

## Rilevazione INValSI 2004-2005

### La valutazione degli apprendimenti nelle scienze

di Maria Cristina Speciani

Per iniziare, è necessario chiarire che con l'espressione "scienze" si intendono le scienze sperimentali della natura (dalla fisica, alla chimica alla biologia) ossia quelle discipline che, pur con diversi approcci, studiano il mondo naturale. E anche che, con tutta la gradualità necessaria per trasmettere i contenuti in modo adeguato all'età e alla capacità di comprensione degli studenti, sia i contenuti disciplinari fondamentali, sia il metodo che li caratterizza, sono estremamente importanti per guidare gli studenti a incontrare il mondo della natura.

Ma è bene anche ricordare che la valutazione di sistema ha lo scopo di misurare gli apprendimenti relativi ad alcuni - ben identificati - concetti fondamentali acquisiti ai diversi livelli di scolarità. In altre parole, si tratta di verificare l'acquisizione di alcune conoscenze e abilità facendo riferimento sia alle Indicazioni Nazionali (già definitive per la Scuola Primaria e per la Scuola Secondaria di primo grado) sia alla prassi didattica consolidata.

La logica con cui costruire le tappe di un percorso di apprendimento delle scienze non è lineare, ma ricorsiva: per esempio, l'insegnante di scuola secondaria dovrà riproporre contenuti magari simili a quelli già acquisiti nei livelli scolari inferiori, ma cambiando il punto di vista o i contesti di significato. In questo modo, nel corso degli anni, ogni studente potrà compiere i passi necessari per arrivare a una comprensione maggiore dei fenomeni e della loro complessità.

Considerazioni didattiche di questo tipo, che già erano state alla base delle prove INValSI dei Progetti Pilota (PP2 e PP3) attuati negli anni precedenti, sono state alla base del lavoro tra i membri del sottogruppo di lavoro di scienze, per predisporre le prove di apprendimento nell'ambito della rilevazione nazionale prevista per l'anno 2004-2005.

Le prove di scienze sono centrate su concetti fondamentali delle scienze sperimentali della natura relativi a cinque ambiti disciplinari: fisica, chimica, biologia, scienze della Terra, scienze dell'ambiente che si articolano nei diversi livelli, secondo i seguenti temi.

#### **Scuola primaria:**

##### **classe seconda**

Elementi di metodo  
sperimentale  
Viventi/non viventi  
Uomo/ambiente

#### **Scuola primaria: classe quarta**

##### **Scuola secondaria di primo**

##### **grado: classe prima**

Elementi di metodo sperimentale  
Viventi/non viventi  
Uomo/ambiente  
Trasformazioni

#### **Scuola secondaria di secondo grado:**

##### **classe prima e classe terza**

Elementi di metodo sperimentale  
Biologia  
Chimica  
Fisica  
Scienze della Terra  
Scienze dell'ambiente

Come si vede, i temi identificati, pur avendo un chiaro riferimento disciplinare, hanno carattere trasversale nella scuola primaria e nella scuola secondaria di primo grado, mentre sono esplicitamente riferiti alle singole discipline a livello della secondaria di secondo grado. In tutti i livelli è identificato anche il tema denominato "elementi di metodo sperimentale" che - riferito a discipline diverse - intende verificare l'acquisizione di strumenti metodologici tipici della scienza.

Gli item (quesiti a scelta multipla con una risposta esatta) sono formulati in modo da non richiedere risposte banali o meccaniche, ma da sollecitare lo studente (a qualsiasi livello) ad attivare le sue capacità di ragionamento. Facendo riferimento ad abilità fondamentali del fare scienza (e quindi dell'apprendimento scientifico) quali osservare, ordinare, classificare che, come si può vedere nella

tabella, si dettagliano e diventano via via più complesse man mano che si sale nell'ordine scolastico e a cui si aggiunge man mano l'utilizzo di linguaggi disciplinari specifici.

