardizzati tratti dalla batteria *AMOS 8-15* (Cornoldi, De Beni, Zamperlin, Meneghetti, 2005) per valutare quali aspetti siano coinvolti nelle abilità di studio, quali conoscenze metacognitive gli studenti abbiano relativamente al proprio approccio allo studio e le strategie più utili e funzionali.

Nello specifico sono stati utilizzati:

- Questionario sull'Approccio allo Studio (QAS), che rileva la motivazione, la flessibilità, l'atteggiamento verso la scuola e l'organizzazione personale.

15 <<http://www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/arrigo/067%20072%20BDM46.pdf>>.



- Questionari sulle utilità e uso delle Strategie di Studio (QS1 e QS2), nei quali vengono presentate 32 strategie, di cui 22 funzionali e 10 disfunzionali all'apprendimento che l'alunno valuta secondo quanto pensa ed utilizza.
- Prove di studio (PS1 e PS2), che presentano dei testi da studiare in autonomia, con le modalità preferite o ritenute più idonee e successivamente, senza poter più disporre del testo, rispondere ad una serie di domande per dimostrare l'apprendimento raggiunto.
- Questionari su convinzioni (QC1I, QC2F, QC30) e attribuzioni (QCA), che rilevano credenze sulla teoria dell'intelligenza e convinzioni di attribuzione di successi ed insuccessi.

II) Il Questionario Matematica e metacognizione (Caponi, Falco, Focchiatti, Cornoldi, Lucangeli, 2006) che misura il livello di consapevolezza generale verso le caratteristiche della matematica e le principali motivazioni e attribuzioni di successo/insuccesso, le credenze comuni circa la soluzione di compiti matematici e le componenti sovraordinate di previsione, pianificazione, monitoraggio e valutazione, riferite all'esecuzione di compiti cognitivi.



III) Il testo *Problemi senza problemi* (Perticone, 2008) che si ispira al modello teorico alla base del test SPM (Lucangeli, Tressoldi, & Cendron, 2003) per valutare l'efficienza delle componenti cognitive maggiormente coinvolte nella capacità di risoluzione dei problemi matematici, quali:

- comprensione del testo del problema;
- rappresentazione del problema e dei suoi contenuti;
- categorizzazione, ovvero classificazione dello schema del problema;
- pianificazione delle procedure necessarie alla soluzione del problema;
- monitoraggio e autovalutazione.

Tali indicatori sono stati usati sistematicamente per l'osservazione degli alunni, nella risoluzione dei problemi, da parte del docente, attraverso una griglia, sia individualmente che in gruppo. Per tali indicatori è stata presa in considerazione la frequenza d'attuazione nelle fasi di risoluzione del problema.

IV) Problemi tratti dal RMT (Rally Matematico Transalpino). I problemi sono disponibili on line dopo l'iscrizione alla competizione da parte della scuola e prevedono un confronto fra classi, dalla terza primaria al secondo anno di scuola secondaria di secondo grado, nell'ambito della risoluzione di problemi di matematica, che si svolge in Algeria, Argentina, Belgio, Francia, Italia, Lussemburgo e Svizzera.

Per l'insegnamento della matematica in generale e per la ricerca in didattica, il RMT costituisce una sorgente molto ricca di risultati, di osservazioni e di analisi (ARMT)¹⁶.

Per gli alunni di classe terza della scuola primaria la tipologia dei problemi spazia tra quelli di aritmetica, di logica, di natura combinatoria, di geometria e di geometria legata alle misure e al calcolo. Parte fondamentale della risoluzione dei problemi è anche la descrizione del percorso effettuato per giungere alla soluzione, compresa l'eventuale dichiarazione dei tentativi errati intrapresi e le motivazioni

16 Associazione Rally Matematico Transalpino - Sezione Italiana, <http://www.armtint.org/>

del cambio di direzione. La competizione prevede la partecipazione dell'intero gruppo classe, al quale, diviso in gruppi, viene richiesto di risolvere 5 problemi di diverse tipologie. Ogni gruppo ha a disposizione un'ora di tempo per risolvere il proprio problema, ma nulla vieta scambi all'interno dei gruppi, supporti tra un gruppo e l'altro o aiuto di chi ha terminato a gruppi in difficoltà. Questo porta a volte gli alunni a complesse discussioni e non solo a semplici verbalizzazioni o a trascrizioni di testi regolativi per la risoluzione. È il confronto tra le soluzioni proposte all'interno del gruppo e il dibattito per la difesa della propria posizione, mostrando prove ed evidenze, che crea la vera attività cognitiva. Le TEPs (Arrigo, 2007) sono le produzioni testuali da parte degli allievi, nelle quali scrivono con parole proprie quanto appreso, o il risultato raggiunto, per spiegarlo ad altri, dimostrando così di aver appreso appieno la categoria di appartenenza del problema, l'utilizzo della corretta o migliore strategia possibile, le ragioni di abbandono di strategie errate e il piano di risoluzione applicato (Cornoldi, Caponi, Falco, Focchiatì, Lucangeli, & Todeschini, 1995).

