SCUOLA DOTTORALE CULTURE, ÉDUCATION, COMMUNICATION

DOTTORATO DI RICERCA

INNOVAZIONE E VALUTAZIONE DEI SISTEMI DI ISTRUZIONE

CICLO XXVIII

# DAL CURRICOLO REALIZZATO AL CURRICOLO APPRESO

## Analisi della relazione tra argomenti insegnati e risultati degli studenti nella scuola secondaria di primo grado in base agli esiti italiani in scienze dell'indagine TIMSS 2011

Laura CASSATA

Tutor: Prof.ssa Gabriella AGRUSTI

Coordinatore: Prof. Francesco MATTEI

*“Il tempo è relativo,*

*il suo unico valore è dato*

*da ciò che noi facciamo*

*mentre sta passando”*

Albert Einstein

Indice

Premessa ..... 7

Parte prima: IL QUADRO TEORICO ..... 11

Capitolo 1: L'INDAGINE IEA-TIMSS ..... 13
1.1 Il Quadro di riferimento di scienze TIMSS 2011 ..... 15
1.2 I Questionari di contesto TIMSS 2011 ..... 17
1.3 I Rapporti Nazionale e Internazionale TIMSS 2011 ..... 19
1.4 La Banca Dati Internazionale TIMSS 2011 ..... 21

Capitolo 2: LE VARIABILI DI SFONDO ..... 23
2.1 L'effetto delle variabili di sfondo nell'indagine TIMSS ..... 23
2.1.1 I fattori che agiscono a livello di studente ..... 23
2.1.2 I fattori che agiscono a livello di insegnante ..... 25
2.1.3 I fattori che agiscono a livello di scuola ..... 28
2.1.4 Un'analisi multilivello sui dati italiani di TIMSS 2007 ..... 30
2.2 L'effetto dell'insegnante sui risultati di apprendimento ..... 31

Capitolo 3: IL CURRICOLO DI SCIENZE NELL'INDAGINE TIMSS 2011 ..... 35
3.1 Curricolo previsto, curricolo realizzato e curricolo appreso ..... 35
3.2 La TCMA (analisi della corrispondenza test-curricolo) ..... 37
3.3 Il tempo di insegnamento dedicato alle scienze ..... 40
3.4 Gli argomenti di scienze previsti dal Quadro di riferimento ..... 45
3.5 L'opportunità di apprendimento ..... 50

Capitolo 4: L'EVOLUZIONE DEL CURRICOLO DI SCIENZE IN ITALIA ..... 55
4.1 La riforma della scuola media unica (1962) ..... 55
4.2 I nuovi programmi della scuola media unica (1979) ..... 56
4.3 La riforma Berlinguer - De Mauro (1997-2001) ..... 58
4.4 La riforma Moratti (2003-2004) ..... 62
4.5 Le indicazioni di Fioroni (2007) ..... 64
4.6 Le nuove indicazioni di Profumo (2012) ..... 67
4.7 Alcune considerazioni ..... 70

Parte seconda: L'INDAGINE SUL CAMPO ..... 73

Capitolo 5: FASE ESPLORATIVA ..... 75
5.1 Analisi preliminare dei dati TIMSS 2011 ..... 76
5.2 Focus group ..... 85
5.2.1 Progettazione del *focus group* ..... 87
5.2.2 Realizzazione del *focus group* ..... 90
5.2.3 Analisi dei risultati del *focus group* ..... 93
5.3 Il disegno della ricerca ..... 101

Capitolo 6: STUDIO PILOTA ..... 105
6.1 Il pretest ..... 106
6.1.1 Progettazione e contesto del pretest ..... 106
6.1.2 Realizzazione del pretest ..... 109
6.1.3 Analisi del pretest ..... 109
6.2 Le interviste agli studenti ..... 114
6.2.1 Progettazione delle interviste ..... 115
6.2.2 Realizzazione delle interviste ..... 117
6.2.3 Analisi delle interviste ..... 118
6.3 Risultati dello studio pilota ..... 136

Capitolo 7: STUDIO PRINCIPALE ..... 139
7.1 Organizzazione ed esecuzione dello studio principale ..... 139
7.1.1 Le scuole campione ..... 139
7.1.2 Gli strumenti di raccolta dati ..... 142
7.1.3 La somministrazione nelle scuole ..... 143
7.2 Analisi dei dati ..... 144
7.2.1 I risultati degli studenti ..... 145
7.2.2 L'analisi classica degli item ..... 149
7.2.3 Il questionario insegnanti ..... 156
7.2.4 Il curricolo realizzato ..... 158
7.2.5 Relazione tra curricolo realizzato e curricolo appreso ..... 166

Capitolo 8: ANALISI STATISTICHE SECONDARIE DEI DATI TIMSS 2011 ..... 177
8.1 Verifica delle relazioni emerse dallo studio sul campo ..... 178
8.1.1 Correlazione tra indice di svolgimento complessivo e risultati totali ..... 179
8.1.2 Correlazione tra indice di svolgimento e risultati in BIOLOGIA ..... 181
8.1.3 Correlazione tra indice di svolgimento e risultati in FISICA ..... 183
8.1.4 Correlazione tra indice di svolgimento e risultati in GEOLOGIA ..... 184
8.2 Correlazioni incrociate tra domini di contenuto diversi ..... 186
8.3 Considerazioni conclusive ..... 191

Capitolo 9: CONCLUSIONI ..... 195
9.1 Sintesi e discussione dei risultati ..... 195
9.2 Limiti della ricerca ..... 199
9.3 Possibili sviluppi futuri ..... 202

Bibliografia 205
Riferimenti bibliografici ..... 205
Riferimenti normativi ..... 215

APPENDICE 217

Allegato A: Analisi della corrispondenza test-curricolo (TCMA) in TIMSS 2011 ..... 219

Allegato B: Database usato per le analisi preliminari dei dati TIMSS 2011 ..... 225

Allegato C: Dati relativi alle domande rilasciate selezionate per lo studio..... 249

Allegato D: Questionario insegnante usato nel focus group ..... 253

Allegato E: Presentazione dei quesiti discussi nel focus group..... 263

Allegato F: Fascicolo studenti (FS_0)..... 271

Allegato G: Questionario insegnante usato nello studio principale ..... 295

Allegato H: Guida alla correzione degli item selezionati ..... 307

Allegato I: Trascrizione sintetica delle interviste agli studenti ..... 335

## *Premessa*

Da insegnante di matematica e scienze alle scuole medie, mi sono spesso posta interrogativi su come meglio insegnare la mia materia. Per la matematica, al di là delle attuali indicazioni ministeriali, esistono alcune prassi e tradizioni consolidate su quali argomenti svolgere e in quale ordine. Giusto o sbagliato che sia, ciò dà una certa sicurezza agli insegnanti e fa sì che la loro attenzione si concentri più sulle metodologie che sui contenuti didattici. Per quanto riguarda le scienze, prassi e tradizioni sono meno radicate, sia perché le ore di lezione (due a settimana) sono evidentemente poche per affrontare tutti gli argomenti potenzialmente inclusi nel curricolo, sia perché, negli ultimi anni, le indicazioni ministeriali si sono fatte più vaste e meno prescrittive, sia infine perché la variegata formazione universitaria degli insegnanti che accedono a questa classe di insegnamento (laureati in matematica, chimica, fisica, biologia, scienze naturali, geologia) influisce inevitabilmente sulle loro scelte quando si tratta di dover selezionare gli argomenti da affrontare. Nel preparare la programmazione di scienze, ogni insegnante deve stabilire quali argomenti trattare – di conseguenza quali tralasciare – e in quanto tempo, una scelta spesso basata prevalentemente sulle preferenze e sulle convinzioni personali, oltre che sull'organizzazione degli argomenti proposta dai libri di testo. La presente ricerca è nata proprio dalla mia necessità, certamente condivisa da molti altri insegnanti, di ricavare dati più oggettivi su cui basare questa selezione, sia in termini di argomenti sia in termini di tempo da dedicare al loro svolgimento.

La mia esperienza pregressa nella correzione e codifica delle prove OCSE-PISA e IEA-TIMSS (negli anni 2003, 2005 e 2006) ha fatto sì che queste indagini comparative internazionali fossero per me il territorio più ovvio nel quale cercare risposte. In particolare,

ho scelto di concentrarmi su TIMSS per rimanere nell'ambito in cui lavoro, ossia nella fascia scolare della secondaria di primo grado, dato che questa indagine si effettua su studenti all'ottavo anno di scolarità – che corrisponde, in Italia, alla terza media. A differenza di OCSE-PISA, inoltre, l'indagine TIMSS campiona classi intere e non singoli studenti, il che rende possibile correlare i risultati di classe con una serie di variabili legate all'insegnante.

Uno degli interrogativi per i quali ho spesso cercato risposta riguarda l'uso del tempo, in tutte le discipline scolastiche, ma soprattutto nell'insegnamento delle scienze. È meglio cercare di trattare più argomenti possibile, assicurando agli studenti una conoscenza ampia e completa dei contenuti? O è meglio invece scegliere e approfondire solo alcuni temi, favorendo una conoscenza più frammentata ma anche procedurale, storica, filosofica? Ho potuto costatare che molti miei colleghi, competenti e di lunga esperienza, scelgono la prima strategia, mentre la seconda mi è stata raccomandata da esperti di didattica delle scienze con cui mi è capitato di lavorare o discutere. Spontaneamente, per il mio modo di essere insegnante, propenderei per la scelta di pochi argomenti da approfondire, ma ricordo chiaramente che, da studentessa, solo la "completezza" contenutistica riusciva a farmi sentire finalmente sicura e appagata dei miei studi e delle mie fatiche. Premesso che, come spesso accade, la verità si trova probabilmente nel mezzo, con questa ricerca mi piacerebbe aggiungere almeno un piccolo tassello che indirizzi nell'una o nell'altra direzione.

*Struttura del lavoro*

La trattazione del lavoro è presentata in due parti: la prima, costituita dai primi quattro capitoli, è dedicata all'inquadramento e al contesto teorico della ricerca; la seconda, articolata nei cinque capitoli successivi (5, 6, 7, 8 e 9), descrive le fasi dello studio sul campo e i principali risultati della ricerca.

Il primo capitolo illustra le caratteristiche principali dell'indagine IEA-TIMSS, soffermandosi in particolare sugli strumenti e sulle pubblicazioni di riferimento relative alla rilevazione del 2011.

Il secondo capitolo affronta l'effetto delle variabili di sfondo (legate allo studente, all'insegnante e alla scuola) sui risultati di apprendimento degli alunni, prima riassumendo i dati ricavabili dall'indagine TIMSS – con particolare attenzione alla situazione italiana – e poi

presentando sinteticamente le conclusioni delle ricerche più recenti sul ruolo del docente nel favorire un maggiore o minore apprendimento dei ragazzi.

Il terzo capitolo si incentra sul concetto di curricolo nell'indagine TIMSS: dal modello teorico illustrato nel quadro di riferimento alla sua valutazione a più livelli attraverso i diversi strumenti di rilevazione. Descrive poi i due principali aspetti legati allo sviluppo del curricolo di scienze presi in esame dall'indagine TIMSS, e interpretabili come indici dell'opportunità di apprendimento nei paesi partecipanti: gli argomenti svolti e il tempo di insegnamento.

Il quarto capitolo riporta la discussione nel contesto italiano, con un breve excursus storico delle riforme che hanno riguardato i programmi e le direttive di insegnamento delle scienze alle scuole medie dal 1962 ad oggi, seguito da alcune considerazioni di carattere generale, scaturite anche dal confronto con le politiche adottate in altri paesi.

Il capitolo cinque introduce alla seconda parte del lavoro – l'indagine sul campo; descrive lo sviluppo delle domande e delle ipotesi di ricerca, a partire da un'analisi preliminare dei risultati italiani nell'indagine TIMSS 2011, seguita dal fruttuoso confronto con un gruppo di insegnanti di scienze alle scuole medie, fino alla definizione del disegno di ricerca e degli strumenti di rilevazione.

Il sesto capitolo si riferisce allo studio pilota, concepito per testare tempi e strumenti da usare nell'indagine principale e suddiviso in due fasi: la somministrazione della prova cognitiva ad un gruppo di studenti e la raccolta del loro punto di vista attraverso interviste mirate e approfondite.

Il capitolo sette descrive poi la realizzazione dello studio principale e l'analisi dei suoi risultati in relazione agli esiti degli studenti, alle informazioni sul curricolo svolto fornite dagli insegnanti e soprattutto all'incrocio tra questi due elementi.

L'ottavo capitolo riporta i risultati di una serie di analisi statistiche secondarie effettuate sui dati originali di TIMSS 2011 (e dunque basate su un campione statisticamente significativo) per verificare l'attendibilità a livello nazionale di alcune ipotesi emerse dallo studio sul campo.

Il nono ed ultimo capitolo è dedicato a una sintesi dei risultati complessivi della ricerca e alla discussione delle conclusioni a cui sono giunta.

# Parte prima: IL QUADRO TEORICO

# Capitolo 1: L'INDAGINE IEA-TIMSS

L'indagine TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) è una indagine comparativa internazionale condotta ogni quattro anni, a partire dal 1995, promossa dalla IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*). Il suo obiettivo è quello di individuare e spiegare – tenendo conto dello sfondo socio-economico – le differenze di rendimento in matematica e scienze tra gli studenti dei paesi partecipanti, al fine di contribuire a migliorare l'insegnamento e l'apprendimento di queste discipline.

Per fare ciò, TIMSS sottopone una prova cognitiva di matematica e scienze a un campione di studenti dei paesi partecipanti, al quarto e all'ottavo anno di scolarità[1] (quarta primaria e terza secondaria di primo grado in Italia), misurando gli apprendimenti in funzione dei differenti sistemi scolastici e analizzando i risultati in termini tanto sincronici (confronto tra i paesi partecipanti) quanto diacronici (analisi di tendenza tra un ciclo e i successivi).

In analogia con altre indagini comparative internazionali, TIMSS non si limita a monitorare i livelli di apprendimento raggiunti dagli studenti, ma raccoglie anche una ricca serie di dati di contorno mediante la somministrazione di questionari di contesto.

Rispetto ad altre ricerche comparative internazionali, e in particolare all'indagine OCSE-PISA (*Programme for International Student Assessment)*, che valuta il livello di competenza

[1] Inizialmente, nel primo ciclo di indagine, del 1995, le rilevazioni riguardarono gli studenti del terzo, quarto, settimo e ottavo anno di scolarità, più quelli dell'ultimo anno di scuola secondaria (il tredicesimo anno in Italia); nel 1999 le prove vennero somministrate esclusivamente all'ottavo anno di scolarità, finché, dal 2003 in poi, si sono concentrate sugli studenti del quarto e dell'ottavo anno. Dopo il primo ciclo del 1995, inoltre, altre due rilevazioni hanno interessato gli studenti dell'ultimo anno di scuola secondaria, nel 2008 e nel 2015, dando vita a un progetto distinto, chiamato *TIMSS Advanced*.

raggiunto dagli studenti quindicenni in lettura, matematica e scienze, TIMSS ha alcune caratteristiche che la rendono peculiare e particolarmente adatta all'analisi della relazione tra il processo di insegnamento e quello di apprendimento. In primo luogo le rilevazioni TIMSS partono dall'analisi dei curricoli esistenti nei Paesi partecipanti, cercando di individuare le effettive opportunità di apprendimento offerte agli studenti. In PISA, al contrario, le competenze necessarie agli studenti per proseguire il loro percorso di studio o di lavoro sono stabilite a priori (*literacy*) e hanno carattere prescrittivo. Nelle indagini TIMSS, inoltre, gli studenti campionati partecipano come classi intere, selezionate in base all'anno di scolarità e legate ciascuna a un singolo docente di scienze: ciò permette di raccogliere una serie di informazioni su metodi e procedure didattiche adottate, sui contenuti scelti e sulla formazione e preparazione degli insegnanti, variabili legate alla figura del docente che possono poi essere confrontate con i risultati di apprendimento degli studenti per valutarne l'efficacia. L'indagine PISA campiona invece gli studenti in base all'esatta età anagrafica e indipendentemente dalla classe di appartenenza, garantendo che i confronti a livello internazionale avvengano tra studenti tutti coetanei, ma rinunciando alla possibilità di raccogliere informazioni sugli insegnanti o sull'insegnamento.

Ideata da un'associazione indipendente di ricercatori e di istituti di ricerca in campo educativo, l'indagine TIMSS nasce col preciso scopo di migliorare i sistemi educativi dei paesi aderenti, rilevando, attraverso il confronto, le politiche e le pratiche educative più efficaci; per questo motivo l'indagine è costruita a partire dai sistemi già in essere, dai curricoli e dalle strategie didattiche dei paesi partecipanti. Per garantire che i confronti tra i risultati siano sufficientemente robusti, inoltre, i materiali e gli strumenti adoperati nell'indagine, rivisti e aggiornati prima di ogni ciclo, vengono preparati in stretta collaborazione con i rappresentanti nazionali e testati in tutti i paesi partecipanti.

Gli strumenti di rilevazione comprendono i *Fascicoli studenti* per la misura degli apprendimenti in matematica e scienze e i *questionari di contesto* (destinati a studenti, insegnanti e dirigenti scolastici, oltre che al coordinatore nazionale della ricerca). Le principali pubblicazioni redatte sono invece il *Quadro di riferimento*, che illustra l'impianto teorico e le linee guida dell'indagine TIMSS, l'*Encyclopedia*, una raccolta delle informazioni relative al contesto educativo di ciascun paese partecipante, il *Rapporto tecnico*[2], che

[2] Chiamato *Methods and Procedures* nelle ultime due edizioni, TIMSS 2011 e TIMSS 2015.

documenta lo svolgimento dell'indagine in ogni suo passaggio, dallo sviluppo degli strumenti di rilevazione fino all'interpretazione dei dati raccolti, e i rapporti internazionali sui risultati (*Mathematics Results* e *Science Results*), che presentano e confrontano i livelli di apprendimento in matematica e in scienze di tutti i paesi partecipanti e ai quali segue, negli stati aderenti, la pubblicazione dei *Rapporti Nazionali*. Completato il ciclo di indagine, inoltre, la IEA pubblica sul proprio sito internet, a disposizione di università, enti di ricerca e di chiunque possa essere interessato, la banca dati contenente tutte le informazioni raccolte.

La mia ricerca ha preso in esame l'indagine TIMSS 2011 – il quinto ciclo e il più recente di cui siano disponibili tutti i dati al momento della stesura di questa tesi[3] – e si è concentrata in particolar modo sui dati relativi alle rilevazioni di scienze nell'ottavo anno di scolarità. Ad esse hanno partecipato 42 paesi, ognuno con 150-200 scuole campione e circa 4000 studenti (Mullis et al., 2012), tra cui l'Italia, che ha visto il coinvolgimento di 197 scuole e 3979 studenti (Caponera et al., 2012).

### *1.1 Il Quadro di riferimento di scienze TIMSS 2011*

Prima della realizzazione di ogni ciclo di indagine TIMSS, un comitato composto da esperti dei curricoli di matematica e scienze provenienti dai diversi paesi partecipanti redige il nuovo Quadro di riferimento teorico, che rappresenta la cornice nella quale è possibile iscrivere il maggior numero di elementi comuni e sovrapponibili tra i diversi curricoli nazionali. Esso serve poi da base e da modello teorico per la progettazione delle prove cognitive e per la successiva analisi dei dati.

L'indagine TIMSS è concepita e ruota intorno al concetto di "curricolo", usato come principale organizzatore in tre diverse accezioni: *curricolo previsto*, *curricolo realizzato* e *curricolo appreso*. Secondo il Quadro di riferimento di TIMSS 2011 (Mullis et al., 2009, pag. 7),

> Per "curricolo previsto" si intende il piano di studi stabilito a livello nazionale o di sistema, che riflette ciò che la società crede debba essere l'insegnamento della matematica e delle scienze per i suoi studenti e come debba essere organizzato il sistema d'istruzione per facilitare tale insegnamento; per "curricolo realizzato" si

[3] La pubblicazione dei primi risultati nazionali e internazionali del ciclo successivo – TIMSS 2015 – è prevista per il mese di dicembre 2016, mentre il database internazionale dovrebbe essere reso disponibile a partire dal mese di gennaio 2017.

> intende quello che è effettivamente insegnato nelle classi, tenendo anche in considerazione le strategie didattiche effettivamente utilizzate e le caratteristiche dei docenti che insegnano la materia; infine con l'espressione "curricolo appreso" ci si riferisce a quello che gli studenti hanno imparato e a che cosa pensano di queste materie.

Si tratta dunque di un concetto che include e mette in relazione il livello di sistema (curricolo previsto) con quello di classe (curricolo realizzato), fino a quello di studente (curricolo appreso).

Il Quadro di riferimento di scienze di TIMSS 2011 (Mullis et al., 2009) propone di valutare gli studenti secondo una dimensione di contenuti (suddivisa in domini) e una dimensione cognitiva (incentrata sui processi). Gli esiti degli studenti risultano pertanto dall'insieme delle nozioni apprese e dei processi messi in atto nel rispondere ai quesiti. Per quanto riguarda le scienze, i processi cognitivi sono identificati in *conoscenza*, *applicazione* e *ragionamento*[4], mentre i domini di contenuto dell'indagine TIMSS si rifanno alla tradizionale distinzione disciplinare in *biologia*, *chimica*, *fisica* e *scienze della Terra*. Ciascun dominio di contenuto è a sua volta suddiviso in argomenti, indicati come segue nel Quadro di riferimento (Mullis et al., 2009, p. 64 e seguenti)[5].

A) BIOLOGIA:

- Aa. Caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi
- Ab. Cellule e loro funzioni
- Ac. Cicli di vita, riproduzione ed ereditarietà
- Ad. Diversità, adattamento e selezione naturale
- Ae. Ecosistemi
- Af. Salute dell'uomo

B) CHIMICA:

- Ba. Classificazione e composizione della materia
- Bb. Proprietà della materia
- Bc. Trasformazioni chimiche

[4] I processi cognitivi possono essere ricondotti ciascuno ad azioni e processi più semplici: *conoscere* significa: ricordare, riconoscere, definire, descrivere, illustrare con esempi e dimostrare di sapere come usare gli strumenti; *applicare* significa: confrontare, classificare, usare modelli, collegare, interpretare le informazioni, trovare soluzioni e spiegare; *ragionare* significa: analizzare, integrare, sintetizzare, ipotizzare, prevedere, pianificare, trarre conclusioni, generalizzare, valutare e giustificare (Mullis et al., 2009).

[5] Per una descrizione dettagliata di argomenti e sottoargomenti così come organizzati nel Quadro di riferimento TIMSS 2011 si rimanda al paragrafo 3.3.

C) FISICA:

Ca. Stati fisici e trasformazioni della materia

Cb. Trasformazioni dell'energia, calore e temperatura

Cc. Luce e suono

Cd. Elettricità e magnetismo

Ce. Forze e moto

D) SCIENZE DELLA TERRA:

Da. Struttura e caratteristiche fisiche della Terra

Db. Processi, cicli e storia della Terra

Dc. Risorse della Terra, uso e conservazione

Dd. La Terra nel sistema solare e nell'Universo

I livelli di apprendimento degli studenti sono misurati attraverso la somministrazione di prove cognitive scritte, organizzate in un Fascicolo studenti e costituite da una serie di quesiti (*item*), spesso preceduti e contestualizzati da un breve stimolo testuale o grafico; i quesiti possono essere a scelta multipla o a risposta aperta, univoca o articolata.

Per l'indagine del 2011, il Quadro di riferimento ha proposto una suddivisione prestabilita dei quesiti, in base ai domini di contenuto e ai processi cognitivi (tabella 2.1).

| Domini di contenuto | % di quesiti | Processi cognitivi | % di quesiti |
|---|---|---|---|
| Biologia | 35% | Conoscenza | 35% |
| Chimica | 20% | Applicazione | 35% |
| Fisica | 25% | Ragionamento | 30% |
| Scienze della Terra | 20% | | |

Tabella 1.1 : Distribuzione percentuale dei quesiti nella prova di scienze TIMSS 2011 (8° anno si scolarità) in base ai domini di contenuto e ai processi cognitivi (Mullis et al., 2009, p.50).

### *1.2 I Questionari di contesto TIMSS 2011*

Parallelamente allo svolgimento delle prove cognitive da parte degli studenti, l'indagine TIMSS 2011 prevedeva la somministrazione dei questionari di contesto, mirati alla

raccolta di informazioni relative alla realtà sociale, economica e culturale degli studenti, alla disponibilità di risorse della loro scuola, e alla qualità dei curricoli e dell'insegnamento.

Il *Questionario sul curricolo*[6], indirizzato al Coordinatore Nazionale della Ricerca di ogni paese - e compilato per l'Italia dall'INVALSI, con il supporto di un gruppo di esperti nazionali – è fondamentale per conoscere e confrontare i contesti di insegnamento e i programmi ufficiali di tutti i paesi partecipanti. Esso raccoglie in una prima parte notizie generali sul sistema di istruzione del paese (età di ingresso a scuola, ripetenze, reclutamento e formazione degli insegnanti, ecc.) e in una seconda e terza parte informazioni sull'insegnamento della matematica e delle scienze, con riferimento agli strumenti, alle risorse e al curricolo nazionale. In particolare, per quanto concerne il curricolo di scienze, viene richiesto se e quando dovrebbe essere insegnato, secondo le indicazioni nazionali, ciascuno degli argomenti inclusi nei quattro domini di contenuto descritti nel Quadro di riferimento.

Per indagare le tendenze nel contesto di scuole e classi che differiscono nella disponibilità di risorse, nonché nelle politiche e nelle pratiche educative adottate, agli studenti valutati in TIMSS, ai loro insegnanti e ai dirigenti scolastici delle scuole campionate è stato richiesto di compilare altri tre questionari.

Il *Questionario scuola*[7], indirizzato al Dirigente scolastico di ciascun istituto campionato, raccoglie informazioni sul funzionamento della scuola (studenti iscritti, orario delle lezioni, calendario annuale ecc.), sul retroterra socio-culturale degli alunni, sulle risorse disponibili (aule, insegnanti, laboratori, computer ecc.), sul clima di scuola, sui rapporti con i genitori e sul coinvolgimento di studenti e genitori nelle attività scolastiche.

Il *Questionario insegnanti*[8], compilato dai docenti di matematica e scienze delle classi campionate, esiste in due versioni diverse: una per i casi in cui scienze e matematica siano insegnate separatamente, da docenti diversi, e una per i casi in cui scienze e matematica siano insegnate, come avviene generalmente in Italia, in maniera integrata dallo stesso docente. Il questionario restituisce informazioni personali sugli insegnanti (età, sesso, esperienza, formazione,

[6] La versione inglese del questionario sul curricolo dell'indagine TIMSS 2011 è consultabile e scaricabile online, al seguente indirizzo internet:: http://timss.bc.edu/timss2011/downloads/T11_CQ_4.pdf

[7] La versione italiana del questionario scuola TIMSS 2011 è consultabile alla pagina del sito dell'INVALSI: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2011/documenti//QueTERZASECONDARIAPRIMOGstionarioScuola.pdf

[8] La versione italiana del questionario insegnanti TIMSS 2011 è consultabile alla pagina del sito dell'INVALSI: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2011/documenti/TERZASECONDARIAPRIMOG/QuestionarioInsegnante.pdf

ecc.), sulla loro soddisfazione e percezione della scuola e delle materie che insegnano, sui metodi che adottano nell'insegnamento e nella valutazione degli studenti, e sul programma effettivamente svolto fino al momento della prova TIMSS.

Il *Questionario studenti*[9], compilato dagli alunni delle classi campionate nell'indagine, è fondamentale per la rilevazione delle variabili di sfondo relative allo status socio-economico e culturale delle famiglie di origine. Le informazioni richieste sono di carattere sia anagrafico (età, sesso) sia socio-culturale (lingua parlata a casa, risorse disponibili, titolo di studio dei genitori ecc.), e riguardano anche la percezione della scuola da parte dei ragazzi, con particolare attenzione al loro rapporto con la matematica e con le scienze.

Le informazioni ricavate dai questionari di contesto sono in parte analizzate nei rapporti nazionali e internazionali, in relazione ai risultati della prova cognitiva di matematica e scienze, e in parte riportate nell'*Encyclopedia TIMSS 2011*[10] - un documento che descrive, per ogni paese partecipante, la situazione socio-demografica, la struttura generale del sistema di istruzione, il contesto nazionale di insegnamento/apprendimento della matematica e delle scienze, e il curricolo previsto a livello centrale nazionale.

### *1.3 I Rapporti Nazionale e Internazionale TIMSS 2011*

Il rapporto internazionale realizzato dalla IEA, *TIMSS 2011 International Results in Science* (Martin et al., 2012) fornisce, oltre a una descrizione comparativa dei risultati di ciascun paese nelle prove cognitive, anche riflessioni, interpretazioni e analisi utili a comprendere la situazione fotografata dall'indagine, e a spiegare almeno in parte alcuni suoi risultati, spesso grazie al confronto tra gli esiti nella prova cognitiva e le informazioni di contesto tratte dai questionari.

Il rapporto nazionale, curato dall'INVALSI, *Indagini IEA 2011 PIRLS*[11] *e TIMSS: i risultati degli studenti italiani in lettura, matematica e scienze* [12] (Caponera et al., 2012),

[9] La versione italiana del questionario studenti TIMSS 2011 è consultabile alla pagina del sito dell'INVALSI: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2011/documenti/TERZASECONDARIAPRIMOG/QuestionarioStudente.pdf

[10] La versione inglese dell'Encyclopedia TIMSS 2011 è consultabile e scaricabile online dalla seguente pagina internet: http://timss.bc.edu/timss2011/downloads/TIMSS2011_Enc-v1.pdf

[11] L'indagine internazionale PIRLS (*Progress in International Reading Literacy Study*) è anch'essa promossa dalla IEA, si svolge ogni cinque anni e ha come obiettivo la valutazione comparativa delle competenze di lettura degli studenti al quarto anno di scolarità. Eccezionalmente, nel 2011, il ciclo quadriennale TIMSS si è allineato con il

approfondisce la situazione dell'Italia riguardo alle diverse aree di contenuto indagate, all'anno di scolarità considerato, al genere, alle macroaree geografiche italiane, al confronto con altri paesi e con i risultati di altre indagini comparative.

Per avere una prima idea della situazione dell'Italia e della sua posizione rispetto agli altri paesi partecipanti, è sufficiente consultare la pubblicazione riassuntiva, anch'essa redatta dall'INVALSI, *Indagini IEA 2011: PIRLS e TIMSS – Sintesi dei risultati*[13], dalla quale emerge, per quanto riguarda le scienze, che:

> [Al quarto anno di scolarità] l'Italia, con un punteggio di 524, si colloca al 18° posto nella classifica internazionale. Il risultato dell'Italia non è significativamente diverso da quello di altri Paesi europei partecipanti, come l'Inghilterra o la Germania, è superiore rispetto alla media TIMSS ed è equivalente alla media dei Paesi OCSE partecipanti. Il quadro internazionale […] conferma la supremazia di due Paesi dell'estremo oriente, Corea e Singapore (p. 6).
>
> A livello internazionale, si registra un generale peggioramento nel 2011 rispetto al 2007. Anche in Italia, gli studenti del quarto anno di scolarità ottengono punteggi significativamente inferiori rispetto a quelli ottenuti nel 2007. Ciò vale anche considerando maschi e femmine separatamente, seppur con un punteggio dei bambini che si mantiene significativamente superiore a quello delle bambine in tutte le rilevazioni eccetto quella del 2003 (p. 8).
>
> [All'ottavo anno di scolarità] la media italiana di 501 non si discosta dalla media internazionale, mentre è al di sotto della media dei Paesi OCSE; il successo dei Paesi asiatici consolida un andamento ormai decennale, che si riscontra nelle diverse indagini internazionali, con gli studenti di Singapore che ottengono i risultati migliori, seguiti da Taipei Cinese, Corea e Giappone. La Finlandia è l'unico Paese europeo che mostra livelli di rendimento analoghi (p. 6).
>
> A livello internazionale, si osserva un miglioramento significativo nel 2003 rispetto al 1999, mentre nel 2007 e nel 2011 si assiste a un peggioramento lieve ma significativo. In Italia, al contrario, nel 2011 si evidenzia un miglioramento significativo del punteggio medio (10 punti in più rispetto al 2003). Si conferma, inoltre, il divario a favore dei ragazzi in tutte le rilevazioni TIMSS (p. 8).

