

Valutare per competenze in matematica: il caso del processo cognitivo matematizzare e modellizzare

Competence-based evaluation in mathematics: the case of the cognitive process mathematization and modelling

Athos Borioli*, Alberto Piatti^o e Igor Tamagni[†]

*Scuola media di Castione – Svizzera

^oDipartimento formazione e apprendimento – SUPSI, Svizzera

[†]Scuola media di Cadenazzo – Svizzera

Sunto / Nel 2015, in Canton Ticino, è stato introdotto un nuovo Piano di studio della scuola dell'obbligo basato sul paradigma della didattica per competenze. Il Piano di studio fornisce un quadro chiaro e completo delle competenze attese, ma fornisce pochi elementi relativi alle modalità di progettazione didattica adeguate per perseguire questi scopi e poche indicazioni rispetto alle modalità di valutazione che andrebbero attuate. Lo scopo del lavoro di ricerca presentato sinteticamente in questo articolo è stato di adottare un quadro teorico relativo alla valutazione per competenze (Castoldi, 2016) e di trasporlo in pratica per sviluppare strumenti di progettazione e valutazione per competenze che permettessero di perseguire efficacemente gli scopi espressi nel Piano di studio. In particolare, i lavori si sono concentrati sulla valutazione di un particolare processo cognitivo (matematizzare e modellizzare) previsto dal Piano di studio per la matematica. Sono state coinvolte due classi di I media di due sedi di scuola media ticinesi. Nonostante il presente lavoro si sia limitato a una classe, a un singolo processo cognitivo di una singola disciplina e a un preciso Piano di studio, riteniamo che i risultati ottenuti siano, con dovuti accorgimenti, generalizzabili a qualsiasi disciplina e classe e forniscano ai docenti elementi utili per una trasposizione in pratica di un qualsiasi Piano di studio basato sulle competenze.

Parole chiave: valutazione per competenze; rubrica valutativa; modellizzazione matematica.

Abstract / The curriculum of pre-primary, primary and lower secondary school of Canton Ticino has been completely revised in 2015. The new program clearly illustrates the competences that should be developed by the pupils during the compulsory school, but, unfortunately, it does not explain in detail how a teacher can design and realize competence-based teaching and learning activities and, in particular, how and through which instruments these competences could be assessed. The aim of the research project summarized in this paper was to apply a theoretical framework on competence assessment (Castoldi 2016) to the new curriculum, in order to develop a practical and suitable approach for competence assessment. The assessment approach that is being presented was tested in two lower secondary school classes and was focused exclusively on the assessment of the mathematical modelling skills of pupils. Although our work is limited to a single year, a single discipline and a single cognitive process, we argue that its results could be adapted to any discipline, cognitive process and year in the context of a competence-based curriculum.

Keywords: skills assessment; assessment rubric; mathematical modelling.

1 Introduzione

Con l'entrata in vigore del concordato Harmos, ogni regione linguistica della Svizzera si è dotata di un nuovo Piano di studio per l'intera scuola dell'obbligo: il Lehrplan 21 per la regione di lingua tedesca (www.lehrplan.ch), il Plan d'études romand per la regione di lingua francese (www.plandetudes.ch) e il Piano di studio della scuola dell'obbligo per il Canton Ticino (DECS, 2015, www.pianodistudio.ch).

Tutti e tre i piani di studio sono formulati in termini di traguardi di competenza attesi alla fine dei tre cicli di scuola dell'obbligo. In particolare, il Piano di studio della scuola dell'obbligo ticinese (in seguito denominato Piano di studio) specifica le competenze che dovrebbero essere sviluppate dagli allievi, nell'ambito delle diverse discipline scolastiche previste, in diversi ambiti di formazione generale e a livello trasversale, al termine del quarto, settimo e undicesimo anno di scolarità obbligatoria. Per quanto riguarda la matematica, il Piano di studio definisce un modello di competenza sotto forma di tabella a doppia entrata, dove le colonne rappresentano i cinque ambiti di competenza (Numeri e calcolo, Grandezze e misure, Geometria, Funzioni, Probabilità e statistica) e le righe le risorse e i processi cognitivi previsti (risorse cognitive: Sapere e riconoscere, Eseguire e applicare; processi cognitivi: Esplorare e provare, Matematizzare e modellizzare, Interpretare e riflettere sui risultati, Comunicare e argomentare). Il Piano di studio fornisce un quadro chiaro e completo delle competenze attese, ma fornisce pochi elementi relativi alle modalità di progettazione didattica adeguate per perseguire questi scopi e ancora meno fornisce indicazioni rispetto alle modalità di valutazione che andrebbero attuate. Esso si limita a indicare il bisogno di passare da una *valutazione dell'apprendimento* a una *valutazione per l'apprendimento*, e a definire in maniera generale la valutazione per competenze. In particolare, viene indicato che:

«(...) la valutazione delle competenze differisce dalla sola verifica di conoscenze e/o capacità/abilità. Valutare le competenze è un processo complesso in quanto esse si sviluppano e si valutano in situazione. Infatti, un allievo è da ritenersi competente quando sa affrontare situazioni-problema in un contesto (possibilmente dotato di significato e adeguatamente complesso) analogo ma diverso da quello di apprendimento. È quindi necessario che sappia utilizzare in situazioni definite "complesse" le diverse conoscenze, capacità/abilità e atteggiamenti che ha appreso (a volte anche separatamente). Le situazioni d'integrazione non sono semplici esercizi (che possono essere utili per attivare risorse parziali in fase di apprendimento), ma situazioni nelle quali gli apprendimenti sono messi in uso in contesti ritenuti adeguatamente complessi in riferimento alla competenza mirata».

(DECS, 2015, p. 24)

Lo scopo del lavoro di ricerca presentato sinteticamente in questo articolo è stato di adottare un quadro teorico relativo alla valutazione per competenze (Castoldi, 2016) e di trasporlo in pratica per sviluppare strumenti di progettazione e valutazione per competenze che permettessero di perseguire efficacemente gli scopi espressi nel Piano di studio. Si è deciso di lavorare su un solo anno scolastico (la prima media, corrispondente in Ticino all'ottavo anno di scolarità) e su un particolare processo cognitivo relativo alla disciplina matematica (Matematizzare e modellizzare).

In particolare, è stata elaborata una rubrica valutativa relativa alla modellizzazione che è servita da base per la progettazione di due situazioni problema che sono state svolte in due classi di scuola media. Con la stessa ottica sono stati sviluppati degli strumenti di valutazione che sono stati applicati per valutare le competenze di modellizzazione degli allievi in base a quanto osservato durante lo svolgimento delle attività. I risultati ottenuti hanno confermato l'efficacia degli strumenti adottati e, in particolare, l'utilità e l'importanza, ai fini dell'adozione di un approccio basato sulle competenze, di impostare la progettazione didattica e la valutazione su una rubrica valutativa. Una descrizione dettagliata del lavoro svolto è presente in Borioli (2017) e Tamagni (2017). Nonostante il presente lavoro si sia limitato a una classe, a un singolo processo cognitivo di una singola disciplina e a un preciso Piano di studio, riteniamo che i risultati ottenuti siano, con i dovuti accorgimenti, generalizzabili a qualsiasi disciplina e classe e forniscano ai docenti elementi utili per una trasposizione in pratica di un qualsiasi Piano di studio basato sulle competenze.

2 Valutazione per competenze e rubriche valutative

Come indicato dal Piano di studio, la valutazione per competenze non si limita a una verifica delle conoscenze e abilità acquisite dall'allievo, ma si focalizza piuttosto sulla capacità di un allievo di affrontare situazioni-problema proposte in contesti tendenzialmente diversi da quelli conosciuti durante l'apprendimento. Questi contesti sono pensati per rappresentare una difficoltà adeguata alla situazione nella quale si fa uso della competenza richiesta. Inoltre, la valutazione per competenze opera su una prospettiva globale e ricollega il prodotto dell'apprendimento al suo processo di costruzione. La valutazione per competenze si dimostra essere molto complessa, poiché la competenza va vista sotto più dimensioni. In questo senso, Pellerey (2004) propone di adottare «(...) un ideale triangolo di osservazione che assuma come baricentro l'idea stessa di competenza su cui si basano i differenti punti di vista» (Castoldi, 2016, p. 81).



Figura 1
Prospettiva trifocale
(dimensione oggettiva,
soggettiva e intersog-
gettiva), con al centro la
rubrica di competenza.

«La dimensione oggettiva richiama le evidenze osservabili che attestino la prestazione del soggetto e i suoi risultati, in rapporto al compito affidato e, in particolare, alle conoscenze e alle abilità che la manifestazione della competenza richiede».

(Castoldi, 2016, p. 81)

La dimensione oggettiva riguarda quindi ciò che un allievo è in grado di fare, ovvero le conoscenze e le capacità possedute. Strumenti tipici per la valutazione di questa dimensione sono le prove scritte e lo svolgimento di compiti autentici.

«La dimensione soggettiva richiama i significati personali attribuiti dal soggetto alla sua esperienza di apprendimento: il senso assegnato al compito operativo su cui manifestare la propria competenza e la percezione della propria adeguatezza nell'affrontarlo, delle risorse da mettere in campo e dagli schemi di pensiero da attivare».

(Castoldi, 2016, p. 82)

La dimensione soggettiva riguarda quindi la consapevolezza dell'allievo nell'affrontare i compiti proposti. Questa dimensione è spesso resa tangibile attraverso forme di autovalutazione.

«La dimensione intersoggettiva richiama il sistema di attese, implicito o esplicito, che il contesto sociale esprime in rapporto alla capacità del soggetto di rispondere adeguatamente al compito richiesto».