V) Griglie di osservazione

Sia durante le attività di studio, ma soprattutto durante la risoluzione dei problemi del Rally Matematico, in modalità individuale o collettiva, sono stati osservati gli studenti, utilizzando delle griglie nelle quali riportare la frequenza di determinati comportamenti, con la presenza di spazi liberi per eventuali annotazioni o ipotesi non previste, come quando l'atteggiamento dell'alunno varia in poco tempo e in base alla relazione con i compagni.

Per la costruzione delle griglie di osservazione si è preso spunto dai suggerimenti offerti dal testo *Valutare* (Pera, & Vastarella, 2017) che presenta griglie e rubriche di valutazione per la rilevazione delle competenze nei compiti di realtà.

Gli indicatori presi in considerazione sono stati:

- la capacità di agire in modo autonomo e responsabile;
- la collaborazione e la partecipazione;
- la capacità di acquisire e interpretare informazioni;
- la capacità di individuare collegamenti e relazioni;
- la capacità di progettare e di risolvere problemi;
- la capacità di comunicare e di imparare ad imparare.

Gli stessi indicatori sono stati proposti anche per l'autovalutazione da parte degli alunni.

4.3 Il profilo degli studenti

In conclusione, per riassumere in modo sintetico i dati raccolti per ogni alunno è stata elaborata una scheda profilo complessiva, che riportava tutti i dati di tutte le somministrazioni, osservazioni e autovalutazioni, per avere un quadro unitario del singolo alunno, delle sue potenzialità e delle sue difficoltà, oltre al quadro generale della classe, che comunque determina la progettazione di qualsiasi attività futura.

Al termine di tutte le somministrazioni si sono confrontati gli esiti dei questionari, delle prove di studio e delle risoluzioni dei problemi del RMT, evidenziando le situazioni eccellenti o critiche, considerando anche gli esiti dei questionari sulle loro credenze e attribuzioni.



Il profilo dello studente è stato progettato valutando quali delle informazioni risultanti dai questionari fossero utili e confrontabili. Sono stati raccolti in tabelle a doppia entrata i dati relativi alle prove effettuate dagli studenti, alle loro risposte ai questionari, dopo il confronto con i dati di riferimento, e le osservazioni durante le prove, oltre ad un questionario di autovalutazione per l'alunno da sovrapporre, anche graficamente, con la valutazione data dai docenti.

I risultati dei questionari sono stati poi inseriti in fogli excel e trasferiti di volta in volta all'interno delle tabelle del profilo individuale. Tale profilo può essere aggiornato con ulteriori dati e somministrazioni nel corso degli anni, permettendo così anche un confronto in verticale per verificare variazioni e miglioramenti.

5. Le procedure

Il protocollo di somministrazione, che ha richiesto un'alta disponibilità della docente coordinatrice con competenze nell'utilizzo di test standardizzati e griglie di osservazione nella didattica, ha previsto:



- Tre sessioni di somministrazioni dei questionari *AMOS 8-15* e *Didattica Metacognitiva della matematica* in tre giornate della prima settimana di dicembre, suddividendo in tre momenti la presentazione dei questionari, per un tempo totale di somministrazione di 190 minuti e due prove di studio per un totale di 120 minuti.
- Svolgimento delle attività relative al Rally Matematico Transalpino (RMT), nell'ultima settimana di novembre e nella prima settimana di dicembre, in modalità collettiva in quattro interventi di 120 minuti (tre diverse situazioni problematiche per ogni incontro).
- Somministrazione del questionario di autovalutazione per gli alunni nella terza settimana di dicembre per una durata di 30 minuti.
- Durante le prove del RMT sono state effettuate le osservazioni relative alle abilità trasversali con le griglie di osservazione e anche gli studenti al termine hanno compilato una loro autovalutazione che è stata poi comparata con quella dei docenti, per evidenziare punti in comune o differenze di percezione a riguardo. Gli alunni sono stati divisi in gruppi da 6 e dopo una prima fase sono stati riorganizzati in base al ruolo che avevano avuto nelle prime risoluzioni.
- Dopo 5 mesi è stata somministrata una prova di studio costruita dai docenti simile a quelle *AMOS 8-15* e i questionari e i problemi relativi alla classe terza primaria tratti dal testo *Test SPM - Abilità di soluzione dei problemi matematici* (Lucangeli, Tressoldi, & Cendron, 2003).