<p><b>Scuola primaria: classe seconda</b></p> <p><b>Osservare</b>            •esplorare attraverso i sensi            •discriminare tra vivente e non vivente</p> <p><b>Ordinare</b></p> <p><b>Classificare</b>            •stabilire relazioni</p>	<p><b>Scuola primaria: classe quarta</b>  <b>Scuola secondaria di primo grado: classe prima</b></p> <p><b>Osservare</b>            descrivere:            raccogliere dati            riflettere su indizi            riconoscere caratteristiche specifiche di un fenomeno</p> <p><b>Ordinare</b>            •in sequenze temporali e/o logiche</p> <p><b>Classificare</b>            stabilire relazioni in base a caratteristiche specifiche            confrontare in termini qualitativi e/o quantitativi</p> <p><b>Linguaggi specifici</b>            Leggere e comprendere un breve testo scientifico, usando termini del lessico specifico            Leggere il linguaggio grafico</p>	<p><b>Scuola secondaria di secondo grado: classe prima</b></p> <p><b>Osservare</b>            riconoscere fenomeni di natura diversa</p> <p><b>Classificare</b>            ordinare (in sequenze temporali e/o logiche, in termini quantitativi)            stabilire relazioni            riconoscere caratteristiche specifiche</p> <p><b>Linguaggi specifici</b>            Utilizzare il linguaggio matematico            calcolare, quantificare (unità di misura, strumenti di misura), confrontare            leggere tabelle, leggere grafici, leggere ed eseguire disegni in scala            Interpretare dati empirici e/o sperimentali            Risolvere situazioni problematiche mediante concetti disciplinari            Leggere e comprendere un breve testo scientifico</p>	<p><b>Scuola secondaria di secondo grado: classe terza</b></p> <p><b>Classificare</b>            ordinare (in sequenze temporali e/o logiche)            riconoscere caratteristiche specifiche</p> <p><b>Linguaggi specifici</b>            Utilizzare il linguaggio matematico            calcolare, quantificare (unità di misura, strumenti di misura, confrontare)            leggere tabelle, leggere grafici            Interpretare dati sperimentali            Risolvere situazioni problematiche in termini qualitativi utilizzando concetti di diverse discipline            in termini quantitativi utilizzando modellizzazioni matematiche            Leggere e comprendere un testo scientifico</p>
---	---	---	--

Come si vede, le abilità messe alla prova alla fine della scuola primaria riguardano soprattutto le prime fasi di un procedimento scientifico di tipo conoscitivo: occorre identificare un oggetto, rilevare analogie e somiglianze, individuare delle regolarità, ordinare e classificare; stabilire relazioni; in questa fase della formazione occorre anche possedere i termini essenziali del lessico specifico e leggere il linguaggio grafico.

Le abilità messe alla prova sono le stesse alla fine del primo e del secondo biennio di scuola primaria, la differenza sta nella formulazione della domanda - più complessa - nella discriminazione dei distrattori che può rivelare una migliore sicurezza dell'acquisizione.

#### La struttura delle prove ai diversi livelli

Per la classe seconda della scuola primaria sono costituite da 10 quesiti a scelta multipla e hanno tre alternative di risposta (chiamate distrattori) di cui una sola esatta.

Per gli altri livelli sono costituite da 28 o 30 quesiti a scelta multipla e hanno 4 alternative di risposta (distrattori) di cui una sola esatta.

Per la classe terza della secondaria di secondo grado sono previste due opzioni.

La formulazione A intende verificare, in tutti gli ambiti previsti: contenuti disciplinari essenziali e fondamentali; conoscenze minimali sul piano dei linguaggi scientifici specifici; abilità soprattutto a livello di metodo (metodi matematici, metodo sperimentale). La formulazione B intende verificare contenuti disciplinari essenziali e fondamentali negli ambiti di

biologia, scienze dell'ambiente e scienze della Terra; contenuti disciplinari più specifici (sempre comunque riferiti agli apprendimenti di fine biennio) in relazione agli ambiti di fisica, chimica e elementi di metodo sperimentale.

### Il pretesting

La taratura della difficoltà delle prove è su indici medi ( $I_{diff} = 0,4 \div 0,6$ ); in pratica si cerca di costruire quesiti non troppo facili né troppo difficili. Questa difficoltà viene verificata durante la fase di pretesting, su un numero di item più ampio di quelli che verranno alla fine utilizzati: nel fascicolo finale vengono inclusi solo gli item a cui hanno risposto tra il 40 e il 60% degli studenti. Inoltre, i risultati del pretesting provocano sempre anche un "aggiustamento" per esempio dei distrattori o della formulazione in base sia all'analisi statistica dei risultati, sia alle osservazioni – accuratamente monitorate - e ai consigli degli insegnanti che somministrato i pretest.