(Castoldi, 2016, p. 82)

La dimensione intersoggettiva riguarda quindi le aspettative delle persone coinvolte (compagni, docenti, famiglie ecc.) rispetto alle prestazioni dell'allievo. Per poter valutare quest'ultima dimensione si possono utilizzare ad esempio la valutazione tra pari e diversi protocolli di osservazione.

Al centro dei tre punti di vista descritti si trova la competenza con il rispettivo strumento di valutazione: la rubrica valutativa. Essa «(...) richiama il momento di definizione dei criteri di giudizio sulla cui base arrivare a formare il giudizio valutativo» (Castoldi, 2016, p. 87) ed è definita come

«uno strumento generale di valutazione impiegato per valutare la qualità dei prodotti e delle prestazioni di un determinato ambito. La rubrica consiste in una scala di punteggi prefissati e in una lista di criteri che definiscono le caratteristiche di ogni punteggio della scala. Le rubriche sono frequentemente accompagnate da esempi di prodotti o prestazioni che hanno lo scopo di illustrare ciascuno dei punteggi».

(McTighe & Ferrara, 1996, p. 8)

Le rubriche valutative non rappresentano unicamente uno strumento utile per valutare l'apprendimento ma anche per creare e progettare a ritroso dei percorsi didattici. Secondo Wiggins e McTighe (2007) è possibile infatti partire dalla definizione dei criteri di valutazione utilizzati per risalire alla progettazione di un percorso didattico. Esistono diversi tipi di rubrica valutativa e ognuna di esse è definita in base alle sue caratteristiche. Partendo dal grado di analiticità di una rubrica si possono individuare due tipi:

- **olistiche**: utili per l'osservazione complessiva di una competenza, senza un'analisi dettagliata dei diversi aspetti specifici;
- **analitiche**: basate sull'analisi dettagliata di uno o più aspetti specifici di una data competenza.

In base alla contestualizzazione delle stesse, possiamo definire altri due tipi di rubrica:

- **specifiche**: le quali rappresentano un insieme di criteri utili per valutare una determinata prestazione;
- **generali**: utili per valutare un livello di padronanza raggiunto rispetto ad un traguardo di competenza.

Vanno inoltre menzionate le rubriche ponderate, nelle quali si assegnano pesi differenti a determinate dimensioni in base all'importanza della manifestazione di ognuna di esse.

La rubrica che funge da base al presente lavoro è classificabile come analitica, poiché le diverse dimensioni del modellizzare vengono elencate in dettaglio, e generale, poiché essa è adeguata alla valutazione di numerose situazioni di modellizzazione e non è stata specificamente creata per la valutazione di una data situazione. In generale riteniamo che questo tipo di rubrica sia la più adeguata ai fini della progettazione didattica, in quanto permette di avere sempre sotto controllo tutte le dimensioni che devono essere sviluppate, sia in sede di progettazione a priori, sia in sede di valutazione durante e al termine dei diversi percorsi didattici.

In sintesi si possono riassumere le caratteristiche di una rubrica attraverso le parole di Castoldi (2016), il quale specifica che una rubrica dev'essere composta essenzialmente da:

- **dimensioni**: indicanti le caratteristiche che contraddistinguono un determinato oggetto di valutazione. Le dimensioni rispondono alla domanda: "Quali aspetti o processi chiave che descrivono la manifestazione della competenza considero?";
- **indicatori**: attraverso i quali possiamo riconoscere o meno la presenza di una dimensione. Gli indicatori rispondono alla domanda: "Attraverso che cosa riconosco la presenza della dimensione?";
- **livelli di padronanza**: i quali descrivono l'intensità con cui una dimensione è presente. In genere si definiscono quattro livelli di padronanza, dove il livello di sufficienza e quello di eccellenza assumono un'importanza centrale. Le descrizioni dei livelli vanno espresse in modo inequivocabile e non devono essere di tipo comparativo ma devono esprimersi in modo assoluto rispetto alla manifestazione di una competenza in modo che ogni cella abbia un significato anche se presa in considerazione da sola. Per definire i livelli di padronanza si fa riferimento al grado di autonomia dell'allievo, al grado di rielaborazione richiesto e al livello di familiarità e complessità dei contesti di azione e possono essere espressi attraverso lettere (A, B, C, D), numeri (1, 2, 3, 4) oppure parole (base, iniziale, intermedio, avanzato);
- **ancore**: che danno degli esempi concreti per identificare i vari livelli di padronanza della rubrica.

La rubrica adottata nel presente lavoro contempla tutti gli elementi ad eccezione delle ancore. La specifica di ancore non è stata ritenuta necessaria, in quanto esse sono utili

soprattutto se l'utilizzatore della rubrica non corrisponde al suo creatore. In quest'ultimo caso, infatti, è facile che l'intenzione iniziale dell'estensore non venga adeguatamente compresa dall'utilizzatore e quindi la specifica di ancorare (ancora meglio se svolta in comune tra estensore e utilizzatori) può facilitare la comprensione reciproca. Nel nostro caso il problema non si pone, poiché gli estensori della rubrica sono le stesse persone che l'hanno applicata.

Sono stati adottati quattro livelli di padronanza: iniziale (corrispondente a un livello ritenuto non adeguato), base, intermedio e avanzato (corrispondenti a livelli ritenuti adeguati).

Prima di procedere con la descrizione in dettaglio della rubrica adottata, è ora necessario specificare brevemente cosa s'intenda con modellizzazione in matematica.

3 Modellizzazione in matematica

Il Piano di studio definisce la modellizzazione come l'approccio basato su

«introdurre e utilizzare concetti, principi e metodi specifici della matematica per comprendere, spiegare, esaminare un dominio reale o ideale; individuare e applicare procedimenti attraverso i quali si utilizzano oggetti della matematica per modellizzare situazioni, ossia descriverle e rappresentarle utilizzando in modo consapevole il linguaggio specifico della matematica. La matematica può così modellizzare oggetti, situazioni e strutture del mondo reale o ideale tramite diversi tipi di rappresentazioni».

(DECS, 2015, p. 146)

Come spiegato nella definizione, con modellizzare s'intende quindi il saper rappresentare una situazione reale utilizzando un linguaggio matematico al fine di spiegarne e comprenderne i vari aspetti. Il Piano di studio dà la giusta importanza all'aspetto didattico del concetto di modello, il quale al di fuori dal contesto scolastico viene definito come «la rappresentazione di un fenomeno. Tale rappresentazione non è descrittiva, discorsiva o a parole, ma formale, cioè espressa in un linguaggio matematico» (Malinvaud, 1964).

Il processo di modellizzazione può essere rappresentato con il seguente schema ciclico, dove realtà e modello matematico vengono messi in relazione:

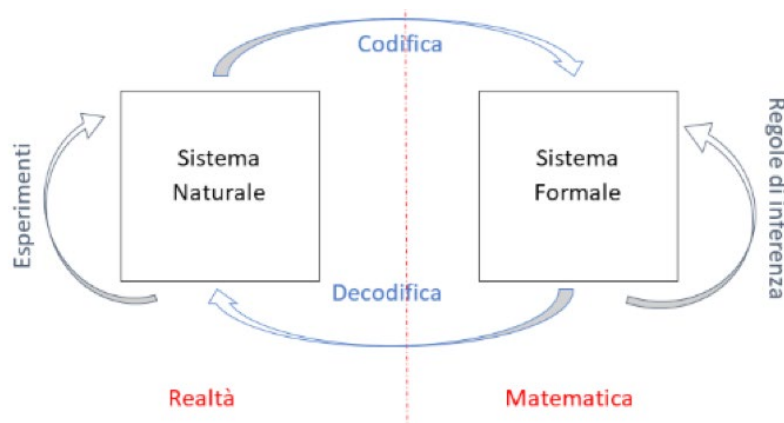


Figura 2
Schema che illustra il
processo di matematizza-
zione e modellizzazione.

Nello schema si nota come un fenomeno presente in natura (si pensi ad esempio il movimento di un oggetto nello spazio) venga codificato in un sistema formale; bisognerà quindi chiedersi: “quali sono gli aspetti che ritengo utili per l’analisi del fenomeno e come intendo modellarli?” Una volta che la realtà è descritta in un sistema formale, allora si possono effettuare le analisi che permettono di comprendere al meglio il fenomeno studiato per poi ritornare al sistema naturale nel quale l’oggetto si situa verificando l’attendibilità dei risultati ottenuti; nel caso in cui i dati non siano verosimili si opera sul modello per effettuare le giuste calibrizioni. La modellizzazione è dunque strettamente legata al mondo reale e si presta molto bene ad affrontare situazioni autentiche in quanto «la realtà è comunque sempre presente: si prende spunto dalla realtà, si indaga nella realtà, si traggono, dopo aver matematizzato, regole di comportamento per la realtà» (Castelnuovo & Barra, 1974). Un modello matematico non può naturalmente sostituire la realtà in maniera esaustiva, ma è utile per descrivere in modo verosimile singoli aspetti che interessa analizzare, infatti:

«il modello non esprime necessariamente l’intima e reale essenza del problema (la realtà è spesso così complessa da non lasciarsi rappresentare in modo esaustivo con formule matematiche), ma deve fornire una sintesi utile. I matematici hanno un ruolo particolare in tale contesto. Essi sanno vedere e capire la natura intrinseca di un problema, determinare quali caratteristiche sono rilevanti e quali non lo sono, e, di conseguenza sviluppare una rappresentazione matematica che contiene l’essenza del problema stesso».

(Quarteroni, 1998)

Il processo di modellizzazione assume un’importanza fondamentale nel legame tra matematica e realtà, sia in ambito scolastico per la creazione e la risoluzione di situazioni problema autentiche e stimolanti tratte dalla realtà, sia in ambito professionale e nella vita di tutti i giorni.

4 Una rubrica valutativa per la modellizzazione

Per creare la rubrica valutativa descritta nel presente lavoro, abbiamo seguito le seguenti fasi:

- definire le dimensioni che descrivono la competenza;
- definire gli indicatori che permettono di riconoscere la presenza di ogni dimensione;
- definire i livelli di padronanza;
- descrivere i vari livelli.