Il protocollo, dopo un attento lavoro di analisi dei profili degli alunni, ha previsto di lavorare da gennaio a maggio con interventi mirati in base alle difficoltà e alle carenze riscontrate con le prove, ma anche sulle attribuzioni, affinché gli alunni potessero dare il corretto valore al proprio lavoro, al proprio impegno o alla difficoltà del compito.

Per lo studio sono stati presentati dei materiali presi da riviste scientifiche, come Focus, e libri di curatori di mostre e musei, su argomenti che gli alunni dovevano comunque studiare. Sono stati corredati di questionari simili a quelli delle prove di studio *AMOS 8-15*. Per la matematica sono stati somministrati i questionari e i problemi relativi alla classe terza primaria tratti dal testo *Test SPM - Abilità di soluzione dei problemi matematici* (Lucangeli, Tressoldi, & Cendron, 2003), che

prevede la soluzione di alcuni problemi con momenti di riflessione relativamente alle fasi di comprensione, rappresentazione, categorizzazione, pianificazione, risoluzione e autovalutazione.

In entrambi i casi, dopo lo svolgimento in modalità individuale dei questionari e delle attività di studio e di problem solving, è stata effettuata una correzione pubblica e una discussione sulla correttezza delle risposte date e su dove e come individuare gli indizi necessari. Tutti gli alunni hanno partecipato attivamente alle discussioni, sia esponendo i propri dubbi, le incertezze, gli errori, sia proponendo soluzioni e alternative.

6. I risultati

6.1 *L'elaborazione dei profili individuali*

Le elaborazioni hanno permesso sia una riflessione a livello di classe, sia una restituzione per il singolo alunno.

Il profilo dello studente è stato così composto:

- Questionario sull'approccio allo studio (QAS);
- questionari sulle strategie di studio (QS1 e QS2);
- questionari sulle convinzioni e sulle attribuzioni (CC1, QC2f, QC3 e GA);
- questionario matematica e metacognizione sulle capacità metacognitive;
- esiti delle due prove di studio tratte dal questionario AMOS 8-15;
- esiti delle griglie di osservazione durante le prove di studio;
- esiti delle griglie di osservazione durante le prove RMT;
- esiti delle griglie di autovalutazione degli studenti durante le prove RMT;
- risultati delle prove RMT.

Per tutti gli alunni è stato steso un profilo completo riportante tutti i dati raccolti durante le prove di studio e la risoluzione dei problemi RMT.

Come esempio si riporta il profilo dell'alunno n°11.

M. (iniziale fittizia) si presenta motivato, capace di elaborazione e flessibilità, anche se molto ansioso e forse, di conseguenza, poco concentrato e disorganizzato. Nei questionari sulle strategie di studio i punteggi molto elevati dimostrano una buona conoscenza delle strategie più utili e anche di come metterle in pratica.

Per quanto riguarda le attribuzioni, prende in considerazione le abilità sia come causa di successo che di insuccesso, crede nelle proprie capacità, mentre considera l'impegno solo in caso di successo e in caso di insuccesso preferisce attribuire la colpa alla difficoltà del compito.

In matematica si rileva un atteggiamento positivo, ma le credenze sul proprio miglioramento e sul livello di controllo sono a livelli molto bassi.

Nelle prove di studio l'alunno ha riportato punteggi alti nella scelta dei titoli, centrando l'argomento in entrambe le prove di studio; si è differenziato con buone risposte nelle domande aperte della prima e invece più risposte corrette nei vero/falso nella seconda. Le risposte nelle domande aperte della prima prova erano corrette, ma improvvisate e senza sicurezza, addirittura con dei "forse" nella risposta.

Nel lavoro di gruppo per la risoluzione dei problemi si è dimostrato poco originale e intuitivo, a differenza del lavoro individuale, partecipando però attivamente alle discussioni e soprattutto all'allontanamento delle strategie completamente sbagliate.