### Come si costruiscono le prove

Al sottogruppo di lavoro di scienze hanno partecipato sia docenti universitari con diverse competenze specifiche (fisica, chimica, biologia e geologia) sia docenti di diverse discipline (scienze, fisica, chimica) in diversi livelli di scuola (elementare, media, superiore) e in diverse parti d'Italia. Gli insegnanti hanno selezionato i contenuti che effettivamente si svolgono ai vari livelli e hanno formulato, o messo a punto, i quesiti con attenzione al linguaggio e alle capacità logiche generalmente in possesso degli studenti ai vari livelli. I docenti universitari hanno effettuato la revisione definitiva dei quesiti con particolare attenzione agli argomenti fondamentali della loro disciplina.

I quesiti sono stati formulati tenendo presenti le "abilità" richieste ai diversi livelli di scolarità (le abilità sono state lo strumento perché il lavoro non fosse generico) e cercando di utilizzare, dove possibile, un metodo "ricorsivo", per esempio ponendo una stessa "domanda" a livelli diversi con profondità diversa e con una formulazione più complessa dei quesiti e dei distrattori (un modo per rispettare il fatto che l'apprendimento non avviene in forma lineare e per accumulo, ma per approfondimenti che rispettano la complessità della disciplina).

Rispetto agli anni precedenti, è aumentato il numero degli insegnanti-autori coinvolti, perciò, dopo avere rimesso a fuoco i criteri utilizzati nel PP3 e identificati i temi e le abilità da mettere alla prova ai diversi livelli di scolarità, i numerosi quesiti formulati dai singoli autori sono stati discussi in "sottogruppi di livello" e "aggiustati" in base a tutte le osservazioni o "congelati" nel caso si fossero rivelati problematici.

Per costruire prove "equilibrate" si sono raggruppati i diversi item per temi e per abilità, facendo attenzione alle difficoltà; poi si sono unificate le formulazioni con attenzione alla presenza di diverse tipologie di consegna (vero-falso, numeri ecc), infine gli item sono stati suddivisi in fascicoli e inviati al pretesting.

I risultati dei pretest, analizzati centralmente sono stati discussi con i referenti dei gruppi di livello, si sono estratti gli item con indici di difficoltà adeguati e risultati coerenti e/o si sono modificati alcuni in modo da raggiungere il numero giusto in totale e per temi.

Una nota particolare, significativa per le prove di scienze riguarda l'adattamento degli item per gli studenti non vedenti o ipovedenti: se in un item si vuole testare l'abilità "osservare" e quindi si è inserita un'immagine, per il non vedente si descriverà l'immagine, oppure si sostituirà il testo del quesito adeguandolo alla situazione. In ogni caso l'aggiustamento degli item per chi ha difficoltà - che viene fatto in collaborazione con esperti - è uno stimolo ulteriore per gli autori delle prove a essere precisi e essenziali

## Esempi tratti dalle prove del PP3(anno scolastico 2003-2004)

Scuola primaria: classe seconda

Quando l'uva è matura, viene raccolta (vendemmia) per produrre il vino. Le immagini rappresentano quattro momenti del lavoro del contadino.



(1)  
L'uva viene schiacciata (pigiatura).

(2)  
L'uva viene raccolta (vendemmia).

(3)  
Il vino è nella bottiglia che viene tappata ed etichettata

(4)  
Il vino viene imbottigliato

In che ordine di tempo si svolgono queste azioni?