Le tendenze cambiano leggermente quando si considerano i risultati in matematica, e alcuni parametri si ribaltano prendendo in esame i risultati in lettura dell'indagine PIRLS 2011, ad esempio l'andamento delle femmine rispetto ai maschi.

---

ciclo quinquennale PIRLS, consentendo di avere, per la scuola primaria, una rilevazione contemporanea, su uno stesso campione di studenti in lettura, matematica e scienze.

[12] Scaricabile dal sito: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2011/documenti/Rapporto_PIRLS_TIMSS.pdf

[13] Scaricabile dal sito: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2011/documenti/Sintesi%20dei%20risultati.pdf

A partire dai dati tratti dai questionari di contesto, il rapporto nazionale analizza poi la relazione tra i risultati degli studenti italiani nelle prove cognitive e i principali fattori potenzialmente influenti su tali risultati. Nell'ottica di contribuire a migliorare il sistema di insegnamento e apprendimento a scuola, infatti, l'analisi dei punteggi ottenuti nelle prove cognitive non è che un primo piccolo passo. Per comprendere le cause e i meccanismi alla base di tali punteggi, è necessario cercare di capire a quali variabili di sfondo sono maggiormente legati e che cosa si può fare per modificarli. I principali risultati descritti in tal proposito nel rapporto nazionale sono discussi nel paragrafo 2.1 di questa tesi.

### *1.4 La Banca Dati Internazionale TIMSS 2011*

In aggiunta ai documenti ufficiali, la IEA mette a disposizione di chiunque voglia usarli per ulteriori studi e ricerche tutti gli strumenti usati nell'indagine e un'enorme quantità di dati, più o meno elaborati, organizzati e pubblicati online sotto la voce *TIMSS 2011 International Database*[14]. Da qui è possibile scaricare, oltre ai questionari di contesto, i quesiti rilasciati (resi pubblici perché esclusi dalle rilevazioni future) e gli *Almanacchi studente*, *insegnante* e *scuola*, ricavati dall'elaborazione dei dati dei questionari di contesto e comprendenti le percentuali di risposte fornite da studenti, insegnanti e dirigenti di ciascun paese a ogni domanda dei questionari. Nell' *Item Almanac* sono inoltre presentate, paese per paese, le percentuali di risposte corrette degli studenti per ogni singolo quesito incluso nella prova cognitiva, dati che possono rivelarsi molto utili nel caso si vogliano analizzare particolari aspetti dell'apprendimento.

Ad esempio, sebbene il Rapporto Nazionale mostri che gli studenti italiani all'ottavo anno di scolarità ottengono punteggi significativamente più alti in geologia (513) rispetto alla media nazionale di scienze (501) (Caponera et al., 2012, appendice C, tabella 134), analizzando la questione più approfonditamente e osservando l'andamento di ciascun quesito nell'Item Almanac, si scopre che i nostri studenti sembrano conoscere meno dei loro coetanei stranieri gli effetti di un'eruzione vulcanica – pur essendo l'Italia un paese ricco di vulcani. Allo stesso modo, esaminando lo scarso rendimento degli studenti italiani in fisica (dimostrato da un punteggio medio di 490), si scopre che la loro difficoltà non riguarda le

[14] Corrispondente alla pagina internet: http://timss.bc.edu/timss2011/international-database.html

leve, ma che sembra invece manifestarsi una lacuna importante riguardo al galleggiamento dei corpi.

Dallo studio dei dati riportati negli almanacchi TIMSS 2011 è anche possibile ricavare informazioni e fare paragoni tra paesi riguardo alle singole variabili di sfondo. Confrontando l'età media degli studenti italiani partecipanti all'indagine (13,8 anni) con quella degli studenti di altri paesi e con la media internazionale (14,3), ad esempio, si scopre che gli studenti italiani sono tra i più giovani, secondi soltanto ai norvegesi ed esattamente un anno più piccoli, in media, dei loro corrispettivi in Finlandia.

A partire dal confronto tra Almanacchi, è anche possibile mettere in relazione le dichiarazioni degli insegnanti (sui metodi di insegnamento, sull'esperienza maturata, sullo svolgimento dei diversi argomenti curricolari ecc.) con i risultati degli studenti nella prova cognitiva. Si può così notare, ad esempio, che, nonostante il 99,9% degli insegnanti italiani dichiari di aver trattato le cellule nella propria programmazione, i loro studenti ottengono punteggi significativamente più bassi della media in diversi quesiti afferenti a questo argomento. Dal confronto tra i dati tratti dagli almanacchi (insegnante e item) hanno preso l'avvio le analisi preliminari dei dati TIMSS 2011 discusse nel paragrafo 5.1 di questa tesi.

Un'altra parte consistente delle informazioni messe a disposizione dalla IEA è infine la vera e propria banca dati TIMSS 2011, ossia l'insieme dei dati "grezzi" raccolti nell'indagine, suddivisi per paese, organizzati in tabelle e resi disponibili per analisi statistiche secondarie di qualunque tipo. Su tali dati è basato lo studio degli indici di correlazione lineare descritto nel capitolo 8 di questa tesi.

# Capitolo 2: LE VARIABILI DI SFONDO

## *2.1 L'effetto delle variabili di sfondo nell'indagine TIMSS*

La seconda parte del Rapporto Nazionale TIMSS 2011 è dedicata all'analisi dei risultati degli studenti italiani in relazione a una serie di variabili e fattori di contesto operanti a livello del singolo studente, del docente e dell'intera scuola (Caponera et al., 2012, capitoli 8, 9 e 10).

I fattori considerati sono quelli deducibili dai questionari di contesto e potenzialmente influenti, secondo la letteratura di settore, sull'apprendimento degli alunni.

### 2.1.1 I fattori che agiscono a livello di studente

Per quanto riguarda gli studenti, tali fattori sono: il *background* familiare, le esperienze prescolastiche (in particolare la frequenza della scuola dell'infanzia e le attività praticate dai genitori per favorire uno sviluppo precoce delle abilità di lettura e di calcolo), e gli atteggiamenti degli studenti verso le discipline esaminate.

Riguardo al *background* familiare, diverse ricerche, basate principalmente sui dati tratti dalle indagini comparative internazionali (Sirin, 2005; Chiu e Xihua, 2008; Noor Azina e Awang, 2008; Alivernini et al., 2010), sembrano ormai indicare con chiarezza che variabili quali l'occupazione dei genitori, il loro titolo di studio e la quantità di risorse disponibili a casa siano significativamente correlate con le prestazioni degli studenti.

I risultati cognitivi dell'indagine TIMSS 2011 sono stati analizzati in relazione a un *indice socio-economico e culturale*, costruito a partire dalle domande del questionario studente sul possesso di alcuni beni e sulla disponibilità di risorse educative a casa. La correlazione è risultata significativa tanto a livello internazionale quanto per l'Italia, dove si è riscontrata, in scienze, una differenza nei risultati di oltre 80 punti tra studenti con indice alto e studenti con indice basso, sia al quarto sia all'ottavo anno di scolarità.

Tra le esperienze prescolastiche studiate, l'importanza della scuola dell'infanzia nel promuovere lo sviluppo del bambino e nel prepararlo all'inserimento nella scuola primaria è dimostrata da tempo (Tucker-Drob, 2012; Berlinsky, 2009). L'analisi dei dati TIMSS, nazionali e internazionali, ha confermato questa tendenza, mostrando una differenza di rendimento di 19 punti (in Italia, al quarto anno, in scienze) tra bambini che hanno frequentato la scuola dell'infanzia per l'intero triennio previsto e bambini che l'hanno frequentata per un anno in meno[15].

Il terzo aspetto esaminato nel capitolo 8 del Rapporto Nazionale riguarda gli atteggiamenti degli studenti verso la lettura, la matematica e le scienze, discipline testate nelle indagini PIRLS e TIMSS. Numerose ricerche hanno infatti dimostrato che esiste una correlazione positiva tra il rendimento in una disciplina e gli atteggiamenti degli studenti verso la disciplina stessa (Eklöf, 2006; Volet, 1997; Singh *et al.*, 2002; Petscher, 2010). A partire dalle numerose domande dei questionari studenti riguardanti tali atteggiamenti, l'INVALSI ha costruito tre diversi indici che indagano ciascuno un particolare aspetto: il *Piacere*, il *Concetto di sé*, e la *Motivazione*.

A livello internazionale, tutti e tre gli indici considerati mostrano correlazioni positive e significative sia in lettura sia in matematica sia in scienze, e le stesse tendenze valgono anche per l'Italia. Per valutare l'entità di tali correlazioni, si possono osservare e confrontare le differenze medie di rendimento, sintetizzate nella tabella 2.1, tra gli studenti di livello alto e quelli di livello basso per ciascun indice, ciascuna disciplina e ciascun livello scolare. Come si vede, le maggiori differenze si riscontrano in relazione all'indice *Concetto di sé*, in particolare nell'ambito della matematica all'ottavo anno di scolarità. Concentrando

[15] La categoria "meno di due anni" non è stata presa in considerazione per l'Italia poiché non ci sono dati disponibili.

l'attenzione sulle scienze in Italia, si può notare come le differenze siano generalmente ridotte rispetto sia alla media internazionale sia agli altri due ambiti considerati. Fa eccezione l'indice *Motivazione*, calcolato solo per l'ottavo anno, che mostra una differenza media di rendimento in scienze di poco inferiore rispetto alla media internazionale e addirittura superione a quella calcolata per la matematica in Italia.

| Atteggiamenti degli studenti | ITALIA | | | Media internazionale |
|---|---|---|---|---|
| | lettura | matematica | **Scienze** | scienze |
| *Piacere* | | | | |
| 4° anno di scolarità | 38 | 33 | **17*** | 43 |
| 8° anno di scolarità | | 66 | **37** | 67 |
| *Concetto di sé* | | | | |
| 4° anno di scolarità | 63 | 63 | **44** | 68 |
| 8° anno di scolarità | | 99 | **67** | 88 |
| *Motivazione* | | | | |
| 8° anno di scolarità | - | 40 | **42** | 45 |

*Valore non significativo

Tabella 2.1: Differenze medie di rendimento degli studenti tra i livelli alto e basso dei tre indici relativi ai loro atteggiamenti (*Piacere*, *Concetto di sé*, *Motivazione*) in lettura, matematica e scienze, al quarto e all'ottavo anno di scolarità (dati tratti da Caponera et al., 2012, capitolo 8).

### 2.1.2 I fattori che agiscono a livello di insegnante

Il capitolo 9 del Rapporto Nazionale TIMSS 2011 è incentrato sul ruolo degli insegnanti e sull'analisi di alcune loro caratteristiche, sempre in relazione ai risultati degli studenti. Sebbene sia opinione diffusa, tra esperti e meno esperti, che l'insegnante abbia un ruolo determinante nel permettere e favorire l'apprendimento dei suoi studenti (Aarson et al., 2007; Rivkin et al., 2005; Rockoff, 2004), non c'è ancora chiarezza su quali caratteristiche del docente e quali pratiche di insegnamento siano effettivamente più o meno efficaci. Gli studi fin qui effettuati, infatti, rivelano che le caratteristiche direttamente osservabili dell'insegnante – come il sesso, l'età, l'esperienza, i titoli e la formazione accademica – spiegano una porzione molto ridotta della differenza di rendimento tra gli studenti (Dee, 2005; Clotfelter et al., 2010; Kane et al., 2008).

Partendo dai dati ricavati dai questionari insegnanti di TIMSS 2011, il Rapporto Nazionale considera tre diversi aspetti potenzialmente legati all'incisività dell'insegnante: gli anni di esperienza, il concetto di sé (sintetizzato in un indice di *Autoefficacia*), e le metodologie e le pratiche educative (misurate attraverso un indice di *Attività di coinvolgimento nell'apprendimento*).

La relazione tra anni di esperienza di insegnamento e risultati di apprendimento degli studenti, emersa in maniera abbastanza costante a livello internazionale, non trova riscontro nei dati italiani di TIMSS 2011 (figure 2.1 e 2.2): per quanto riguarda le scienze, in particolare, la relazione appare persino negativa al quarto anno di scolarità, incerta e altalenante all'ottavo anno. Prendendo in considerazione la media internazionale, peraltro, le differenze di rendimento associate a questo fattore rimangono comunque limitate, comprese tra i 10 e i 16 punti.

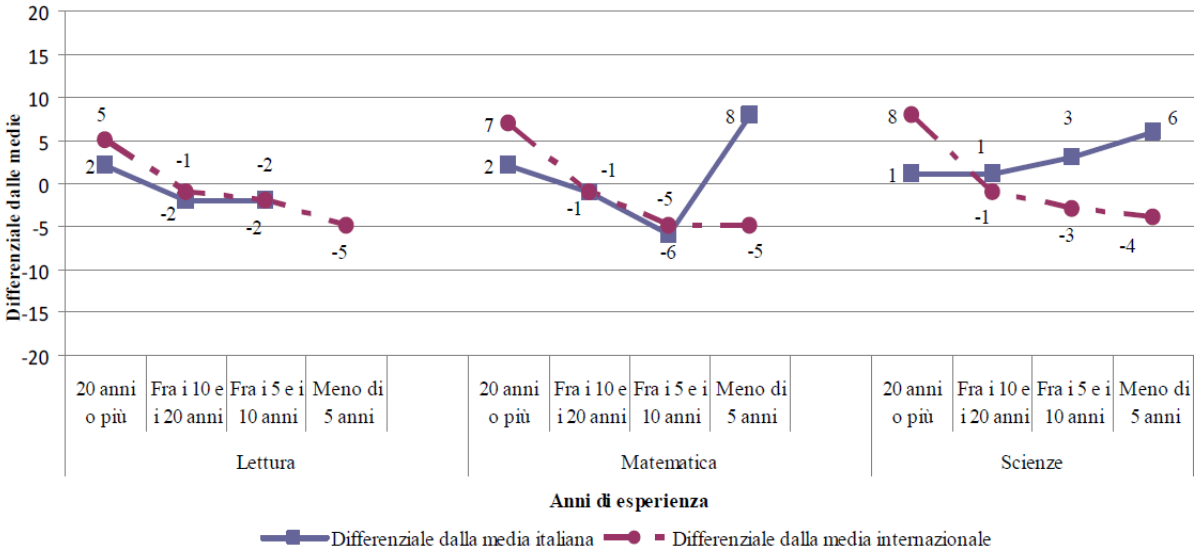



Figura 2.1: Differenze nei risultati di apprendimento, in Italia e nella media internazionale, in base agli anni di esperienza degli insegnanti - ambito lettura, matematica e scienze, quarto anno. (Caponera et al. 2012, pag. 192).

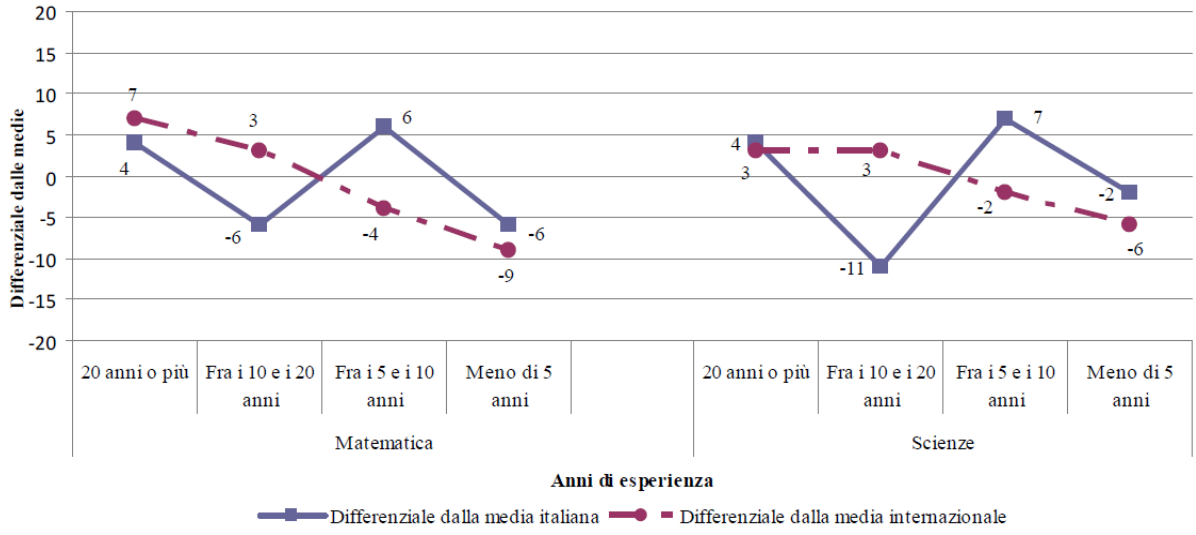



Figura 2.2: Differenze nei risultati di apprendimento, in Italia e nella media internazionale, in base agli anni di esperienza degli insegnanti - ambito matematica e scienze, ottavo anno. (Caponera et al. 2012, pag. 193).

Risulta debole anche la relazione tra i risultati degli studenti e l'indice di *Autoefficacia* dei loro insegnanti, autoefficacia *intesa come senso della propria abilità ad organizzare e svolgere le attività connesse con l'insegnamento* (Caponera et al., 2012, pag. 194). In riferimento alla media internazionale, le differenze nel rendimento degli studenti associate a un alto e a un basso indice di *Autoefficacia* dei docenti risultano minime al quarto anno di scolarità (solo due punti in scienze), e poco più significative all'ottavo (12 punti in scienze). In Italia le differenze si rivelano ancora minori e non significative, comprese tra 1 e 3 punti, tanto per la matematica quanto per le scienze, in entrambi i livelli scolari considerati.

L'indice *Attività di coinvolgimento nell'apprendimento* è stato costruito in base alle domande del questionario insegnanti riguardanti la frequenza con cui vengono adottate alcune strategie non tradizionali di insegnamento (portare materiale interessante in classe, collegare gli apprendimenti alla vita di tutti i giorni, dare ricompense, fare elogi ecc.). Questo indice mostra, già a livello internazionale, una correlazione positiva molto debole con i risultati degli studenti, significativa soltanto per la matematica all'ottavo anno. Per le scienze in Italia, la correlazione assume addirittura valori negativi, sia al quarto sia all'ottavo anno di scolarità, con risultati medi migliori per gli studenti meno coinvolti nell'apprendimento dai loro insegnanti.

### 2.1.3 I fattori che agiscono a livello di scuola

Il capitolo 10 del Rapporto Nazionale TIMSS 2011 affronta l'analisi della relazione tra i risultati di apprendimento degli studenti e le differenze tra scuole di appartenenza. Anche in questo caso i fattori esaminati, in base ai dati disponibili e alle indicazioni della letteratura (Greenwald et al., 1996; Wang et al., 2012; Marks, 2010; Lee e Barro, 2001; Sequeira e Robalo, 2008), sono tre: le caratteristiche della popolazione studentesca (in parte già considerate, in relazione al singolo studente), le risorse disponibili per l'apprendimento, e il clima di scuola.

Tra le caratteristiche della popolazione studentesca sono stati considerati l'ambiente economico di provenienza e la percentuale di studenti madrelingua, caratteristiche desunte dalle dichiarazioni del Dirigente nel Questionario scuola.

A livello internazionale, i risultati degli studenti sono fortemente correlati con l'ambiente economico di provenienza: la differenza media di rendimento tra scuole con prevalenza di studenti di ambiente privilegiato e scuole con prevalenza di studenti di ambiente svantaggiato è di circa 40 punti al quarto anno di scolarità e di quasi 50 punti all'ottavo, in tutti gli ambiti esaminati. La stessa tendenza si riscontra anche nei dati italiani, ma con una discrepanza più marcata tra quarto e ottavo anno di scolarità: nella scuola primaria le differenze, seppur esistenti, si attestano intorno a valori molto più bassi rispetto alla media internazionale (10-12 punti); mentre nella secondaria di primo grado esse si allineano con le differenze riscontrate nella media internazionale (50-57 punti). Tanto al quarto quanto all'ottavo anno di scolarità, inoltre, le differenze calcolate per l'Italia sono massime proprio in riferimento all'ambito delle scienze.

Un andamento simile, ma ancora più marcato, emerge dal confronto tra i risultati di apprendimento in scuole con più del 90% di studenti madrelingua e in scuole con meno del 50% di studenti madrelingua (tabella 2.2): mentre a livello internazionale si assiste a una diminuzione delle differenze di rendimento dal quarto all'ottavo anno di scolarità, in Italia la tendenza è esattamente opposta, con differenze ridotte al quarto anno e molto marcate all'ottavo. Anche in questo caso le differenze calcolate sono massime per l'ambito delle scienze, sia in Italia sia nella media internazionale, in entrambe le annualità considerate.

| Differenze di rendimento tra scuole con percentuali massime e minime di studenti non madrelingua | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Anno di scolarità | ITALIA | | | Media internazionale | | |
| | lettura | matematica | Scienze | lettura | matematica | Scienze |
| 4° | 6 | 12 | 18 | 25 | 20 | 31 |
| 8° | - | 30 | 35 | - | 10 | 17 |

Tabella 2.2: Differenze medie di rendimento degli studenti tra scuole con più del 90% di studenti madrelingua e scuole con meno del 50% di studenti madrelingua, in lettura, matematica e scienze, al quarto e all'ottavo anno di scolarità (dati tratti da Caponera et al., 2012, capitolo 10).

Il secondo fattore relativo alla scuola esaminato nel Rapporto Nazionale TIMSS 2011 è la disponibilità di risorse per l'apprendimento. Per valutare questo aspetto, TIMSS si basa su due indici: l'indice *Carenza di risorse* (calcolato a partire dalle opinioni dei Dirigenti, raccolte nel questionario scuola) e l'indice *Condizioni di lavoro a scuola* (calcolato a partire dalle opinioni dei docenti, raccolte nel questionario insegnante).

In Italia, nel 2011, solo l'1% dei dirigenti ha dichiarato che la carenza di risorse influisce molto e in maniera negativa sul rendimento degli alunni; di conseguenza la correlazione tra questo indice e i risultati di apprendimento degli studenti non è stata presa in considerazione (Caponera et al., 2012, pag. 210).

L'indice *Condizioni di lavoro a scuola* è stato invece analizzato e ha mostrato, ancora una volta, un andamento peculiare per l'Italia: contrariamente a quanto emerso a livello internazionale, le differenze di rendimento degli studenti per valori alti e bassi dell'indice sono piuttosto ampie (11-18 punti) e superiori a quelle della media internazionale (9-13) al quarto anno di scolarità, mentre si assottigliano fino a non essere statisticamente significative (1-4 punti) all'ottavo anno.

Il terzo ed ultimo fattore legato alla scuola e potenzialmente influente sui risultati di apprendimento è il clima di scuola, misurato attraverso la percezione dei dirigenti, degli insegnanti e degli studenti espressa nei relativi questionari di contesto[16]. In tutti e tre i casi la

[16] Quello di *clima di scuola* è un concetto complesso - che comprende la sicurezza (fisica, sociale ed emozionale), le relazioni interpersonali (tra dirigente, personale amministrativo, insegnanti, genitori, alunni ecc.), il supporto ai processi di insegnamento e apprendimento, l'ambiente scolastico (territorio, risorse, servizi ecc.), i processi indirizzati al miglioramento (Thapa et al., 2013). Le informazioni raccolte nell'indagine TIMSS e

relazione positiva emersa a livello internazionale tra rendimento degli studenti e clima di scuola più sereno è confermata da andamenti molto simili – forse appena più accentuati nelle differenze – in Italia, per tutti gli ambiti disciplinari e per entrambi i livelli scolari considerati, con differenze di punteggio medio comprese tra i 30 e i 50 punti. L'unica eccezione riguarda la relazione tra percezione del clima di scuola dei dirigenti e risultati degli studenti al quarto anno di scolarità, dove le differenze per l'Italia risultano inferiori ai 5 punti e non significative.

Riassumendo, a conferma di quanto già evidenziato più volte in letteratura, i risultati di apprendimento degli studenti italiani sono apparsi fortemente correlati con alcuni fattori connessi allo studente stesso e alla scuola di appartenenza, mentre la relazione con i fattori legati all'insegnante è risultata non significativa. In particolare, considerando gli apprendimenti in scienze all'ottavo anno di scolarità, i fattori che spiegano le porzioni più rilevanti del punteggio complessivo – che per l'Italia è mediamente di 501 punti – sono il retroterra economico, sociale e culturale dell'alunno (che emerge in relazione sia al singolo studente sia all'utenza media della scuola), i suoi atteggiamenti verso le scienze (prima il concetto di sé, poi la motivazione e infine il piacere), e il clima di scuola. Per quanto riguarda gli insegnanti, si è evidenziato ancora una volta come né le variabili direttamente osservabili (quali gli anni di esperienza) né gli indici costruiti per definire il concetto di sé e le pratiche di insegnamento adottate sembrano avere effetti significativi sugli apprendimenti degli studenti.

### 2.1.4 Un'analisi multilivello sui dati italiani di TIMSS 2007

Per quanto riguarda le scienze, una specifica analisi multilivello è stata condotta da Alivernini et al. (2010) a partire dai dati ricavati dall'indagine TIMSS 2007. Lo studio esamina la relazione tra alcune variabili e indici di sfondo e i risultati degli studenti nella prova cognitiva di scienze, al quarto anno di scolarità. Tra i fattori analizzati, a livello di studente e contesto familiare, il migliore predittore dei risultati di apprendimento, si è rivelato l'indice di

utilizzate per le analisi descritte di seguito sono basate prevalentemente sulla percezione del livello di sicurezza e di disciplina a scuola.

autostima (*self-confidence*), ma è anche emerso che ottengono risultati significativamente migliori i bambini con maggiori risorse educative a casa, che si sentono più sicuri a scuola, maschi, e la cui lingua madre è l'italiano.

Sebbene i fattori analizzati al livello gerarchicamente superiore - di scuola e insegnante - non abbiano rivelato un'influenza significativa sui risultati degli studenti, inoltre, l'analisi multilivello ha permesso di scomporre la variabilità totale del sistema nei diversi livelli gerarchici e di attribuire al livello di scuola e insegnante una parte considerevole della varianza totale: circa il 34%. Resta dunque da capire quali variabili e/o fattori, diversi da quelli già presi in considerazione, siano in grado di spiegare tale varianza; proprio ed esclusivamente su di essi, infatti – fattori intrinseci alla scuola – gli insegnanti e le istituzioni scolastiche hanno il potere di agire direttamente, nel tentativo di migliorare il sistema educativo.

### *2.2 L'effetto dell'insegnante sui risultati di apprendimento*

Le ricerche che hanno preso in considerazione l'effetto dell'insegnante sui risultati di apprendimento dei suoi studenti (avviate già da decenni, soprattutto negli Stati Uniti, dove si cercano indicazioni utili da fornire ai dirigenti per il reclutamento dei nuovi docenti) hanno più volte dimostrato che, sebbene la qualità degli insegnanti possa essere fondamentale nel garantire un buon livello di apprendimento, essa risulta però molto complessa da valutare e misurare in maniera oggettiva, poiché la relazione tra risultati degli studenti e caratteristiche osservabili degli insegnanti è risultata spesso estremamente labile (Bos e Kuiper, 1999; Rivikin et al., 2005; Aaronson et al., 2007; Schwerdt e Wuppermann, 2010; Alivernini et al., 2010).

Dee (2005 e 2007) ha analizzato l'effetto di variabili demografiche quali la razza e il sesso degli insegnanti. Alcuni ricercatori si sono concentrati sulla formazione e le certificazioni conseguite, documentando che una maggiore esperienza accumulata, un maggior numero di titoli accademici e, in alcuni casi, anche voti più alti ottenuti in esami e concorsi avrebbero un effetto positivo sui risultati degli studenti (Greenweld et al., 1996; Clotfelter et al., 2006 e 2007). Altri ricercatori, però, hanno segnalato il contrario (Kane et al., 2007).

Un filone di ricerca più recente tenta ancora di individuare le caratteristiche specifiche dell'insegnante associate con i migliori risultati degli studenti, ma, lasciando da parte gli attributi demografici e i titoli dei docenti, si concentra invece sulle loro capacità cognitive, sulla conoscenza di contenuti specifici, su alcuni tratti della personalità e sulle loro convinzioni in merito all'autoefficacia (Rockoff et al., 2011).

Altri studi recenti, considerando l'impatto dell'insegnante come un "effetto fisso", hanno monitorato il progresso cognitivo degli studenti nel tempo, trovando differenze sostanziali e persistenti tra studenti assegnati a un insegnante piuttosto che a un altro (Rockoff, 2004).

Una delle difficoltà nell'individuare con certezza le caratteristiche degli insegnanti legate a un impatto positivo sull'apprendimento sta nell'errore sistematico dovuto all'assegnazione non casuale degli studenti ai docenti: tipicamente – soprattutto nei sistemi scolastici che ammettono una differenza consistente tra scuola e scuola – i genitori degli studenti più bravi tendono a scegliere gli insegnanti che ritengono più bravi per i loro figli, il che permette al docente di ottenere risultati mediamente migliori sui propri alunni, incrementando il suo senso di autoefficacia e supportando l'idea iniziale delle famiglie di essere un bravo insegnante, in un circolo che si autoalimenta. Se alcuni studi argomentano che questo errore sistematico incide prepotentemente in qualunque forma di valutazione degli insegnanti basata sui risultati dei suoi studenti (Clotfelter et al., 2006), altri (Kane et al., 2008) hanno rilevato il contrario attraverso ricerche quasi-sperimentali: applicando i metodi di valutazione dell'efficacia dell'insegnante tratti dalla letteratura non sperimentale su classi formate e assegnate agli insegnanti in maniera casuale, infatti, hanno ottenuto risultati non dissimili da quelli teoricamente previsti.

Gli studi più recenti, infine, abbandonano definitivamente l'idea di utilizzare le variabili osservabili e cercano invece di spiegare l'effetto dell'insegnante sui risultati degli studenti analizzando e confrontando i comportamenti e le pratiche educative messe in atto in aula. Alcune ricerche valutano l'efficacia delle strategie didattiche innovative (basate sul coinvolgimento diretto degli alunni) in contrapposizione con quelle più tradizionali (come la classica lezione frontale), con risultati che sembrano dimostrare la maggiore efficacia delle strategie tradizionali (Schwerdt e Wuppermann, 2010). Altri studi evitano la dicotomia

metodi innovativi verso metodi tradizionali ed evidenziano singole pratiche o strategie che sembrano avere un impatto positivo sull'apprendimento degli studenti (Lavy, 2015).

In quest'ultima categoria si può inserire la ricerca di Ballatore e Sestito (2016), che, nel tentativo di individuare nuovi fattori legati all'insegnante che influiscono sui risultati di apprendimento degli studenti italiani, si concentra sulle strategie di realizzazione e attuazione del curricolo.

A partire dai dati delle rilevazioni nazionali INVALSI dell'anno 2009-2010 in lettura e matematica[17] al sesto anno di scolarità, lo studio mette a confronto tre strategie di avanzamento del curricolo diverse (ma non necessariamente alternative) adottate dagli insegnanti in classi con studenti di livello eterogeneo[18]: 1) soffermarsi sullo stesso argomento fino a quando non l'abbiano capito tutti; 2) passare a un nuovo argomento, anche se parte della classe non ha ancora capito il precedente; 3) ritornare sugli argomenti affrontati nell'anno passato per rivederne i concetti.