Dall'osservazione e dall'autovalutazione è emersa per l'alunno la necessità di sviluppare maggiormente le abilità legate alle strategie, alla risoluzione di problemi e alla capacità di spiegare ed argomentare (Zan, 2016).

Dopo 5 mesi, con la somministrazione di una nuova prova di studio e del *Test SPM* (Lucangeli, Tressoldi, & Cendron, 2003), le riposte dell'alunno nelle prove di studio si sono dimostrate più sicure e complete, sono state usate tecniche di sottolineatura e mappe per ricordare meglio i contenuti da studiare. I problemi del test di matematica sono stati risolti seguendo tutte le fasi previste dalla rappresentazione alla valutazione e revisione del percorso, giustificando le scelte effettuate e dettagliando, su richiesta, i passaggi.

6.2 *L'elaborazione dei risultati di classe*

6.2.1 I risultati dei questionari

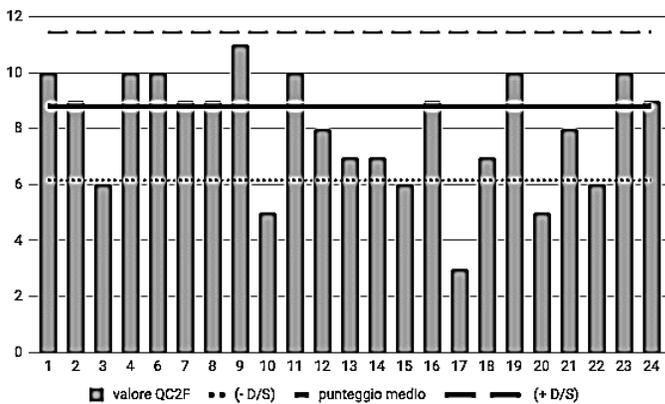
I questionari che hanno fornito le informazioni più utili ad un lavoro di progettazione sono stati quelli relativi alle credenze e alle attribuzioni, sia per quanto concerne lo studio che per la matematica.

I dati sono stati letti in modo aggregato a livello di classe, al fine di poter discutere anche insieme agli altri insegnanti di come poter intervenire su abilità trasversali e strategie di apprendimento. Sono stati creati dei grafici in cui il punteggio medio rilevato dal campione di riferimento, per la classe terza primaria, è rappresentato dalla linea nera centrale, mentre la linea puntinata in basso e quella tratteggiata in alto, segnalano le deviazioni standard, consentendo così di individuare l'intervallo del punteggio medio, ovvero tutti gli studenti che rientrano tra la linea puntinata e quella tratteggiata sono compresi nella fascia media di riferimento.

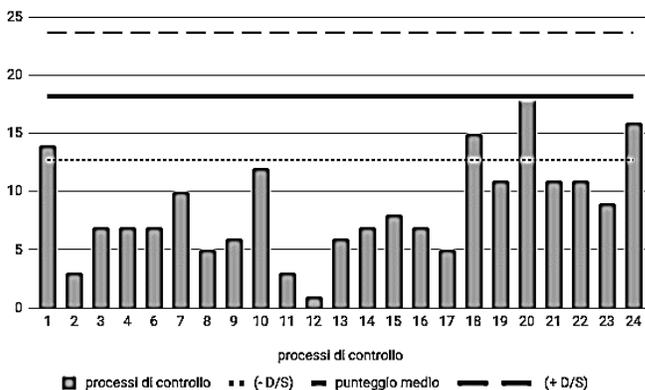
Per quanto concerne i questionari relativi alle attribuzioni, la maggior parte degli alunni (74%) si riconosce il merito dell'impegno in caso di successo, ma sono pochi (35%) quelli che danno lo stesso valore al mancato impegno in caso di insuccesso: questo aspetto è stato discusso anche con gli altri docenti della classe al fine di essere bagaglio di lavoro condiviso. Pochi sono gli alunni che danno molta importanza alle proprie abilità, sia per il successo (13%) che per l'insuccesso (13%), non riconoscendo così il proprio valore e le proprie competenze. Un aspetto interessante arriva dalla lettura dei dati del questionario sulla fiducia nell'intelligenza. Se la fiducia (Graf. n°1) che gli studenti dimostrano riguardo ai propri livelli intellettivi è un buon predittore del rendimento scolastico, al momento della rilevazione sembra che all'interno della classe questa non sia a livelli altissimi per metà della classe (48%). Questo potrebbe essere collegato alla considerazione di un tipo mente statica e non incrementabile, evidenziata dagli esiti del questionario sulle teorie implicite dell'intelligenza (QC11).