Le dimensioni rispondono alla domanda: “quali sono gli aspetti o i processi chiave che descrivono la manifestazione della competenza che considero?”. Riconducendosi allo schema di modellizzazione si possono riconoscere nel processo cognitivo le seguenti dimensioni:

- **processo di modellizzazione:** riguarda l’individuazione delle caratteristiche utili alla risoluzione della situazione-problema proposta;
- **registri:** considera il linguaggio matematico con cui le caratteristiche utili sono descritte (registri algebrici, testuali, figurati ecc.);
- **raccolta dati e informazioni:** vengono considerati tutti i processi che permettono la raccolta delle informazioni utili alla risoluzione della situazione affrontata. I dati e le informazioni possono essere raccolti direttamente da fonti fornite dal docente (tabelle, grafici e testi) oppure possono essere ricavati in modo diretto dagli allievi stessi;
- **stima:** riguarda la capacità di stima dei risultati da parte degli allievi;
- **controllo e regolazione:** vengono considerati i processi che gli allievi mettono in atto per valutare la verosimiglianza dei risultati ottenuti e le capacità di correzione delle proprie soluzioni in caso di errore.

Il lavoro di ricerca si è concentrato su dimensioni di tipo prettamente matematico: per questo motivo nella rubrica si è deciso di tralasciare le dimensioni che condizionano le modalità con cui l’allievo agisce, quali la relazione con se stesso, la relazione con gli altri, la relazione con il compito e la relazione con il contesto. Gli indicatori di ogni dimensione sono stati quindi definiti in relazione alle varie dimensioni:

- **Processo di modellizzazione:**
 - è in grado di capire quali sono le caratteristiche utili per la modellizzazione di una situazione reale;
 - date le caratteristiche è in grado di utilizzare un linguaggio adeguato.
- **Registri:**
 - scelta e utilizzo del registro;
 - capacità di passare da un registro all’altro.
- **Raccolta dati e informazioni:**
 - capacità di individuare informazioni pertinenti da una situazione data;
 - ricavare dati da tabelle e grafici e testi;
 - scelta dello strumento di misura adeguato;
 - misurare.
- **Stima:**
 - stimare e approssimare i risultati attesi.

- **Controllo e regolazione:**
 - valutare la verosimiglianza dei risultati ottenuti;
 - capacità di correzione e regolazione.

La scelta dei livelli di padronanza è stata elaborata in base ai seguenti parametri:

- **il grado di rielaborazione richiesto:**
risposte riproduttive → risposte originali;
- **il livello di familiarità dei contesti di azione:**
famigliare, conosciuto e/o semplice → inedito, non famigliare e complesso;
- **difficoltà del compito:**
semplice → complesso;
- **il grado di autonomia:**
riesce con aiuto → è autonomo.

Livelli di padronanza e parametri sono stati combinati come segue:

	Iniziale	Base	Intermedio	Avanzato
Risposta	Riproduttiva	Riproduttiva	Riproduttiva	Originale
Contesti	Conosciuto	Conosciuto	Inedito	Inedito
	Famigliare	Famigliare	Non famigliare	Non famigliare
	Semplice	Semplice	Complesso	Complesso
Difficoltà del compito	Semplice	Semplice	Complesso	Complesso
Autonomia	Aiuto	Autonomo	Autonomo	Autonomo

Tabella 1
Distinzione dei livelli di padronanza in base ai parametri scelti.

Una volta definite le dimensioni, gli indicatori e i livelli di padronanza, si può riempire il “telaio” della rubrica valutativa. È importante precisare che si parte dall’idea che ogni allievo sia in grado di fare qualcosa, anche se aiutato dal docente o dal compagno, in un contesto semplice e conosciuto, limitandosi a fornire una risposta riproduttiva. Per questo motivo, nella rubrica non appaiono frasi come: “L’allievo non sa fare...”, “L’allievo non è in grado di... ecc.” ma il livello base riporta delle considerazioni di tipo positivo. La parte più delicata è quella di fissare il grado della cosiddetta sufficienza (la quale corrisponde al livello base nella rubrica). Nel nostro caso, tale livello corrisponde alla capacità di muoversi autonomamente nelle varie dimensioni almeno in contesti e situazioni di tipo semplice e conosciuto.

La rubrica valutativa ottenuta è la seguente, dove in grassetto sono state indicate le parole chiave caratterizzanti i diversi livelli di padronanza.

Figura 3
Rubrica valutativa per il
processo Matematizzare
e modellizzare in prima
media.

Dimensioni	Indicatori	Iniziale	Base	Intermedio	Avanzato
PROCESSO DI MODELLIZZAZIONE	È in grado di capire quali sono le caratteristiche utili per la modellizzazione di una situazione reale.	Identifica le caratteristiche utili con l'ausilio di una guida.	Identifica le caratteristiche utili autonomamente in contesti semplici e famigliari.	Identifica autonomamente le caratteristiche utili in contesti non famigliari e complessi.	Identifica le caratteristiche utili in contesti non famigliari e complessi, capendo in maniera autonoma quali possono essere declinate.
	Date le caratteristiche è in grado di utilizzare un linguaggio adeguato.	Utilizza il linguaggio adeguato se aiutato.	Utilizza autonomamente il linguaggio adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Utilizza il linguaggio adeguato in situazioni complesse.	Utilizza il linguaggio adeguato in situazioni complesse fornendo delle proposte originali.
	Scelta e utilizzo del registro	Necessita di aiuti per scegliere un registro adeguato ed utilizzarlo correttamente in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie e utilizza in maniera autonoma un registro adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie e utilizza in maniera autonoma un registro adeguato anche in situazioni inedite e complesse.	Fa uso di un registro in maniera corretta, proponendo soluzioni originali in ogni situazione.
	Capacità di passare da un registro all'altro.	È in grado di muoversi tra vari registri in situazioni semplici e conosciute con l'ausilio di aiuti.	È in grado di muoversi tra vari registri in situazioni semplici e conosciute in maniera autonoma.	È in grado di muoversi tra vari registri in maniera autonoma.	È in grado di muoversi tra vari registri in maniera autonoma fornendo proposte originali.
MODELLO	Capacità di individuare informazioni pertinenti da una situazione data.	Individua quali sono le informazioni per la risoluzione del problema in situazioni semplici e conosciute se guidato.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in situazioni semplici e conosciute autonomamente.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in situazioni inedite e complesse.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema trovando nuovi metodi.
	Ricavare dati da tabelle e grafici e testi.	Ricava i dati corretti in situazioni conosciute e semplici se aiutato.	Ricava i dati utili in maniera autonoma da tabelle e grafici semplici e conosciuti.	È in grado di ricavare dati corretti anche da tabelle e grafici più complessi.	È in grado di ricavare dati corretti da tabelle e grafici nuovi e complessi in maniera autonoma.
	Scelta dello strumento di misura adeguato.	Sceglie lo strumento adeguato in situazioni conosciute con aiuti.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni complesse.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni inedite.
	Misurare	Effettua misure precise in situazioni semplici con l'ausilio di aiuti.	Effettua misure precise in situazioni semplici.	Effettua misure precise in situazioni complesse.	Effettua misure precise anche in situazioni non convenzionali.
STIMA	Stimare e approssimare i risultati attesi.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico con l'utilizzo di aiuti.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico autonomamente in situazioni conosciute.	È in grado di stimare i risultati in modo preciso autonomamente in situazioni conosciute.	È in grado di stimare i risultati in modo preciso in situazioni nuove.
	Valutare la verosimiglianza dei risultati ottenuti.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione con l'aiuto del docente.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in verifiche semplici e conosciute.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in situazioni complesse.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in situazioni nuove.
REALTÀ	Capacità di correzione e regolazione.	Corregge con l'aiuto del docente.	Corregge in maniera autonoma.	È in grado di correggere in situazioni più complicate.	È in grado di correggere in situazioni mai viste.

5 Due situazioni problema sulla modellizzazione

Per testare la rubrica valutativa creata, sono state elaborate e proposte a due classi di prima media (delle sedi di Castione e Cadenazzo) due situazioni problema di modellizzazione. La rubrica è stata utilizzata sia in sede di progettazione delle attività, sia in sede di valutazione delle stesse. Per testare in maniera completa la rubrica come strumento per la valutazione degli apprendimenti, sarebbe stato necessario proporre più situazioni problema sull'arco dell'intero anno scolastico, in modo da valutare più volte e a distanza di tempo le diverse dimensioni, ma i limiti di tempo imposti dal presente progetto di ricerca non hanno permesso di svolgere più di due attività.