Le strategie di avanzamento del curricolo relative a ciascun insegnante sono state desunte dalle risposte ad alcune domande specifiche del questionario studente[19] e correlate alla variabile dipendente "risultati di apprendimento nelle prove INVALSI". Dall'analisi emerge che le prime due strategie ipotizzate sembrano avere entrambe un impatto negativo significativo sui risultati degli studenti: soffermarsi sullo stesso argomento fino a quando non l'abbiano capito tutti, contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare, non aumenta le prestazioni degli alunni meno bravi mentre diminuisce considerevolmente quelle dei più bravi; passare a un nuovo argomento, anche se parte della classe non ha ancora capito il precedente riduce i risultati medi degli studenti di tutti i livelli, inclusi i più bravi. La terza strategia (ritornare sugli argomenti affrontati nell'anno passato per rivederne i concetti), al contrario, rivela un forte effetto positivo sui risultati medi e degli studenti meno bravi, senza ridurre quelli degli alunni più bravi.

A differenza degli studi precedenti, quello di Ballatore e Sestito mette al centro il curricolo e la sua realizzazione. Per la matematica alle scuole medie, gli argomenti da trattare sono più o

[17] La rilevazione degli apprendimenti in scienze non è prevista dal sistema di valutazione dell'INVALSI.

[18] Diversamente da altri sistemi educativi, quello italiano non prevede alcun incanalamento (*tracking*) degli studenti fino al nono anno di scuola; i gruppi classe della scuola primaria e secondaria di primo grado, pertanto, risultano generalmente composti da studenti di livello eterogeneo.

[19] Diversamente dall'indagine TIMSS, le rilevazioni INVALSI non prevedono la compilazione di un questionario di contesto anche da parte degli insegnanti, mentre, contestualmente alla prova, viene somministrato un questionario studente piuttosto dettagliato.

meno definiti – le stesse prove INVALSI hanno avuto un ruolo, seppur non grande quanto sperato, nell'uniformazione del curricolo di matematica in tutte le scuole d'Italia –, per cui il contributo del docente di qualità è da ricercare soprattutto nei metodi e nelle strategie di insegnamento. Per le scienze, invece, la situazione è più fluida, certamente nella realtà italiana, ma forse anche altrove (Osborne e Dillon, 2008): gli argomenti da trattare sono potenzialmente moltissimi[20] e l'insegnante, oltre ad adottare i metodi e le strategie di insegnamento che ritiene più opportuni, si trova anche nella condizione di scegliere quali e quanti argomenti trattare, e con quale grado di approfondimento, nelle sole due ore a settimana previste dalle *Indicazioni Nazionali* per l'insegnamento delle scienze.

Come visto brevemente nel paragrafo 1.2, il questionario insegnanti dell'indagine TIMSS contiene una serie di domande mirate proprio alla raccolta di informazioni sul curricolo svolto, in particolare su quali argomenti, e quando, siano stati insegnati al gruppo classe prima della somministrazione della prova cognitiva. Questa variabile, però, è raramente considerata negli studi statistici secondari per valutarne il potenziale effetto sui risultati di apprendimento degli studenti. A detta di Bos e Kuiper, essa non si presta ad analisi statistiche perché

> La banca dati TIMSS non contiene dati funzionali per questa variabile. L'unica possibilità è una misura della "copertura dei contenuti". Si tratta di una misura piuttosto rudimentale dell'opportunità di imparare perché dice qualcosa sugli argomenti che sono stati insegnati prima della somministrazione del test TIMSS, ma non dice nulla circa la copertura dei contenuti relativi ai singoli quesiti del test. (Bos e Kuiper, 1999, pag. 177, traduzione mia)

Per quanto rudimentale, a mio parere, la misura dei contenuti coperti e un'analisi della relazione tra tale misura e i risultati di apprendimento può comunque fornire, specialmente in scienze, alcuni spunti di riflessione interessanti, ed è sullo studio di questa relazione che si incentra la mia ricerca.

[20] Si veda il capitolo 4, *L'evoluzione del curricolo di scienze in Italia*, per una descrizione delle Indicazioni *Nazionali* e degli obiettivi di apprendimento in scienze al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado.

# Capitolo 3: IL CURRICOLO DI SCIENZE NELL'INDAGINE TIMSS 2011

## *3.1 Curricolo previsto, curricolo realizzato e curricolo appreso*

Come spiegato brevemente nel paragrafo 1.1, l'indagine TIMSS è incentrata sul concetto di curricolo, articolato in tre dimensioni gerarchicamente definite: *previsto*, *realizzato* e *appreso*, dove il curricolo previsto coincide con il piano di studi stabilito a livello nazionale, il curricolo realizzato è ciò che viene effettivamente insegnato dai docenti in classe e il curricolo appreso è l'insieme di conoscenze e abilità realmente acquisite dagli studenti.

Gli strumenti stessi di rilevazione dell'indagine TIMSS sono costruiti in modo da consentire l'operazionalizzazione in variabili di questi tre costrutti (figura 3.1):

> TIMSS utilizza le prove per rilevare i livelli di rendimento degli studenti nei vari paesi (curricolo appreso) in matematica e scienze. Tramite i questionari, TIMSS raccoglie informazioni dettagliate sulle opportunità di apprendimento offerte agli studenti (curriculo realizzato). Per mezzo dell'*Encyclopedia* e del questionario sul curricolo, TIMSS mette a disposizione informazioni sul livello di preparazione degli studenti in matematica e scienze stabilito e atteso a livello centrale in ciascun paese (curricolo previsto). (Mullis et al., 2009, pag. 7)

Circoscrivendo queste tre dimensioni del curricolo al solo aspetto dei contenuti, il *curricolo previsto* è quello stabilito a livello centrale, che per l'Italia coincide sostanzialmente

con gli obiettivi di apprendimento elencati nelle *Indicazioni Nazionali*; il *curricolo realizzato* consiste negli argomenti effettivamente insegnati nelle scuole (dichiarati dai docenti nel Questionario insegnante) e il *curricolo appreso* può essere valutato in base ai risultati degli studenti nelle prove cognitive.

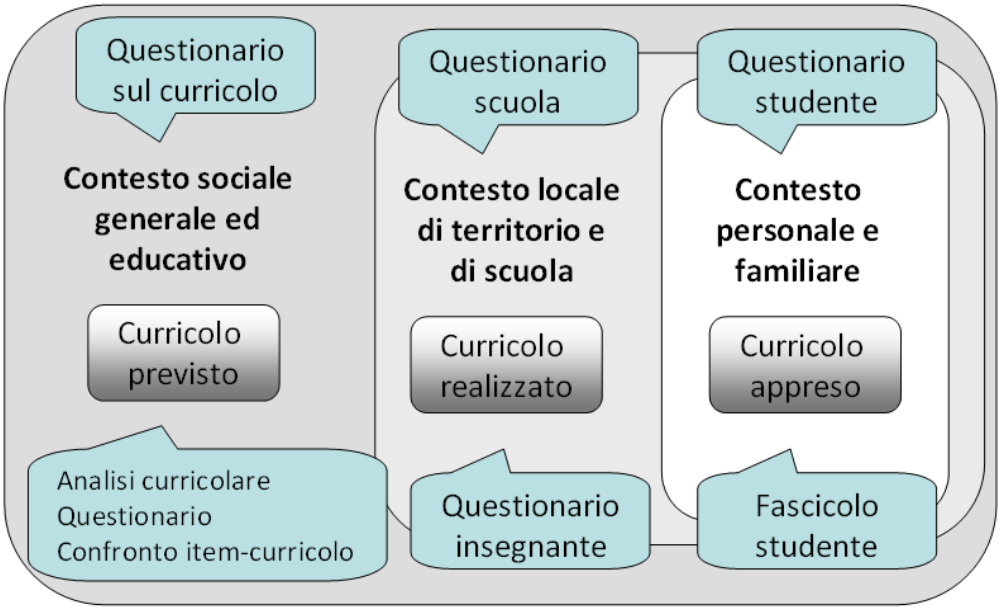



Figura 3.1: Modello del concetto di curricolo secondo il Quadro di riferimento TIMSS, in relazione al livello gerarchico (di sistema, di scuola/classe e di studente) e agli strumenti di rilevazione implicati (Martini e Rubino, 2010).

Nonostante la descrizione chiara e schematica fornita nel Quadro di riferimento, la relazione concreta tra questi tre elementi teorici non è affatto semplice o diretta: nel passaggio tra un livello e l'altro, spesso si perdono o si travisano le informazioni, per cui *il modello a tre curricoli di TIMSS può essere in parte trasformato in un modello dell'efficienza del sistema educativo* (Bos e Kuiper, 1999, pag. 160, traduzione mia).

Tra politiche educative e programmi ufficiali da una parte (curricolo previsto) e pratiche didattiche in aula dall'altra (curricolo realizzato), ad esempio, esiste e persiste uno scollamento più o meno ampio in tutti i sistemi di istruzione. Esso può essere ricondotto all'eterno dualismo tra teoria e pratica (Wraga, 2002) o all'incapacità di chi decide e governa di spiegare e rendere condivise le proprie riforme, o ancora alla costante mancanza di comunicazione tra ricerca

didattica, politiche educative e mondo della scuola. Studiando come vengono recepite e usate le indicazioni curricolari nazionali dagli insegnanti di matematica, emerge che nella maggior parte dei casi, innovazioni e riforme educative vengano imposte, anziché proposte, agli insegnanti, con risultati spesso molto deludenti (Bolletta, 1988; Remillard, 2005). L'errore ripetuto è quello di sottovalutare il ruolo centrale del docente in classe, che ha il potere di interpretare male, stravolgere, e persino di ignorare volutamente anche la migliore proposta teorica. Si tratta del concetto di *fidelity of implementation* (fedeltà di esecuzione), che misura quanto un intervento venga attuato rispettando puntualmente il programma originale, un concetto ancora poco considerato – e spesso dato per scontato – nella ricerca educativa (O'Donnell, 2008).

Anche la relazione tra contenuti, metodi e strategie di insegnamento (curricolo realizzato) e risultati di apprendimento (curricolo appreso) è molto delicata, influenzata, come visto nel capitolo precedente, da un gran numero di variabili diverse e spesso latenti, dipendenti in parte dal contesto sociale, economico e culturale, in parte dalle caratteristiche personali e familiari degli studenti, e in parte dalla figura del docente, oltre che dall'interazione, professionale ma anche empatica ed emotiva, tra la personalità di ciascun alunno e quella dell'insegnante.

### *3.2 La TCMA (analisi della corrispondenza test-curricolo)*

La *Test-Curriculum Matching Analysis* (TCMA), tradotta letteralmente analisi *della corrispondenza tra test e curricolo*, fa parte delle operazioni di routine che seguono e accompagnano la valutazione delle rilevazioni TIMSS ad ogni ciclo. Essa si occupa di verificare, a posteriori, che nessun paese risulti eccessivamente penalizzato dall'inclusione nella prova cognitiva dei quesiti che esulano dal proprio curricolo previsto nazionale.

In teoria, ipotizzando una perfetta efficienza del modello a tre curricoli di TIMSS, i paesi per i quali la corrispondenza tra test e curricolo risulta minore dovrebbero essere anche quelli con i risultati di apprendimento più scarsi. In pratica, come descritto in maggior dettaglio più avanti, la tendenza evidenziata dalla TCMA ad ogni ciclo di indagine non è affatto questa. Dunque, se da un lato la TCMA dimostra che nessun paese risulta eccessivamente penalizzato dalla scelta dei quesiti, dall'altro evidenzia che l'efficienza del modello a tre curricoli non può e non deve essere data per scontata.

L'impegno della IEA nel costruire un'indagine internazionale comune e condivisa parte dal concordare tutti i passaggi fondamentali della ricerca con i paesi partecipanti: viene condivisa la scelta dei concetti e dei contenuti scientifici irrinunciabili, da inserire nel Quadro di riferimento TIMSS, sui quali incentrare le prove cognitive per gli studenti; e le prove stesse sono costruite attraverso un processo collaborativo con i rappresentanti nazionali di ciascuno stato, che le devono poi revisionare e approvare formalmente in quanto conformi al compito di confrontare gli apprendimenti dei propri studenti con quelli di altri paesi.

Nonostante ciò, la corrispondenza tra i quesiti proposti nelle prove TIMSS e il curricolo nazionale di scienze non risulta mai esattamente la stessa per tutti i paesi partecipanti all'indagine. Le prove includono necessariamente qualche quesito basato su argomenti non familiari agli studenti di alcuni paesi, perché

> limitare i quesiti ai soli argomenti inclusi – e trattati nella stessa sequenza – nei programmi di scienze di tutti i paesi partecipanti significherebbe limitare severamente la copertura del test e restringere le domande di ricerca dell'intero studio (Martin et al., 2012, Appendice F, pag. 480, traduzione mia).

Esaminando quesito per quesito le discrepanze tra gli argomenti inclusi nella prova TIMSS e il *curricolo previsto* di ciascun paese, la TCMA permette di valutare l'impatto che si avrebbe sui risultati degli studenti escludendo dalla prova cognitiva i quesiti ritenuti non conformi al curriculo nazionale ufficiale. Per stabilire quali item rientrino in questa casistica, la IEA si affida ai rappresentanti nazionali, ai quali chiede di selezionare esperti del settore in grado di valutare l'adeguatezza di ogni singolo quesito.

La *Test-Curriculum Matching Analysis* relativa all'indagine TIMSS 2011, descritta nell'Appendice F del *Rapporto Internazionale sui Risultati in Scienze* (Martin et al., 2012), rivela che, al quarto anno di scolarità, solo in otto paesi – Singapore, Corea, Giappone, Taipei cinese, Federazione Russa, Cile, Tunisia e Yemen – più della metà dei quesiti di cui era composta la prova sono risultati esclusi dal curricolo nazionale di scienze. Curiosamente, i primi cinque paesi menzionati risultano anche tra i più performanti in TIMSS 2011 (allegato A, 4° grado).

All'ottavo anno, la percentuale di quesiti giudicati inappropriati è più bassa: solo il Marocco ha dichiarato inclusi nel proprio curricolo previsto meno della metà dei quesiti, mentre per cinque paesi partecipanti i quesiti sono risultati interamente coperti dai loro programmi

nazionali (allegato A, 8° grado). Osservando il grafico in figura 3.1 – *Risultati degli studenti in relazione al numero di quesiti inclusi nel curricolo nazionale* – si può comunque notare che i paesi che hanno indicato una minore corrispondenza tra test e curricolo previsto (quelli nominati nel grafico, oltre all'Italia) appaiono divisi in due gruppi distinti, che occupano i primi e gli ultimi posti della classifica; mentre i paesi che hanno indicato una maggiore corrispondenza tra test e curricolo nazionale tendono a concentrarsi nella fascia intermedia dei risultati. Il grado di corrispondenza tra curricolo previsto e argomenti rappresentati nella prova cognitiva, dunque, influisce in maniera tutt'altro che lineare sulle prestazioni degli studenti nei diversi paesi.

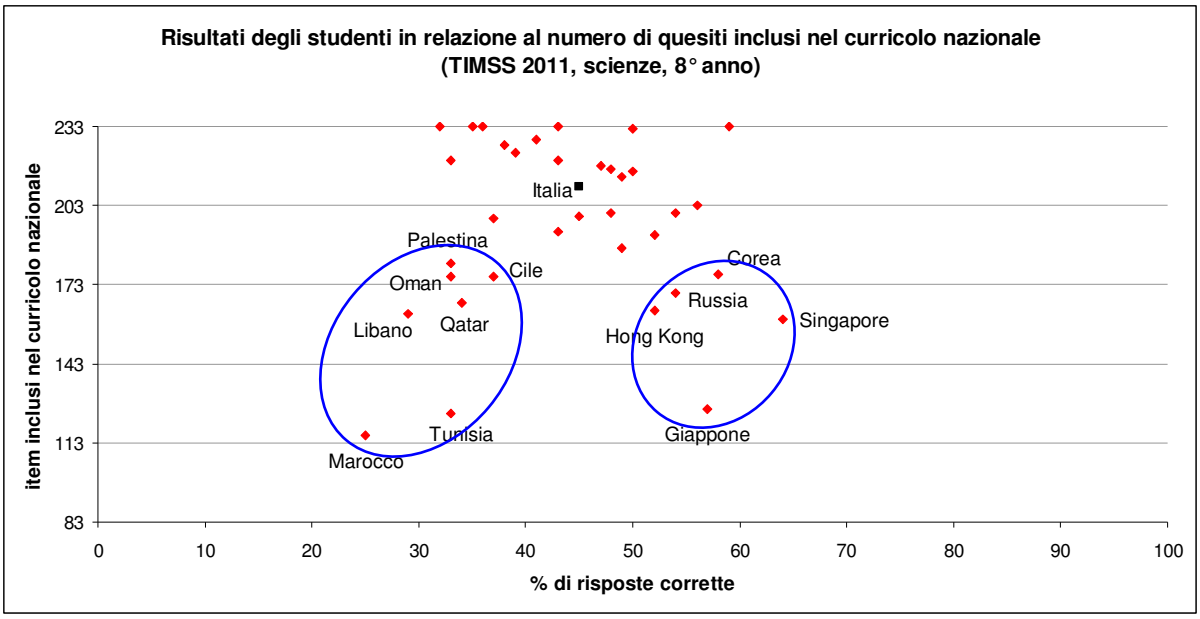



Figura 3.1: Distribuzione dei paesi partecipanti all'indagine TIMSS 2011 scienze, ottavo anno in relazione ai risultati degli studenti nel test (percentuale di risposte corrette) e al numero di quesiti afferenti ad argomenti inclusi nel curricolo previsto nazionale (su un totale di 233).

Generalmente, inoltre, gli stati che hanno ottenuto risultati relativamente alti o bassi su tutti i quesiti di scienze ottengono risultati simili anche escludendo dal computo i quesiti ritenuti non conformi sia al proprio curriculo nazionale ufficiale sia a quello degli altri paesi; il più delle volte, infatti, le domande considerate inappropriate da un paese tendono ad essere difficili anche per gli studenti degli altri, tanto che la loro esclusione non modifica sostanzialmente la graduatoria dei risultati .

Per quanto riguarda l'Italia, ad esempio, eliminando dal conteggio i quesiti relativi ad argomenti non inclusi nel curricolo italiano, si guadagnerebbero solo un paio di punti percentuali, tanto al quarto quanto all'ottavo anno di scolarità. All'ottavo anno, in particolare, l'Italia non guadagnerebbe alcuna posizione in classifica, poiché all'aumento di due punti del punteggio medio italiano, corrisponderebbe un simile aumento anche per gli altri paesi. D'altra parte, al quarto anno di scolarità, gli studenti Italiani guadagnerebbero invece diverse posizioni in classifica, non tanto per un innalzamento significativo del punteggio - solo un paio di punti, come già detto - quanto perché, eliminando dal computo le domande escluse dal curricolo previsto italiano, i paesi di poco superiori nella classifica (Germania, Danimarca, Olanda, Inghilterra, Austria, Slovacchia e Hong Kong SAR) non guadagnerebbero punti, ma al contrario ne perderebbero qualcuno, abbastanza da scivolare sotto l'Italia.

Ad avanzare di più selezionando solo i quesiti inclusi nei loro curricoli nazionali, soprattutto al quarto anno di scolarità, sarebbero proprio i paesi primi in classifica, che, paradossalmente, sono tra quelli che hanno dichiarato alte percentuali di argomenti non svolti. Ciò sembrerebbe indicare che non siano i contenuti a fare la differenza nei risultati di apprendimento, ma forse più le strategie e i metodi di insegnamento.

I risultati evidenziati dalla TCMA relativa ai dati di TIMSS 2011 non si discostano significativamente da quelli emersi in relazione al ciclo precedente (TIMSS 2007) e al successivo (TIMSS 2015[21]), rivelando approcci, in relazione al curricolo previsto di scienze, tendenzialmente molto diversi e stabili nel tempo tra paese e paese.

### *3.3 Il tempo di insegnamento dedicato alle scienze*

L'effetto del tempo di insegnamento sul rendimento degli studenti è di difficile valutazione, poiché la produttività delle ore di lezione è influenzata da una vasta gamma di fattori, a cominciare dall'efficienza del sistema educativo e continuando con la qualità del curricolo attuato e dei metodi impiegati in classe (Martin et al., 2012, pag. 349).

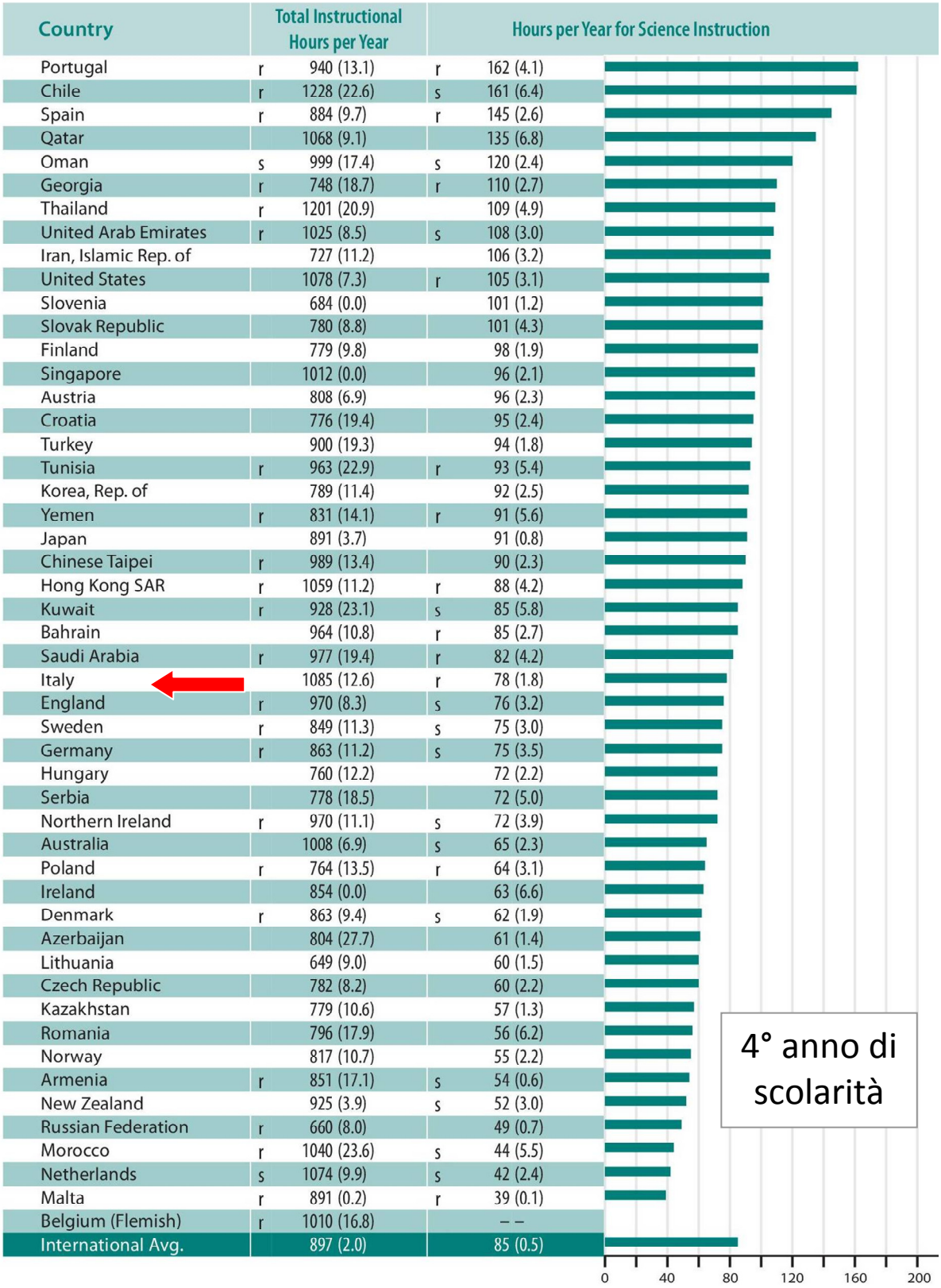
[21] La TCMA relativa all'indagine TIMSS 2015 è stata pubblicata, in appendice al rapporto internazionale sui risultati, nel mese di dicembre del 2016.

Nonostante le difficoltà nello studiarne gli effetti, il tempo di insegnamento rimane comunque una risorsa cruciale da considerare nella valutazione dell'opportunità di apprendimento offerta agli studenti. Se tutti gli altri fattori implicati fossero costanti e di alta qualità, un maggiore tempo di insegnamento dovrebbe infatti comportare un aumento dell'apprendimento degli studenti, come confermato dallo studio di Lavy (2010) basato sui dati di 50 paesi tratti dall'indagine OCSE-PISA 2006. D'altra parte, il tempo di insegnamento è una condizione necessaria ma non sufficiente per l'apprendimento degli studenti, una risorsa che deve essere utilizzata in modo efficiente; l'aumento del numero di ore di insegnamento in un sistema educativo poco efficace ha infatti conseguenze molto ridotte sui risultati di apprendimento (Lavy, 2010).

I questionari scuola e insegnante di TIMSS permettono di raccogliere informazioni sul tempo di insegnamento dedicato alle scienze nei paesi partecipanti all'indagine. Ai docenti viene infatti chiesto di dichiarare l'ammontare delle ore di lezione settimanali di scienze, mentre i dirigenti forniscono informazioni riguardo al calendario scolastico e al monte ore giornaliero attuato dalla scuola. Combinando queste due fonti di dati, è possibile stimare le ore annuali di insegnamento complessive e quelle dedicate alle discipline scientifiche. Nel confrontare tra paesi diversi le ore di insegnamento dedicate alle scienze, infatti, bisogna tener conto anche delle notevoli differenze esistenti a monte, nel tempo scuola complessivo previsto dai vari sistemi di istruzione.

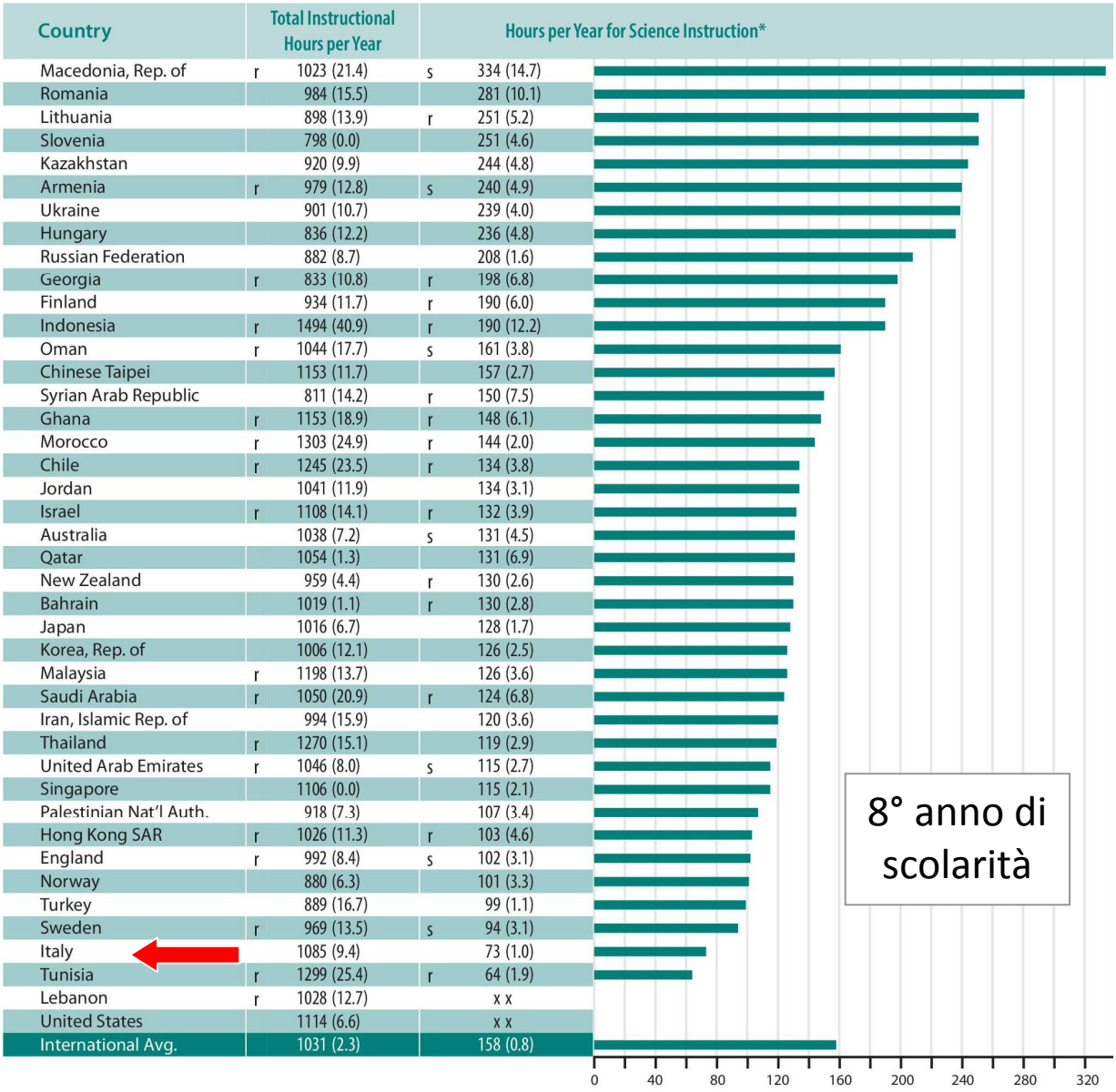
Le figure 3.2 e 3.3, entrambe tratte dal rapporto internazionale sui risultati in scienze di TIMSS 2011 (Martin et al., 2012), presentano le stime del tempo di insegnamento calcolate in questo modo per tutti i paesi partecipanti, rispettivamente al quarto e all'ottavo anno di scolarità.

Al quarto anno (fig. 3.2), le ore di insegnamento complessive sono circa 900, comprese tra il minimo della Lituania (649) e il massimo del Cile (1228); di queste, 85, in media, sono dedicate alle scienze, con un minimo in Belgio (39) e un massimo in Portogallo (162). In Italia il tempo scuola complessivo al quarto anno di scolarità è superiore alla media (1085 ore all'anno), quello dedicato alle scienze è invece leggermente inferiore (78 ore).




() Errore standard.
– Dati non disponibili.
"r" Dati disponibili per il 70-85% degli studenti.
"s" Dati disponibili per il 50-70% degli studenti.

Figura 3.2: Ore di lezione complessive e ore dedicate alle scienze al 4° anno di scolarità. (Fonte: *TIMSS 2011 International Results in Science*, Martin et al., 2012, pag. 350).




* Paesi in cui le scienze sono insegnate come materie diverse
() Errore standard.
– Dati non disponibili.
"s" Dati disponibili per il 50-70% degli studenti.
"x" Dati disponibili per meno del 50% degli studenti
"r" Dati disponibili per il 70-85% degli studenti

Figura 3.3: Ore di lezione complessive e ore dedicate alle scienze all'8° anno di scolarità. (Fonte: *TIMSS 2011 International Results in Science*, Martin et al., 2012, pag. 352).

All'ottavo anno (fig. 3.3), il tempo scuola complessivo dei paesi coinvolti in TIMSS 2011 è compreso tra il minimo della Slovenia (798 ore) e il massimo dell'Indonesia (1494), con una media di circa 1.000 ore all'anno. Il tempo di lezione dedicato alle scienze risulta molto maggiore rispetto al quarto anno: la media complessiva è di 158 ore, con una variabilità tra paesi compresa tra le 64 ore all'anno della Tunisia e le 334 della Macedonia.

L'incremento del tempo di lezione dedicato alle scienze all'ottavo anno è particolarmente ampio nei paesi in cui esse vengono insegnate come discipline distinte (biologia, chimica, fisica e scienze della terra), con 54-59 ore per ciascuna disciplina e con una media complessiva di 225 ore di insegnamento annuo (Martin et al., 2012).

L'Italia assume qui una posizione molto particolare: in terza media il monte ore totale di insegnamento risulta identico a quello della quarta primaria (1085 ore all'anno) e ancora leggermente superiore alla media internazionale (1031), ma, in controtendenza con quasi tutti gli altri paesi partecipanti, l'Italia vede diminuire il numero di ore dedicate all'insegnamento delle scienze (da 78 a 73), collocandosi al penultimo posto della graduatoria, seguita soltanto dalla Tunisia.