Per quanto riguarda la metacognizione legata alla matematica, i punteggi riportati dagli studenti nei questionari relativi agli atteggiamenti (22%) e alle credenze (39%) si rivelano molto bassi, evidenziando un profilo di classe con alunni che hanno un atteggiamento negativo e di sconfitta nei confronti della matematica e una non sufficiente riflessione metacognitiva a riguardo.





Graf. 1: QC2F - Questionario sulla fiducia nella propria intelligenza



Graf. 2: Matematica e Metacognizione - Processi di controllo

Anche per quanto riguarda i processi di controllo (Graf. n.2) i punteggi degli alunni sono molto bassi: solo alcuni alunni (17%) rientrano nella fascia media, il resto ottiene punteggi molto inferiori (oltre il 60%). «I processi di controllo svolgono una funzione adattiva e avrebbero il compito di attivare, mantenere o interrompere l'attività che si sta svolgendo in modo più o meno consapevole o automatico» (Capponi, Falco, Focchiati, Cornoldi, & Lucangeli, 2006) e confermano in questo caso la necessità di potenziare le attività metacognitive in ambito matematico e la riflessione sulle proprie capacità.

6.2.3 Le prove matematiche

Nella somministrazione dei problemi del RMT è emerso fin da subito come gli alunni fossero molto legati alla risoluzione classica dei problemi matematici presenti sul loro libro di testo, che richiedono solamente risoluzioni aritmetiche, e necessitano solo di alcuni tentativi per comprendere il modo di risolvere questo tipo di problemi. Molti alunni tendevano a non riconoscere come “problema” quello che richiedeva ad esempio una risoluzione combinatoria e non un'operazione aritmetica.



Le prove del RMT hanno evidenziato che più il gruppo è eterogeneo, più sono differenti gli apporti con cui gli elementi contribuiscono, più è possibile avere un pensiero divergente e non statico. L'osservazione durante le attività di risoluzione ha mostrato come molti degli alunni (61%), considerati di livello alto nell'esecuzione di compiti, operazioni e problemi dopo la spiegazione dell'insegnante, non si sono dimostrati però molto strategici. Al contrario alunni che non risultavano brillanti, in compiti tradizionali, hanno proposto soluzioni di varie tipologie, non prettamente aritmetiche, facendo tentativi sulla carta, magari anche con disegni, che sono risultati strategie vincenti (22%). La positività del gruppo ha permesso ad alunni bravi esecutori di vedere il problema da altri punti di vista; invece per i più creativi, ma con poca dimestichezza con la verbalizzazione, lo scambio è stata occasione per crescere e migliorare in questo campo. Per quanto concerne l'osservazione, si è prestato attenzione alle evidenze dell'avvenuta comprensione, rappresentazione, categorizzazione, pianificazione e monitoraggio e autovalutazione del percorso (Perticone, 2008). La comprensione del testo del problema non ha dato grosse difficoltà né ai gruppi, né individualmente, tranne forse per un paio di alunni che, chiedendo di rileggere in modo più approfondito e attento, sono riusciti poi a comprendere la richiesta. La rappresentazione non è stata difficoltosa per i gruppi e molti sono arrivati alle conclusioni di quello che bisognava trovare, anche senza sapere come. La difficoltà più grande in molti alunni, ma in generale anche nel gruppo, è stata la categorizzazione, cioè attribuire il problema ad una categoria specifica che prevede un certo tipo di risoluzione. Tale difficoltà di conseguenza rendeva a volte vana la pianificazione. Nei problemi di tipo combinatorio si sono visti studenti che avevano compreso la consegna, che si erano rappresentati mentalmente la situazione, ma che non riuscivano poi a capire da dove iniziare per confrontare gli elementi e decidere in che ordine sistemarli. Il monitoraggio del percorso e l'autovalutazione sono stati i punti più dolenti per molti. A livello verbale una buona parte degli alunni riusciva comunque a spiegare quello che aveva fatto singolarmente, ma trascriverlo ha portato all'eliminazione di molti passaggi o al non ricordare esattamente come avessero proceduto. Il lavoro di gruppo, la discussione di ogni procedura attuata, la stesura in forma scritta delle scelte effettuate, lo smistamento dei membri dei primi quattro gruppi in altrettanti, ha alimentato grandi scambi di informazioni, strategie, consigli e confronti, portando tutti i gruppi ad un miglioramento delle competenze in tutte le fasi di risoluzione dei problemi, ma soprattutto nella comprensione, nella rappresentazione e nella categorizzazione.