La prima situazione proposta riguardava la pianificazione del trasporto degli allievi a scuola. Entrambe le sedi coinvolte servono diversi comuni e buona parte degli allievi, per recarsi a scuola, fa capo a un servizio di trasporto dedicato tramite torpedoni fornito da una ditta privata. La situazione proposta richiedeva di pianificare il trasporto degli allievi a scuola tramite i normali mezzi pubblici e di selezionare le offerte più convenienti per minimizzare il costo complessivo del trasporto degli allievi. Per la preparazione e la risoluzione della situazione, agli allievi sono stati forniti diversi materiali originali: mappa dei comuni, lista degli allievi con provenienza, calendari scolastici, piano dei trasporti pubblici (si veda www.arcobaleno.ch) e relativi opuscoli. Per i dettagli si veda Borioli (2017) e Tamagni (2017). La situazione proposta non richiedeva di mobilitare tutte le dimensioni presenti nella rubrica. In particolare, la parte di rubrica coperta dalla situazione è quella interna al bordo tratteggiato nella Figura 4:

	Dimensioni	Indicatori	Iniziale	Base	Intermedio	Avanzato
REALTÀ	PROCESSO DI MODELLIZZAZIONE	È in grado di capire quali sono le caratteristiche utili per la modellizzazione di una situazione reale.	Identifica le caratteristiche utili con l'aiuto di una guida.	Identifica le caratteristiche utili autonomamente in contesti semplici e familiari.	Identifica autonomamente le caratteristiche utili in contesti non familiari e complessi.	Identifica le caratteristiche utili in contesti non familiari e complessi, capendo in maniera autonoma quali possono essere declinate.
		Date le caratteristiche è in grado di utilizzare un linguaggio adeguato.	Utilizza il linguaggio adeguato se aiutato.	Utilizza autonomamente il linguaggio adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Utilizza il linguaggio adeguato in situazioni complesse.	Utilizza il linguaggio adeguato in situazioni complesse fornendo delle proposte originali.
MODELLO	REGISTRI	Scelta e utilizzo del registro	Necessita di aiuti per scegliere un registro adeguato ed utilizzarlo correttamente in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie e utilizza in maniera autonoma un registro adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie e utilizza in maniera autonoma un registro adeguato anche in situazioni inedite e complesse.	Fa uso di un registro in maniera corretta, proponendo soluzioni originali in ogni situazione.
		Capacità di passare da un registro all'altro.	È in grado di muoversi tra vari registri in situazioni semplici e conosciute con l'aiuto di aiuti.	È in grado di muoversi tra vari registri in situazioni semplici e conosciute in maniera autonoma.	È in grado di muoversi tra vari registri in maniera autonoma.	È in grado di muoversi tra vari registri in maniera autonoma fornendo proposte originali.
	RACCOLTA DATI E INFORMAZIONI	Capacità di individuare informazioni pertinenti da una situazione data.	Individua quali sono le informazioni per la risoluzione del problema in situazioni semplici e conosciute se guidato.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in situazioni semplici e conosciute autonomamente.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in situazioni inedite e complesse.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema trovando nuovi metodi.
		Ricavare dati da tabelle e grafici e testi.	Ricava i dati corretti in situazioni conosciute e semplici se aiutato.	Ricava i dati utili in maniera autonoma da tabelle e grafici semplici e conosciuti.	È in grado di ricavare dati corretti anche da tabelle e grafici più complessi.	È in grado di ricavare dati corretti da tabelle e grafici nuovi e complessi in maniera autonoma.
		Scelta dello strumento di misura adeguato.	Sceglie lo strumento adeguato in situazioni conosciute con aiuti.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni complesse.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni inedite.
REALTÀ	STIMA	Misurare	Effettua misure precise in situazioni semplici con l'aiuto di aiuti.	Effettua misure precise in situazioni semplici.	Effettua misure precise in situazioni complesse.	Effettua misure precise anche in situazioni non convenzionali.
		Stimare e approssimare i risultati attesi.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico con l'utilizzo di aiuti.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico autonomamente in situazioni conosciute.	È in grado di stimare i risultati in modo preciso autonomamente in situazioni conosciute.	È in grado di stimare i risultati in modo preciso in situazioni nuove.
REALTÀ	CONTROLLO E REGOLAZIONE	Valutare la verosimiglianza dei risultati ottenuti.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione con l'aiuto del docente.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in verifiche semplici e conosciute.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in situazioni complesse.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in situazioni nuove.
		Capacità di correzione e regolazione.	Corregge con l'aiuto del docente.	Corregge in maniera autonoma.	È in grado di correggere in situazioni più complicate.	È in grado di correggere in situazioni mai viste.

Figura 4
Livelli di padronanza considerati per le varie dimensioni nell'attività sugli abbonamenti Arcobaleno.

Si può notare che la situazione proposta non richiedeva di svolgere una misura e nemmeno una stima. Inoltre, per alcune dimensioni, il compito proposto non permetteva di verificare la presenza di un livello avanzato.

Per poter verificare anche le dimensioni non considerate nella prima situazione problema, è stata proposta agli allievi una seconda situazione in cui si chiedeva di determinare il numero di barattoli di vernice necessari per verniciare una panchina di cemento presente nel cortile della scuola.



Figura 5
Immagine delle panchine
presenti nel cortile della
scuola media di Cadenazzo.

Inizialmente agli allievi è stato chiesto di stimare il risultato senza misurare, in seguito è stata data la possibilità di misurare. L'attività ha avuto luogo sia in aula, sia direttamente nel cortile. Per i dettagli si veda Borioli (2017) e Tamagni (2017).
Questa seconda situazione ha permesso di valutare le seguenti dimensioni:

	Dimensioni	Indicatori	Iniziale	Base	Intermedio	Avanzato
REALTÀ	PROCESSO DI MODELIZZAZIONE	È in grado di capire quali sono le caratteristiche utili per la modellizzazione di una situazione reale.	Identifica le caratteristiche utili con l'aiuto di una guida.	Identifica le caratteristiche utili autonomamente in contesti semplici e familiari.	Identifica autonomamente le caratteristiche utili in contesti non familiari e complessi.	Identifica le caratteristiche utili in contesti non familiari e complessi, capendo in maniera autonoma quali possono essere declinate.
		Dare le caratteristiche è in grado di utilizzare un linguaggio adeguato.	Utilizza il linguaggio adeguato se aiutato.	Utilizza autonomamente il linguaggio adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Utilizza il linguaggio adeguato in situazioni complesse.	Utilizza il linguaggio adeguato in situazioni complesse fornendo delle proposte originali.
MODELLO	REGISTRI	Scelta e utilizzo del registro	Necessita di aiuti per scegliere un registro adeguato ed utilizzarlo correttamente in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie e utilizza in maniera autonoma un registro adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie e utilizza in maniera autonoma un registro adeguato anche in situazioni inedite e complesse.	Fa uso di un registro in maniera corretta, proponendo soluzioni originali in ogni situazione.
		Capacità di passare da un registro all'altro.	È in grado di muoversi tra vari registri in situazioni semplici e conosciute con l'aiuto di aiuti.	È in grado di muoversi tra vari registri in situazioni semplici e conosciute in maniera autonoma.	È in grado di muoversi tra vari registri in maniera autonoma.	È in grado di muoversi tra vari registri in maniera autonoma fornendo proposte originali.
	RACCOLTA DATI E INFORMAZIONI	Capacità di individuare informazioni pertinenti da una situazione data.	Individua quali sono le informazioni per la risoluzione del problema in situazioni semplici e conosciute se guidato.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in situazioni semplici e conosciute autonomamente.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in situazioni inedite e complesse.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema trovando nuovi metodi.
		Ricavare dati da tabelle e grafici e testi.	Ricava i dati corretti in situazioni conosciute e semplici se aiutato.	Ricava i dati utili in maniera autonoma da tabelle e grafici semplici e conosciuti.	È in grado di ricavare dati corretti anche da tabelle e grafici più complessi.	È in grado di ricavare dati corretti da tabelle e grafici nuovi e complessi in maniera autonoma.
		Scelta dello strumento di misura adeguato.	Sceglie lo strumento adeguato in situazioni conosciute con aiuti.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni complesse.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni inedite.
		Misurare	Effettua misure precise in situazioni semplici con l'aiuto di aiuti.	Effettua misure precise in situazioni semplici.	Effettua misure precise in situazioni complesse.	Effettua misure precise anche in situazioni non convenzionali.
REALTÀ	STIMA	Stimare e approssimare i risultati attesi.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico con l'utilizzo di aiuti.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico autonomamente in situazioni conosciute.	È in grado di stimare i risultati in modo preciso autonomamente in situazioni conosciute.	È in grado di stimare i risultati in modo preciso in situazioni nuove.
	CONTROLLO E REGOLAZIONE	Valutare la verosimiglianza dei risultati ottenuti.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione con l'aiuto del docente.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in verifiche semplici e conosciute.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in situazioni complesse.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in situazioni nuove.
		Capacità di correzione e regolazione.	Corregge con l'aiuto del docente.	Corregge in maniera autonoma.	È in grado di correggere in situazioni più complicate.	È in grado di correggere in situazioni mai viste.

Figura 6
Livelli di padronanza
considerati per le varie
dimensioni nell'attività
sulle panchine.

Sovrapponendo le due tabelle, si può constatare che l'insieme delle due situazioni ha permesso di valutare almeno una volta tutte le dimensioni del modellizzare:

	Dimensioni	Indicatori	Iniziale	Base	Intermedio	Avanzato
REALTÀ	PROCESSO DI MODELLIZZAZIONE	È in grado di capire quali sono le caratteristiche utili per la modellizzazione di una situazione reale.	Identifica le caratteristiche utili con l'aiuto di una guida.	Identifica le caratteristiche utili autonomamente in contesti semplici e familiari.	Identifica autonomamente le caratteristiche utili in contesti non familiari e complessi.	Identifica le caratteristiche utili in contesti non familiari e complessi, capendo in maniera autonoma quali possono essere declinate.
		Date le caratteristiche è in grado di utilizzare un linguaggio adeguato.	Utilizza il linguaggio adeguato se aiutato.	Utilizza autonomamente il linguaggio adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Utilizza il linguaggio adeguato in situazioni complesse.	Utilizza il linguaggio adeguato in situazioni complesse fornendo delle proposte originali.
MODELLO	REGISTRI	Scelta e utilizzo del registro	Necessita di aiuti per scegliere un registro adeguato ed utilizzarlo correttamente in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie e utilizza in maniera autonoma un registro adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie e utilizza in maniera autonoma un registro adeguato anche in situazioni inedite e complesse.	Fa uso di un registro in maniera corretta, proponendo soluzioni originali in ogni situazione.
		Capacità di passare da un registro all'altro.	È in grado di muoversi tra vari registri in situazioni semplici e conosciute con l'aiuto di aiuti.	È in grado di muoversi tra vari registri in situazioni semplici e conosciute in maniera autonoma.	È in grado di muoversi tra vari registri in maniera autonoma.	È in grado di muoversi tra vari registri in maniera autonoma fornendo proposte originali.
	RACCOLTA DATI E INFORMAZIONI	Capacità di individuare informazioni pertinenti da una situazione data.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in situazioni semplici e conosciute se guidato.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in situazioni semplici e conosciute autonomamente.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in situazioni inedite e complesse.	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema trovando nuovi metodi.
		Ricavare dati da tabelle e grafici e testi.	Ricava i dati corretti in situazioni conosciute e semplici se aiutato.	Ricava i dati utili in maniera autonoma da tabelle e grafici semplici e conosciuti.	È in grado di ricavare dati corretti anche da tabelle e grafici più complessi.	È in grado di ricavare dati corretti da tabelle e grafici nuovi e complessi in maniera autonoma.
		Scelta dello strumento di misura adeguato.	Sceglie lo strumento adeguato in situazioni conosciute con aiuti.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni semplici e conosciute.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni complesse.	Sceglie in maniera autonoma lo strumento adeguato in situazioni inedite.
REALTÀ	STIMA	Misurare	Effettua misure precise in situazioni semplici con l'aiuto di aiuti.	Effettua misure precise in situazioni semplici.	Effettua misure precise in situazioni complesse.	Effettua misure precise anche in situazioni non convenzionali.
		Stimare e approssimare i risultati attesi.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico con l'utilizzo di aiuti.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico autonomamente in situazioni conosciute.	È in grado di stimare i risultati in modo preciso autonomamente in situazioni conosciute.	È in grado di stimare i risultati in modo preciso in situazioni nuove.
	CONTROLLO E REGOLAZIONE	Valutare la verosimiglianza dei risultati ottenuti.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione con l'aiuto del docente.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in verifiche semplici e conosciute.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in situazioni complesse.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in situazioni nuove.
		Capacità di correzione e regolazione.	Corregge con l'aiuto del docente.	Corregge in maniera autonoma.	È in grado di correggere in situazioni più complicate.	È in grado di correggere in situazioni mai viste.

Figura 7
Livelli di padronanza considerati per le varie dimensioni nell'attività sugli abbonamenti Arcobaleno e nell'attività sulle panchine (scuola media di Castione).

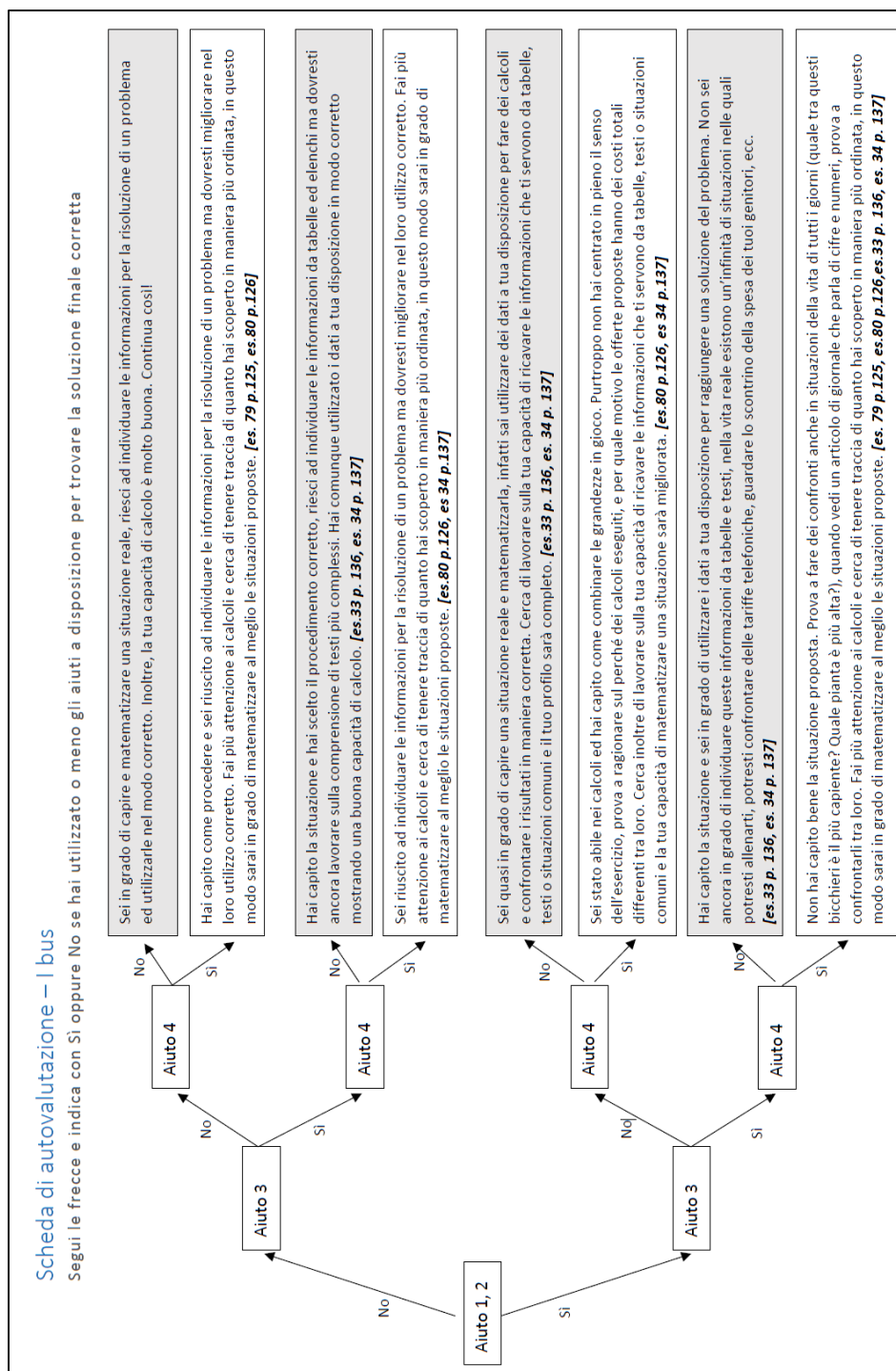
In questo senso, la presenza della rubrica ha permesso, in sede di progettazione, di tener conto esplicitamente di tutte le dimensioni del processo cognitivo mirato e di elaborare di conseguenza situazioni che permettessero complessivamente di toccarle tutte.

6 Utilizzo della rubrica

La complessità della rubrica non permette di regola al docente di utilizzarla direttamente durante l'attività come strumento di raccolta dei dati. Per poterla utilizzare è necessario agire in asincrono (ad esempio valutando una produzione scritta di un allievo) oppure elaborando e utilizzando degli strumenti, prevedendo eventualmente un contributo degli allievi, che consentano di situare i diversi allievi all'interno della rubrica.

Nel caso della prima situazione, la compilazione della rubrica si è basata su un sistema di aiuti messi a disposizione dei diversi allievi in diversi momenti della risoluzione della situazione. Gli aiuti sono stati elaborati in modo da permettere a ogni allievo di proporre una soluzione per la situazione proposta. Gli aiuti erano messi a disposizione degli allievi nel caso in cui, dopo un certo tempo, non fossero riusciti a superare autonomamente una certa fase della risoluzione del problema. Ad esempio, a chi non riusciva a determinare il numero di allievi per comune sulla base dell'elenco dettagliato degli allievi, veniva fornita direttamente una tabella con il numero di allievi per comune. Ogni allievo doveva prendere nota degli aiuti utilizzati e inserirli in uno schema ad albero che fungeva da autovalutazione e da stimolo per un ulteriore apprendimento:

Figura 8
Schema valutativo (in
funzione degli aiuti)
dell'attività sugli abbonamenti Arcobaleno.



Gli aiuti utilizzati o meno dagli allievi hanno inoltre permesso al docente, a posteriori, di situare ogni allievo all'interno della rubrica tramite una corrispondenza tra aiuti utilizzati o meno e livelli di padronanza.

Nella seconda situazione, agli allievi è stato chiesto di riportare su carta le proprie stime e la scelta dello strumento di misura, in modo da poter valutare a posteriori le due dimensioni. Altre dimensioni sono state invece osservate direttamente dal docente durante l'attività e riportate in apposite tabelle.

7 Risultati

Al termine delle due situazioni, per ogni allievo era stato osservato almeno una volta il livello di padronanza in ciascuna dimensione della rubrica. Le seguenti rappresentazioni mostrano la rubrica nel suo intero e distribuiscono secondo la tonalità del riempimento il numero di allievi (in percentuale) che ha raggiunto un determinato livello di padronanza per la corrispondente dimensione in ciascuna classe considerata. Questo strumento dà al docente una visione immediata della distribuzione della classe e permette di effettuare paragoni tra un singolo allievo e il resto dei compagni.