Una tendenza analoga era già stata evidenziata dall'indagine TIMSS 2007 e la situazione si ripropone invariata nella rilevazione del 2015 (figura 3.4), dove l'Italia conquista l'ultimo posto – grazie alla mancata partecipazione della Tunisia – con 71 ore di lezione di scienze all'anno: meno di un quarto rispetto a Malta e meno della metà rispetto alla media internazionale.

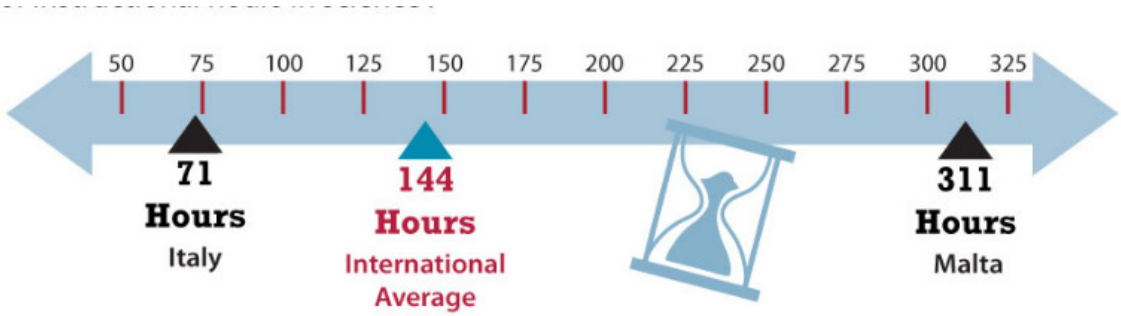



Figura 3.4: Tempo di insegnamento dedicato alle scienze (misurato in ore all'anno) all'8° anno di scolarità in base ai dati ricavati dall'indagine TIMSS 2015. (Fonte: *TIMSS 2015 International Results in Science*, Martin et al., 2016).

Un dato interessante, a livello nazionale, sta nel fatto che questa tendenza riguarda le scienze ma non la matematica. Tanto al quarto quanto all'ottavo anno di scolarità, il tempo di insegnamento dedicato alla matematica in Italia è superiore alla media internazionale: 214 ore all'anno in quarta elementare, contro le 162 della media internazionale, e 155 ore all'anno in terza media, contro le 138 della media internazionale (Mullis et al., 2012B).

### *3.4 Gli argomenti di scienze previsti dal Quadro di riferimento*

A partire dal curricolo nazionale di ogni paese partecipante, il comitato di esperti chiamato a redigere il Quadro di riferimento TIMSS si occupa anche della selezione dei contenuti che faranno da base per l'elaborazione delle prove cognitive. Come già ampiamente discusso a proposito della TCMA, la scelta viene fatta a partire dai concetti scientifici irrinunciabili, cercando di includere il maggior numero di contenuti comuni e sovrapponibili, ma è inevitabile che la corrispondenza non sia perfetta e che possa differire da paese a paese. L'organizzazione degli argomenti scientifici, infatti, potrebbe non corrispondere con la struttura di insegnamento in tutti gli stati: ad esempio le scienze sono insegnate in maniera integrata in alcuni paesi e come discipline distinte in altri, e alcuni argomenti potrebbero persino rientrare in ambiti di insegnamento diversi, come sociologia, geografia, tecnologia ecc..

La classificazione dei contenuti scientifici proposta per l'indagine TIMSS 2011 all'ottavo anno di scolarità comprende quattro domini principali - biologia, chimica, fisica e scienze della Terra - a loro volta suddivisi in argomenti e sottoargomenti, indicati e descritti come segue nel Quadro di riferimento (Mullis et al., 2009, p. 64 e seguenti):

A) BIOLOGIA:

Aa. Caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi

1. Indicare le caratteristiche distintive che differenziano i principali gruppi tassonomici e gli organismi al loro interno; classificare gli organismi sulla base della varietà delle caratteristiche fisiche.

2. Individuare gli organi più importanti nel corpo umano; identificare gli organi che compongono gli apparati; spiegare il ruolo degli organi e degli apparati nel sostenere la vita (ad es. circolatorio e respiratorio); confrontare e contrapporre gli organi e gli apparati negli esseri umani e negli altri organismi.

3. Chiarire come, in risposta a cambiamenti interni ed esterni, i processi biologici lavorano per mantenere stabili le condizioni del corpo (ad es. sudare con il caldo, avere brividi con il freddo, incrementare il battito cardiaco durante l'attività fisica).

Ab. Cellule e loro funzioni

1. Spiegare che gli organismi viventi sono costituiti da cellule che svolgono le funzioni vitali e operano la divisione cellulare e che i tessuti, gli organi e gli apparati sono formati da gruppi di cellule con strutture e funzioni specializzate; individuare le strutture cellulari e le loro funzioni (es. parete e membrana cellulare, nucleo, cloroplasto, vacuolo); confrontare le cellule vegetali e animali.

2. Descrivere il processo di fotosintesi (la necessità della luce, il diossido di carbonio, l'acqua e la clorofilla; la produzione di nutrimento e il rilascio di ossigeno) e di

respirazione cellulare (la necessità dell'ossigeno, la trasformazione del cibo per produrre energia e il rilascio di diossido di carbonio).

Ac. Cicli di vita, riproduzione ed ereditarietà

1. Confrontare e contrapporre la crescita e lo sviluppo di differenti organismi (ad es. esseri umani, piante, insetti, uccelli).

2. Confrontare e contrapporre in termini generali la riproduzione sessuata e asessuata (ad es. la riproduzione asessuata genera una prole identica, mentre la riproduzione sessuata - uova e sperma - genera una discendenza simile ma non identica ad entrambi i genitori).

3. Collegare l'ereditarietà dell'aspetto con la trasmissione del materiale genetico alla prole; distinguere le caratteristiche ereditate da quelle acquisite o apprese.

Ad. Diversità, adattamento e selezione naturale

1. Mettere in relazione la sopravvivenza o l'estinzione delle specie con la variazione delle caratteristiche fisiche/comportamentali di una popolazione e con il successo riproduttivo in ambienti che cambiano.

2. Riconoscere che i fossili sono la prova che importanti gruppi di organismi sono vissuti sulla Terra per determinati periodi di tempo (ad es. esseri umani, rettili, pesci, piante); descrivere come le differenze e le similitudini tra specie viventi e fossili siano la prova dei cambiamenti che si verificano negli esseri viventi nel corso del tempo.

Ae. Ecosistemi

1. Descrivere il flusso di energia in un ecosistema; identificare vari organismi come produttori, consumatori e decompositori; disegnare o interpretare piramidi alimentari o diagrammi di catene alimentari.

2. Descrivere il ruolo degli organismi viventi nel ciclo degli elementi e dei composti (ad es. ossigeno, diossido di carbonio, acqua) presenti sulla superficie terrestre e nell'ambiente.

3. Illustrare l'interdipendenza delle popolazioni di organismi in un ecosistema in termini di effetti sulla competizione e sulla predazione.

4. Identificare i fattori che possono limitare le dimensioni di una popolazione (ad es. malattie, predatori, risorse alimentari, siccità); prevedere gli effetti dei cambiamenti in un ecosistema (ad es. clima, riserve idriche, variazioni demografiche, migrazione) sulle risorse disponibili e sull'equilibrio tra le popolazioni.

5. Riconoscere che la popolazione umana mondiale è in crescita e identificarne le cause (ad es. progressi nella medicina, misure igienico-sanitarie); discutere degli effetti della crescita demografica sull'ambiente.

Af. Salute dell'uomo

1. Descrivere le cause di comuni malattie (ad es. influenza, morbillo, mal di gola, malaria, HIV), le modalità di infezione o di trasmissione, la prevenzione e l'importanza della resistenza del corpo (immunità) e della sua capacità di guarigione.

2. Spiegare l'importanza della dieta, dell'attività fisica e di uno stile di vita corretto per restare in salute e prevenire le malattie (ad es. cardiopatie, elevata pressione sanguigna, diabete, cancro della pelle e dei polmoni); individuare le fonti alimentari e il ruolo delle sostanze nutritive in una dieta equilibrata (vitamine, sali minerali, proteine, carboidrati e grassi).

B) CHIMICA:

Ba. Classificazione e composizione della materia

1. Classificare o confrontare le sostanze sulla base di proprietà fisiche caratteristiche che possono essere dimostrate o misurate (ad es. densità, conducibilità termica o elettrica,

solubilità, punto di fusione o ebollizione e proprietà magnetiche).

2. Riconoscere che le sostanze possono essere raggruppate in base a proprietà chimiche e fisiche simili; descrivere le proprietà che distinguono i metalli dai non metalli.

3. Distinguere fra sostanze pure (elementi e composti) e miscugli (omogenei ed eterogenei) basandosi sulla loro formazione e composizione e fornire o identificare esempi di ciascuno di essi (solidi, liquidi o gas).

4. Descrivere la struttura della materia in termini di particelle, includendo le molecole come combinazioni di atomi (ad es. $H_2O$, $O_2$, $CO_2$) e gli atomi come composti da particelle subatomiche (elettroni che girano intorno al nucleo contenente protoni e neutroni).

Bb. Proprietà della materia

1. Selezionare o descrivere i metodi fisici per separare i miscugli nei loro componenti (ad es. filtraggio, distillazione, scioglimento); definire le soluzioni in termini di sostanza(e) (solide, liquide o gassose) sciolta/e in un solvente; collegare il concetto di concentrazione alla quantità di soluto o solvente; spiegare l'effetto di fattori quali la temperatura, il mescolamento e la dimensione delle particelle sulla velocità di scioglimento dei materiali.

2. Collegare il comportamento e l'utilizzo dell'acqua alle sue proprietà fisiche (ad es. punto di fusione ed ebollizione, capacità di sciogliere numerose sostanze, proprietà termiche, espansione per congelamento).

3. Confrontare le proprietà di acidi e basi comuni (gli acidi hanno un sapore aspro e reagiscono con i metalli; le basi di solito hanno un sapore amaro e sono scivolose al tatto; le basi forti e gli acidi sono corrosivi; sia gli acidi che le basi si sciolgono in acqua e reagiscono con gli indicatori per produrre cambiamenti di colore; acidi e basi si neutralizzano a vicenda).

Bc. Trasformazioni chimiche

1. Differenziare i cambiamenti chimici da quelli fisici in termini di trasformazione (reazione) di una o più sostanze pure (reagenti) in sostanze pure differenti (prodotti); dimostrare, con esempi comuni, che ha avuto luogo una trasformazione chimica (ad es. cambiamento di temperatura, produzione di gas, cambiamento di colore, emissione di luce).

2. Riconoscere che la massa si conserva nel corso di una trasformazione chimica; sapere che alcune trasformazioni chimiche rilasciano energia (calore, luce) mentre altre la assorbono; classificare le trasformazioni chimiche comuni sia per rilascio che per assorbimento di calore (combustione, neutralizzazione e cottura).

3. Riconoscere che l'ossigeno è necessario nelle comuni reazioni di ossidazione combustione, arrugginimento, ossidazione); mettere in relazione la sua importanza nelle misure di precauzione contro il fuoco e per la conservazione di oggetti metallici (monete, macchine, teglie, statue); ordinare le sostanze comuni a seconda della

velocità di combustione, arrugginimento e ossidazione.

C) FISICA:

Ca. Stati fisici e trasformazioni della materia

1. Applicare le conoscenze sul movimento e sulla distanza tra le particelle per spiegare le proprietà fisiche dei solidi, dei liquidi e dei gas (volume, forma, densità, comprimibilità).

2. Descrivere i processi di fusione, congelamento, ebollizione, evaporazione e condensazione come cambiamenti di stato derivanti dall'aggiunta o dalla rimozione del calore; collegare la velocità o l'entità di tali processi con fattori fisici (ad es. superficie, sostanze disciolte, temperatura); riconoscere che la temperatura rimane costante durante i cambiamenti di stato; spiegare che la massa rimane invariata durante le trasformazioni fisiche (ad es. cambiamenti di stato, scioglimento dei solidi, dilatazione termica).

Cb. Trasformazioni dell'energia, calore e temperatura

1. Individuare diverse forme di energia (ad es. meccanica, luminosa, sonora, elettrica, termica, chimica), descrivere semplici trasformazioni di energia (ad es. combustione in un motore per spostare un'automobile, energia elettrica per accendere la luce, energia luminosa convertita in energia chimica nella fotosintesi, energia idroelettrica, trasformazioni dell'energia cinetica in energia potenziale e viceversa); applicare le conoscenze sul concetto di conservazione dell'energia totale.

2. Mettere in relazione il calore con il passaggio di energia da un oggetto con una temperatura alta ad uno con temperatura più bassa; confrontare la conducibilità termica relativa di materiali diversi; confrontare e contrapporre metodi di trasmissione del calore (conduzione, convezione e irradiazione).

3. Mettere in relazione le variazioni di temperatura con i cambiamenti nel volume e/o nella pressione e con i cambiamenti nel moto o nella velocità delle particelle.

Cc. Luce e suono

1. Descrivere o identificare alcune proprietà fondamentali della luce (ad es. trasmissione attraverso mezzi diversi, velocità della luce, riflessione, rifrazione, assorbimento, scomposizione della luce bianca nei colori che la compongono); mettere in relazione l'aspetto o il colore degli oggetti con le proprietà della luce riflessa o assorbita; risolvere problemi pratici relativi alla riflessione della luce da specchi piani e alla formazione di ombre; interpretare i semplici percorsi (diagrammi) dei raggi per identificare il percorso della luce e individuare immagini riflesse o proiettate usando le lenti.

2. Riconoscere le caratteristiche del suono (intensità, tonalità, ampiezza, frequenza); descrivere o identificare alcune proprietà fondamentali del suono (necessità di un mezzo di

trasmissione, riflessione e assorbimento da parte delle superfici e velocità relativa nei diversi mezzi).

Cd. Elettricità e magnetismo

1. Descrivere il flusso di corrente in un circuito elettrico; disegnare o identificare schemi che rappresentano circuiti completi (in serie e in parallelo); classificare i

materiali come conduttori o isolanti elettrici; descrivere i fattori che influenzano la corrente nei circuiti; riconoscere la relazione esistente fra corrente e tensione all'interno di un circuito.

2. Descrivere le proprietà dei magneti permanenti e degli elettromagneti, nonché gli effetti della forza magnetica; descrivere gli usi dei magneti permanenti e degli elettromagneti nella vita quotidiana (ad es. campanello della porta, fabbriche per il riciclaggio).

Ce. Forze e moto

1. Descrivere il moto (uniforme e non uniforme) di un oggetto in termini di posizione, direzione e velocità; descrivere i tipi fondamentali di forze (ad es. il peso come forza dovuta alla gravità, la forza di contatto, la spinta idrostatica, l'attrito); prevedere i cambiamenti nel moto (se presenti) di un oggetto basandosi sulle forze che agiscono su di esso.

2. Spiegare i fenomeni fisici osservabili in termini di differenze di densità (ad es. oggetti che galleggiano o affondano, palloncini che volano).

3. Dimostrare una conoscenza di base del lavoro e delle funzioni delle macchine semplici (ad es. leve e rampe) utilizzando esempi comuni.

4. Spiegare la pressione in termini di forza e superficie; descrivere gli effetti relativi alla pressione (ad es. pressione atmosferica come funzione dell'altitudine, pressione oceanica

come funzione della profondità, pressione del gas nei palloncini, livelli dei fluidi).

D) SCIENZE DELLA TERRA:

Da. Struttura e caratteristiche fisiche della Terra

1. Descrivere la struttura e le caratteristiche fisiche della crosta terrestre, del mantello e del nucleo facendo riferimento a fenomeni osservabili (ad es. terremoti, vulcani); descrivere le caratteristiche e gli usi delle rocce, dei minerali e del suolo; descrivere la formazione del suolo.

2. Confrontare lo stato fisico, il movimento, la composizione e la relativa distribuzione dell'acqua sulla Terra.

3. Riconoscere che l'atmosfera terrestre è una miscela di gas e identificare la relativa abbondanza dei suoi principali elementi; mettere in relazione i cambiamenti delle condizioni atmosferiche con l'altitudine.

Db. Processi, cicli e storia della Terra

1. Descrivere i processi generali nel ciclo delle rocce; individuare o descrivere i processi fisici e i principali eventi geologici che sono accaduti nel corso di milioni di anni (ad es. erosione, attività vulcanica, formazione di montagne, movimenti delle placche); spiegare la formazione dei fossili e dei combustibili fossili.

2. Schematizzare o descrivere i processi relativi al ciclo dell'acqua sulla Terra, facendo riferimento al Sole come fonte di energia e al ruolo del movimento delle nuvole e dei corsi l'acqua nella circolazione e nel rinnovo dell'acqua dolce sulla superficie terrestre.

3. Confrontare i climi stagionali in relazione alla latitudine, all'altitudine e alla geografia; identificare o descrivere i cambiamenti climatici a breve o a lungo termine (ad es. ere glaciali, riscaldamento globale, eruzioni vulcaniche, cambiamenti nelle

correnti oceaniche); interpretare dati o carte e mettere in relazione la sequenza dei cambiamenti meteorologici con fattori globali e locali quali temperatura, pressione, precipitazioni, velocità e direzione del vento.

Dc. Risorse della Terra, uso e conservazione

1. Fornire esempi di risorse rinnovabili e non rinnovabili; discutere i vantaggi e gli svantaggi delle diverse fonti di energia; descrivere i metodi di conservazione delle risorse e della gestione dei rifiuti (ad es. il riciclaggio); mettere in relazione alcune problematiche ambientali con le loro possibili cause ed effetti (ad es. inquinamento, surriscaldamento globale, deforestazione, desertificazione); chiarire come la scienza, la tecnologia e il comportamento umano possono essere usati per affrontare tali problematiche.

2. Spiegare come le metodologie agricole comuni e l'utilizzo del territorio (ad es. coltivazione, disboscamento, estrazione mineraria) possano avere effetti sulle risorse territoriali; illustrare come si ottiene l'acqua dolce (ad es. purificazione, desalinizzazione, irrigazione); spiegare l'importanza della conservazione dell'acqua.

Dd. La Terra nel sistema solare e nell'Universo

1. Spiegare alcuni fenomeni (l'alternanza del giorno e della notte, la durata dell'anno, le stagioni nell'emisfero australe e boreale; le maree, le fasi lunari, l'eclissi, l'aspetto del Sole, della Luna, dei pianeti e delle costellazioni) in termini di moti relativi, di distanze e dimensioni della Terra, della Luna e degli altri corpi celesti all'esterno del sistema solare.

2. Confrontare e contrapporre le caratteristiche fisiche della Terra rispetto alla Luna e agli altri pianeti (ad. es. atmosfera, temperatura, acqua, distanza dal Sole, periodo di rivoluzione e di rotazione, condizioni favorevoli alla vita); riconoscere il ruolo della gravità nel sistema solare (ad es. maree, mantenimento dei pianeti e dei satelliti in orbita, spinta verso la superficie della Terra).

La definizione del grado di svolgimento effettivo di questi argomenti e sottoargomenti da parte degli insegnanti italiani e la valutazione della relazione tra tale grado di svolgimento e i risultati degli studenti italiani nelle prove TIMSS costituiscono l'oggetto di studio principale della presente ricerca.

### *3.5 L'opportunità di apprendimento*

Gli aspetti presi in considerazione dall'indagine TIMSS e descritti in questo capitolo – il curricolo previsto e svolto, il tempo di insegnamento, la corrispondenza tra gli argomenti inclusi nel test e quelli compresi nel curricolo nazionale – sono tutti fattori che contribuiscono alla strutturazione del costrutto di opportunità di apprendimento, generalmente riferito all'insieme

di stimoli e processi attivati dalla scuola per produrre negli studenti il grado di apprendimento atteso.

Inizialmente definito semplicemente sulla base del tempo di insegnamento (Carroll, 1963[22]), quello di opportunità di apprendimento è stato un concetto molto studiato e in continua evoluzione negli ultimi cinquant'anni, anche grazie al ruolo fondamentale delle indagini comparative internazionali organizzate dalla IEA. In occasione del primo studio internazionale sulla matematica del 1964 (FIMS – *First International Mathematics Study*), Husén incentrò l'attenzione sulla copertura dei contenuti (curricolo realizzato) e definì l'opportunità di apprendimento come la sovrapposizione tra temi insegnati a scuola e temi valutati nel test. In base a questa definizione, dunque, è stata fornita un'adeguata opportunità di apprendimento

> se gli studenti hanno avuto l'opportunità di studiare un particolare argomento o di imparare a risolvere un particolare tipo di problema presentato dal test. (Husén, 1967, pag. 163, traduzione mia)

La correlazione tra questa misura dell'opportunità di apprendimento, basata sulle dichiarazioni degli insegnanti, e i risultati di apprendimento degli studenti non diede però i risultati attesi, come scrisse lo stesso Husén nel rapporto FIMS del 1967:

> Una delle caratteristiche più sorprendenti dei risultati è la scarsa relazione tra i risultati in matematica e le variabili riguardanti il curriculo indagate. Le correlazioni tra i punteggi ottenuti e queste variabili sul curricolo, calcolate sui dati di tutti i paesi, risultano generalmente piuttosto basse. (Husen, 1967, pag. 197, traduzione mia)

Dagli anni settanta ad oggi, la ricerca sull'opportunità di apprendimento è proseguita principalmente in due direzioni: da un lato cercando sistemi di misura della copertura dei contenuti e del tempo di insegnamento più funzionali – in grado di spiegare sempre meglio l'andamento degli studenti nei test; dall'altro estendendo il concetto di opportunità di apprendimento a comprendere altri aspetti del processo educativo.

[22] Carroll definì l'opportunità di apprendimento come "the amount of time allowed for learning" (la quantità di tempo concesso per imparare) e la incluse tra le cinque variabili utili per calcolare il grado di apprendimento di uno studente secondo il suo modello (Carroll, 1989).

Nel primo filone rientrano gli studi di Wiley e Harnischfeger (1974), che trovarono una forte correlazione tra numero di ore di insegnamento previste nell'anno scolastico e risultati degli studenti.

Gamoran et al. (1997), confrontando vari sistemi di misurazione della copertura dei contenuti, scoprirono che la correlazione con i risultati degli studenti era massima quando l'analisi prendeva in considerazione il prodotto di due indici: il livello di copertura (dato dalla proporzione di tempo dedicato agli argomenti valutati nel test rispetto al tempo di insegnamento complessivo) e la configurazione di copertura (calcolata dividendo il tempo di insegnamento dedicato a ciascun argomento per il numero di quesiti relativi allo stesso argomento inclusi nel test).

Porter, dopo aver studiato per oltre un decennio la realizzazione del curricolo nelle scuole americane al fine di valutare l'attuazione degli standard nazionali, giunse alla conclusione che

> i contenuti di insegnamento potrebbero costituire il più potente predittore dei risultati degli studenti sotto il diretto controllo delle scuole. (Porter et al., 1998, pag. 129, traduzione mia)

La meta-analisi di Scheerens e Bosker (1997), basata sul confronto di una ventina di studi precedenti, d'altra parte, ha rilevato un effetto piuttosto modesto della copertura dei contenuti sui risultati di apprendimento, e un effetto più consistente del tempo di insegnamento.

Oltre alle due variabili chiave fin qui esaminate (il tempo di insegnamento e la copertura dei contenuti), altri studi sull'opportunità di apprendimento (ad esempio Slavin, 2002 e Kurz, 2011), hanno preso in considerazione anche il fattore "qualità dell'istruzione", con tutte le difficoltà di misurazione che esso comporta.

Nel tempo, poi, la definizione di opportunità di apprendimento si è espansa fino a comprendere variabili indipendenti dall'insegnante e dall'insegnamento in senso stretto, come le risorse disponibili, il contesto scolastico, l'esposizione a esperienze di apprendimento extrascolastiche ecc. (Stevens, 1996; Muthen et al., 1995).

Coerentemente con gli sviluppi della ricerca degli ultimi cinquant'anni, il costrutto opportunità di apprendimento e le variabili ad esso associate hanno subito un'evoluzione

anche nelle indagini internazionali. Da un lato si è cercato di mettere a punto gli strumenti di rilevazione delle variabili copertura dei contenuti e tempo di insegnamento, modificando e aggiustando alcune domande nei questionari rivolti a dirigenti e insegnanti. Dall'altro lato sono stati creati indici e modelli dell'opportunità di apprendimento sempre più complessi, derivati dalla misura e dall'integrazione di parametri legati al contesto sociale, scolastico e familiare.

# Capitolo 4: L'EVOLUZIONE DEL CURRICOLO DI SCIENZE IN ITALIA

## *4.1 La riforma della scuola media unica (1962)*

L'istituzione, alla fine del 1962, della scuola media unica e obbligatoria sancì una trasformazione profonda dell'ordinamento dell'istruzione in Italia, forse la più profonda, almeno per quanto concerne la scuola media, che rimase poi sostanzialmente uguale a se stessa per molti anni.

La distribuzione del monte orario e gli argomenti da trattare nelle singole discipline vennero stabiliti qualche mese più tardi, con il Decreto Ministeriale 24 aprile 1963*: Orari e programmi d'insegnamento della scuola media statale*. Per le scienze e la matematica – insegnate, allora come oggi, da un unico docente in maniera integrata – il documento stabiliva un orario di 5/6 ore settimanali per classe, 3 di matematica e 2/3 di "osservazioni ed elementi di scienze", su un monte ore complessivo di 25/31 ore a settimana.

I programmi e i metodi di insegnamento disposti dal D.M. del '63 erano essenziali e concisi, concepiti nell'ottica di concedere agli insegnanti grande fiducia e libertà nell'organizzazione del proprio lavoro, come spiegato chiaramente nella premessa:

> Non vengono fornite più particolari istruzioni metodologiche, perché lo Stato non ha una propria metodologia educativa, o non ne ha altra che quella di favorire la responsabile libertà degli insegnanti nell'inventiva didattica, effettivamente rivolta a raggiungere le mete dell'istruzione di base. Nell'individuare infatti i caratteri della nuova scuola e nel dare alcuni suggerimenti, come, del resto, nel formulare i programmi delle singole discipline, si è avuta sempre presente la figura dell'insegnante.

> […] La larga discrezionalità nella ripartizione dell'orario fra le discipline assegnate a un medesimo insegnante, a seconda dello svolgimento che esse avranno raggiunto nel corso dell'anno scolastico, rientra pure tra le indicazioni sopra suggerite (D.M. 24 aprile 1963, pag. 3).

Le direttive fornite dal documento per quanto riguarda la materia "osservazione ed elementi di scienze naturali" sono qui riportate integralmente nella tabella 4.1.

| Osservazioni ed elementi di scienze naturali | | Ore settimanali |
|---|---|---|
| Classe I e II | Osservazioni spontanee dell'alunno o guidate dall'insegnante di fatti e fenomeni nel campo biologico sotto l'aspetto morfologico e fisiologico nel campo fisico, nonché, di alcune tra le più comuni applicazioni realizzate dall'uomo. Semplici esperimenti relativi ai fatti e fenomeni osservati. | 2 |
| Classe III | Brevi cenni sulla sistemazione degli organismi animali e vegetali osservati negli anni precedenti ed illustrazione degli ambienti biologici naturali allo scopo di avviare gli alunni ad uno studio metodico personale. Sistemazione delle cognizioni di fisica, chimica, mineralogia acquisite precedentemente. | 3 |

Tabella 4.1: Programma e orario settimanale d'insegnamento della materia "Osservazioni ed elementi di scienze naturali" secondo il D.M. 24 aprile 1963.

### *4.2 I nuovi programmi della scuola media unica (1979)*

Più di quindici anni dopo la sua istituzione, la prima importante riforma dei programmi della scuola media unica fu quella del 1979[23] che stabilì i nuovi programmi, le prove d'esame e gli orari di insegnamento rimasti in vigore fino ai primi anni 2000.

Nel sottolineare l'importanza di un'educazione unitaria, il documento del '79 definisce gli insegnamenti in cui essa si articola, e descrive una "*Educazione matematica, scientifica e sanitaria*" che sviluppi "*sia la capacità logica, astrattiva e deduttiva, sia una mentalità scientifica nel modo di affrontare i problemi*", che prepari "*ad autonomia di giudizio e a capacità di scelte consapevoli*", che miri alla "*consapevolezza dei fattori personali e comunitari che condizionano la sanità fisico-psichica e ambientale nonché dei modi idonei per tutelarla e promuoverla*".

[23] Decreto Ministeriale 9 febbraio 1979 (in SO alla GU 20 febbraio 1979, n. 50) - Programmi, orari di insegnamento e prove di esame per la scuola media statale.

| Temi | Contenuti | Indicazioni di lavoro (a titolo esemplificativo |
|---|---|---|
| Materiali e fenomeni fisici e chimici | Stati di aggregazione della materia | Esperimenti sulle caratteristiche proprie degli stati e su proprietà particolarmente significative. Determinazione di volume, massa, peso, densità, pressione ecc. e loro significato. Esperienze significative sui cambiamenti di stato in generale e problematiche relative all'acqua e ad altre sostanze di particolare importanza. |
| | Caratterizzazione e trasformazioni delle sostanze | Semplici esperimenti su sostanze e miscugli: separazione dei componenti di miscugli. Cenni sulla struttura della materia: dimensioni degli atomi; i cristalli. L'aria. Esperimenti sulla combustione (temperatura e calore). Altre trasformazioni particolarmente importanti. |
| | L'equilibrio e il moto | Esperimenti (con semplici strumenti: leve, molle, pendolo…) che consentano collegamenti con la matematica in relazione alla proporzionalità diretta o inversa. Velocità media lettura ragionata di costruzione dei relativi grafici. |
| | La luce e il suono | Propagazione rettilinea della luce. Semplici esperimenti riguardanti la formazione di immagini reali e virtuali. Analisi della luce. I colori. Il sono: sue caratteristiche; semplici esperimenti sul suono anche il riferimento all'educazione musicale. |
| | Elettricità e magnetismo | Semplici esperimenti qualitativi sulla corrente elettrica: circuiti elettrici e loro significato logico; consumo di energia elettrica: il contatore e la bolletta della luce. Le calamite e la bussola. |
| La Terra nel sistema solare | Atmosfera, idrosfera, litosfera | Osservazioni su rocce e minerali tipici del territorio. Ciclo dell'acqua e fenomeni atmosferici: semplici rilevazioni sperimentali. |
| | Evoluzione della Terra | Movimenti della crosta, orogenesi; processi di erosione e sedimentazione: rilievi in natura e semplici esperimenti esplicativi. Comparsa della vita sulla Terra. I fossili. Il tempo geologico. |
| | La crosta terrestre come substrato per la vita | Formazione del suolo. Problemi di conservazione del suolo. Semplici esperimenti di caratterizzazione di terreni diversi. Osservazioni atte a mettere in evidenza interazioni fra suolo e organismi. Problemi dell'agricoltura. |
| | Il sistema solare | Moti apparenti degli astri. Il sistema eliocentrico. Cenni sulle distanze cosmiche. La Terra come pianeta: il giorno e la notte, le stagioni. I satelliti; la Luna, le fasi lunari, le eclissi. Razzi, satelliti artificiali, sonde spaziali. |
| Struttura, funzione ed evoluzione dei viventi | I livelli di organizzazione della vita | Cellula (osservazione al microscopio di cellule vegetali ed animali). Organismi (osservazioni comparative di organismi appartenenti a grandi gruppi vegetali e animali. Da loro confronto, attraverso rilevazioni di elementi varianti e invarianti, far emergere l'utilità di adottare criteri classificatori). Popolazioni e comunità vegetali e animali. |
| | Gli ecosistemi | Struttura e dinamica in dimensione spaziale e temporale. Ciclo della materia e flusso dell'energia. Gli equilibri ecologici. |
| L'uomo e l'ambiente | L'individuo | il ciclo biologico della vita umana (nascita, crescita, sviluppo, riproduzione e morte). Strutture e funzioni nell'unità dell'organismo. La vita di relazione (il corpo umano come valore personale e sociale, sensi, percezioni, apprendimento, comportamento e comunicazione). |
| | Popolazioni | Strutture e dinamica delle popolazioni in rapporto alle condizioni dell'ambiente. Origine ed evoluzione biologica e culturale della specie umana. |
| | Comunità ed ambienti umani | Le comunità umane in rapporto al territorio. Aspetti positivi e negativi dell'intervento umano nell'ambiente. Problemi di risanamento degli ambienti. Educazione ambientale. |
| | Educazione alla salute | Mantenimento della salute fisica e mentale come diritto dell'individuo e come suo dovere verso le società. Educazione alimentare. Malattie dell'individuo e patologia di origine e di rilevanza sociale. L'infanzia e la vecchiaia, la subnormalità e invalidità come ambiti privilegiati di protezione sociale. Partecipazione e corresponsabilità nell'utilizzo e nella gestione delle strutture e degli strumenti per la protezione della salute. |
| Progresso scientifico e società | Energia | Il concetto di energia interviene in tutta una serie di fenomeni studiati nell'ambito delle diverse aree. Tali fenomeni possono essere esaminati in un discorso globale, che alla fine del corso triennale, andrebbe ripreso e arricchito con nuovi esempi di trasformazioni energetiche, in modo da far giungere gli alunni ad una sufficiente comprensione del concetto di energia. Dovrà emergere la rilevanza economica e sociale della produzione e del consumo di energia, vista anche in un contesto storico punto |
| | Scienza e società | L'evoluzione dell'industria chimica: conseguenze positive e negative sulla qualità della vita. Utilizzazione delle risorse rinnovabili e non rinnovabili. Problemi relativi a dissesti idrogeologici (alluvioni, frane ecc.) e cataclismi geologici (terremoti, eruzioni vulcaniche ecc.). Le principali scoperte in campo biologico; incidenza sulla società; responsabilità dell'uomo per una loro corretta utilizzazione. |

Tabella 4.2: Contenuti scientifici per la scuola media, secondo i programmi del 1979.