7. Discussione e conclusioni

Gli esiti dei questionari somministrati hanno presentato molti aspetti di ogni singolo alunno che hanno permesso di evidenziare meglio le possibili cause di lacune o inattività, se legate più ad un aspetto emotivo o attributivo o se invece dovute a cause cognitive. La costruzione di un profilo riassuntivo di tutti i dati ha permesso anche di confrontare gli alunni tra loro, raggrupparli in base ai dati raccolti e progettare percorsi mirati specifici per lavori in piccoli o grandi gruppi gestiti dagli stessi alunni e coordinati dall'insegnante di classe e con il supporto, quando possibile, dell'insegnante di sostegno assegnato alla classe.

Ad esempio, si è notato che alcuni degli alunni ansiosi (35%) sono anche quelli che hanno difficoltà di concentrazione e di organizzazione. Si è così potuto ipo-

tizzare che la lettura data ai fallimenti nelle attività di studio e di approfondimento, possa aver dato loro l'impressione di non essere all'altezza, di non essere adeguati, ma soprattutto di non avere controllo sul proprio apprendimento (Pazzaglia, Moè, Friso, & Rizzato, 2002).

È interessante notare come gli studenti più abili nello studio sono quelli che hanno comunque confermato le loro competenze, già riconosciute, nella comprensione testuale, sia narrativa che espositiva. Per quanto concerne invece la matematica, quelli che venivano considerati competenti, perché in grado di portare a termine gli esercizi richiesti, previsti dalla programmazione e dal libro di testo, non hanno poi dimostrato lo stesso livello di competenze nella risoluzione di problemi più inusuali, meno di routine e non strettamente algebrici.

Gli studenti hanno bisogno di diventare attivi e riflessivi, in quanto «il semplice possesso di un repertorio di strategie non è sufficiente a garantire un apprendimento autoregolato in cui è la flessibilità, piuttosto che il meccanico uso di tecniche, a caratterizzare le azioni cognitive» (Borkowski, & Muthukrishna, 2011). Questo è quanto probabilmente accadeva per la risoluzione matematica, dove su richiesta venivano applicate le tecniche appropriate e nel modo corretto, ma ciò non avveniva con la stessa prontezza e immediatezza in modo spontaneo. La riflessione sulle strategie risolutive utilizzate da se stessi o da altri, come anche per le strategie di studio o la creazione di mappe, è stata fondamentale per permettere agli studenti di farle proprie.

Gli alunni hanno avuto bisogno di staccarsi dalla modalità classica di risolvere i tipici problemi e cominciare a considerare “problemi” anche altre situazioni, che poi capitano più frequentemente nella vita di quelle riportate nei testi di matematica.

Il lavoro di gruppo per il Rally Matematico fa supporre che tale modalità sia la situazione migliore per osservare strategie messe in pratica, dove potersi confrontare senza paura di sbagliare, chiedendo consiglio ai pari.

La discussione dei risultati con gli studenti ha permesso loro di vedere le proprie difficoltà più da un punto di vista pratico e risolvibile, rispetto alle proprie ansie e paure.

La discussione dei risultati con gli altri docenti su questi aspetti ha favorito la messa in discussione delle strategie utilizzate fino a prima; la valutazione con un'ottica differente dei materiali d'uso comune, soprattutto per la matematica e il problem solving, ha consentito una messa in discussione anche degli strumenti di progettazione delle attività.

L'osservazione delle abilità trasversali attraverso le griglie, che è risultata così interessante per questo tipo di prove, è stata effettuata anche per altre attività in gruppo, come la realizzazione di ipertesti al computer o la costruzione di manufatti per una mostra. Il controllo incrociato di tutti questi dati ha permesso di rilevare in molti alunni competenze latenti, ma soprattutto di andare a stimolare opportunamente funzioni cognitive più carenti. Sebbene la raccolta dati e l'elaborazione di questi possa a tratti risultare oneroso, nel momento in cui diventa sistematica, per le varie attività effettuate a scuola, si rivela poi semplice ed automatica. Il team di docenti che opera nella classe e altri team all'interno dello stesso istituto intendono applicare questo protocollo di osservazione anche nei prossimi anni, soprattutto nelle attività laboratoriali in gruppo sia per la robotica e l'informatica, sia per l'organizzazione di eventi come esperienze di debate o mini conferenze, attività già presenti all'interno dell'istituto e che possono essere perfettamente utilizzate per la valutazione delle competenze in uscita.