- A. 2, 1, 3,4
- B. 1, 2, 3, 4
- C. 2, 1, 4, 3

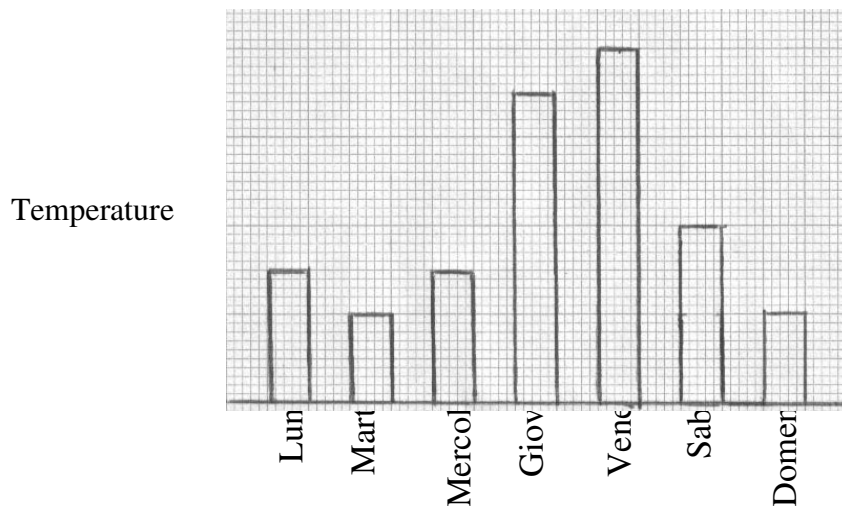
Questo item appartiene alla tipologia "uomo/ambiente" e vuole verificare l'abilità "ordinare". La sua struttura è abbastanza complessa, perché, dopo aver definito a parole il quadro di riferimento, chiede di associare ogni immagine alla sua descrizione e a un numero e di ordinare la sequenza di avvenimenti (temporale e logica) in base ai numeri.

È stato somministrato a 2952 studenti e all'analisi statistica ha rivelato un indice di discriminazione buono (0,61).

Nel complesso l'item si è anche rilevato abbastanza facile, perché il 74,19 % degli studenti (2190 casi) ha risposto esattamente (C). Tuttavia, il 13, 18% degli studenti (389 casi) ha scelto la risposta B, ossia l'ordine numerico, senza associare il numero all'immagine e alla descrizione dell'immagine stessa. Il 10,94% degli studenti ha scelto la risposta A, evidentemente senza aver posto abbastanza attenzione al fatto che il vino deve essere prima imbottigliato.

### Scuola primaria: classe quarta

Il grafico rappresenta le temperature minime registrate con un termometro in una calda settimana di luglio.



Quale fra le seguenti osservazioni è vera?

- A. Mercoledì e domenica si è registrata la stessa temperatura.
- B. Lunedì si è registrata la temperatura più bassa.
- C. Giovedì si è registrata la temperatura più alta.
- D. Martedì e domenica si è registrata la stessa temperatura.

Questo item appartiene alla tipologia “elementi di metodo sperimentale” e vuole verificare l’abilità “classificare, confrontare in termini qualitativi, e/o quantitativi”.

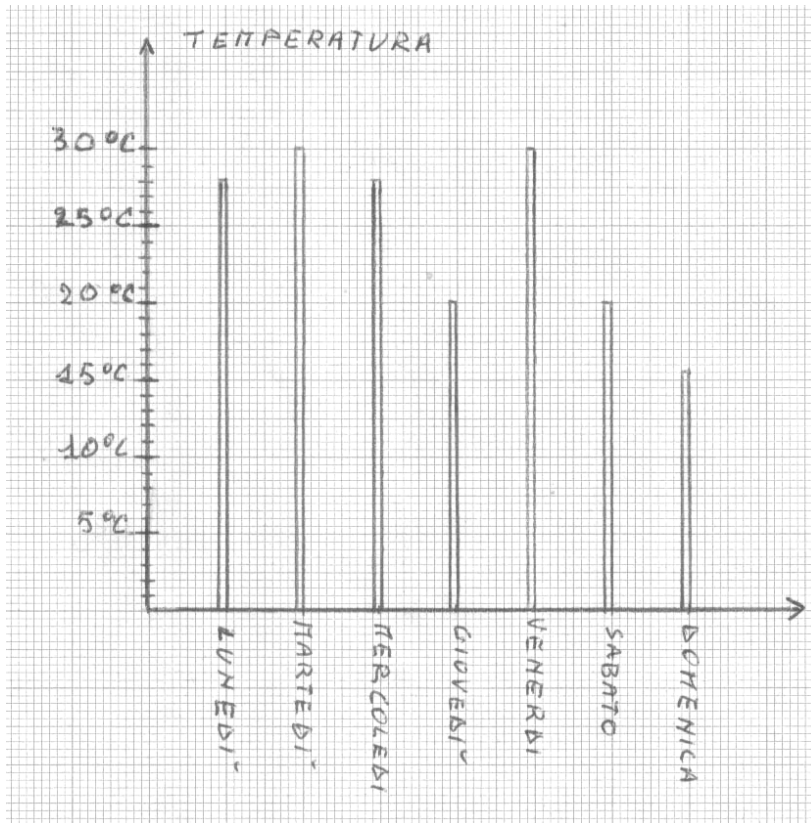
La sua struttura è abbastanza semplice perché chiede un confronto di tipo solo qualitativo: Anche la consegna è formulata in modo diretto e chiede una risposta positiva.