Per le scienze e la matematica la riforma del ’79 stabiliva un orario di 6 ore per classe, su un monte ore complessivo di 30 ore settimanali, senza specifiche indicazioni riguardo alla distribuzione interna dell’orario settimanale:

> La matematica e le scienze sperimentali concorrono unitariamente a realizzare gli obiettivi dell'educazione scientifica […]. Dati i frequenti collegamenti e la costante interazione prevista nel lavoro di classe fra la matematica e le scienze sperimentali, non è possibile stabilire una rigida ripartizione dell'orario settimanale fra le due aree (D.M. 9 febbraio 1979, pag. 31).

Sebbene ricchi di considerazioni accurate e innovative sul metodo di lavoro e sugli obiettivi educativi più ampi, dal punto di vista contenutistico, i programmi di scienze del ’79 si riassumono in un lungo elenco di argomenti da svolgere (tabella 4.2), suddivisi in cinque grandi temi: materia e fenomeni fisici e chimici; la Terra nel sistema solare; struttura, funzioni ed evoluzioni dei viventi; l'uomo e l'ambiente; progresso scientifico e società.

### *4.3 La riforma Berlinguer - De Mauro (1997-2001)*

La successiva riforma della scuola, che coinvolse anche la scuola media e i suoi programmi di insegnamento, fu quella del ministro Luigi Berlinguer, attuata attraverso un insieme di interventi normativi tra il 1997 e il 2001. L’azione riformatrice riguardò diversi aspetti del sistema di istruzione, tra i quali l’attuazione dell’autonomia amministrativa, didattica e organizzativa delle istituzioni scolastiche, la riqualificazione professionale dei docenti, l’istituzione dell’INVALSI (Istituto Nazionale per la Valutazione del Sistema dell’Istruzione), e la riorganizzazione dei cicli di istruzione. Quest’ultimo aspetto, forse il più corposo, fu oggetto della *Legge Quadro in materia di Riordino dei Cicli dell'Istruzione*[24] nota come riforma Berlinguer, anche se portata in parlamento dal suo successore, ministro Tullio De Mauro, nel febbraio 2000, e abrogata poco dopo, nel 2003, durante il ministero di Letizia Moratti.

In seguito all’approvazione della Legge Quadro, come previsto dal piano per la sua attuazione, De Mauro nominò una Commissione ministeriale con il compito di fornire i criteri per la

[24] Legge n. 30 del 10 febbraio 2000 (in GU 23 febbraio 2000, n. 44) Legge Quadro in materia di Riordino dei Cicli dell'Istruzione.

riorganizzazione del curricolo nella scuola riformata, e circa un anno più tardi, il 28 febbraio del 2001, furono resi pubblici gli *Indirizzi per l'attuazione del curricolo*[25]. Sebbene questo documento abbia avuto vita molto breve e nonostante l'abrogazione della Legge Quadro a cui esso faceva riferimento, molti dei concetti esposti furono conservati e integrati nelle riforme successive. Fu allora, ad esempio, che avvenne il passaggio dal programma nazionale di insegnamento al curricolo di apprendimento mediato dalla scuola dell'autonomia, articolato in obiettivi specifici di apprendimento e orientato al raggiungimento delle competenze degli alunni

> È evidente la differenza tra il programma e il curricolo. Il programma indica un insieme di contenuti definiti centralmente: a essi il docente doveva riferirsi per il suo insegnamento. In tale contesto sono state senz'altro chiare le tappe e le scansioni del processo di insegnamento; meno chiari sono stati, invece, gli esiti effettivi dell'apprendimento. E, come sappiamo, i tradizionali giudizi o voti, preziosi nell'interazione didattica immediata, non bastano a dare certezza sugli effettivi livelli raggiunti in aree e zone diverse, in istituti scolastici diversi, con insegnanti diversi.
> Il curricolo parte anch'esso naturalmente dai contenuti, ma delinea l'articolato e complesso processo delle tappe e delle scansioni dell'apprendimento. I contenuti stessi divengono così non tanto la guida dell'insegnante, quanto la via per far conseguire alle allieve e agli allievi conoscenze solidamente assimilate e durature nel tempo. È qui che la professionalità del docente trova tutto il suo spazio poiché può esplicarsi nel nuovo quadro di libertà culturale e progettuale, di flessibilità organizzativa e didattica garantito dall'autonomia (Documento *Indirizzi per l'attuazione del curricolo*, pag. 5).

La nuova scuola dell'autonomia, inoltre, prevedeva che il curricolo fosse articolato in una quota nazionale, uguale in tutta l'Italia, e in una quota locale, stabilita da ogni singola scuola in risposta al proprio contesto sociale, economico e culturale:

> Il curricolo si costruisce a partire dalle indicazioni per la quota nazionale, che questo testo offre, e dall'analisi dei bisogni degli alunni e delle specifiche esigenze del territorio e dell'ambiente. In tal senso il curricolo si presenta come l'integrazione tra la quota oraria obbligatoria di discipline e attività stabilite nazionalmente e la quota ugualmente obbligatoria di discipline e attività scelte dalle singole istituzioni scolastiche (Documento *Indirizzi per l'attuazione del curricolo*, pag. 7).

[25] Documento allegato al Decreto Interministeriale del 28 febbraio 2001: *Regolamento, recante norme in materia di curricoli della scuola di base*.

| | |
|---|---|
| INDAGINE E RICERCA | - Osservare fenomeni e coglierne gli aspetti caratterizzanti: differenze, somiglianze, regolarità, fluttuazioni, andamento temporale;<br>- raccogliere, selezionare e ordinare informazioni e dati:<br>- fare esperienza per trovare segni, indizi, prove utili alla formulazione di ipotesi sullo svolgersi di un evento e per la soluzione di problemi semplici:<br>- agire sperimentalmente sui fatti per comprenderne le regole ed intervenire sul loro svolgersi;<br>- passare gradualmente dall'analisi dell'esperienza all'esperimento controllabile:<br>- esplorare e comprendere gli elementi tipici di un ambiente naturale ed umano inteso come sistema ecologico;<br>- individuare un problema ambientale, acquisire le conoscenze necessarie, costruire e realizzare un progetto di soluzione;<br>- integrare idee e metodologie provenienti da diversi settori disciplinari. |
| MISURAZIONE | - Individuare grandezze significative relative ai singoli fenomeni e processi e identificare le unità di misura opportune: volume, peso, temperatura, tempo;<br>- comprendere e usare variabili composte: prezzo, velocità, peso specifico ecc.;<br>- orientarsi in sistemi di misura a scala diversa. |
| RAPPRESENTAZIONE E MODELLIZZAZIONE | - Rappresentare la complessità dei fenomeni in molteplici modi: disegno, descrizione orale e scritta, simboli, tabelle, diagrammi, grafici, semplici simulazioni; elementari formalizzazioni dei dati raccolti;<br>- rappresentare e costruire modelli interpretativi di fatti e fenomeni, anche provvisori e parziali, utilizzando i simboli e le formule già note e impiegando strumenti informatici. |
| CORRELAZIONE | - Confrontare fenomeni e fatti, cogliere relazioni tra proprietà e grandezze che descrivono uno stato o un fenomeno, partendo anzitutto dalla realtà quotidiana;<br>- collegare cause ed effetti, quando è possibile, di diverso tipo e livello (tenendo anche conto del rapporto tra locale e globale);<br>- cogliere relazioni tra spazio, tempo e rapidità dei cambiamenti. |
| ARGOMENTAZIONE | - Discutere su fatti, fenomeni, dati, risultati di un'esperienza e sulla interpretazione dei vari aspetti coinvolti;<br>- riconoscere, nella realizzazione di un procedimento scientifico, incoerenze ed errori per migliorare gli esiti e guardare i fatti da più punti di vista;<br>- proporre metafore per interpretare fenomeni nuovi facendo riferimento a situazioni più conosciute e discuterne circostanziatamente l'appropriatezza. |
| COMUNICAZIONE E DOCUMENTAZIONE | - Ricavare informazioni da un testo scientifico di livello adeguato;<br>- produrre testi orali e scritti: relazioni di lavoro, presentazioni schematiche su temi scientifici, documentazioni di un'esperienza;<br>- documentare in forma multimediale i percorsi svolti. |
| Competenze conclusive | - Integrare, adattare, generalizzare e trasferire ad altri contesti le conoscenze;<br>- sviluppare atteggiamenti di curiosità, attenzione e rispetto della realtà naturale, di riflessione sulle proprie esperienze, di interesse per l'indagine scientifica;<br>- adeguare il proprio comportamento a quello che si desidera osservare, nella consapevolezza della non-neutralità di chi compie qualunque osservazione;<br>- individuare relazioni elementari tra la comprensione di fenomeni, i valori etici, i processi sociali e le conseguenti scelte personali;<br>- adottare comportamenti per la salvaguardia della sicurezza propria, degli altri e dell'ambiente in cui si vive;<br>- aver cura degli organismi e degli ambienti di cui si è responsabili;<br>- cooperare con gli altri per elaborare, organizzare e sperimentare percorsi di ricerca. |

Tabella 4.3: Obiettivi specifici di apprendimento relativi alle competenze degli alunni in ambito scientifico, dal terzo al settimo anno di scolarità, secondo gli *Indirizzi per l'attuazione del curricolo* del 28 febbraio 2001 (De Mauro).

Anche questo aspetto della riforma Berlinguer-De Mauro è stato ripreso e integrato dalle riforme successive, sebbene la sua attuazione nelle scuole risulti ancora oggi piuttosto ridotta e frammentata.

Tornando alle scienze, secondo gli *Indirizzi per l'attuazione del curricolo* di De Mauro, la programmazione in ambito scientifico non è più basata sui contenuti, elencati brevissimamente (tabella 4.4), ma sugli obiettivi specifici di apprendimento relativi alle competenze degli alunni (tabella 4.3). Dal terzo al settimo anno di scolarità, essi sono organizzati in 6 competenze specifiche - indagine e ricerca; misurazione; rappresentazione e modellizzazione; correlazione; argomentazione; comunicazione e documentazione - e in alcune competenze conclusive più generali, relative non solo all'integrazione delle precedenti, ma anche allo sviluppo di riflessioni, atteggiamenti e comportamenti.

| | |
|---|---|
| I viventi | sistema, relazioni, evoluzione, varietà, diversità, energia |
| la materia | proprietà, stato, tempo/spazio, trasformazioni, interazioni |
| la Terra e l'universo | dinamiche, cicli, trasformazioni, interazioni |
| l'ambiente naturale e umano | sistema, energia, interazione, equilibrio, limite, incertezza, cicli e flussi, processi |

Tabella 4.4: Contenuti e temi in ambito scientifico secondo gli *Indirizzi per l'attuazione del curricolo* del 28 febbraio 2001 (De Mauro).

Per quanto riguarda la distribuzione oraria, il confronto con i documenti precedenti e successivi è complicato dal fatto che gli *Indirizzi per l'attuazione del curricolo* del 2001 furono pensati per la riforma Berlinguer di *Riordino dei Cicli dell'Istruzione*, la quale prevedeva l'accorpamento delle scuole elementari e medie in un primo ciclo unico della durata di sette anni, con la sostanziale eliminazione di un anno di scuola media. Su un monte ore complessivo di circa 25 ore di insegnamento a settimana – comprendente la sola quota nazionale obbligatoria[26] – per il sesto e settimo anno di scolarità, erano previste circa 2,7 ore di lezione a settimana di scienze e circa 3,6 ore a settimana di matematica.

[26] Alla quale andrebbe sommata la quota riservata alle istituzioni locali: da un minimo di 3 a un massimo di 5 ore settimanali.

### *4.4 La riforma Moratti (2003-2004)*

Come già ricordato, la riforma Berlinguer fu abrogata e sostituita dalla legge 53 del 28 marzo 2003, nota come riforma Moratti, a sua volta abrogata, qualche anno più tardi, dalla riforma Gelmini. Alla legge 53/2003 seguirono diversi decreti attuativi, tra i quali il D.L. 59 del 19 febbraio 2004, che definisce le norme generali relative alla scuola dell'infanzia e al primo ciclo dell'istruzione. I nuovi obiettivi specifici di apprendimento (OSA) per ciascuna disciplina della scuola media (divenuta nel frattempo *scuola secondaria di primo grado*) sono elencati e illustrati nell'allegato C del decreto: *Indicazioni nazionali per i Piani di studio personalizzati nella Scuola Secondaria di 1° grado*. Come spiegato nello stesso documento, gli obiettivi specifici di apprendimento hanno lo scopo di indicare

> i livelli essenziali di prestazione (intesi nel senso di standard di prestazione del servizio) che le scuole pubbliche della Repubblica sono tenute in generale ad assicurare ai cittadini per mantenere l'unità del sistema educativo nazionale di istruzione e di formazione […] e, soprattutto, per consentire ai ragazzi la possibilità di maturare in tutte le dimensioni tracciate nel Profilo educativo, culturale e professionale previsto per la conclusione del I ciclo degli studi (pag. 7).

Gli OSA non hanno, tuttavia, "*alcuna pretesa validità per i casi singoli, siano essi le singole istituzioni scolastiche o, a maggior ragione, i singoli allievi.*" Alle scuole autonome e ai docenti è infatti riconosciuto il compito di "*mediare, interpretare, distribuire e organizzare gli obiettivi specifici di apprendimento*" in base al contesto in cui opera la scuola, così come è data loro la responsabilità di informare e condividere le scelte con gli studenti e con le famiglie del territorio.

Gli OSA per le scienze relativi al primo biennio e alla classe terza sono qui riportati nelle tabelle 4.5 e 4.6.

Nonostante le Indicazioni nazionali del 2004 facciano esplicito riferimento alla opportunità e alla necessità di sviluppare e di consolidare competenze negli alunni, il passaggio dagli OSA di De Mauro del 2001 a quelli della Moratti del 2004 segna il ritorno a una programmazione basata sui contenuti da insegnare (da parte dei docenti) anziché sulle competenze da raggiungere (da parte degli alunni).

Per quanto riguarda le scienze, inoltre, confrontando gli OSA del 2004 con i vecchi programmi del 1979, si ha l'impressione di passare da una lista ordinata e completa di argomenti, seppur fortemente ancorata all'organizzazione tradizionale per discipline, a un elenco meno sistematico ma sempre molto vasto di contenuti da trattare, che, nei limiti dell'autonomia scolastica menzionati sopra, mantiene un carattere essenzialmente prescrittivo.

PRIMO BIENNIO

| | |
|---|---|
| - Come si muovono i corpi: velocità e traiettoria, accelerazione.<br>- Le forze in situazioni statiche e come cause di variazioni del moto.<br>- Peso, massa, peso specifico.<br>- Lavoro e energia.<br>- Il galleggiamento; il principio di Archimede.<br>- Primo approccio alla chimica: acidi, basi e Sali nell'esperienza ordinaria come esempi di sostanze chimiche.<br>- Caratteristiche dei suoli: loro origine e relazione con le sostanze chimiche presenti in essi. Cenno ai concimi.<br>- Cellule e organismi unicellulari e pluricellulari.<br>- Piante vascolari: ciclo vitale.<br>- Animali vertebrati ed invertebrati.<br>- Sistemi e apparati del corpo umano: apparato motorio, sistema circolatorio, apparato respiratorio.<br>- Ecosistema terra; ambiente terrestre e marino.<br>- Ecosistemi locali: fattori e condizioni del loro equilibrio.<br>- Concetti di habitat, popolazione, catena e rete alimentare. | - Rappresentare in diagrammi spazio/tempo diversi tipi di movimento; interpretare i diagrammi.<br>- Fare forza e deformare; osservare gli effetti del peso; trovare situazioni di equilibri.<br>- Misurare forze (dinamometro, bilancia).<br>- Stimare il peso specifico di diversi materiali d'uso comune.<br>- Dare esempi tratti dall'esperienza quotidiana in cui si riconosce la differenza tra il temperatura e calore.<br>- Eseguire semplici reazioni chimiche (p.es. acidi e basi con alcuni metalli, carbonato di calcio, … saponi, dentifrici) e descriverle ordinatamente.<br>- Illustrare praticamente l'importanza delle proporzioni fra le sostanze chimiche che prendono parte ad una reazione (p.es. usando indicatori).<br>- Effettuare semplici esperimenti di caratterizzazione di terreni diversi.<br>- Riconoscere le piante più comuni in base a semi, radici, foglie, fiori e frutti.<br>- Attraverso esempi della vita pratica illustrare la complessità del funzionamento del corpo umano nelle sue varie attività (nutrimento, movimento, respirazione ecc.).<br>- Raccogliere dati sulla frequenza cardiaca e su quella respiratoria.<br>- Individuare, spiegare e riproporre con semplici modelli che cosa accade nel movimento del corpo umano.<br>- Identificare in termini essenziali i rapporti tra uomo, animali e vegetali in ambienti noti.<br>- Raccogliere informazioni sulle catene alimentari in ambienti noti.<br>- Collegare le caratteristiche dell'organismo di animali e piante con le condizioni e le caratteristiche ambientali. |

Tabella 4.5: Obiettivi specifici di apprendimento per il primo biennio della Scuola Secondaria di primo grado (2004)

CLASSE TERZA

| | |
|---|---|
| - Introduzione ai principi della meccanica con semplici esperimenti illustrativi.<br>- Flusso dei liquidi: velocità dell'acqua e portata di un canale o di una tubatura.<br>- Differenza fra temperatura e calore. Il termometro.<br>- Elettricità: concetti di carica e corrente elettrica.<br>- Il magnetismo; la calamita, i poli magnetici terrestri, la bussola.<br>- Onde elettromagnetiche e trasmissione di segnali radio.<br>- Il sole e il sistema solare: le osservazioni degli antichi, le ipotesi della scienza contemporanea, (Galilei, Newton, Einstein).<br>- Principali movimenti della terra: rotazione, rivoluzione; il giorno e la notte, le stagioni.<br>- Il globo terracqueo: dimensioni, struttura, origine, evoluzione, ere geologiche, fossili.<br>- Interazioni reciproche tra geosfera e biosfera, loro coevoluzione. Darwin.<br>- Principali tipi di rocce (magmatiche, sedimentarie e metamorfiche) attraverso i loro caratteri macroscopici.<br>- La funzione nutritiva: gli alimenti e i loro componenti, regimi alimentari e dietetici, sostanze dannose.<br>- Il sistema nervoso nell'organismo umano: il suo ruolo nella funzione cognitiva e nella evoluzione culturale.<br>- Effetti di psicofarmaci e sostanze stupefacenti sul sistema nervoso.<br>- Notizie generali sulla riproduzione dei viventi e sulla genetica.<br>- La riproduzione e il suo significato evolutivo; le mutazioni naturali e indotte.<br>- La riproduzione umana.<br>- Malattie che si trasmettono per via sessuale. | - Raccogliere dati da prove sperimentali (misure di tempi, spazi, velocità); rappresentare graficamente e interpretare i dati raccolti.<br>- Determinare la temperatura di fusione del ghiaccio e di ebollizione dell'acqua.<br>- Effettuare esperimenti che permettano di distinguere temperatura e calore.<br>- Dimostrare sperimentalmente l'esistenza di cariche elettriche e la differenza tra conduttori e isolanti.<br>- Effettuare esperimenti con calamite e limatura di ferro.<br>- Descrivere i principali moti della terra e le loro conseguenze.<br>- Mostrare come il moto apparente del sole permetta di individuare le stagioni, la latitudine, l'ora del giorno: la meridiana.<br>- Attribuire il nome ai diversi tipi di rocce in base alle loro caratteristiche e alla loro origine.<br>- Classificare gli alimenti in base ai loro principi alimentari.<br>- Valutare l'equilibrio della propria alimentazione e fare un esame del proprio stile di vita alimentare.<br>- Spiegare perché i farmaci, in particolare gli anabolizzanti e gli psicofarmaci, vanno assunti solo in caso di necessità e con il consiglio del medico.<br>- Spiegare perché e in che modo l'uso di sostanze stupefacenti, dell'alcool e del fumo nuoce gravemente alla salute.<br>- Confrontare i cicli riproduttivi di piante, e animali invertebrati e vertebrati. |

Tabella 4.6: Obiettivi specifici di apprendimento per la classe terza della Scuola Secondaria di primo grado (2004)

### *4.5 Le indicazioni di Fioroni (2007)*

L'approccio cambia radicalmente qualche anno dopo, nel 2007, con le *Indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione*[27] pubblicate

[27] Allegato al Decreto Ministeriale 31 luglio 2007.

dall'allora Ministro Giuseppe Fioroni. Come più volte ribadito nel documento, "la scuola ha il compito di educare istruendo": l'obiettivo non è la trasmissione di singole conoscenze, ma lo sviluppo complessivo della personalità dell'alunno. Più specificamente, per quanto riguarda le scienze naturali e sperimentali, le indicazioni per il curricolo suggeriscono di guidare "gli alunni alla appropriazione graduale di contenuti esemplari e metodi di indagine via via più specifici" finalizzati al raggiungimento di traguardi generali. I *Traguardi per lo sviluppo delle competenze al termine della scuola secondaria di primo grado* proposti nel documento del 2007, per le scienze, sono qui riportati in tabella 4.7.

In questa nuova ottica, i contenuti specifici presentati nel documento (tabella 4.8)

> […] vanno intesi come esempi di scelte possibili, da effettuarsi nell'ambito dell'autonomia scolastica e di una progettazione complessiva e a lungo termine del percorso di apprendimento (*Indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione*, 2007, pag. 101).

- L'alunno ha padronanza di tecniche di sperimentazione, di raccolta e di analisi dati, sia in situazioni di osservazione e monitoraggio sia in situazioni controllate di laboratorio.
- Utilizza in contesti diversi uno stesso strumento matematico o informatico e più strumenti insieme in uno stesso contesto.
- Esplicita, affronta e risolve situazioni problematiche sia in ambito scolastico che nell'esperienza quotidiana; interpreta lo svolgersi di fenomeni ambientali o sperimentalmente controllati; è in grado di decomporre e ricomporre la complessità di contesto in elementi, relazioni e sottostrutture pertinenti a diversi campi disciplinari; pensa e interagisce per relazioni e per analogie, formali e/o fattuali.
- Sviluppa semplici schematizzazioni, modellizzazioni, formalizzazioni logiche e matematiche dei fatti e fenomeni, applicandoli anche ad aspetti della vita quotidiana.
- È in grado di riflettere sul percorso di esperienza e di apprendimento compiuto, sulle competenze in via di acquisizione, sulle strategie messe in atto, sulle scelte effettuate e su quelle da compiere.
- Ha una visione organica del proprio corpo come identità giocata tra permanenza e cambiamento, tra livelli macroscopici e microscopici, tra potenzialità e limiti.
- Ha una visione dell'ambiente di vita, locale e globale, come sistema dinamico di specie viventi che interagiscono fra loro, rispettando i vincoli che regolano le strutture del mondo inorganico; comprende il ruolo della comunità umana nel sistema, il carattere finito delle risorse, nonché l'ineguaglianza dell'accesso a esse, e adotta atteggiamenti responsabili verso i modi di vita e l'uso delle risorse.
- Conosce i principali problemi legati all'uso delle scienza nel campo dello sviluppo tecnologico e è disposto a confrontarsi con curiosità e interesse.

Tabella 4.7: Traguardi per lo sviluppo delle competenze al termine della scuola secondaria di primo grado (2007)

| **Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado** | |
|---|---|
| *Fisica e chimica* | - Affrontare concetti fisici quali: velocità, densità, concentrazione, forza ed energia, temperatura e calore, effettuando esperimenti e comparazioni, raccogliendo e correlando dati con strumenti di misura e costruendo reti e modelli concettuali e rappresentazioni formali di tipo diverso (fino a quelle geometriche-algebriche).<br>- – Completare la costruzione del concetto di trasformazione chimica, effettuando esperienze pratiche diversificate, utilizzando alcuni indicatori, ponendo l'attenzione anche sulle sostanze di impiego domestico (ad esempio: reazioni di acidi e basi con metalli, soluzione del carbonato di calcio, alcune reazioni di neutralizzazione, combustione di materiali diversi ecc.). |
| *Astronomia e Scienze della Terra* | - Proseguire l'elaborazione di idee e modelli interpretativi dei più evidenti fenomeni celesti attraverso l'osservazione del cielo diurno e notturno nel corso dell'anno.<br>- Interpretarne i fenomeni osservati anche con l'aiuto di planetari e/o simulazioni al computer. In particolare precisare l'osservabilità e l'interpretazione di latitudine e longitudine, punti cardinali, sistemi di riferimento e movimenti della Terra, durata del dì e della notte, fasi della luna, eclissi, visibilità e moti osservati di pianeti e costellazioni.<br>- Continuare ad approfondire la conoscenza, sul campo e con esperienze concrete, di rocce, minerali, fossili per comprenderne la storia geologica ed elaborare idee e modelli interpretativi della struttura terrestre. Considerare il suolo come ecosistema come una risorsa e comprendere altresì che la sua formazione è il risultato dei climi e della vita sulla terra, dei processi di erosione-trasporto-deposizione. Correlare queste conoscenze alle valutazioni sul rischio geomorfologico, idrogeologico, vulcanico e sismico della propria regione e comprendere la conseguente pianificazione della protezione da questo rischio.<br>- – Conoscere i meccanismi fondamentali dei cambiamenti globali nei sistemi naturali e nel sistema Terra nel suo complesso, e il ruolo dell'intervento umano nella trasformazione degli stessi. |
| *Biologia* | - Individuare la rete di relazioni e i processi di cambiamento del vivente introducendo il concetto di organizzazione microscopica a livello di cellula (per esempio: respirazione cellulare, alimentazione, fotosintesi; crescita e sviluppo; coevoluzione tra specie).<br>- Individuare l'unità e la diversità dei viventi, effettuando attività a scuola, in laboratorio, sul campo e in musei scientifico-naturalistici.<br>- Comprendere il senso delle grandi classificazioni.<br>- Riconoscere gli adattamenti e la dimensione storica della vita, intrecciata con la storia della Terra e dell'uomo.<br>- Comparare le idee di storia naturale e di storia umana.<br>- Apprendere una gestione corretta del proprio corpo; interpretare lo stato di benessere e di malessere che può derivare dalle sue alterazioni; vivere la sessualità in modo equilibrato; attuare scelte per affrontare i rischi connessi con una cattiva alimentazione, con il fumo, con le droghe.<br>- Condurre a un primo livello l'analisi di rischi ambientali e di scelte sostenibili (per esempio nei trasporti, nell'organizzazione delle città, nell'agricoltura, nell'industria, nello smaltimento dei rifiuti e nello stile di vita).<br>- Comprendere la funzione fondamentale della biodiversità nei sistemi ambientali. |

Tabella 4.8: Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado (2007)

Si rimanda dunque alle singole scuole il compito di scegliere e selezionare, tra gli argomenti proposti, quelli che ritengono più utili e funzionali al raggiungimento delle competenze finali.

> Ogni scuola predispone il curricolo, all'interno del Piano dell'offerta formativa, nel rispetto delle finalità, dei traguardi per lo sviluppo delle competenze, degli obiettivi di apprendimento posti dalle Indicazioni (*Indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione*, 2007, pag. 23).

Le indicazioni del 2007 prevedevano una sperimentazione biennale nelle scuole, al termine della quale sarebbero state riviste e aggiustate, sulla base del contributo e delle osservazioni restituite dalle scuole stesse:

> A conclusione di questo operoso biennio, si potrà affermare che le nuove Indicazioni disegnano […] la base solida dei saperi e delle competenze irrinunciabili, la cornice valoriale che salvaguardi l'unità del sistema scolastico e le pari opportunità per tutti i bambini e le bambine, i ragazzi e le ragazze del nostro Paese ((*Indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione*, 2007, Introduzione del Ministro Fioroni).

L'intento dichiarato era quello di realizzare una riforma partecipata e condivisa con tutti i soggetti coinvolti nei processi di formazione, "*rafforzando così il carattere di reciprocità e di corresponsabilità dei diversi soggetti impegnati nella educazione delle giovani generazioni*".