Lo studio è stato inoltre utile per sperimentare l'attuazione di una modalità di valutazione in grado di stimolare una didattica partecipata e innovativa, che integri



conoscenze metacognitive, competenze disciplinari (legate alle materie STEM), stimolando l'autonomia degli studenti e le soft skills nella scuola primaria. Il processo di valutazione che ha portato alla lettura dei risultati, sia per il singolo studente sia a livello di classe, ha permesso di giungere ad un processo di riflessione esplicita diretta con gli studenti e con docenti di altre discipline. Questo è stato poi allargato ai genitori in sede di colloquio, potendo usufruire di un'ampia gamma di dati documentati. Si è cercato in questo modo di mettere a punto una metodologia condivisa che permetta il confronto attivo e stimoli la riflessione critica.

La metodologia dello studio di caso e l'esiguo numero degli studenti coinvolti porta inevitabilmente dei limiti nella generalizzazione dei risultati. Tuttavia, lo screening effettuato si è dimostrato, come si sperava, incentivo per estendere tale attività anche ad altre classi, stimolando docenti che da principio erano spaventati dalla mole di lavoro, ma che si sono ricreduti potendo osservare le differenze riscontrate negli esiti a fine anno. Sono stati inoltre evidenziati dei risultati utili sia alla progettazione didattica, sia alla possibilità di estendere lo studio con un numero maggiore di studenti.

È possibile concludere che, a livello di sistema nella scuola comprensiva e dell'obbligo finalizzata a formare il cittadino critico e consapevole, la possibilità di integrare diversi aspetti della valutazione utili a promuovere la riflessione in modo trasversale, potrebbe migliorare la progettazione di attività di recupero e potenziamento adatte alle singole necessità. Si può, ad esempio, valutare se le difficoltà dell'alunno siano dovute a credenze o attribuzioni errate o se invece siano originate da aspetti legati alle strategie o alle procedure di risoluzione, offrendo così una panoramica sulle competenze dell'alunno anche in ottica trans-disciplinare, in attività differenti che spesso non vengono confrontate tra loro. La possibilità di strutturare un ambiente di apprendimento che stimoli il continuo confronto con il gruppo, impegni gli studenti in compiti di valutazione autentici e valorizzi strategie per l'apprendimento attivo incentiva la motivazione e lo sviluppo delle competenze trasversali (Panciroli et al., 2018).

Le attività didattiche dovrebbero così supportare gli studenti nell'integrare conoscenze e abilità, attraverso la risoluzione di problemi reali, la riflessione sulle proprie strategie di apprendimento e i criteri di valutazione del proprio operato (Newhouse, 2017).

Riferimenti bibliografici

- Anderson L.W., & Krathwohl D.R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives: Complete Edition*. New York: Longman.
- Arrigo G. (2007). Verifica della qualità dell'apprendimento: le produzioni testuali autonome degli allievi (TEPs), Università di Bologna, <<http://www.dm.unibo.it/rsddm/it/articoli/arrigo/067%20072%20BDM46.pdf>>.
- Bandura A. (2000). *Autoefficacia. Teoria e applicazioni*. Trento: Erickson.
- Biggs J.B., & Collis K.F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning: The SOLO Taxonomy*. New York: Academic Press.
- Biondi M. (ed.) (2014). *DSM-5. Manuale Diagnostico e Statistico dei disturbi mentali*. Milano: Raffaello Cortina.
- Bloom B.S., Madaus G.F., & Hastings J.T. (1971). *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill.
- Brown A.L. (1975). *The development of memory: knowing, knowing about knowing and knowing how to know*, a cura di Reese H.W., New York. New York: Academic Press.