È stato somministrato a 2916 studenti e all’analisi statistica ha rivelato un indice di discriminazione accettabile (0,38).

L’item si è rilevato molto facile, perché il 93,38 % degli studenti (2723 casi) ha risposto esattamente (D). Tuttavia, il 2,91% degli studenti (85 casi) ha scelto la risposta C e il 2,30% la risposta A.

## Scuola secondaria di primo grado: classe prima

Il grafico rappresenta le temperature massime registrate con un termometro in una calda settimana di giugno.



Quale affermazione è vera?

- A. Giovedì e sabato si è registrata la temperatura di 25°C.
- B. Martedì e mercoledì si è registrata la temperatura di 28°C.
- C. Lunedì e venerdì si è registrata la temperatura di 30°C.
- D. Lunedì e mercoledì si è registrata la temperatura di 28°C.

Questo item appartiene alla tipologia “elementi di metodo sperimentale” e vuole verificare l’abilità “leggere il linguaggio grafico”.

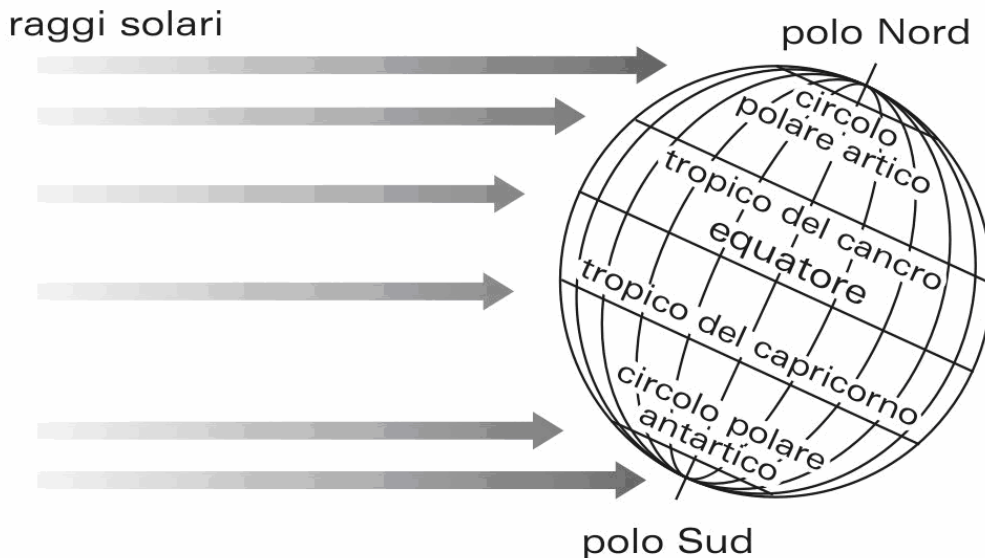
La sua struttura è analoga a quella dell’item precedente, ma resa più complessa dal dato numerico. Anche qui la consegna è formulata in modo diretto e chiede una risposta positiva.

È stato somministrato a 2956 studenti e all’analisi statistica ha rivelato un indice di discriminazione discreto (0,42).

L’item si è rilevato facile, perché il 86,18 % degli studenti (2956 casi) ha risposto esattamente (D). Tuttavia, il 6,18% degli studenti (212 casi) ha scelto la risposta C, il 3,44% la risposta A (118 casi) e il 3,29% la risposta B (113 casi).

## Scuola secondaria di secondo grado: classe prima

Il globo terrestre nella sua rivoluzione intorno al Sole, il 22 dicembre si trova, rispetto ai raggi solari, nella posizione indicata in figura.



Perché in Italia è inverno?

- A. La Terra è più vicina al Sole.
- B. I raggi solari arrivano poco inclinati.
- C. I raggi solari arrivano molto inclinati.
- D. La Terra è più lontana dal Sole.