### *4.6 Le nuove indicazioni di Profumo (2012)*

Nonostante la discontinuità di governo e nonostante l'avvento della riforma Gelmini (tra il 2008 e il 2011), che però riguardò solo marginalmente l'organizzazione del curricolo nella scuola secondaria di primo grado, le nuove indicazioni, frutto della consultazione con le scuole e del lavoro della squadra del ministro Francesco Profumo, furono pubblicate cinque anni più tardi, nel settembre del 2012, e sono ancora in vigore al momento della stesura di questa tesi. Esse mantengono inalterate l'impostazione e la struttura del documento del 2007, con molte integrazioni e modifiche puntuali, per lo più lievi ma a volte anche sostanziali. Viene chiarito, ad esempio, il ruolo dei singoli insegnanti in relazione alla programmazione curricolare di ciascuna scuola:

| **Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado** | |
|---|---|
| *Fisica e chimica* | Utilizzare i concetti fisici fondamentali quali: pressione, volume, velocità, peso, peso specifico, forza, temperatura, calore, carica elettrica, ecc., in varie situazioni di esperienza; in alcuni casi raccogliere dati su variabili rilevanti di differenti fenomeni, trovarne relazioni quantitative ed esprimerle con rappresentazioni formali di tipo diverso. Realizzare esperienze quali ad esempio: piano inclinato, galleggiamento, vasi comunicanti, riscaldamento dell'acqua, fusione del ghiaccio, costruzione di un circuito pila-interruttore-lampadina.<br>Costruire e utilizzare correttamente il concetto di energia come quantità che si conserva; individuare la sua dipendenza da altre variabili; riconoscere l'inevitabile produzione di calore nelle catene energetiche reali. Realizzare esperienze quali ad esempio: mulino ad acqua, dinamo, elica rotante sul termosifone, riscaldamento dell'acqua con il frullatore.<br>Padroneggiare concetti di trasformazione chimica; sperimentare reazioni (non pericolose) anche con prodotti chimici di uso domestico e interpretarle sulla base di modelli semplici di struttura della materia; osservare e descrivere lo svolgersi delle reazioni e i prodotti ottenuti. Realizzare esperienze quali ad esempio: soluzioni in acqua, combustione di una candela, bicarbonato di sodio + aceto. |
| *Astronomia e Scienze della Terra* | Osservare, modellizzare e interpretare i più evidenti fenomeni celesti attraverso l'osservazione del cielo notturno e diurno, utilizzando anche planetari o simulazioni al computer. Ricostruire i movimenti della Terra da cui dipendono il dì e la notte e l'alternarsi delle stagioni. Costruire modelli tridimensionali anche in connessione con l'evoluzione storica dell'astronomia.<br>Spiegare, anche per mezzo di simulazioni, i meccanismi delle eclissi di sole e di luna. Realizzare esperienze quali ad esempio: costruzione di una meridiana, registrazione della traiettoria del sole e della sua altezza a mezzogiorno durante l'arco dell'anno.<br>Riconoscere, con ricerche sul campo ed esperienze concrete, i principali tipi di rocce ed i processi geologici da cui hanno avuto origine.<br>Conoscere la struttura della Terra e i suoi movimenti interni (tettonica a placche); individuare i rischi sismici, vulcanici e idrogeologici della propria regione per pianificare eventuali attività di prevenzione. Realizzare esperienze quali ad esempio la raccolta e i saggi di rocce diverse. |
| *Biologia* | Riconoscere le somiglianze e le differenze del funzionamento delle diverse specie di viventi.<br>Comprendere il senso delle grandi classificazioni, riconoscere nei fossili indizi per ricostruire nel tempo le trasformazioni dell'ambiente fisico, la successione e l'evoluzione delle specie. Realizzare esperienze quali ad esempio: in coltivazioni e allevamenti, osservare della variabilità in individui della stessa specie.<br>Sviluppare progressivamente la capacità di spiegare il funzionamento macroscopico dei viventi con un modello cellulare (collegando per esempio: la respirazione con la respirazione cellulare, l'alimentazione con il metabolismo cellulare, la crescita e lo sviluppo con la duplicazione delle cellule, la crescita delle piante con la fotosintesi). Realizzare esperienze quali ad esempio: dissezione di una pianta, modellizzazione di una cellula, osservazione di cellule vegetali al microscopio, coltivazione di muffe e microorganismi.<br>Conoscere le basi biologiche della trasmissione dei caratteri ereditari acquisendo le prime elementari nozioni di genetica.<br>Acquisire corrette informazioni sullo sviluppo puberale e la sessualità; sviluppare la cura e il controllo della propria salute attraverso una corretta alimentazione; evitare consapevolmente i danni prodotti dal fumo e dalle droghe.<br>Assumere comportamenti e scelte personali ecologicamente sostenibili. Rispettare e preservare la biodiversità nei sistemi ambientali. Realizzare esperienze quali ad esempio: costruzione di nidi per uccelli selvatici, adozione di uno stagno o di un bosco. |

Tabella 4.9: Obiettivi di apprendimento al termine della classe terza della scuola secondaria di primo grado (2012)

> A partire dal curricolo di istituto, i docenti individuano le esperienze di apprendimento più efficaci, le scelte didattiche più significative, le strategie più idonee, con attenzione all'integrazione fra le discipline e alla loro possibile aggregazione in aree (*Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*, 2012, pag. 12).

Ciascun docente, dunque, nel rispetto e nella valorizzazione dell'autonomia scolastica – ma forse a scapito della libertà di insegnamento individuale – è tenuto a sottoscrivere e attuare, con i metodi che preferisce, il curricolo di istituto redatto per la sua disciplina dalla scuola in cui lavora.

Le indicazioni per il curricolo del 2012 mantengono la doppia articolazione in traguardi per lo sviluppo delle competenze e obiettivi di apprendimento. Per quanto riguarda le scienze, al termine della scuola secondaria di primo grado, i traguardi per lo sviluppo delle competenze (tabella 4.10) sono nettamente semplificati e ridimensionati rispetto a quelli previsti dal documento del 2007. Al contrario gli obiettivi di apprendimento del 2012 (tabella 4.9) risultano tendenzialmente più dettagliati e nozionistici: sembrano privilegiare le informazioni da acquisire rispetto alla formazione critica dell'alunno; ricompaiono alcuni argomenti esclusi nel 2007, quali la tettonica a placche e la genetica, mentre si riduce la parte dedicata alla geologia e in particolare ai grandi processi globali e al ruolo dell'intervento umano sul sistema Terra.

- L'alunno esplora e sperimenta, in laboratorio e all'aperto, lo svolgersi dei più comuni fenomeni, ne immagina e ne verifica le cause; ricerca soluzioni ai problemi, utilizzando le conoscenze acquisite.
- Sviluppa semplici schematizzazioni e modellizzazioni di fatti e fenomeni ricorrendo, quando è il caso, a misure appropriate e a semplici formalizzazioni.
- Riconosce nel proprio organismo strutture e funzionamenti a livelli macroscopici e microscopici, è consapevole delle sue potenzialità e dei suoi limiti.
- Ha una visione della complessità del sistema dei viventi e della loro evoluzione nel tempo; riconosce nella loro diversità i bisogni fondamentali di animali e piante, e i modi di soddisfarli negli specifici contesti ambientali.
- È consapevole del ruolo della comunità umana sulla Terra, del carattere finito delle risorse, nonché dell'ineguaglianza dell'accesso a esse, e adotta modi di vita ecologicamente responsabili.
- Collega lo sviluppo delle scienze allo sviluppo della storia dell'uomo.
- Ha curiosità e interesse verso i principali problemi legati all'uso della scienza nel campo dello sviluppo scientifico e tecnologico.

Tabella 4.10: Traguardi per lo sviluppo delle competenze al termine della scuola secondaria di primo grado (2012)

### *4.7 Alcune considerazioni*

A partire dall'esame dell'evoluzione delle leggi e delle normative riguardanti l'insegnamento delle scienze alle scuole medie in Italia negli ultimi cinquant'anni, è possibile fare alcune considerazioni complessive.

Nonostante il notevole sviluppo delle scienze e della tecnologia avvenuto in questi anni e sebbene sia riconosciuto a livello internazionale, in modo sempre crescente, il ruolo fondamentale di queste discipline nello sviluppo economico e sociale delle civiltà moderne, l'orario di insegnamento alle scuole medie è rimasto sostanzialmente invariato negli ultimi cinquant'anni. A voler essere precisi, è addirittura diminuito dal '79 in poi, da quando, cioè, prima la consuetudine degli insegnanti e poi la ratifica di tale consuetudine da parte della riforma Moratti hanno stabilito il monte orario di scienze in sole 2 ore settimanali, a fronte delle 2/3 ore previste dai primi programmi del '63. L'inadeguatezza di tale monte ore, del resto, emerge anche dalle ricerche comparative internazionali: come visto dettagliatamente nel paragrafo 3.3, in terza media il tempo dedicato all'insegnamento delle scienze in Italia risulta inferiore alla metà della media dei paesi coinvolti nell'indagine TIMSS, con un andamento che si conferma sempre più netto a ogni ciclo di indagine.

Il maggiore spazio dedicato dai documenti ufficiali recenti al delineare in modo sempre più accurato contenuti, obiettivi di apprendimento e competenze, se da un lato ha fornito spunti di rinnovamento e materiale per riflettere agli insegnanti, li ha anche privati di una parte rilevante della libertà di insegnamento, ossia della possibilità di scegliere i contenuti da trattare. Che ciò sia avvenuto in nome di standard minimi di preparazione degli studenti da rispettare (come nella riforma Moratti) o del nuovo ruolo delle scuole autonome nel gestire il proprio curricolo di insegnamento (come nelle indicazioni di Fioroni e Profumo), il risultato è lo stesso: a fronte di una materia come le scienze, di per sé troppo vasta per essere svolta interamente e troppo essenziale per essere svolta superficialmente, il singolo insegnante, oggi, si trova a non poter scegliere quali e quanti argomenti trattare, ma a dover concordare la propria programmazione con la scuola di appartenenza. Se da un lato questa circostanza incentiva una maggiore condivisione e collegialità delle scelte didattiche, dall'altro, però, irrigidisce enormemente il sistema, tarpando le ali a qualunque iniziativa di

sperimentazione del singolo docente e rendendo ancora più lento e difficile il già lento e difficile rinnovamento delle pratiche didattiche nella scuola italiana.

Alle scuole medie lo staff è formato dagli insegnanti curricolari, da quelli di sostegno e oggi, con l'attuazione della riforma "La buona scuola" promossa dal governo Renzi e dal suo Ministro dell'istruzione Stefania Giannini, anche da un certo numero di insegnanti di potenziamento. Per ragioni contingenti che non è possibile approfondire in questa sede, in Italia gli insegnanti di matematica e scienze alle medie scarseggiano nella maggioranza dei casi, non sono dunque quasi per nulla rappresentati né tra gli insegnanti di sostegno né tantomeno tra quelli di potenziamento[28]. La scelta di lasciare alle scuole tanta autonomia nel gestire il proprio curricolo di base, in modo da "consentire una equilibrata utilizzazione del personale docente" (De Mauro, 2001), è senza dubbio una scelta di buon senso, che permette alle scuole di sfruttare a pieno le potenzialità del proprio staff. D'altro canto, se si parte da una condizione preesistente di squilibrio nella distribuzione dei docenti, si rischia di spingere le scuole a puntare sulle discipline in cui gli insegnanti abbondano, penalizzando quelle in cui gli insegnanti scarseggiano, prime fra tutte le scienze e la matematica, rafforzando ulteriormente l'egemonia umanistica di stampo gentiliano che è ancora fortemente radicata nelle nostre scuole (De Mauro ed Erbani, 2011).

[28] La scarsità di insegnanti di matematica è un fenomeno da tempo noto in Italia e discusso periodicamente non solo (e forse non abbastanza) tra gli esperti ma anche nei principali quotidiani nazionali. Riporto qui qualche esempio recente: "Mancano prof di matematica? Paghiamoli più degli altri" (O. Riva, 2016, *Corriere della sera*); "Prof: nelle scuole arrivano i rinforzi, ma per le materie sbagliate" (S. Parola, 2015, *Repubblica*); "Distribuzione docenti, a Nord più cattedre che insegnanti. Ecco la mappa dell'esodo" (L. Vendemiale, 2015, *Il Fatto Quotidiano*); "Serve matematica? C'è il prof di musica" (O. Riva, 2015, *Corriere della sera*); "Caccia ai prof di matematica, a Torino vuote 130 cattedre nelle medie" (S. Parola, 2014, *Repubblica*).
Si veda anche la pagina: http://www.istruzione.it/concorso_docenti/mappa_secondaria.shtml per un elenco dettagliato dei posti vacanti nelle diverse discipline di insegnamento, regione per regione.

# Parte seconda: L’INDAGINE SUL CAMPO

# Capitolo 5: FASE ESPLORATIVA

Dall'analisi della corrispondenza test-curricolo (TCMA) di Martin et al. (2012), descritta dettagliatamente nel paragrafo 3.2, è nato lo spunto che ha ispirato e guidato questa ricerca. Come già detto, dalla TCMA emerge un dato piuttosto curioso: al quarto anno di scolarità, i paesi con risultati migliori in scienze sono anche quelli che dichiarano di avere svolto meno argomenti tra quelli inclusi nella prova cognitiva; la tendenza non è altrettanto chiara per l'ottavo anno di scolarità, ma in ogni caso non è vero il contrario, come ci si sarebbe potuti aspettare, poiché i paesi per i quali la corrispondenza tra test e curricolo si rivela maggiore non sono quelli con i migliori risultati di apprendimento. Potrebbe darsi, allora, che trattare più argomenti, svolgere un programma più vasto non aumenti le prestazioni degli studenti ma addirittura le riduca? E, se sì, perché? Che cosa succede in Italia?

Per cercare di rispondere a queste domande, ho deciso di esaminare la relazione tra programma svolto in classe e risultati di apprendimento degli studenti nell'indagine TIMSS 2011 – ossia tra *curricolo realizzato* e *curricolo appreso*, secondo il modello proposto dal Quadro di riferimento TIMSS e discusso nel paragrafo 3.1 di questa tesi. Il primo passo è stata dunque un'analisi dei risultati medi italiani e internazionali in scienze in relazione alle informazioni sul curricolo svolto o non svolto fornite dal questionario insegnanti (paragrafo 5.1). È emerso che in effetti, in Italia, la corrispondenza tra quanto un argomento sia stato svolto (curricolo realizzato) e quanto gli studenti rispondano correttamente alle domande afferenti a tale argomento (curricolo appreso) non è affatto scontata, ma appare, a volte, persino inversa.

I risultati e le considerazioni emerse dalle analisi preliminari dei dati TIMSS sono state poi sottoposte, in maniera più o meno esplicita, a un gruppo di insegnanti selezionati in un *Focus group* (paragrafo 5.2), che si è rivelato di grande aiuto nella definizione delle domande e delle ipotesi di ricerca, oltre che nella progettazione della successiva indagine sul campo.

### *5.1 Analisi preliminare dei dati TIMSS 2011*

Le informazioni relative al curricolo svolto che ho utilizzato nell'analisi preliminare dei dati TIMSS 2011 sono tratte dall'almanacco insegnante (scienze, ottavo anno) e basate sulle risposte dei docenti alla domanda 36 del questionario insegnanti, riportata integralmente di seguito:

36.

Il seguente elenco comprende gli argomenti principali affrontati dalle prove di scienze TIMSS. Indichi, segnando le risposte appropriate, quando è stato insegnato ciascuno dei seguenti argomenti agli studenti di questa classe. Se un argomento è stato insegnato in un anno precedente alla terza secondaria di I grado, indichi "Insegnato soprattutto in un anno precedente". Se un argomento è stato insegnato durante la prima metà dell'anno scolastico, ma non è stato ancora completato, indichi "Insegnato soprattutto quest'anno". Se un argomento non è presente nel curricolo, indichi "Non ancora insegnato o appena introdotto".

Segnare un cerchietto per ogni riga.

| | **A. Biologia** | Insegnato soprattutto in un anno precedente | Insegnato soprattutto quest'anno | Non ancora insegnato o appena introdotto |
|---|---|---|---|---|
| a) | Organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi (struttura/funzione, processi vitali che mantengono stabili le condizioni corporee) | ○ | ○ | ○ |
| b) | Cellule e loro funzioni, comprese la respirazione e la fotosintesi come processi cellulari | ○ | ○ | ○ |
| c) | Riproduzione (sessuata ed asessuata) ed ereditarietà (trasmissione di tratti, caratteristiche ereditate rispetto a quelle acquisite/apprese) | ○ | ○ | ○ |
| d) | Ruolo della variazione e dell'adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie in un ambiente che cambia | ○ | ○ | ○ |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| e) | Interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema (ad es.: flusso di energia, reti alimentari, competizione tra animali, relazione preda/predatore) ed effetti dei cambiamenti sull'ambiente fisico della popolazione (ad es.: clima, riserva idrica) | ○ | ○ | ○ |
| f) | Motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo (ad es.: progresso della medicina, norme igieniche) e gli effetti della crescita della popolazione sull'ambiente | ○ | ○ | ○ |
| g) | Salute umana (cause di malattie infettive, metodi di trasmissione dell'infezione, prevenzione, immunità) e importanza della dieta e dell'esercizio fisico per mantenere la salute | ○ | ○ | ○ |

**B. Chimica**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| a) | Classificazione, composizione e struttura delle particelle della materia (elementi, composti, miscele, molecole, atomi, protoni, neutroni, elettroni) | ○ | ○ | ○ |
| b) | Soluzioni (solvente, soluto, concentrazione/diluizione, effetto della temperatura sulla solubilità) | ○ | ○ | ○ |
| c) | Proprietà e usi di acidi e basi comuni | ○ | ○ | ○ |
| d) | Trasformazioni chimiche (trasformazioni di reagenti, prova della trasformazione chimica, conservazione della materia, comuni reazioni di ossidazione: combustione, arrugginimento, opacizzazione) | ○ | ○ | ○ |

**C. Fisica**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| a) | Stati fisici e cambiamenti della materia (spiegazioni di proprietà in termini di movimento/distanza tra le particelle; cambiamento di fase, espansione termica e cambiamento del volume e/o della pressione) | ○ | ○ | ○ |
| b) | Tipi di energia, trasformazioni, calore e temperatura | ○ | ○ | ○ |
| c) | Proprietà fondamentali/comportamento della luce (riflessione, rifrazione, luce e colore, percorsi semplici dei raggi) e del suono (trasmissione attraverso un mezzo, intensità, tono, ampiezza, frequenza, velocità relativa della luce e del suono) | ○ | ○ | ○ |
| d) | Circuiti elettrici (flusso della corrente, tipi di circuiti: parallelo/in serie; relazione tra tensione e corrente) e proprietà e usi dei magneti permanenti e degli elettromagneti | ○ | ○ | ○ |
| e) | Forze e moto (tipi di forze, descrizione generale del moto, effetti della densità e della pressione) | ○ | ○ | ○ |

**D. Scienze della Terra**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| a) | Struttura e caratteristiche fisiche della Terra (crosta terrestre, mantello e nucleo; composizione e distribuzione relativa dell'acqua e composizione dell'aria) | ○ | ○ | ○ |
| b) | Processi, cicli e storia della Terra (ciclo delle rocce, ciclo dell'acqua, il tempo e la meteorologia, principali eventi geologici, formazione di fossili e combustibili fossili) | ○ | ○ | ○ |
| c) | Uso e conservazione delle risorse naturali della Terra (risorse rinnovabili/non rinnovabili, uso del suolo e delle risorse idriche da parte dell'uomo) | ○ | ○ | ○ |
| d) | La Terra nel sistema solare e nell'Universo (fenomeni sulla Terra: giorno/notte, marea, fasi lunari, eclissi, stagioni; caratteristiche fi siche della Terra rispetto ad altri corpi celesti; il Sole come stella) | ○ | ○ | ○ |

Una volta riorganizzate in maniera funzionale, le informazioni sul curricolo svolto sono state associate ai dati relativi a ciascuna domanda e ai risultati degli studenti (tratti dalla banca dati internazionale e dall'*item almanac*) a formare un unico foglio di calcolo molto ampio (ALLEGATO B) del quale è riportato in figura 5.1 un estratto dimostrativo, poco leggibile, relativo ai primi dieci quesiti (dei 245 totali).

| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| S032611 | BIO | CON | MC | scopo della resirazione cellulare | A | 42,3 | 41,4 | 43,2 | 2,8 | 53,2 | 59,1 | 47,4 | 6,6 | 7,0 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S032614 | BIO | APP | CR | numero di reni alla nascita | X | 60,0 | 61,8 | 58,2 | 5,7 | 44,8 | 45,8 | 43,9 | 18 | 6,8 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S032451 | BIO | APP | CR | differenze di colore della conchiglia delle lumache | X | 55,6 | 52,4 | 58,7 | 16,7 | 44,6 | 45,1 | 44 | 4,2 | 10,7 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S032156 | CHI | RAG | MC | grafici solubilità/temperatura | C | 36,5 | 32,2 | 40,5 | 6,3 | 38,4 | 38,4 | 38,5 | 15,6 | -8,1 | soluzioni | proprietà della materia | 10,9 | 18,0 | -7,1 | Sì |
| S032056 | CHI | APP | CR | bicarbonato di sodio nell'aceto | X | 41,4 | 38,1 | 44,5 | 21,0 | 44,7 | 45,5 | 44 | 1,5 | 3,0 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | No |
| S032087 | BIO | CON | MC | immunità a lungo termine dalle malattie | C | 74,3 | 74,2 | 74,4 | 0,5 | 32,7 | 31,9 | 33,5 | 2 | 29,6 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S032279 | FIS | APP | MC | perché le bottiglie si schiacciano nelle valli | D | 35,6 | 32,3 | 38,7 | 1,0 | 41,3 | 39,6 | 43 | 1,9 | 2,9 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S032238 | FIS | APP | MC | ampiezza degli spazi tra rotaie metalliche | A | 42,1 | 34,7 | 49,1 | 0,9 | 22 | 21,3 | 22,7 | 19,9 | 0,8 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S032369 | FIS | APP | CR | suono di un campanello elettrico in un barattolo | X | 16,8 | 15,2 | 18,2 | 32,3 | 61,6 | 62,3 | 60,9 | 2 | -5,2 | comportamento e proprietà di luce e suono | luce e suono | 68,5 | 30,8 | 37,7 | No |
| S032160 | GEO | CON | MC | differenza tra pianeti e satelliti (lune) | C | 66,5 | 66,7 | 66,3 | 2,0 | 46,8 | 45 | 48,6 | 2 | 4,9 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |

Figura 5.1: Estratto del foglio di calcolo utilizzato per l'analisi preliminare dei dati TIMSS 2011 (riportato integralmente nell'allegato B).

Per ogni domanda, rilasciata o non, sono riportati in colonne successive il codice, il dominio di contenuto (biologia, chimica, fisica, geologia), il processo cognitivo (conoscere, applicare, ragionare), il formato (chiusa: MC, aperta: CR), l'argomento specifico, la chiave di risposta (per le domande a risposta chiusa), più alcune informazioni estratte dall'*item almanac* per le quali sono messi a confronto i valori italiani con quelli relativi alla media internazionale: la percentuale di risposte corrette, totale e scorporata in ragazzi e ragazze, e la percentuale delle omissioni. A questa serie di dati ne ho aggiunto uno derivato: la differenza tra il risultato medio italiano e quello medio internazionale; il valore così calcolato

ha segno positivo per le domande in cui gli studenti italiani hanno avuto risultati migliori della media internazionale e negativo quando li hanno avuti peggiori.

Le colonne successive riguardano le informazioni sul curricolo svolto; le prime due riportano l'argomento a cui ciascuna domanda afferisce, prima secondo l'elenco di argomenti proposto nel questionario insegnante e poi secondo quello fornito dal quadro di riferimento e adottato per la classificazione ufficiale delle domande, già descritto nel paragrafo 3.3 di questa tesi[29]. Segue la percentuale di insegnanti che dichiarano nel questionario di non aver ancora svolto questo argomento, in Italia e secondo la media internazionale. Anche in questo caso ho aggiunto un semplice dato derivato: la differenza tra i due precedenti valori, cioè tra gli insegnanti italiani e quelli di tutti i paesi partecipanti (media internazionale) che dichiarano di non aver svolto l'argomento; questo valore ha segno positivo quando, rispetto alla media internazionale, l'argomento è svolto con minor frequenza in Italia e negativo quando l'argomento è svolto con maggior frequenza in Italia. L'ultima colonna della tabella riporta l'inclusione (sì) o non inclusione (no) di ciascuna domanda nel curricolo previsto e generalmente svolto nelle scuole italiane, secondo l'opinione degli insegnanti esperti consultati dall'INVALSI in occasione della TCMA.

Sulla base dei dati contenuti in questo foglio di calcolo, ho successivamente effettuato una serie di semplici analisi, i cui risultati sono riportati nelle tabelle seguenti.

La tabella 5.1 mostra, per l'Italia e per la media internazionale, i risultati complessivi (totali e scorporati in ragazzi e ragazze) e la percentuale di omissioni su tutto l'insieme degli item di scienze di TIMSS 2011. L'Italia risulta avere un punteggio medio di 3,94 punti superiore alla media internazionale, quindi non negativo e certamente migliore rispetto alla precedente rilevazione TIMSS; mostra però una marcata debolezza delle ragazze rispetto ai ragazzi, a fronte di una tendenza inversa nella media internazionale: questo andamento, evidenziato anche nel rapporto nazionale sui risultati TIMSS 2011 (Caponera et al., 2012, pag. 143), è in linea con la tendenza riscontrata in Italia nelle rilevazioni precedenti e in

[29] La non perfetta corrispondenza tra questi due elenchi di argomenti è stato un serio ostacolo tecnico con il quale mi sono scontrata. In alcuni casi le differenze sono più formali che sostanziali e ho dunque stabilito di equiparare le due definizioni simili; ma in altri casi, in particolare per quanto riguarda la descrizione degli argomenti di chimica, le differenze sono tanto rilevanti da rendere spesso dubbio e a volte impossibile il confronto tra i due criteri di classificazione.

quella successiva del 2015 (Martin et al, 2016). Le omissioni risultano in Italia di poco superiori (9,83%) a quelle della media internazionale (9,22%).

| | % corrette | % corrette girls | % corrette boys | % omissioni |
|---|---|---|---|---|
| Media italiana | 47,19 | 45,64 | 48,66 | 9,83 |
| Media internazionale | 43,25 | 43,58 | 42,99 | 9,22 |
| Differenza ITA – INT | 3,94 | 2,06 | 5,66 | 0,62 |

Tabella 5.1: Risultati medi in TIMSS 2011 scienze (ottavo anno).

La tabella 5.2 riporta ancora una volta i valori medi dei risultati e delle omissioni, per l'Italia, scorporati però nei quattro domini di contenuto previsti dall'indagine: biologia, chimica, fisica e scienze della Terra; l'ultima colonna mostra la differenza tra risultati italiani e risultati internazionali. Come già evidenziato nel rapporto nazionale sui risultati (Caponera et al., 2012, pag. 130), gli studenti italiani dimostrano una buona preparazione nelle scienze della Terra (6,44 punti sopra la media internazionale) mentre hanno risultati non significativamente superiori alla media nelle altre discipline: a scendere in biologia, in chimica e in fisica.

| | | % corrette | % corrette girls | % corrette boys | % omissioni | % corrette ITA – INT |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Biologia | ↑ | 47,92 | 46,97 | 48,81 | 10,18 | **4,91** |
| Chimica | ↓ | 49,69 | 48,34 | 50,95 | 9,78 | **2,78** |
| Fisica | ⇊ | 41,30 | 38,88 | 43,59 | 9,13 | **1,81** |
| Scienze della Terra | ⇈ | 50,81 | 48,94 | 52,59 | 10,17 | **6,44** |

Tabella 5.2: Risultati medi e percentuale di omissioni degli studenti italiani nei quattro domini di contenuto previsti dall'indagine TIMSS 2011 scienze (ottavo anno). Le frecce indicano la tendenza rispetto alla media italiana complessiva.

La tabella 5.3 mostra i valori della differenza tra risultati medi italiani e risultati medi internazionali, scorporati questa volta in base al processo cognitivo implicato nella domanda (conoscenza, applicazione o ragionamento). Anche in questo caso emerge quanto

già espresso nel rapporto nazionale (Caponera et al., 2012, pag. 131): i risultati superiori alla media degli studenti italiani sono da attribuire prevalentemente alle domande di conoscenza e applicazione, mentre nelle domande di ragionamento la differenza con la media internazionale si assottiglia notevolmente (1,54 punti).

| | Conoscenza | Applicazione | Ragionamento |
|---|---|---|---|
| Differenza ITA-INT | 4,83 ↑ | 4,40 ↑ | 1,54 ⇊ |
| Rilasciate/totale | 42/112 | 35/79 | 22/51 |

Tabella 5.3: Differenze tra risultati medi degli studenti italiani e internazionali in relazione ai tre processi cognitivi previsti dall'indagine TIMSS 2011 scienze (ottavo anno). Le frecce indicano la tendenza rispetto alla media italiana complessiva.

Nella tabella 5.4, dalla quale è scaturito lo spunto per l'ipotesi del presente studio, ho cercato di mettere in relazione l'andamento in termini di risultati con le informazioni disponibili sul curricolo, per capire quanto e come l'aver svolto o non aver svolto un argomento a scuola influisca sui risultati degli studenti nella prova cognitiva. Dopo aver raggruppato le domande per argomento, ho calcolato i risultati medi italiani e la differenza tra media italiana e media internazionale per ciascun argomento. Ho poi confrontato questi valori con le percentuali di svolgimento dichiarate dai docenti, in Italia e nella media internazionale, e sono così emerse alcune evidenti incongruenze.

Per quanto riguarda la biologia, il 100% degli insegnanti italiani dichiara di aver svolto l'argomento *Cellule e loro funzioni*, contro il 90% della media internazionale, ma i nostri studenti non eccellono come ci si potrebbe aspettare nelle domande ad esso relative: la differenza dalla media internazionale è infatti modesta: 1,62 punti. Una situazione simile, ma più evidente, si riscontra per l'argomento *Riproduzione ed eredità*, che quasi l'80% dei nostri insegnanti dichiara di aver svolto, contro il 60% della media internazionale, a fronte di risultati degli studenti italiani inferiori alla media di 2,12 punti. Al contrario, nelle domande sull'argomento *Diversità e selezione naturale*, che i nostri insegnanti dichiarano di aver svolto in percentuali molto simili alla media internazionale (63,7% contro 63%), gli studenti italiani ottengono un punteggio di 12,35 punti superiore alla media.

| dominio di contenuto | argomento generale | % non svolto ITA | % non svolto INT | tendenza attesa | % corrette ITA | % corrette ITA – INT | domande rilasciate | % domande rilasciate | % domande su temi non trattati a scuola (TCMA) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BIOLOGIA | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi ** | 0,6 | 21,0 | ↑↑ | 57,03 | **12,05** | 34 (su 88) | 41,7 | 16,7 |
| | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | ↑ | 35,75 | **1,62** | | 45,5 | 18,2 |
| | riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | ↑ | 33,40 | **-2,12** | | 33,3 | 16,7 |
| | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | ⇆ | 52,81 | **12,35** | | 30,0 | 10,0 |
| | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | 21,9 | 22,8 | ⇆ | 46,14 | **1,85** | | 34,8 | 4,3 |
| | motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo, e suoi effetti sull'ambiente/ecosistemi ** | 47,3 | 55,1 | ↑ | 27,73 | **1,83** | | 100,0 | 0,0 |
| | salute umana | 5,4 | 39,8 | ↑↑ | 64,34 | **10,31** | | 55,6 | 0,0 |
| CHIMICA | classificazione, composizione e struttura della materia* | 4,8 | 13,5 | ↑ | * | * | 18 (su 54) | | |
| | soluzioni/proprietà della materia* | 10,9 | 18,0 | ↑ | * | * | | | |
| | proprietà e usi di acidi e basi comuni/proprietà della materia* | 30,1 | 29,7 | ⇆ | * | * | | | |
| | trasformazioni chimiche** | 26,4 | 27,2 | ⇆ | 48,75 | **2,46** | | 45,5 | 9,1 |
| FISICA | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | ↑ | 33,47 | **0,63** | 29 (su 59) | 28,6 | 0,0 |
| | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | ↑ | 39,05 | **1,11** | | 76,5 | 23,5 |
| | luce e suono | 68,5 | 30,8 | ↓↓ | 42,93 | **3,14** | | 42,9 | 42,9 |
| | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | ↓ | 38,61 | **-0,37** | | 33,3 | 0,0 |
| | forze e moto | 16,0 | 23,8 | ↑ | 42,07 | **3,83** | | 21,4 | 7,1 |
| SCIENZE DELLA TERRA | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | ↑ | 47,49 | **4,35** | 18 (su 41) | 30,0 | 20,0 |
| | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | ⇆ | 54,58 | **7,48** | | 58,3 | 0,0 |
| | risorse naturali, loro uso e conservazione | 32,0 | 33,8 | ⇆ | 59,06 | **11,38** | | 60,0 | 0,0 |
| | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | ⇆ | 46,81 | **5,89** | | 25,0 | 0,0 |
| | | | | | | | tot 99 (su 242) | | |

* gli argomenti usati per la classificazione delle domande sono troppo diversi da quelli proposti nel questionario insegnanti per correlare i due dati.

** gli argomenti usati nella classificazione delle domande sono leggermente diversi da quelli proposti nel questionario insegnanti (possibili errori sistematici nel confronto).

Tabella 5.4: Differenze tra percentuali di svolgimento per ciascun argomento dichiarate dagli insegnanti, in Italia e nella media internazionale, in relazione ai risultati di apprendimento degli studenti. (dati tratti da TIMSS 2011, scienze, ottavo anno).

Per quanto riguarda la chimica, come accennato in precedenza, il collegamento tra curricolo dichiarato dagli insegnanti e risultati nei diversi argomenti non è risultato sempre attuabile, poiché la classificazione dei quesiti inclusi nella prova cognitiva è disallineata rispetto a quella proposta nelle domande sul curricolo del questionario insegnanti. In particolare i quesiti rivolti agli studenti risultano classificati in tre argomenti di chimica – *A) Classificazione e composizione della materia, B) Proprietà della materia, e C) Trasformazioni chimiche* –, mentre ai docenti, nel questionario, viene chiesto di dichiarare se abbiano svolto o meno quattro argomenti di chimica – *A) Classificazione, composizione e struttura delle particelle della materia, B) Soluzioni, C) Proprietà e usi di acidi e basi comuni, D) Trasformazioni chimiche*. Non essendo riuscita a trovare collegamenti sempre univoci tra l'uno e l'altro criterio di classificazione, ho dovuto escludere le domande di chimica dalla ricerca.