- Borkowski J.P., & Day J.D. (1995). Insegnare a generalizzare le strategie: creare convinzioni positive relative al successo e costruire i sé possibili. In R. Vianello, & C. Cornoldi (eds.), *Handicap e apprendimento*. Bergamo: Junior.
- Borkowski J.G., & Muthukrishna N. (2011). *Didattica metacognitiva*. Trento: Erickson.
- Bruner J.S. (1973). *Beyond the Information Given: Studies in the Psychology of Knowing*. New York: W.W. Norton, Incorporated.
- Buner J.S. (1997). *La cultura dell'educazione*. Milano: Feltrinelli.
- Calvani A., & Menichetti L. (2015). *Come fare un progetto didattico. Gli errori da evitare*. Roma: Carocci Faber.
- Caponi B., Falco G., Focchiatti R., Cornoldi C., & Lucangeli D. (2006). *Didattica metacognitiva della matematica*. Trento: Erickson.
- Cornoldi C. (1986). *Apprendimento e memoria nell'uomo*. Torino: UTET.
- Cornoldi C., Caponi B., Falco G., Focchiatti R., Lucangeli D., & Todeschini M. (1995). *Matematica e metacognizione*. Trento: Erickson.
- Cornoldi C., De Beni R., Zamperlin C., & Meneghetti C. (2005). *AMOS 8-15, Abilità e motivazione allo studio: prove di valutazione per ragazzi dagli 8 ai 15 anni*. Trento: Erickson.
- Cornoldi C., De Beni R. & Gruppo MT (2015). *Imparare a studiare*. Trento: Erickson.
- De Beni R., & Moè A. (2000). *Motivazione ed Apprendimento*. Bologna: Il Mulino.
- De Beni R., Pazzaglia F., Molin A., & Zamperlin C. (2001). *Psicologia cognitiva dell'apprendimento*. Trento: Erickson.
- Dixon-Krauss L. (2000). *Vygotskij nella classe*. Trento: Erickson.
- Dweck C.S. (2000). *Teorie del sé. Intelligenza, motivazione, personalità e sviluppo* (a cura di A. Moè). Trento: Erickson.
- Feuerstein R., Feuerstein R.S., Falik L., & Rand Y. (2008). *Il programma di arricchimento strumentale di Feuerstein*. Trento: Erickson.
- Hattie J. (2012). *Visible Learning for Teachers: Maximizing Impact on Learning*. London & New York: Routledge.
- Yin R.K. (1993). *Applications of Case Study Research*. London: Sage.
- Lucangeli D., Tressoldi P.E., & Cendron M. (2003). *Test SPM - Abilità di soluzione dei problemi matematici*. Trento: Erickson.
- Melchiori R. (2012). *La metodologia qualitativa nella valutazione. Gli studi di caso sugli interventi socioeducativi*. Roma: Nuova Cultura.
- Montague M. (1992). The effect of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, XXV, 4.
- Newhouse C.P. (2017). STEM the Boredom: Engage Students in the Australian Curriculum Using ICT with Problem-Based Learning and Assessment. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 1, pp. 44-57.
- Panciroli C., Corazza L., Vignola P., Marcato P., & Leone D. (2018). Didattica innovativa. Soluzioni efficaci per contesti complessi. *Form@re - Open Journal per la formazione in rete*, 18, n. 2, pp.116-129.
- Pazzaglia F., Moè A., Friso G., & Rizzato R. (2002). *Empowerment cognitivo e prevenzione dell'insuccesso*. Trento: Erickson.
- Pera T., & Vastarella S. (2017). *Valutare, che cosa, come, perché, quando*. Firenze: Giunti Scuola.
- Perez-Felkner L. C., Nix S., & Thomas K. A. (2017). Gendered Pathways: How Mathematics Ability Beliefs Shape Secondary and Postsecondary Course and Degree Field Choices. *Frontiers in Psychology*. <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2017.00386/full>>.
- Perticone G. (2008). *Problemi senza problemi, attività di problem solving matematico nella scuola primaria*. Trento: Erickson.
- Pontecorvo C., & Pontecorvo M. (1986). *Psicologia dell'educazione. Conoscere a scuola*. Bologna: Il Mulino.
- Saccani M., & Cornoldi C. (2005). Ansia per la matematica: la scala MARS-R per la valutazione e l'intervento metacognitivo. *DIM Difficoltà in matematica*, I, 2. Trento: Erickson.



- Vianello R. (1998). *Psicologia dello sviluppo per l'Università*, 3° edizione. Bergamo: Junior.
- Vygotskij L. (1990). *Pensiero e linguaggio: Ricerche psicologiche* (a cura di L. Mecacci L.). Roma-Bari: Laterza.
- Zan R. (2016). *I problemi di matematica. Difficoltà di comprensione e formalizzazione del testo*. Roma: Carocci.