	Dimensioni	Indicatori	Iniziale	Base	Intermedio	Avanzato
REALTÀ	PROCESSO DI MODELIZZAZIONE	È in grado di capire quali sono le caratteristiche utili per la modellizzazione di una situazione reale.	Identifica le caratteristiche utili con l' <i>ausilio di una guida</i> .	Identifica le caratteristiche utili autonomamente in <i>contesti semplici e famigliari</i> .	Identifica <i>autonomamente</i> le caratteristiche utili in <i>contesti non famigliari e complessi</i> .	Identifica le caratteristiche utili in <i>contesti non famigliari e complessi</i> , capendo in <i>maniera autonoma</i> quali possono essere declinate.
		Date le caratteristiche è in grado di utilizzare un linguaggio adeguato.	Utilizza il linguaggio adeguato se <i>aiutato</i> .	Utilizza <i>autonomamente</i> il linguaggio adeguato in <i>situazioni semplici e conosciute</i> .	Utilizza il linguaggio adeguato in <i>situazioni complesse</i> .	Utilizza il linguaggio adeguato in <i>situazioni complesse</i> fornendo delle <i>proposte originali</i> .
MODELLO	REGISTRI	Scelta e utilizzo del registro	<i>Necessita di aiuti</i> per scegliere un registro adeguato ed utilizzarlo correttamente in <i>situazioni semplici e conosciute</i> .	Sceglie e utilizza in <i>maniera autonoma</i> un registro adeguato in <i>situazioni semplici e conosciute</i> .	Sceglie e utilizza in <i>maniera autonoma</i> un registro adeguato anche in <i>situazioni inedite e complesse</i> .	Fa uso di un registro in <i>maniera corretta</i> , proponendo <i>soluzioni originali</i> in ogni situazione.
		Capacità di passare da un registro all'altro.	È in grado di muoversi tra vari registri in <i>situazioni semplici e conosciute</i> con l' <i>ausilio di aiuti</i> .	È in grado di muoversi tra vari registri in <i>situazioni semplici e conosciute</i> in <i>maniera autonoma</i> .	È in grado di muoversi tra vari registri in <i>maniera autonoma</i> .	È in grado di muoversi tra vari registri in <i>maniera autonoma</i> fornendo <i>proposte originali</i> .
	RACCOLTA DATI E INFORMAZIONI	Capacità di individuare informazioni pertinenti da una situazione data.	Individua quali sono le informazioni per la risoluzione del problema in <i>situazioni semplici e conosciute se guidato</i> .	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in <i>situazioni semplici e conosciute autonomamente</i> .	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in <i>situazioni inedite e complesse</i> .	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema trovando <i>nuovi metodi</i> .
		Ricavare dati da tabelle e grafici e testi.	Ricava i dati corretti in <i>situazioni conosciute e semplici se aiutato</i> .	Ricava i dati utili in <i>maniera autonoma</i> da tabelle e grafici <i>semplici e conosciuti</i> .	È in grado di ricavare dati corretti anche da tabelle e grafici più <i>complessi</i> .	È in grado di ricavare dati corretti da tabelle e grafici <i>nuovi e complessi in maniera autonoma</i> .
		Scelta dello strumento di misura adeguato.	Sceglie lo strumento adeguato in <i>situazioni conosciute con aiuti</i> .	Sceglie in <i>maniera autonoma</i> lo strumento adeguato in <i>situazioni semplici e conosciute</i> .	Sceglie in <i>maniera autonoma</i> lo strumento adeguato in <i>situazioni complesse</i> .	Sceglie in <i>maniera autonoma</i> lo strumento adeguato in <i>situazioni inedite</i> .
		Misurare	Effettua misure precise in <i>situazioni semplici con l'ausilio di aiuti</i> .	Effettua misure precise in <i>situazioni semplici</i> .	Effettua misure precise in <i>situazioni complesse</i> .	Effettua misure precise anche in <i>situazioni non convenzionali</i> .
REALTÀ	STIMA	Stimare e approssimare i risultati attesi.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico con l' <i>utilizzo di aiuti</i> .	È in grado di stimare i risultati in modo realistico <i>autonomamente</i> in <i>situazioni conosciute</i> .	È in grado di stimare i risultati in modo preciso <i>autonomamente</i> in <i>situazioni conosciute</i> .	È in grado di stimare i risultati in modo preciso in <i>situazioni nuove</i> .
	CONTROLLO E REGOLAZIONE	Valutare la verosimiglianza dei risultati ottenuti.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione con l' <i>aiuto</i> del docente.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in <i>verifiche semplici e conosciute</i> .	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in <i>situazioni complesse</i> .	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in <i>situazioni nuove</i> .
		Capacità di correzione e regolazione.	Corregge con l' <i>aiuto</i> del docente.	Corregge in <i>maniera autonoma</i> .	È in grado di correggere in <i>situazioni più complicate</i> .	È in grado di correggere in <i>situazioni mai viste</i> .

Figura 9
Distribuzione dei livelli di competenza della classe per scala di grigi (allievi di 1a della scuola media di Castione).

	Dimensioni	Indicatori	Iniziale	Base	Intermedio	Avanzato
REALTÀ	PROCESSO DI MODELIZZAZIONE	È in grado di capire quali sono le caratteristiche utili per la modellizzazione di una situazione reale.	Identifica le caratteristiche utili con l' <i>ausilio di una guida</i> .	Identifica le caratteristiche utili autonomamente in <i>contesti semplici e famigliari</i> .	Identifica <i>autonomamente</i> le caratteristiche utili in <i>contesti non famigliari e complessi</i> .	Identifica le caratteristiche utili in <i>contesti non famigliari e complessi</i> , capendo in <i>maniera autonoma</i> quali possono essere declinate.
		Date le caratteristiche è in grado di utilizzare un linguaggio adeguato.	Utilizza il linguaggio adeguato se <i>aiutato</i> .	Utilizza <i>autonomamente</i> il linguaggio adeguato in <i>situazioni semplici e conosciute</i> .	Utilizza il linguaggio adeguato in <i>situazioni complesse</i> .	Utilizza il linguaggio adeguato in <i>situazioni complesse</i> fornendo delle <i>proposte originali</i> .
MODELLO	REGISTRI	Scelta e utilizzo del registro	<i>Necessita di aiuti</i> per scegliere un registro adeguato ed utilizzarlo correttamente in <i>situazioni semplici e conosciute</i> .	Sceglie e utilizza in <i>maniera autonoma</i> un registro adeguato in <i>situazioni semplici e conosciute</i> .	Sceglie e utilizza in <i>maniera autonoma</i> un registro adeguato anche in <i>situazioni inedite e complesse</i> .	Fa uso di un registro in <i>maniera corretta</i> , proponendo <i>soluzioni originali</i> in ogni situazione.
		Capacità di passare da un registro all'altro.	È in grado di muoversi tra vari registri in <i>situazioni semplici e conosciute</i> con l' <i>ausilio di aiuti</i> .	È in grado di muoversi tra vari registri in <i>situazioni semplici e conosciute</i> in <i>maniera autonoma</i> .	È in grado di muoversi tra vari registri in <i>maniera autonoma</i> .	È in grado di muoversi tra vari registri in <i>maniera autonoma</i> fornendo <i>proposte originali</i> .
	RACCOLTA DATI E INFORMAZIONI	Capacità di individuare informazioni pertinenti da una situazione data.	Individua quali sono le informazioni per la risoluzione del problema in <i>situazioni semplici e conosciute se guidato</i> .	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in <i>situazioni semplici e conosciute autonomamente</i> .	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema in <i>situazioni inedite e complesse</i> .	Individua quali sono le informazioni utili per la risoluzione del problema trovando <i>nuovi metodi</i> .
		Ricavare dati da tabelle e grafici e testi.	Ricava i dati corretti in <i>situazioni conosciute e semplici se aiutato</i> .	Ricava i dati utili in <i>maniera autonoma</i> da tabelle e grafici <i>semplici e conosciuti</i> .	È in grado di ricavare dati corretti anche da tabelle e grafici più <i>complessi</i> .	È in grado di ricavare dati corretti da tabelle e grafici <i>nuovi e complessi in maniera autonoma</i> .
		Scelta dello strumento di misura adeguato.	Sceglie lo strumento adeguato in <i>situazioni conosciute con aiuti</i> .	Sceglie in <i>maniera autonoma</i> lo strumento adeguato in <i>situazioni semplici e conosciute</i> .	Sceglie in <i>maniera autonoma</i> lo strumento adeguato in <i>situazioni complesse</i> .	Sceglie in <i>maniera autonoma</i> lo strumento adeguato in <i>situazioni inedite</i> .
		Misurare	Effettua misure precise in <i>situazioni semplici con l'ausilio di aiuti</i> .	Effettua misure precise in <i>situazioni semplici</i> .	Effettua misure precise in <i>situazioni complesse</i> .	Effettua misure precise anche in <i>situazioni non convenzionali</i> .
REALTÀ	STIMA	Stimare e approssimare i risultati attesi.	È in grado di stimare i risultati in modo realistico con l' <i>utilizzo di aiuti</i> .	È in grado di stimare i risultati in modo realistico <i>autonomamente</i> in <i>situazioni conosciute</i> .	È in grado di stimare i risultati in modo preciso <i>autonomamente</i> in <i>situazioni conosciute</i> .	È in grado di stimare i risultati in modo preciso in <i>situazioni nuove</i> .
	CONTROLLO E REGOLAZIONE	Valutare la verosimiglianza dei risultati ottenuti.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione con l' <i>aiuto</i> del docente.	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in <i>verifiche semplici e conosciute</i> .	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in <i>situazioni complesse</i> .	È in grado di interpretare la validità della propria soluzione in <i>situazioni nuove</i> .
		Capacità di correzione e regolazione.	Corregge con l' <i>aiuto</i> del docente.	Corregge in <i>maniera autonoma</i> .	È in grado di correggere in <i>situazioni più complicate</i> .	È in grado di correggere in <i>situazioni mai viste</i> .

Figura 10
Distribuzione dei livelli di competenza della classe per scala di grigi (allievi della scuola media di Cadenazzo).

Evidentemente la tabella da sola non permette di dare le informazioni necessarie al docente per valutare in maniera efficace la manifestazione di competenza per un

determinato processo cognitivo di ogni singolo allievo, per questo motivo è necessario confrontarsi con dei piccoli report, che permetteranno di tenere traccia del processo di apprendimento degli allievi e possono fornire dati utili per capirne la situazione attuale. Per ogni allievo sono stati riportati i livelli di padronanza in relazione ad una determinata dimensione, accompagnati da brevi annotazioni, il che permetterà di contestualizzare la valutazione in un secondo momento. Riportiamo quattro esempi di report prodotti per quattro allievi con livelli di padronanza diversi.