Per quanto riguarda la fisica, il 98,3% degli insegnanti italiani, contro l'85,2% della media internazionale, dichiara di aver svolto l'argomento *Stati fisici e cambiamenti della materia*, ma i risultati dei nostri studenti superano la media soltanto di uno 0,63%. Ancora, il 92,7% dei professori italiani dichiara di aver svolto l'argomento *Energia, trasformazioni, calore e temperatura*, a fronte del 78,1% della media internazionale, ma i nostri studenti si collocano solo 1,11 punti al di sopra della media. Sorprendentemente, poi, gli studenti italiani ottengono i risultati migliori in fisica (3,14 punti sopra la media internazionale) proprio nell'argomento *Proprietà basilari di luce e suono*, che i nostri insegnanti dichiarano di aver svolto molto poco: 31,5%, contro una media internazionale di 69,2%.

I risultati degli studenti italiani in scienze della Terra sono significativamente superiori alla media internazionale in tutti e quattro gli argomenti toccati dall'indagine, forse anche perché si tratta di temi che i ragazzi ricordano meglio, essendo generalmente trattati proprio nell'ultimo anno delle scuole medie. Al di là di ciò, emergono comunque alcuni dati anomali: i risultati meno positivi (4,35 punti sopra la media) si hanno nell'argomento *Struttura e caratteristiche fisiche della Terra*, proprio quello che gli insegnanti italiani dichiarano di svolgere in percentuale maggiore, 82,5% contro il 70,3% della media internazionale. Gli altri tre argomenti sono svolti in Italia in percentuali molto simili a quelle

della media internazionale, eppure in uno dei tre, *Risorse della Terra, loro uso e conservazione*, i nostri studenti eccellono, con risultati di 11,38 punti superiori alla media.

Dei 16 argomenti di scienze così analizzati (tutti tranne i quattro di chimica esclusi per difficoltà tecniche), 8 hanno rivelato forti incongruenze tra curricolo realizzato e curricolo appreso: 3 su 7 in biologia (A), 3 su 5 in fisica (C), 2 su 4 in scienze della Terra (D):

A.b) Cellule e loro funzioni;

A.c) Riproduzione ed ereditarietà;

A.d) Diversità e selezione naturale;

C.a) Stati fisici e cambiamenti della materia;

C.b) Energia, trasformazioni, calore e temperatura;

C.c) Luce e suono;

D.a) Struttura e caratteristiche fisiche della Terra;

D.c) Risorse naturali, loro uso e conservazione.

La tabella 5.4 mostra anche la situazione delle domande rilasciate[30] (terzultima e penultima colonna) afferenti ai quattro domini di contenuto e, più in particolare, a ciascun argomento di scienze esaminato. Complessivamente, le domande rilasciate sono circa il 40% del totale (99 su 242), distribuite in maniera non del tutto omogenea tra i quattro domini di contenuto, da un minimo di 33% in chimica (18 su 54) a un massimo di poco più del 50% in fisica (29 su 59).

Per quanto riguarda gli otto argomenti sopra citati, in vista di futuri approfondimenti e sviluppi, mi interessava verificare due cose: da un lato che le domande rilasciate fossero numericamente rappresentative di ciascun argomento, e dall'altro che le incongruenze riscontrate con l'analisi dei dati complessivi si ripresentassero anche prendendo in considerazione soltanto le domande rilasciate. Entrambe le condizioni sono

[30] Quelli rilasciati sono i quesiti che, terminata l'indagine del 2011, sono stati esclusi dalle future rilevazioni per essere sostituiti. Si tratta di un processo ordinario in questo tipo di indagini, che ha da un lato lo scopo di eliminare le domande dimostratesi meno "funzionanti" e dall'altro quello di rinnovare e mantenere sempre attuali le prove senza perdere la continuità – e quindi la possibilità di analisi diacroniche – tra ciascuna rilevazione e le precedenti. Dovendo essere riutilizzate negli anni successivi, le domande non rilasciate vengono mantenute segrete, mentre quelle rilasciate possono essere visionate e utilizzate, in Italia previo consenso da parte dell'INVALSI, per motivi di studio o ricerca.

state verificate, con percentuali di domande rilasciate sul totale comprese tra il 28,6% dell'argomento *Stati fisici e cambiamenti della materia* e il 76,5% di *Energia, trasformazioni, calore e temperatura*, e con incongruenze a volte più lievi e a volte più accentuate, ma tendenzialmente coerenti con quelle evidenziate dall'analisi sui dati complessivi.

L'allegato C (quesiti selezionati) elenca le domande rilasciate afferenti a ciascuno degli otto argomenti individuati per la scarsa coerenza tra curricolo realizzato e curricolo appreso, corredate da tutte le informazioni sin qui raccolte. Si tratta di 31 domande – qualcuna suddivisa in più quesiti – che verranno poi selezionate per lo studio sul campo e usate per redigere il fascicolo studenti da somministrare nelle scuole.

L'ultima colonna della tabella 5.4 riporta, per ciascun argomento, la percentuale di domande incluse nella prova TIMSS 2011, ma valutate inappropriate al curricolo italiano secondo il parere degli esperti consultati dall'INVALSI per la TCMA. Questo valore è dunque pari a zero quando tutte le domande afferenti all'argomento toccano temi generalmente svolti nelle scuole italiane, mentre cresce al crescere del numero di domande per argomento che riguardano temi spesso non trattati in Italia. L'accordo tra questo dato e il corrispettivo emerso dall'analisi dei questionari insegnanti non è perfetto: ad alcuni argomenti che gli insegnanti hanno dichiarato di svolgere in percentuali altissime, infatti, corrispondono valori che si discostano significativamente dallo zero (es: *Cellule e loro funzioni*); al contrario ad alcuni argomenti che gli insegnanti hanno dichiarato di svolgere molto poco corrispondono valori prossimi allo zero (es: *Elettricità e magnetismo*). In qualche caso tale disaccordo potrebbe contribuire a spiegare le incongruenze sopra evidenziate.

### *5.2 Focus group*

Per orientare la ricerca (anche nei dettagli di modi e tempi di intervento a scuola) e per delineare e sviluppare le ipotesi di ricerca, in una fase ancora esplorativa, ho stabilito di raccogliere attraverso un *focus group* il punto di vista di alcuni insegnanti sulle questioni sin qui emerse.

Il *focus group* è una tecnica qualitativa di rilevazione dati utilizzata nella ricerca sociale che si basa sulle informazioni che emergono da una discussione di gruppo su un tema

o un argomento che il ricercatore desidera indagare in profondità (Zammuner, 2003). L'idea di fondo è che il dibattito di gruppo possa aiutare le persone a esplorare e chiarire le proprie opinioni in un processo che va dall'esplicitazione delle posizioni individuali alla creazione di nuovi ambiti comuni di comprensione reciproca (Cataldi, 2009). La risposta che si cerca è di gruppo, non individuale, e le differenze di opinione devono ampliare ma non offuscare la risposta di gruppo.

Il moderatore di un *focus group* ha essenzialmente il compito di facilitare la discussione: stabilisce le regole di interazione e decide il tema di discussione, ma, al di là di questo, può avere un ruolo più o meno ampio, scegliendo di rimanere in disparte o di condurre attivamente il confronto. Generalmente, durante lo svolgimento del dibattito, il moderatore non è solo con il gruppo, ma coadiuvato da un assistente che può assumere il ruolo di osservatore esterno o affiancare il moderatore nella conduzione della discussione (Albanesi, 2004).

I *focus group* presentano vantaggi e svantaggi: come tutte le interviste di gruppo, permettono di raccogliere molte informazioni in poco tempo, di avere un confronto tra idee e punti di vista differenti e di ottenere risposte articolate; d'altro canto, i partecipanti si possono influenzare a vicenda, possono emergere leader che condizionano gli altri, e può capitare che qualcuno si vergogni di esprimere le proprie opinioni (Cohen, 2007). Per minimizzare questo rischio è opportuno che i partecipanti non si conoscano o non abbiano, quanto meno, una relazione interpersonale di tipo gerarchico.

Per quanto riguarda l'analisi e l'interpretazione dei dati derivati da un focus group, bisogna tener presente che i risultati ottenuti attraverso tale tecnica non possono essere proiettati sull'intera popolazione in quanto l'esiguo numero dei partecipanti e la strategia di campionamento qualitativo dei gruppi non conferisce valore proiettivo di tipo statistico. D'altro canto, la peculiarità e potenzialità di questo strumento risiede nella possibilità di essere utilizzato insieme a strumenti quantitativi per spiegare il perché e il come di specifici eventi (Migliorini e Rania, 2001).

### 5.2.1 Progettazione del *focus group*

Nel progettare il *focus group* per prima cosa ho pianificato gli obiettivi, i partecipanti auspicati e le linee guida di conduzione dell'intervista; ho poi preparato i materiali da usare e alcune domande stimolo per avviare la discussione.

**OBIETTIVI**

L'idea di condurre un *focus group* è nata dalla necessità di raccogliere idee, stimoli e suggerimenti nella forma più aperta possibile, con un approccio qualitativo e poco strutturato. L'obiettivo di questa fase non era infatti raccogliere dati confrontabili, ma piuttosto ampliare il mio punto di vista e far emergere nuovi orizzonti interpretativi, non tanto per verificare le ipotesi di ricerca quanto per svilupparle e delinearle meglio.

In particolare mi proponevo di raccogliere opinioni, percezioni e atteggiamenti dei partecipanti riguardo alla relazione tra curricolo realizzato e curricolo appreso emersa dall'analisi preliminare dei dati TIMSS 2011. Mi interessava indagare la loro interpretazione della classificazione in domini di contenuto e argomenti proposta nel questionario insegnanti, e approfondire la loro percezione di argomento "svolto" o "non svolto". Rispetto ad alcuni quesiti selezionati, mi prefiggevo di far emergere possibili spiegazioni per l'andamento incongruente degli studenti italiani e di capire se valesse la pena di approfondire ulteriormente lo studio in quella direzione.

In vista di una possibile rielaborazione per la fase successiva di sperimentazione nelle scuole, mi interessava anche sottoporre agli insegnanti una parte dei materiali estratti dall'indagine TIMSS 2011 per testare il loro funzionamento.

**PARTECIPANTI**

I partecipanti designati per il focus group erano insegnanti di matematica e scienze nella scuola secondaria di primo grado, in un numero compreso tra 7 e 12, in modo da favorire il buon andamento dell'intervista[31]. Per giungere a tale numero ho contattato e invitato personalmente 18 insegnanti di mia conoscenza. Visto il carattere preliminare ed

[31] Secondo Cohen (2007, pag 377), è fondamentale valutare bene la dimensione del gruppo, evitando che esso risulti troppo piccolo (perché *le dinamiche interne al gruppo eserciterebbero un effetto sproporzionato*) o troppo grande (perché il gruppo potrebbe *diventare scomodo e difficile da gestire, si frammenterebbe*). [Traduzione mia]

esplorativo di questa fase di indagine, ho cercato di coinvolgere persone particolarmente interessate e collaborative, tralasciando la rappresentatività del campione e altre fonti di *bias*[32]. Gli insegnanti coinvolti, infatti, avevano dimostrato in passato un interesse particolare tanto per i problemi e le questioni della scuola quanto per lo sviluppo della propria professionalità individuale, avendo avuto anche un percorso di studi e di formazione tendenzialmente superiore alla media (dottorato, SSIS, master e specializzazioni di vario genere).

**LINEE GUIDA E MATERIALI DI SUPPORTO**

Ho stabilito di realizzare il *focus group* nei primi giorni di luglio (2014), evitando la sovrapposizione con eventuali impegni scolastici da parte degli insegnanti partecipanti, in tarda mattinata, così da dar loro il tempo di arrivare in tutta tranquillità. Nella preparazione alla conduzione dell'intervista ho fatto tesoro di una serie di consigli pratici ricavati dalla letteratura consultata: da piccole attenzioni come il predisporre qualcosa da mangiare e da bere, alla gestione ordinata della registrazione audio, fino alla cura e all'attenzione costante alle dinamiche di gruppo e al modo di presentare le domande o i temi di discussione.

Per avviare e stimolare il dibattito sul concetto di curricolo realizzato, facendo nel contempo familiarizzare i partecipanti con l'approccio e con la terminologia dell'indagine TIMSS, ho predisposto un breve questionario da compilare (allegato D), estrapolato dal questionario insegnanti di TIMSS 2011 e comprendente, oltre alla prima pagina di informazioni generali, tutte le domande relative al curricolo di scienze.

A corredo del questionario ho preparato alcune domande stimolo per indirizzare la discussione sui temi per me più rilevanti:

- Potreste aggiungere il grado di approfondimento con cui avete affrontato gli argomenti in classe, da 1 (superficiale) a 4 (molto approfondito)?
- Che cosa pensate di questa classificazione? Corrisponde con le indicazioni nazionali italiane e/o con la vostra programmazione a scuola? Manca qualcosa?
- Vi viene in mente qualche argomento che non è stato compreso dai vostri studenti, anche dopo averlo spiegato e terminato?

[32] Alcuni degli insegnanti contattati si conoscevano per aver condiviso precedenti esperienze e tutti conoscevano me. Ciò avrebbe potuto essere di ostacolo alla sincerità di argomentazione durante l'intervista, si rendeva quindi necessaria una mia particolare attenzione, come moderatrice, nel sollecitare l'intervento sereno di tutti e nell'incoraggiare l'espressione di idee diverse da quelle già proposte.

- Avete altri commenti sul questionario?

Ho poi selezionato, come argomento di discussione nel *focus group*, 12 quesiti afferenti a due argomenti di biologia (B) e a due di fisica (F), in base alla massima discrepanza rilevata nell'analisi preliminare tra curricolo realizzato e curricolo appreso:

B-1. Riproduzione ed ereditarietà;

B-2. Ruolo della variazione e dell'adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie;

F-1. Stati fisici e cambiamenti della materia;

F-2. Proprietà fondamentali/comportamento della luce e del suono.

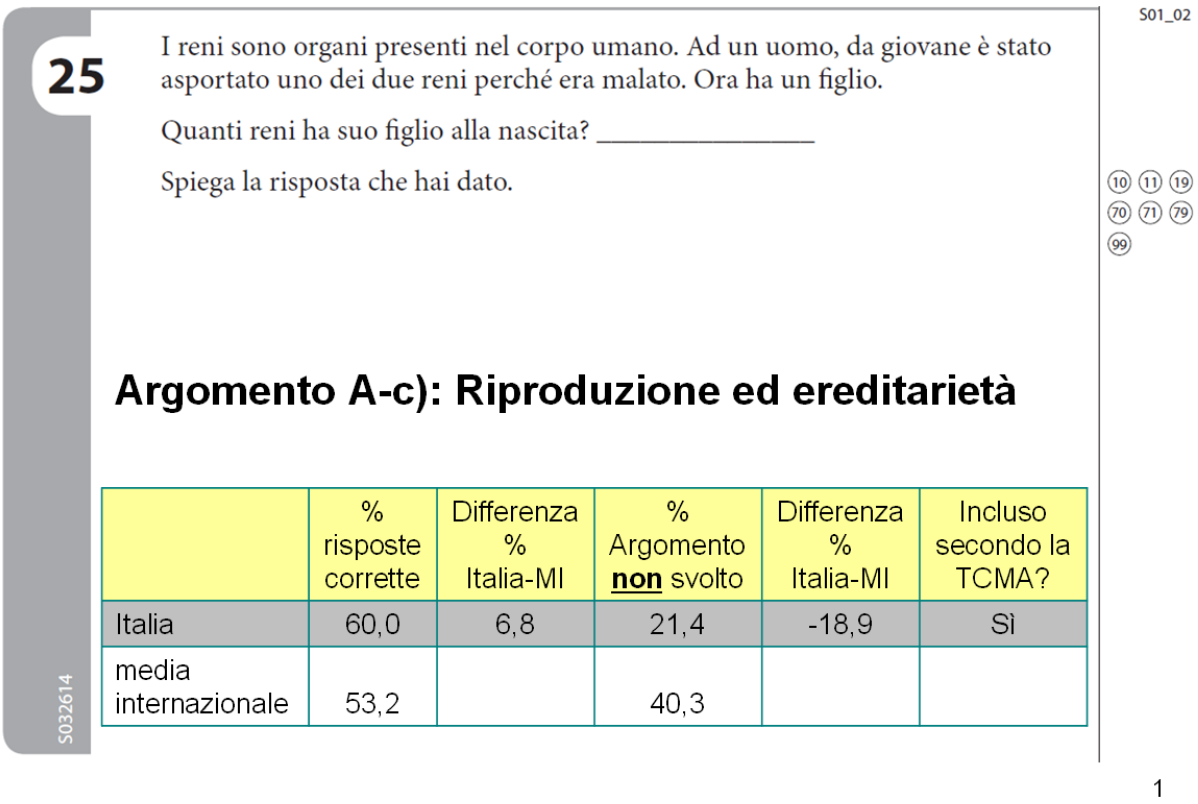
Nelle domande riferite agli argomenti B-1 e F-1, che la maggior parte degli insegnanti ha dichiarato di svolgere in percentuali altissime, gli studenti hanno ottenuto risultati scarsi; mentre hanno risposto meglio del previsto alle domande relative agli argomenti B-2 e F-2, che gli insegnanti hanno dichiarato di svolgere meno.

Per mostrare e discutere i 12 quesiti selezionati ho preparato una presentazione PowerPoint (la cui prima diapositiva è illustrata in figura 5.2 a titolo esemplificativo) contenente, per ciascun quesito: l'argomento, la percentuale di risposte corrette in Italia e nella media internazionale, la percentuale di insegnanti che dichiarano di non aver svolto l'argomento e la valutazione (sì/no) degli insegnanti consultati per la TCMA[33]. Ai partecipanti, inoltre, ho fornito un fascicolo cartaceo per permettere loro di seguire meglio e di esprimere per iscritto le proprie opinioni e osservazioni sui quesiti presentati.

Anche in questo caso, per accompagnare la presentazione e indirizzare la discussione su ciascun quesito, ho predisposto alcune domande stimolo:

- Secondo voi, come è stato classificata questa domanda? A quale tra gli argomenti che abbiamo visto insieme fa riferimento?
- Come pensate che andrebbero i vostri studenti? In quale percentuale risponderebbero correttamente?
- Avete trattato questo argomento nelle vostre classi?
- Secondo voi, in generale, viene svolto o no, questo argomento, nelle scuole italiane?

[33] La presentazione completa è riportata integralmente nell'allegato E.




| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 60,0 | 6,8 | 21,4 | -18,9 | Sì |
| media internazionale | 53,2 | | 40,3 | | |

Figura 5.2: Prima diapositiva della presentazione impiegata per mostrare e discutere i quesiti durante il focus group con gli insegnanti.

Per facilitare la moderazione del *focus group*, ho poi approntato una griglia di discussione nella quale ho ricapitolato in ordine tutti i passaggi importanti, le informazioni da fornire ai partecipanti e i materiali da presentare. La struttura dell'incontro pianificata era infatti piuttosto complessa, prevedendo momenti di riflessione individuale (anche scritta) sui materiali, alternati a momenti di condivisione e scambio di punti di vista.

### 5.2.2 Realizzazione del *focus group*

Il *focus group*, che ha avuto una durata di poco meno di 3 ore, si è svolto giovedì 3 luglio 2014, dalle ore 10:00 alle 13:00, presso il Dipartimento di Ricerca Educativa e Didattica (DiPed) in via della Madonna dei Monti.

Hanno partecipato 8 insegnanti di matematica e scienze, in servizio in 8 diverse scuole secondarie di primo grado, tutte localizzate nel comune di Roma.

Con il consenso dei partecipanti, l'intervista è stata interamente audio registrata e tutti gli interventi rilevanti sono stati trascritti in tempo reale in un documento di testo.

Come anticipato, oltre a conoscere me, diversi partecipanti si conoscevano tra loro; consapevole dei rischi legati a questa possibile fonte di errore sistematico, ho sollecitato fin dall'inizio l'intervento di tutti e l'espressione di idee diverse da quelle già proposte e da quelle più socialmente desiderabili. La mia impressione – ma ero forse troppo coinvolta nella situazione per poter essere imparziale – è che i rapporti amichevoli abbiano anzi contribuito a promuovere un ambiente di discussione collaborativo e una conversazione serena e piacevole per tutti.

Come previsto, dopo una breve presentazione dei partecipanti, dell'assistente moderatore e del suo ruolo, del metodo e degli obiettivi dell'intervista, dell'indagine TIMSS e del suo impianto teorico, si è avviata la somministrazione del questionario sul curricolo, che ognuno ha compilato autonomamente per poi discuterne insieme, con particolare attenzione agli aspetti riguardanti il curricolo realizzato, la classificazione degli argomenti proposta dal quadro di riferimento TIMSS e l'eventuale maggiore difficoltà per gli studenti nel comprendere alcuni argomenti rispetto ad altri.

Il dibattito è proseguito con l'analisi dei 12 quesiti rilasciati afferenti ai quattro argomenti selezionati e, come previsto, agli insegnanti partecipanti è stato chiesto, per ciascun quesito, di provare a classificarlo secondo gli argomenti proposti nel questionario insegnanti, di stimarne la facilità percentuale, di segnalare se avessero svolto o meno l'argomento nelle loro classi, e di valutare se si trattasse di un argomento generalmente svolto oppure no nelle scuole italiane. Queste informazioni sono state raccolte in forma scritta per permetterne una successiva analisi più approfondita (fig. 5.3).

Una volta terminato l'esame degli quesiti, ha preso il via una lunga conversazione animata, che ha spaziato spontaneamente, libera dai vincoli dei materiali, in una serie di commenti di grande interesse, e che mi ha fornito, a posteriori, un gran numero di spunti di riflessione.

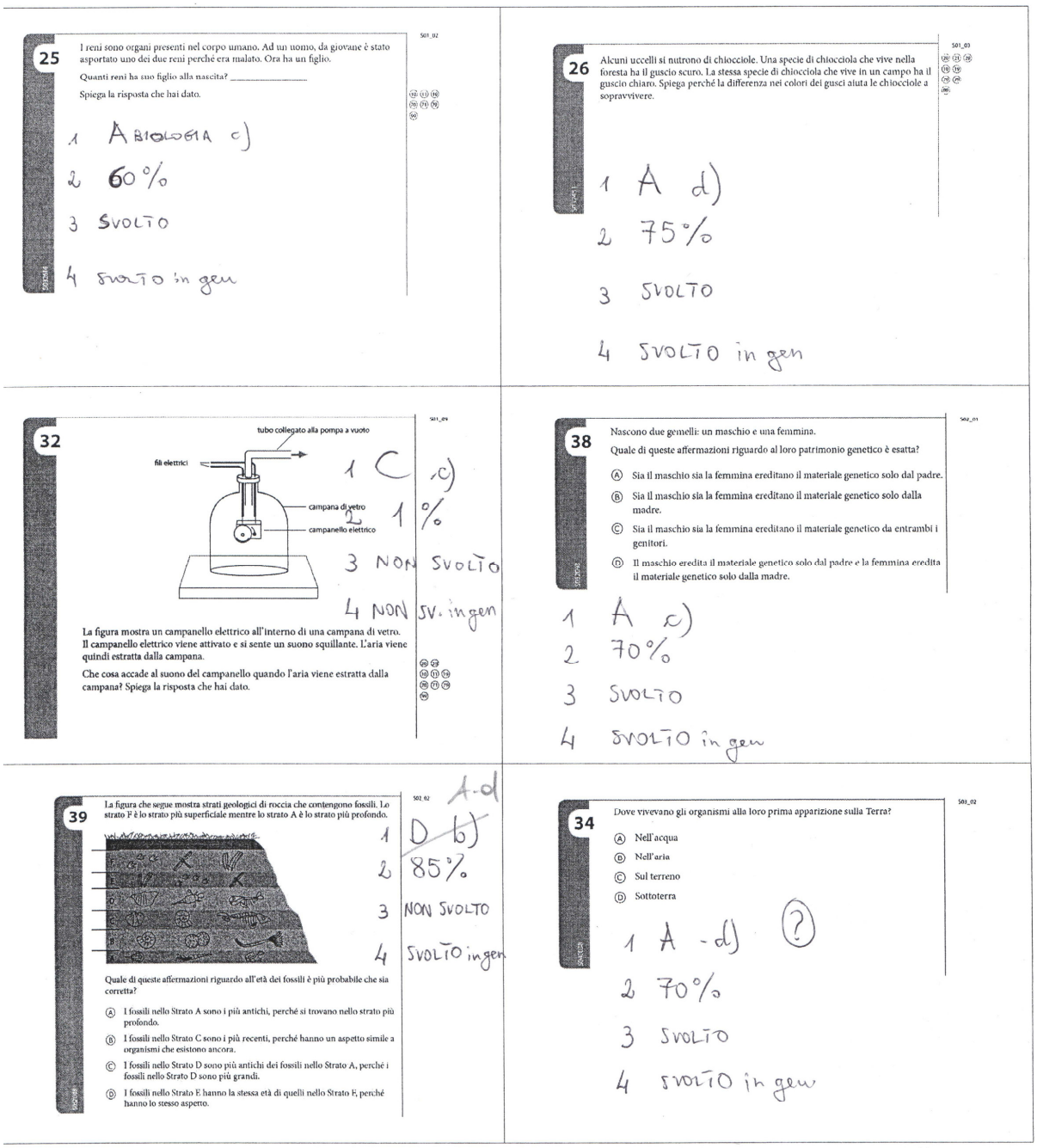



Figura 5.3: Esempio di fascicolo preparato per favorire la discussione sui quesiti selezionati durante il *focus group*, compilato da uno degli insegnanti partecipanti (AC).

### 5.2.3 Analisi dei risultati del *focus group*

Al termine del *focus group*, la sua analisi, a carattere prevalentemente interpretativo ed euristico, ha preso in considerazione sia i materiali compilati dai partecipanti (questionario sul curricolo e commento/interpretazione degli quesiti presentati) sia la discussione, audio registrata, che ha accompagnato e seguito la loro somministrazione. Vista la natura preliminare ed esplorativa di questa fase della ricerca, mi sono concentrata sull'elaborazione di una sintesi narrativa delle principali informazioni emerse nella discussione, senza ricorrere alla trascrizione integrale della registrazione audio (Oprandi, 2000).

Gli 8 partecipanti erano in maggioranza femmine (6 su 8), avevano tendenzialmente un'età compresa tra 30 e 39 anni (6 su 8), un'esperienza di insegnamento limitata (da 4 a 11 anni), una laurea (5 in biologia, 2 in matematica, 1 in scienze naturali), e uno o più titoli di studio superiori alla laurea (7 su 8 tra dottorato, SSIS e master di vario tipo).

Le domande del questionario relative al curricolo di scienze svolto confermano in gran parte le incongruenze riscontrate nei dati nazionali, poiché le dichiarazioni sul curricolo svolto/non svolto dei partecipanti al *focus group* sono state nel complesso simili a quelle degli insegnanti campionati per l'Italia dall'indagine TIMSS. Il 100% dei partecipanti ha dichiarato di aver trattato gli argomenti di biologia e di fisica risultati, a livello nazionale, molto svolti ma con scarsi risultati (*Cellule e loro funzioni*; *Riproduzione ed ereditarietà*; *Stati fisici e cambiamenti della materia*; *Energia, trasformazioni, calore e temperatura*). I due argomenti *Proprietà fondamentali di luce e suono* e *Uso* e *conservazione delle risorse naturali*, sono risultati i meno svolti, rispettivamente, nel dominio di fisica e in quello di scienze della Terra, in accordo con quanto emerso a livello nazionale e in contrasto con i buoni risultati degli studenti italiani nelle prove cognitive. L'argomento *Struttura e caratteristiche fisiche della Terra* si conferma invece come uno dei più svolti, nonostante i risultati meno positivi degli studenti. L'unico elemento di disaccordo tra i dati raccolti con il *focus group* e quelli forniti dal questionario insegnanti TIMSS riguarda l'argomento di biologia *Diversità e selezione naturale*, che gli insegnanti partecipanti al *focus group* hanno dichiarato di svolgere all'87,5%, contro il 63,7% del dato nazionale, ma in accordo con gli ottimi risultati degli studenti italiani.

Il dato relativo al grado di approfondimento di ciascun argomento, inserito a posteriori dietro mia indicazione esplicita, non sembra aggiungere informazioni significative, in quanto ad alte percentuali di svolgimento corrisponde un alto livello di approfondimento e a basse percentuali di svolgimento un basso livello di approfondimento.

Durante la compilazione del questionario, sono emerse alcune perplessità nell'interpretazione delle domande relative al curricolo svolto/non svolto. È stato fatto presente che alcuni argomenti mettono insieme concetti generalmente trattati in anni diversi:

> *DL: Riproduzione sessuata e asessuata ed ereditarietà… Questo cominci in prima e termini in terza, cioè perché l'ereditarietà è più un lavoro di terza, però riproduzione sessuata ed asessuata invece è in prima.*

Altri argomenti comprendono concetti svolti solo in parte:

> *AC: Io su alcune, tipo la 36, l'ultima di fisica [forze e moto] alcune cose le faccio e altre no… e allora, vabbè, ho messo "insegnato in un anno precedente", però non tutto.*

La domanda 37, tratta dalla pagina 20 del questionario – *Alla fine di quest'anno scolastico, quale percentuale di tempo avrà dedicato approssimativamente all'insegnamento di ognuno dei seguenti contenuti di scienze per gli studenti di questa classe?* – ha mostrato una difficoltà di interpretazione. Durante la compilazione del questionario, infatti, i partecipanti si sono domandati se l'informazione richiesta riguardasse esclusivamente l'ultimo anno scolastico o l'intero triennio di insegnamento alla classe e, dopo un breve confronto, il gruppo ha stabilito di interpretarla come relativa solo all'ultimo anno:

> *DL: Quindi nella domanda 37 sulla percentuale faccio riferimento non al periodo dei tre anni?*
> *GR: Penso solo a questa classe, quindi solo quell'anno.*
> *DG: Anche io interpreto così, cioè che riguarda solo l'ultimo anno.*

Le risposte relative alla domanda 37 fornite dai partecipanti sono schematizzate di seguito nella tabella 5.5.

| | tempo dedicato a ciascun dominio di contenuto (% media) | tempo dedicato a ciascun dominio di contenuto (% minima e massima) |
|---|---|---|
| Biologia | 38,1% | 25-50% |
| Chimica | 1,6% | 0-8% |
| Fisica | 20% | 10-30% |
| Scienze della Terra | 37,5% | 25-50% |

Tabella 5.5: Sintesi delle dichiarazioni degli insegnanti partecipanti al focus group tratte dalla domanda 37 del questionario sul curricolo. La prima colonna indica il valore medio percentuale di tempo dedicato a ogni dominio di contenuto, mentre la seconda colonna mostra la varianza, data dalle percentuali minima e massima dichiarate[34].

Per quanto concerne la domanda 43 – *Quanto si sente preparato/a ad insegnare i seguenti argomenti di scienze?* – quelli più volte menzionati dai partecipanti come gli argomenti nei quali si sentono non ben preparati sono stati:

- *Interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema ed effetti dei cambiamenti sull'ambiente fisico della popolazione* (menzionato da 3 degli intervistati).
- *Motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo ed effetti della crescita della popolazione sull'ambiente* (menzionato da 4 degli intervistati).
- *Trasformazioni chimiche* (menzionato da 2 degli intervistati).
- *Proprietà fondamentali/comportamento della luce e del suono* (menzionato da 3 degli intervistati).
- *Elettricità e magnetismo* (menzionato da 3 degli intervistati).