Questo item appartiene alla tipologia “Scienze della Terra” e vuole verificare come abilità “osservare, classificare riconoscere caratteristiche specifiche di un fenomeno”.

L’argomento “moti della Terra” è di quelli comunemente svolti alla scuola secondaria di primo grado e inoltre fa riferimento a dati ambientali che fanno parte dell’esperienza comune di ogni ragazzo (il 22 dicembre in Italia è inverno eccetera). La struttura non è semplicissima, perché chiede di osservare la figura e di identificare la direzione dei raggi del sole.

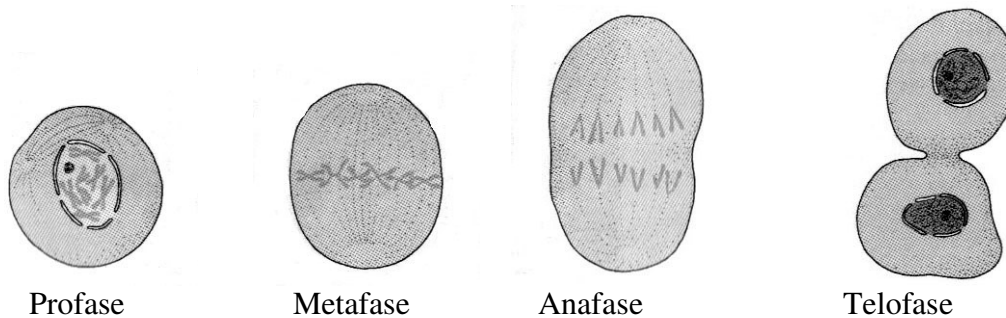
La consegna è formulata in modo diretto.

È stato somministrato a 5100 studenti e all’analisi statistica ha rivelato un indice di discriminazione discreto (0,43).

L’item si è rivelato difficile, perché solo il 44,78 % degli studenti (2284 casi) ha risposto esattamente (D). Il 25,18% degli studenti (1284 casi) ha scelto la risposta B, il 16,67% la risposta D (850 casi) e il 11,00% la risposta A (561 casi).

## Scuola secondaria di secondo grado: classe terza

La mitosi è un processo continuo, ma si è soliti suddividerla in quattro fasi che corrispondono a momenti significativi nella separazione dei cromosomi. I disegni rappresentano questi quattro momenti della mitosi in una cellula animale, come si possono osservare al microscopio ottico.



Un testo scolastico scrive così:

“È la fase più drammatica della mitosi. Quasi come se rispondesse a un segnale, il centromero si rompe e i singoli cromatidi, ora chiamati cromosomi, si muovono in direzione opposta verso le regioni dove si organizzeranno due nuovi nuclei. Ogni cromosoma dona quindi un cromatidio a ogni nuova cellula. La fase termina quando ogni cromosoma è arrivato al suo polo.”

A quale fase il testo fa riferimento?

- A. Telofase.
- B. Profase.
- C. Anafase.
- D. Metafase.

Questo item appartiene alla tipologia “Biologia” e vuole verificare come abilità “osservare, classificare riconoscere caratteristiche specifiche di un fenomeno”.

L’argomento “divisione cellulare, la mitosi” fa parte dei concetti fondamentali di biologia della cellula ed è di quelli svolti anche alla scuola secondaria di primo grado. La struttura è abbastanza complessa, anche per mettere in grado di rispondere anche quegli studenti che non avessero svolto l’argomento: dà la definizione di mitosi, la rappresenta attraverso le immagini e chiede di identificare una delle fasi riportando una frase tratta dal testo scolastico di biologia più adottato alla scuola superiore in Italia.

È stato somministrato a 4720 studenti e all’analisi statistica ha rivelato un indice di discriminazione buono (0,47).

L’item si è rivelato di difficoltà media, perché il 62,92% degli studenti (2970 casi) ha risposto esattamente (C). Il 25,02% degli studenti (1181 casi) ha scelto la risposta A, il 5,81% la risposta D (274 casi) e il 5,34% la risposta B (252 casi).

Ovviamente pochi esempi non bastano a documentare quanto è complesso il lavoro di predisposizione delle prove INValSI, ma bastano per far capire che l'analisi critica delle prove, o dei loro esiti, può essere occasione per tenere vivo il dibattito sull'innovazione della scuola italiana e sulle strategie da mettere in atto per migliorare l'apprendimento delle scienze.