7.1 Risultati di Augusto

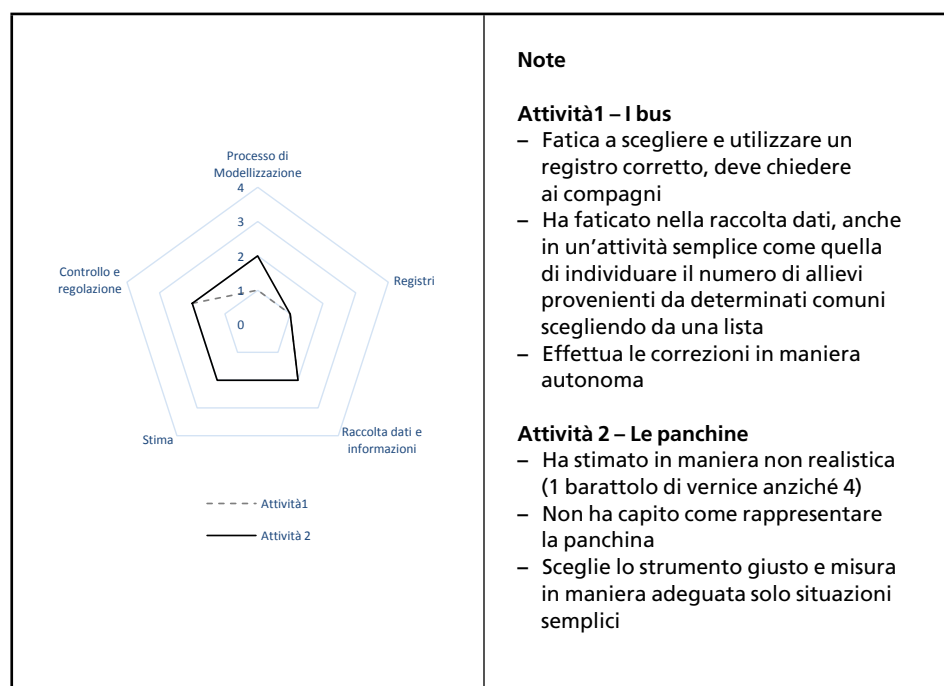


Tabella 2
Profilo personale
di Augusto.

Il caso preso in esame rappresenta un allievo che si muove generalmente con fatica nelle varie situazioni di apprendimento mostrando una scarsa autonomia. Va detto che l'allievo si scoraggia facilmente e a volte non affronta i problemi con la dovuta concentrazione. I dati emersi in queste due attività rispecchiano l'andamento riscontrato anche in altri aspetti di competenza. In futuro bisognerà prevedere delle attività che possano consolidare le competenze base nelle varie dimensioni per poi cercare una progressione formativa in seguito.

7.2 Risultati di Barbara

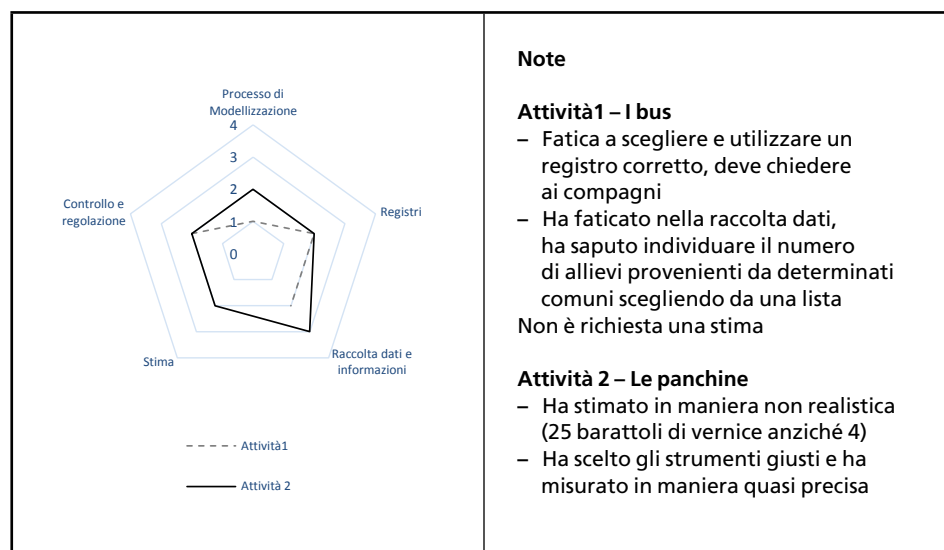


Tabella 3
Profilo personale
di Barbara.

Questo profilo descrive il comportamento nelle due attività di un'allieva che raggiunge la sufficienza anche se con una continua ricerca di conferme e aiuti da parte del docente o dei compagni. La prima attività ha messo in difficoltà l'allieva a causa della struttura molto articolata della stessa, mentre nella seconda attività ha mostrato un miglioramento globale sia nella manifestazione di competenza nella disciplina che nella sicurezza in se stessa. Il passo successivo sarà rappresentato da un momento di lavoro individuale, dove si potranno testare le capacità dell'allieva di approcciarsi alle situazioni in modo autonomo.

7.3 Risultati di Claudio

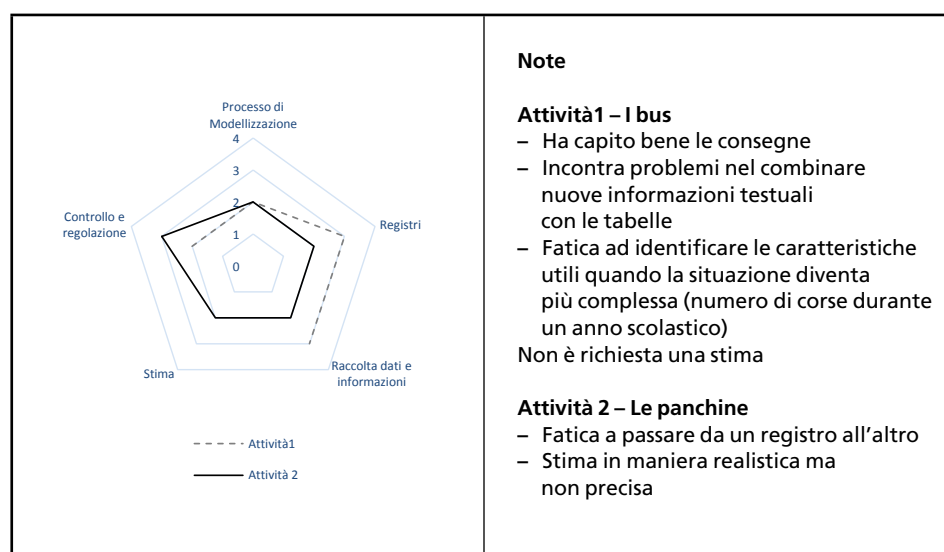


Tabella 4
Profilo personale
di Claudio.

L'allievo dimostra di saper lavorare autonomamente ma è più adatto a situazioni da affrontare su carta. La praticità della seconda situazione e la sua scarsa attitudine a lavorare con ordine nei materiali l'hanno messo in difficoltà. Le attività che seguiranno saranno progettate in modo da porre maggior accento sull'organizzazione del lavoro, favorendo lo sviluppo di un'attitudine in attività pratiche.

7.4 Risultati di Daniela

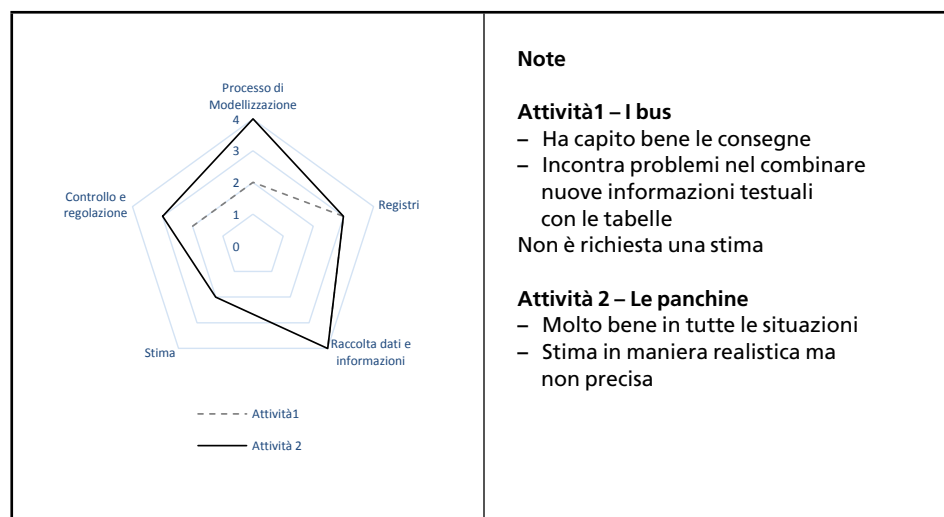


Tabella 5
Profilo personale
di Daniela.

L'allieva ha un profilo molto buono in tutti gli aspetti di competenza della matematica. Anche nelle attività di modellizzazione ha mostrato una buona attitudine anche se di fronte a situazioni complesse ha faticato ad individuare informazioni da un testo. La seconda attività ha messo in evidenza una capacità di stima realistica ma non precisa. Le attività che seguiranno dovranno essere strutturate in modo da poter dare la possibilità all'allieva di districarsi in contesti sempre più inediti e complessi.

7.5 Visione generale

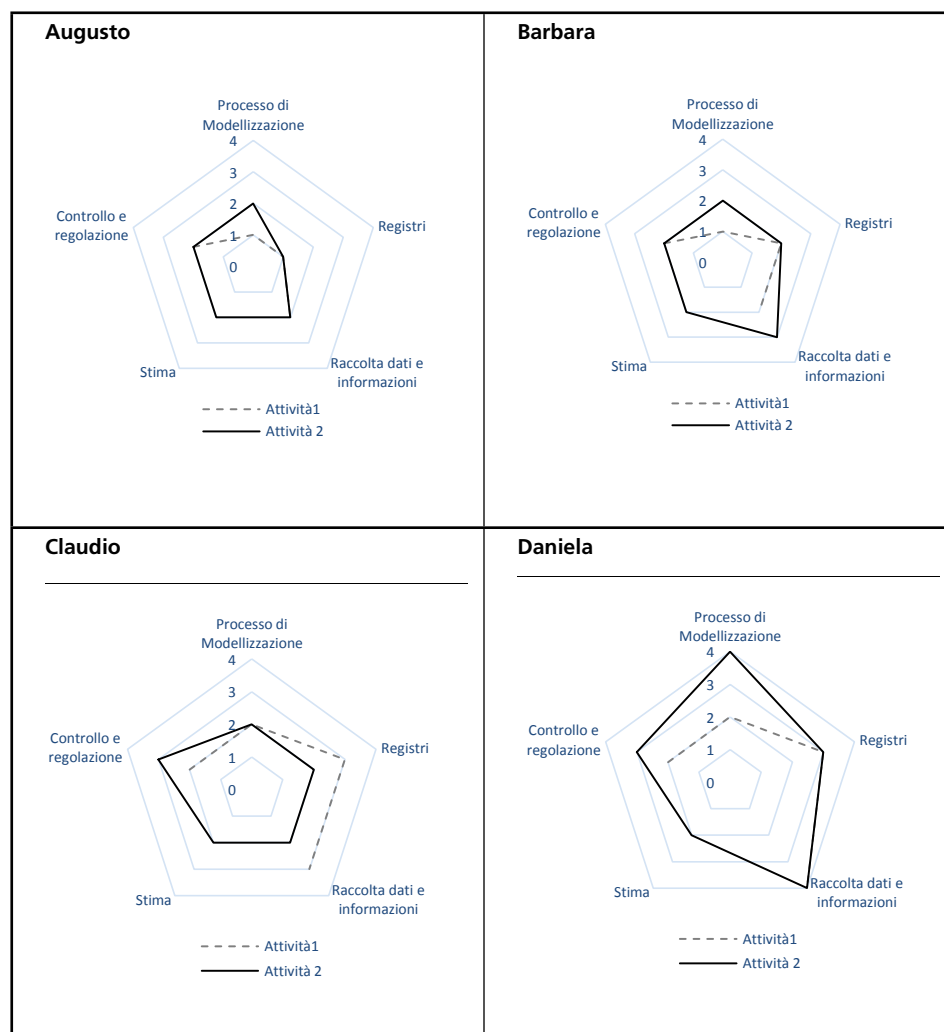


Tabella 6
Rappresentazione
grafica della situazione
di quattro allievi.

La tabella proposta mostra una visione generale delle quattro valutazioni fornite nelle pagine precedenti. In questa rappresentazione dei risultati si possono vedere in maniera immediata le varie situazioni in modo da poter capire dove un allievo è più carente rispetto ad altri o viceversa; in tal modo si fornisce al docente un ulteriore strumento per un'eventuale formazione di gruppi di lavoro in base ai vari criteri di scelta. Dai vari grafici si possono notare quelle dimensioni dove si sono verificati miglioramenti da parte degli allievi.

8 Qualità della rubrica

Castoldi (2016) definisce i seguenti criteri di qualità per una rubrica valutativa:

- **Validità:** la validità della rubrica aumenta in funzione della presenza di tutte le dimensioni delle competenze che si vogliono valutare.

Nel nostro caso, riteniamo che siano state esplorate tutte le dimensioni principali della modellizzazione, almeno per quanto riguarda le situazioni di modellizzazione che possono essere proposte nella scuola dell'obbligo.

- **Articolazione:** l'articolazione di una rubrica si caratterizza per la misura in cui gli indicatori sviluppano gli aspetti più importanti delle dimensioni. La presenza di ogni dimensione è rappresentata da più indicatori, ciò permette di descrivere in modo flessibile i diversi aspetti che si attivano nel momento di una modellizzazione.

La nostra rubrica è stata testata su più situazioni e in ogni occasione gli indicatori hanno permesso di evidenziare gli aspetti salienti delle dimensioni.

- **Fattibilità:** una rubrica risulta essere fattibile se i livelli di competenza sono adeguati alle caratteristiche degli allievi.

Data la generalità della nostra rubrica, i livelli di competenza si sono dimostrati adeguati alle caratteristiche degli allievi. Naturalmente ciò è valido solo a condizione che il docente progetti percorsi didattici adeguati alla classe.

- **Attendibilità:** se la rubrica fornisce punti di riferimento che permettono omogeneità nella valutazione da parte di più docenti si dice che allora è attendibile.

La creazione della nostra rubrica è stata impostata sulla base delle competenze espresse nel Piano di studio, per questo motivo fornisce importanti punti di riferimento che permettono maggior uniformità nella valutazione da parte di docenti diversi. Per aumentare l'attendibilità della rubrica, come indicato in precedenza, sarebbe però opportuno specificare delle ancore.

- **Promozionalità:** la promozionalità di una rubrica si definisce in base alla capacità di evidenziare i progressi di un allievo, nel caso specifico si può vedere l'avanzamento di un allievo anche grazie alle rappresentazioni grafiche.

I livelli di padronanza della nostra rubrica sono stati distribuiti in maniera omogenea e graduale, per questo motivo, se un allievo migliora in un aspetto, viene di regola posizionato in una cella più avanzata rispetto a quella precedente.

In generale, riteniamo dunque che la rubrica proposta soddisfi i criteri di qualità.

9 Conclusioni e prospettive

La realizzazione concreta di un Piano di studio basato sul paradigma delle competenze non è possibile senza l'adozione di modalità di progettazione e valutazione basate sullo stesso paradigma. In questo lavoro abbiamo proposto un esempio di creazione e utilizzo di una rubrica valutativa come strumento di progettazione e valutazione di situazioni problema nell'ambito della modellizzazione matematica. L'applicazione concreta degli strumenti sviluppati in due classi di prima media di due scuole medie del Canton Ticino ha dimostrato l'applicabilità e il valore aggiunto dell'approccio proposto e ha permesso di quantificare l'importante impegno richiesto al docente per l'implementazione di una valutazione per competenze. Speriamo che questa proposta possa ispirare e incitare altri docenti a sviluppare e sperimentare con consapevolezza i propri strumenti di progettazione e valutazione per competenze.

I limiti del presente lavoro sono dati dalla focalizzazione su un unico processo cognitivo in una particolare disciplina e su un'unica classe, sul numero ridotto di situazioni problema e sull'utilizzo della rubrica da parte dei creatori stessi.

In futuro sarà importante testare la rubrica su tempi più lunghi, con un numero maggiore di situazioni problema e sviluppare nuove rubriche per altre risorse o processi cognitivi e/o in altre discipline e/o contesti di formazione generale. In particolare, sarà interessante valutare l'impegno richiesto per definire una rubrica corredata di ancore e la sua effettiva utilizzabilità su larga scala, anche da parte di docenti che non hanno partecipato direttamente alla sua stesura.

Infine, considerando le specificità del Piano di studio della scuola dell'obbligo ticinese (DECS, 2015), sarà importante studiare come la procedura adottata in questo lavoro sia effettivamente applicabile, con eventuali adattamenti, per strutturare un dispositivo di valutazione direttamente a partire dai traguardi di competenza esplicitati per la fine del terzo ciclo.

Bibliografia

- Borioli, A. (2017). *Valutare per competenze in matematica. Il caso del processo cognitivo matematizzare e modellizzare* (Tesi di Bachelor, Dipartimento formazione e apprendimento, Supsi di Locarno). Disponibile in http://tesi.supsi.ch/1625/1/LD_borioli_athos.pdf
- Castelnuovo, E. & Barra, M. (1977). *Matematica nella realtà*. Bollati Boringhieri editore, Torino.
- Castoldi, M. (2016). *Valutare e certificare le competenze*. Carocci editore, Roma.
- DECS (2015). *Piano di studio della scuola dell'obbligo ticinese*. Dipartimento Educazione Cultura Sport, Repubblica e Cantone Ticino.
- Malinvaud, E. (1964). *Méthodes statistiques de l'économetrie*, Paris: Dunod.
- McTighe, J., & Ferrara, S. (1996). Performance-based Assessment in the Classroom; A Planning Framework. In R. E. Blum, J.A. Arter (eds.), *A Handbook for Student Performance Assessment in an Era of Restructuring*, Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Pellerey, M. (2004). *Le competenze individuali e il "Portfolio"*. Firenze: La Nuova Italia.
- Quarteroni, A. (1998). *La modellistica matematica e la fluidodinamica: una sintesi fra teoremi e mondo reale*. Politecnico di Milano.
- Tamagni, I. (2017). *Valutare per competenze in matematica. Il caso del processo cognitivo matematizzare e modellizzare* (Tesi di Bachelor, Dipartimento formazione e apprendimento, Supsi di Locarno). Disponibile in http://tesi.supsi.ch/1670/1/12912_Igor_Tamagni_Valutare_per_competenze_in_matematica_291161_1224034873.pdf
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2007). *Fare progettazione. La pratica di un percorso didattico per la comprensione significativa*. Roma: LAS [ed. or. 1998].

Autori/Athos Borioli*, Alberto Piatti°, Igor Tamagni `

*Scuola Media di Castione – Svizzera

°Dipartimento formazione e apprendimento – SUPSI, Svizzera

`Scuola Media di Cadenazzo – Svizzera

athos.borioli@edu.ti.ch, alberto.piatti@supsi.ch, igor.tamagni@edu.ti.ch



© 2017 by the author(s).