Durante la discussione seguita alla compilazione dei questionari, gli insegnanti sono stati invitati a riflettere sulla classificazione del curricolo proposta dal questionario TIMSS e sugli elementi di discordanza tra questa classificazione e la programmazione con cui sono abituati a lavorare a scuola. Alcuni di loro hanno evidenziato argomenti a loro parere importanti, ma assenti nel curricolo valutato dall'indagine TIMSS; di seguito elenco alcune delle frasi più significative:

[34] Gli argomenti indicati come "altro", che costituiscono il restante 2-3%, sono sostanzialmente *Igiene e salute,* che nella classificazione TIMSS ricadrebbero nella biologia.

*GT: Nella parte di biologia non è esplicitamente citata la trattazione degli animali, le suddivisioni, le piante, ecc. che, per lo meno con i ragazzini di prima media, mi hanno permesso di fare bei lavori, perché a loro interessa molto!*

*DG: Sulla parte di scienze della Terra non vedo riferimenti alla storia della vita, che si intreccia con la biologia.*

*GT: Secondo me manca, ed è invece importante, un riferimento esplicito all'utilizzo degli strumenti matematici per lavorare in scienze, cioè piani cartesiani, rette, parabole […]; oppure l'utilizzo di grafici, istogrammi, aerogrammi […]. Visto che la matematica è il linguaggio delle scienze, sarebbe opportuno farne un riferimento esplicito nel curricolo.*

*AC: Mi fa venire in mente anche l'assenza dell'orientamento, non è citato in modo esplicito. Io l'avrei inserito in Terra nel sistema solare, con coordinate, mappe ecc.*

Altri hanno rilevato l'inadeguatezza dei libri di testo, e spesso di conseguenza anche del metodo di insegnamento, rispetto agli argomenti più trasversali elencati nel questionario TIMSS:

*GR: Nella parte di biologia,* Motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo e Salute umana*, che poi in realtà magari sono argomenti anche più… cioè di interesse, legati alla realtà, io non li approfondisco e secondo me anche sui libri non vengono trattati.*

*DL: Scienze della Terra, Uso e conservazione delle risorse naturali, risorse rinnovabili ecc. Questa sarebbe una parte molto bella. A parte nei libri non mi sembra che sia trattata bene, anche questa è trattata in appendice, no? Un po' come la salute […] Cioè, questi argomenti un po' trasversali, che forse bisognerebbe approfondire, sono quelli che poi alla fine né i libri né noi poi riusciamo a lavorarci più di tanto, perché non c'è tempo, non lo so.*

La domanda successiva – *Vi viene in mente qualche argomento che non è stato compreso dai vostri studenti? Qualche argomento particolarmente ostico, del quale, pur trattandolo in maniera approfondita, vi rendete conto che ai ragazzi non rimane niente?* – era pensata per favorire l'affioramento spontaneo di spiegazioni per le incongruenze negative tra curricolo realizzato dagli insegnanti e curricolo appreso dagli studenti, prima ancora di averle menzionate. Tra gli argomenti problematici, il primo ad essere nominato è stato la genetica, con tutte le sue implicazioni e soprattutto nel collegamento tra gli esperimenti di Mendel, la cellula, il DNA e la sua funzione:

*AC: Tutto ciò che riguarda la genetica.*

*VS: Brava! Quello pure io!*
*AC: Ma proprio tutto. Finanche, quest'anno, gli schemini…*
*VS: Un pianto. Cioè, loro lo fanno anche quel quadrato, però di fatto lo sanno anche fare, ma non capiscono, o per lo meno io non arrivo a fargli capire, il senso globale di quello che stanno facendo.*
*DL: Io ho fatto esami in una classe che non era la mia, e, siccome molti hanno portato l'energia nucleare, ho chiesto qual è la molecola che viene danneggiata dal nucleare. Non sapevano dire DNA… Questa forse è l'unica cosa importante.*

L'argomento *Riproduzione ed ereditarietà*, in effetti, è proprio quello che mostra i risultati più scarsi degli studenti italiani in rapporto alle dichiarazioni di svolgimento dei loro insegnanti. L'altro tema individuato come particolarmente ostico sono state le trasformazioni chimiche, argomento però escluso dal mio studio e per il quale non ho dunque dati confrontabili.

La seconda parte del *focus group* ha preso spunto dall'analisi dei 12 quesiti TIMSS 2011 rilasciati e selezionati, afferenti agli argomenti con massima discrepanza tra curricolo realizzato e curricolo appreso: *Riproduzione ed ereditarietà*; *Ruolo della variazione e dell'adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie*; *Stati fisici e cambiamenti della materia*; *Proprietà fondamentali/comportamento di luce e suono*.

Agli insegnanti è stato chiesto, domanda per domanda, di provare a classificarla secondo gli argomenti proposti nel questionario insegnanti, allo scopo di verificare la coerenza tra le dichiarazioni degli insegnanti riguardo al curricolo svolto/non svolto e le domande incluse nella prova cognitiva degli studenti. Dei 12 quesiti proposti, 3 in effetti – tutti di biologia – sono stati mal collocati: la domanda 25 (numero di reni alla nascita) è stata classificata da 2 degli 8 partecipanti nell'argomento *Organi e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi*, anziché in *Riproduzione ed ereditarietà*. La domanda 29 (condizioni per la germinazione) è stata mal classificata da 5 insegnanti su 8, anziché in *Riproduzione ed ereditarietà*, in *Organi e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi* oppure in *Cellule e loro funzioni*. La domanda 39 (strati di rocce con fossili) è stata classificata da tutti e 8 gli insegnanti nell'argomento *Processi, cicli e storia della Terra* (appartenente all'ambito delle *scienze delle Terra*) anziché in *Ruolo di variazione e adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie in un ambiente che cambia* (appartenente all'ambito della *biologia*). In quest'ultimo caso, dunque, l'errore non ha

riguardato soltanto l'argomento, ma persino il dominio di contenuto, coerentemente con quanto già emerso dalla discussione collettiva sulla classificazione del curricolo proposta da TIMSS:

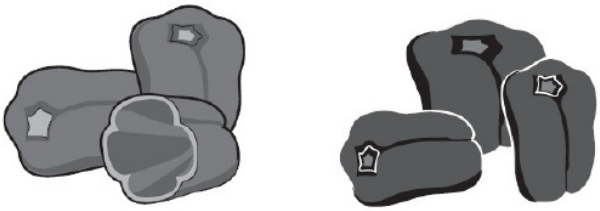
> *DG: Sulla parte di scienze della Terra non vedo riferimenti alla storia della vita, che si intreccia con la biologia.*

La facilità di ciascun quesito è stata più spesso sovrastimata che sottostimata dai partecipanti al *focus group*, soprattutto nelle domande aperte, che risultano tendenzialmente più difficili, indipendentemente dall'argomento implicato. Le domande a risposta chiusa permettono agli studenti di collegare le proprie informazioni, anche quando non conoscono bene l'argomento, e li aiutano a gestire l'ansia di fronte a domande che richiedono un ragionamento.

**18**

Chiara ed Emiliano stanno studiando le piante. Hanno imparato che caratteristiche come l'altezza delle piante e il colore dei frutti sono ereditarie.

Osservano alcuni peperoni verdi e rossi.



Peperoni verdi Peperoni rossi

Chiara pensa che siano tipi diversi di peperoni, perché hanno colori diversi.

Emiliano pensa che siano lo stesso tipo di peperone e che i peperoni rossi siano rossi perché sono stati lasciati sulla pianta più a lungo e sono maturati.

Descrivi come preparare un'indagine per decidere chi tra Chiara ed Emiliano ha ragione.

Figura 5.4: *Investigazione di peperoni verdi/rossi*.

La valutazione di quanto avessero personalmente svolto il tema di ciascuna domanda non ha mostrato particolari incongruenze con le valutazioni generali

sull'argomento di appartenenza: non sono state evidenziate, cioè, domande relative a temi poco svolti classificate in argomenti generali molto svolti, né viceversa. E l'unica netta contraddizione con le dichiarazioni utilizzate per la TCMA ha riguardato la domanda 46 (figura 5.4), il cui tema, secondo il parere degli intervistati, viene generalmente trattato nelle scuole italiane.

Nella fase di analisi collettiva delle domande gli insegnanti hanno fatto molti commenti puntuali su ciascuna domanda e sono anche emersi argomenti e considerazioni più generali. Alcune domande sono state giudicate spiazzanti:

> *VS: È troppo aperta, ti spiazza un po', non è che chiedeva niente di che, non serve andare a scuola."*

Di altre è stato evidenziato come l'argomento principale non fosse tanto il contenuto disciplinare, quanto il metodo (ad esempio saper progettare un esperimento), e come questa parte fondamentale della formazione scientifica non fosse inclusa negli argomenti curricolari proposti nel questionario:

> *MV. :Per ricollegare alle cose di prima, tu prima ci chiedevi cosa manca nella classificazione degli argomenti… Effettivamente ci ho riflettuto adesso, guardando questa domanda, e c'è una cosa a cui io dedico molto tempo, soprattutto in prima, ma poi anche in seconda e in terza, che è proprio il metodo scientifico, che secondo me è alla base di una risposta di questo tipo. […] Io dedico tantissime ore a questo.*

Tale ambiguità, riferita in particolare al quesito 46 (investigazione di pomodori verdi/rossi), potrebbe aver influito anche sulle risposte degli insegnanti campionati per la TCMA e sulla discordanza tra dato della TCMA e dato dei questionari.

Dal *focus group* sono emersi alcuni concetti fondamentali che hanno fortemente indirizzato il proseguimento della ricerca. Le incongruenze presentate tra curricolo realizzato e curricolo appreso, per quanto in parte spiegabili analizzando i singoli quesiti, hanno interessato e incuriosito gli insegnanti partecipanti, che, nel corso della discussione, hanno proposto diverse interpretazioni e spiegazioni.

È emerso il ruolo degli insegnanti di altre materie, che spesso trattano alcuni tra gli argomenti inclusi nella prova di scienze TIMSS: la struttura della Terra, ad esempio, viene svolta anche in geografia, l'energia e le fonti energetiche anche in tecnologia.

Le incongruenze tra curricolo realizzato e curricolo appreso potrebbero essere interpretate come spia di un malfunzionamento dell'insegnamento delle scienze nelle scuole medie. Alcuni partecipanti hanno ipotizzato che una causa possa essere il modello di insegnamento ancora in gran parte di tipo trasmissivo, anziché collaborativo e costruttivista, un insegnamento che tralascia la riflessione a vantaggio della nozione, il che spiegherebbe i migliori risultati degli studenti italiani nelle domande di conoscenza rispetto a quelle di ragionamento.

> *MV: Laddove c'è apprendimento trasmissivo non c'è spazio per il ragionamento. […] Nei libri non c'è alcuna attenzione a una didattica costruttivista."*
>
> *GR: Negli argomenti non trattati a scuola usano il cervello e ragionano, nell'argomento trattato a scuola rimangono legati a uno schema scolastico. […] Forse quando insegniamo non li lasciamo liberi di ragionare, di strutturare un ragionamento loro.*

Altri insegnanti hanno messo in evidenza il fattore tempo in relazione al curricolo dal svolgere:

> *DG: I collegamenti hanno bisogno di più tempo per essere sviluppati.*
>
> *GR: Mi sembra che ci sono troppi argomenti diversi tra loro per i ragazzini di quell'età […] e per loro il tempo è poco, per veramente poi averli interiorizzati. […] Io pure man mano sfoltisco sempre più e mi rendo conto che faccio sempre meno cose.*
>
> *DL: Perché dovremmo avere tutti questi argomenti se nessuno riesce a svolgerli?*
> *MV: Per poter scegliere!"*
>
> *GR: Nei paesi che vanno meglio, si fanno lo stesso numero di argomenti? Perché è anche una questione di tempo!"*

Questo ultimo aspetto, che peraltro ha riscontrato grande accordo tra i partecipanti, e in particolare quest'ultimo commento legato all'uso del tempo nei diversi sistemi scolastici, sembra chiudere il cerchio tornando alla TCMA ed è pian piano diventato il centro delle mie attività di ricerca successive.

### *5.3 Il disegno della ricerca*

In seguito alle riflessioni emerse dalle analisi preliminari dei dati TIMSS e dal focus group con gli insegnanti, ho progettato una ricerca sul campo volta a dettagliare e integrare le informazioni ricavate da un'indagine su larga scala quale TIMSS 2011 per cercare di rispondere alle domande di ricerca delineatesi nella fase esplorativa.

Ho dunque pianificato una sperimentazione nelle scuole – organizzata in una fase pilota (capitolo 6) e in uno studio principale (capitolo 7) – mirata ad approfondire la relazione e le incongruenze rilevate tra le dichiarazioni degli insegnanti e i risultati degli studenti, in termini non solo di argomenti svolti/non svolti, ma anche di tempo dedicato ai singoli argomenti, prendendo altresì in considerazione il punto di vista degli studenti.

Contemporaneamente, ho stabilito di eseguire un'analisi statistica secondaria (capitolo 8) a partire dai dati grezzi scaricabili dalla banca dati internazionale di TIMSS 2011. Le elaborazioni sin qui effettuate, infatti – basate sui dati sintetizzati negli almanacchi – prendevano in considerazione i risultati medi in ciascun quesito di tutti gli studenti italiani campionati nell'indagine e li confrontavano con le percentuali medie di svolgimento dichiarate per ciascun argomento da tutti i loro insegnanti; esse non permettevano, però, di raffrontare i risultati di ciascuna classe con le dichiarazioni del proprio insegnante, così da avere una valutazione dell'influenza diretta del processo di insegnamento su quello di apprendimento.

DOMANDA DI RICERCA

Gli studenti che ottengono risultati migliori nelle rilevazioni comparative internazionali hanno ricevuto più informazioni e nozioni nelle scuole dei loro paesi? O hanno invece ragionato di più su pochi argomenti selezionati, sviluppando abilità trasversali, che permettono loro di giungere alla soluzione di un problema anche in mancanza della nozione specifica?

Tutta la mia ricerca è imperniata sul presupposto che la relazione tra curricolo svolto dagli insegnanti e risultati di apprendimento degli studenti possa fornire una chiave per cominciare a rispondere in maniera oggettiva a questo complesso interrogativo.

TEMPI

Ho programmato lo studio principale della ricerca sul campo per il mese di aprile 2015, in modo da farlo coincidere con il regolare periodo di somministrazione dell'indagine TIMSS. Lo studio pilota, di conseguenza, finalizzato al collaudo degli strumenti da usare, doveva essere condotto nella prima parte dell'anno scolastico 2014-2015, così da permettere la sua completa realizzazione, inclusa un'adeguata analisi dei suoi risultati, in tempo per la pianificazione dettagliata dello studio principale.

POPOLAZIONE TARGET

Considerato il focus della ricerca sulla relazione tra i processi di insegnamento e apprendimento e vista anche la difficoltà nel compilare il questionario sul curricolo da parte degli insegnanti che non avevano lavorato con la classe fin dalla prima media durante il *focus group*, la popolazione target, teoricamente composta da tutti gli studenti italiani all'ottavo anno (terza media) e dai loro insegnanti di scienze, è stata limitata ai soli studenti – e insegnanti – con continuità didattica nell'insegnamento delle scienze per l'arco dell'intero triennio di scuola secondaria di primo grado.

CAMPIONE

Avendo come obiettivo principale l'approfondimento qualitativo di dati raccolti attraverso un'indagine ben più vasta, riconosciuta a livello internazionale, realizzata con tempi e risorse di tutt'altra entità, si è stabilito di non selezionare il campione secondo criteri di rappresentatività statistica, ma piuttosto di fattibilità e sostenibilità, selezionando scuole eterogenee dal punto di vista sociale, economico e urbanistico, ma tutte situate nella città metropolitana di Roma Capitale.

STRUMENTI

Per quanto riguarda gli strumenti di raccolta dati per la ricerca sul campo, mi è sembrato opportuno operare con gli stessi strumenti utilizzati in TIMSS 2011, già ampiamente testati e validati a livello nazionale, selezionandoli e ampliandoli in modo da ottenere dati confrontabili con quelli forniti dall'indagine internazionale, ma allo stesso tempo più dettagliati nelle informazioni concernenti il curricolo svolto.

A partire dai materiali messi a disposizione dalla IEA e dall'INVALSI, ho dunque predisposto gli strumenti per la raccolta dati sul campo: un fascicolo studenti (allegato F) e un questionario insegnanti, lievemente ampliato rispetto alla versione usata nel *focus group* (allegato G). Ho scelto, inoltre, di utilizzare alcune interviste individuali per osservare e registrare gli atteggiamenti, le informazioni e gli strumenti logici adottati dagli studenti nell'esecuzione della prova cognitiva (paragrafo 6.2).

## Capitolo 6: STUDIO PILOTA

Per lo studio pilota, stabilito all'inizio dell'anno scolastico 2014-2015, si prospettavano due possibili alternative: condurre la sperimentazione nelle scuole medie, all'inizio del terzo ed ultimo anno, o realizzarla invece alle superiori, nelle classi prime appena formate. In entrambi i casi avrei dovuto rinunciare a una parte delle informazioni.

Scegliendo la prima alternativa, tanto i dati derivati dal fascicolo studenti quanto quelli ricavati dal questionario insegnanti avrebbero risentito del mancato svolgimento di circa un terzo del programma di scienze, quello sviluppato nel corso della terza media. Scegliendo invece le superiori, la sperimentazione avrebbe coinvolto studenti provenienti da classi, scuole e docenti diversi, con un differente programma di studi alle spalle; si sarebbe resa dunque inutile e inattuabile la somministrazione del questionario insegnanti.

Il questionario sul curricolo, del resto, era già stato proposto – nella versione più semplice (allegato D), interamente estrapolata dal questionario insegnanti di TIMSS 2011 – ai docenti intervistati nel focus group: in quell'occasione avevo avuto modo di osservarne sia il generale funzionamento sia alcune criticità di interpretazione. Le integrazioni successive erano limitate e costruite sulla falsariga delle domande precedenti, quindi la loro interpretazione non avrebbe dovuto creare difficoltà ulteriori; inoltre, durante la somministrazione del questionario nello studio principale, io sarei stata sempre presente e avrei potuto fornire a ciascun insegnante tutti i chiarimenti necessari.

Per quanto riguarda il fascicolo studenti, composto assemblando tutti i quesiti rilasciati afferenti agli argomenti selezionati, sebbene non fosse necessaria una validazione

delle singole domande (tratte dall'indagine TIMSS e pertanto già ampiamente testate e validate), sarebbe stato comunque opportuno sottoporlo a pretest per verificare il funzionamento del fascicolo in termini di difficoltà, tempi di svolgimento e chiarezza espositiva.

Le interviste agli studenti, pensate per valutare il loro approccio di fronte ai quesiti e per approfondire la loro percezione del curricolo svolto, erano per me una completa novità. Inserirle nella fase pilota mi avrebbe permesso di prendere dimestichezza con lo strumento, ma soprattutto di riuscire a valutare se includerle, ed eventualmente quante includerne, nello studio principale.

In base alle tempistiche e alle necessità sopra esposte, ho scelto di condurre lo studio pilota su un campione di studenti al primo anno di scuola superiore, anziché di terza media, così da essere certa che le conoscenze e competenze mostrate fossero successive allo svolgimento dell'intero curricolo del primo ciclo di istruzione. In questo modo avrei avuto l'opportunità di testare il fascicolo studenti e di intervistare ragazzi appena usciti dalle scuole medie, con una memoria ancora fresca degli studi conclusi. Chiaramente questa scelta escludeva completamente gli insegnanti dal quadro dello studio pilota, dato che i docenti di scienze alle superiori – per altro non più unici, ma distinti in insegnanti di fisica da una parte e di biologia, chimica e geologia dall'altra – non potevano certamente rendere conto del programma svolto o non svolto dai colleghi che li avevano preceduti.

## *6.1 Il pretest*

### 6.1.1 Progettazione e contesto del pretest

Nel mese di settembre 2014, ad anno scolastico appena cominciato, ho preso contatti con alcune scuole secondarie di secondo grado per avviare il pretest.

Avevo bisogno di un campione numericamente ristretto ma non troppo omogeneo, e, soprattutto, avevo una certa urgenza, poiché, eseguendo il pretest e le interviste troppo in là nel tempo, avrei trovato ragazzi con ricordi più confusi delle scuole medie e "contaminati" con nozioni e concetti scientifici studiati e appresi solo recentemente, nel nuovo contesto di scuola superiore.

Nonostante le lungaggini burocratiche e grazie al prezioso aiuto degli insegnanti di riferimento, ho ottenuto la rapida adesione del Liceo Morgagni e dell'ITAS Garibaldi di Roma. Si tratta di due scuole profondamente diverse: più centrale la prima (quartiere Monteverde), più periferica la seconda (quartiere Ardeatino), ma soprattutto un liceo di indirizzo scientifico da una parte – con utenza formata da ragazzi tendenzialmente di condizione socio-culturale elevata e interessati alle scienze – e un istituto agrario dall'altra – con utenza molto più variegata e orientativamente di livello socio-culturale più basso.

La prova cognitiva per gli studenti (FS_0, allegato F) è stata composta selezionando, tra gli item rilasciati di TIMSS 2011, tutti quelli relativi agli otto argomenti per i quali l'analisi preliminare (paragrafo 5.1) aveva evidenziato forti incongruenze, per un totale di 31 quesiti, così suddivisi:

- Biologia →

*Cellule e loro funzioni* (5 item):

4) Concentrazione di $CO_2$ e fotosintesi
10) Funzioni vitali del Paramecio
11) Processo della respirazione
14) Funzione della parte x della cellula
15) Scopo della respirazione cellulare

*Riproduzione ed ereditarietà* (4 item):

5) Numero di reni alla nascita
6) Corredo genetico dei gemelli
18) Investigazione di peperoni verdi/rossi
19) Condizioni per la germinazione

*Diversità e selezione naturale* (3 item):

1) Differenze di colore della conchiglia delle chiocciole
2) Dove sono comparsi i primi organismi sulla Terra
21) Strati di rocce con fossili

- Fisica →

*Stati fisici e cambiamenti della materia* (2 item):

12) Liquido all'esterno di una caraffa
13) Cambiamento/staticità

Energia*, trasformazioni, calore e temperatura* (9 item):

7) Livello dell'acqua nel contenitore riscaldato

8) Molecole di gas riscaldato
9) Ampiezza degli spazi tra rotaie metalliche
16) Molecole di liquido quando si raffredda

17) Conduzione del calore attraverso un'asta di rame
20A) Mulino ad acqua: energia dell'acqua nel serbatoio
B) Mulino ad acqua: energia prima del mulino
C) Mulino ad acqua: rotazione più rapida
22A) Posizione del termometro
B) Variabile tenuta costante
C) Conclusione dal grafico
25) Quale blocco di ghiaccio si scioglierà prima
26) Conversione di energia in una torcia elettrica

*Luce e suono* (3 item):
27) Percorso della luce attraverso un periscopio
28) Velocità della luce attraverso varie sostanze
31) Suono di un campanello elettrico dentro un barattolo

- Geologia → *Struttura e caratteristiche fisiche della Terra* (2 item):
3A) Mappe topografiche: identificare un punto
B) Mappe topografiche: percorso di un fiume
29) Cambiamenti in alta quota

*Risorse della Terra, loro uso e conservazione* (3 item):
23)Rifiuti che si decompongono prima
24) Vantaggi del terrazzamento
30) Cambiamenti del suolo per cause naturali

I 31 quesiti sono stati disposti nel fascicolo in ordine sparso, mescolando i domini cognitivi di riferimento e facendo attenzione a non scoraggiare i ragazzi con domande molto difficili nelle prime pagine.

Al di là della prestazione nella prova cognitiva, mi interessava rilevare il punto di vista degli studenti sullo svolgimento del curricolo. A ciascun item proposto nel fascicolo è stata dunque aggiunta la domanda:

Hai mai studiato questo argomento a scuola? □ Sì □ No.

Secondo il quadro di riferimento TIMSS 2011, ogni blocco di 12-18 domande richiede una media di 22 minuti di tempo per il completamento delle risposte da parte degli studenti. Sulla base di questi tempi di svolgimento, la durata di somministrazione per il fascicolo FS_0 è stata stimata in 45-65 minuti. Per ragioni di opportunità (visto l'orario scolastico suddiviso in lezioni da 60 minuti nella maggior parte delle scuole italiane), il tempo

di somministrazione è stato stabilito in 55 minuti, in modo da completarlo, considerando cinque minuti di spiegazioni e istruzioni preliminari, in una regolare ora di lezione.

### 6.1.2 Realizzazione del pretest

Come stabilito, il fascicolo studenti FS_0 è stato sottoposto a pretest all'inizio dell'anno scolastico 2014-2015, il giorno 11 ottobre 2014 presso una classe prima del Liceo scientifico Morgagni e il giorno 29 ottobre 2014 presso una classe prima dell'Istituto tecnico agrario Garibaldi, per un campione complessivo di 42 studenti.

Per ragioni indipendenti dalla mia volontà, legate all'organizzazione e al regolamento interno di ciascuna scuola, al Liceo Morgagni la somministrazione è stata eseguita da me personalmente, mentre all'istituto Garibaldi se ne è occupato il professore di fisica responsabile del progetto, al quale sono state comunque fornite tutte le istruzioni e l'assistenza necessarie.

In entrambi i contesti il fascicolo studenti si è dimostrato sufficientemente chiaro e il tempo stimato si è rivelato più che adeguato allo svolgimento dell'intera prova.

### 6.1.3 Analisi del pretest

Per evitare influenze legate a nuovi apprendimenti o a dimenticanze dovute al lungo periodo di tempo intercorso dal compimento del primo ciclo, ho considerato nell'analisi solo gli studenti iscritti per la prima volta alle superiori, che avevano regolarmente concluso il primo ciclo di istruzione nell'anno scolastico 2013-2014, mentre sono stati esclusi dall'analisi gli studenti ripetenti perché bocciati a giugno del 2014 (nessuno al Morgagni, 2 su 21 al Garibaldi). Dal campione originale di 42 studenti ho dunque ottenuto 40 fascicoli validi per l'analisi, che ho corretto e codificato personalmente facendo riferimento, per quanto riguarda le domande a risposta aperta, alle indicazioni della guida alla correzione in italiano di TIMSS 2011 fornita dall'INVALSI (allegato H).

Il sistema di codifica e assegnazione dei punteggi delle prove TIMSS è complesso e richiede una formazione specifica[35], ma semplificando si può dire che le domande a scelta

[35] All'inizio del 2014, quando si stava appena delineando il disegno della presente ricerca, l'indagine TIMSS 2015 (immediatamente successiva a quella considerata in questo studio) era già stata avviata. Nel mese di

multipla valgono un punto e quelle a risposta aperta possono avere un punteggio parziale (pari a 1) o totale (pari a 2) a seconda della completezza e correttezza della risposta data.

Terminata la correzione, ho sintetizzato i risultati (0, 1, 2) in un foglio di calcolo e li ho tradotti in un codice binario 0-1, secondo il quale a ogni risposta mancante o errata è attribuito punteggio grezzo 0, mentre a ogni risposta corretta si attribuisce punteggio grezzo 1. Gli item a risposta aperta che prevedevano risposte parzialmente corrette, per i quali la guida alla correzione TIMSS attribuiva codice 1 alle risposte parzialmente corrette e codice 2 a quelle totalmente corrette, sono stati tradotti nel codice binario 0-1 secondo il criterio più rigoroso: attribuendo il punteggio 1 solo alle risposte totalmente corrette – lo stesso criterio già adottato nelle analisi preliminari dei dati TIMSS 2011 (paragrafo 5.1).

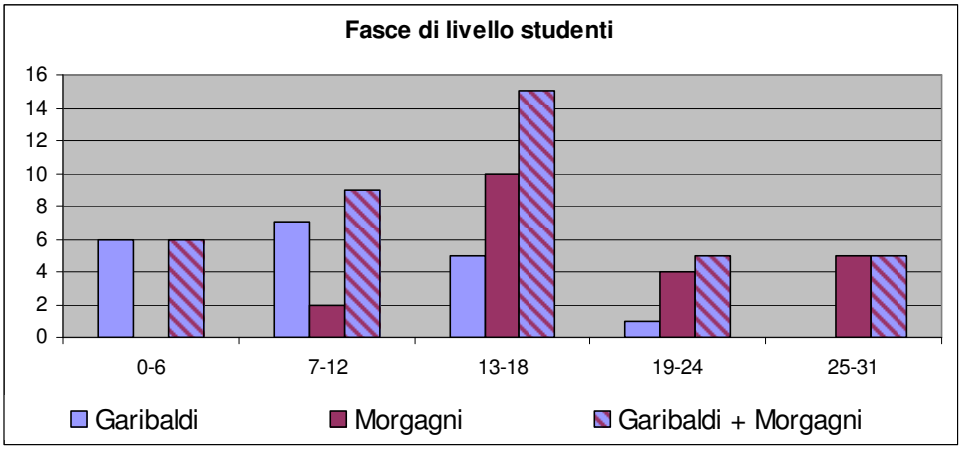



Figura 6.1: Percentuale di studenti nelle 5 fasce di livello (pretest).

Una volta organizzati in tal modo i dati, ho potuto calcolare il punteggio grezzo totale di ciascun alunno e suddividere sia le due classi (Garibaldi e Morgagni) sia l'intero

aprile sarebbero state somministrate le prove pilota e nel mese di maggio l'INVALSI si sarebbe occupato di attribuire le codifiche alle risposte aperte. Vista la perfetta tempistica di questa fase dell'indagine in relazione ai miei studi, ho chiesto e ottenuto, da parte dell'INVALSI, il permesso di partecipare, a titolo gratuito, alle operazioni di codifica delle domande aperte di scienze di TIMSS 2015 (*field trial*). Ho avuto così l'occasione di riprendere confidenza con le prassi di somministrazione, correzione e inserimento dati e con la codifica delle domande aperte dell'indagine TIMSS, sulla quale avevo lavorato in prima persona soltanto molti anni prima, nel 2003. Partecipando alla codifica delle risposte aperte, inoltre, ho avuto modo di accedere alle domande non rilasciate per avere almeno un'idea generale della loro formulazione e difficoltà e degli errori più frequenti tra gli studenti italiani.

gruppo di 40 studenti in 5 fasce di livello (fig. 6.1): 1° (0-6 punti), 2° (7-12 punti), 3° (13-18 punti), 4° (19-24 punti), 5° (> 25 punti).

Come ci si poteva aspettare, i ragazzi del liceo Morgagni hanno ottenuto punteggi complessivi decisamente più alti, spesso ben al di sopra della media italiana nelle stesse domande, e nessuno di loro si colloca nella fascia di livello più bassa; quelli del Garibaldi, al contrario, hanno ottenuto risultati inferiori alla media italiana in gran parte dei quesiti, soprattutto in quelli a risposta aperta, e nessuno di loro si colloca nella fascia di livello più alta.

Una differenza tra le due classi campionate si evidenzia anche nella percentuale di ragazzi che dichiara di aver studiato l'argomento a scuola (fig. 6.2): all'ITAS Garibaldi le domande in relazione alle quali almeno il 50% dei ragazzi dichiara di non aver affrontato l'argomento a scuola sono più della metà, 18 su 31; al liceo Morgagni sono invece 13 su 31. In ogni modo, 9 quesiti risultano svolti da meno del 50% degli alunni in entrambe le classi (i numeri 7, 10, 20, 22, 24, 27, 29, 30 e 31).

Se confrontati con le dichiarazioni degli insegnanti italiani rilevate durante l'indagine TIMSS 2011, questi dati mostrano una percezione del curricolo svolto molto inferiore da parte degli studenti. Solo 3 domande su 31, infatti, risultano dichiarate come svolte dagli studenti più che dagli insegnanti: gli item 2, 27 e 28. Secondo le dichiarazioni degli insegnanti, del resto, l'unico argomento svolto in percentuale inferiore al 50% sarebbe *Proprietà fondamentali di luce e suono*, al quale afferiscono solo 3 item del fascicolo: i numeri 27, 28 e 31.

L'opinione degli insegnanti esperti consultati per la TCMA è orientativamente intermedia, con 6 item classificati in argomenti poco svolti: i numeri 3b, 18, 20, 27, 29 e 31. In qualche caso l'accordo con il parere degli studenti è evidente (ad esempio negli item 20 e 29), ma in altri è altrettanto evidente il disaccordo (item 10 e 22).

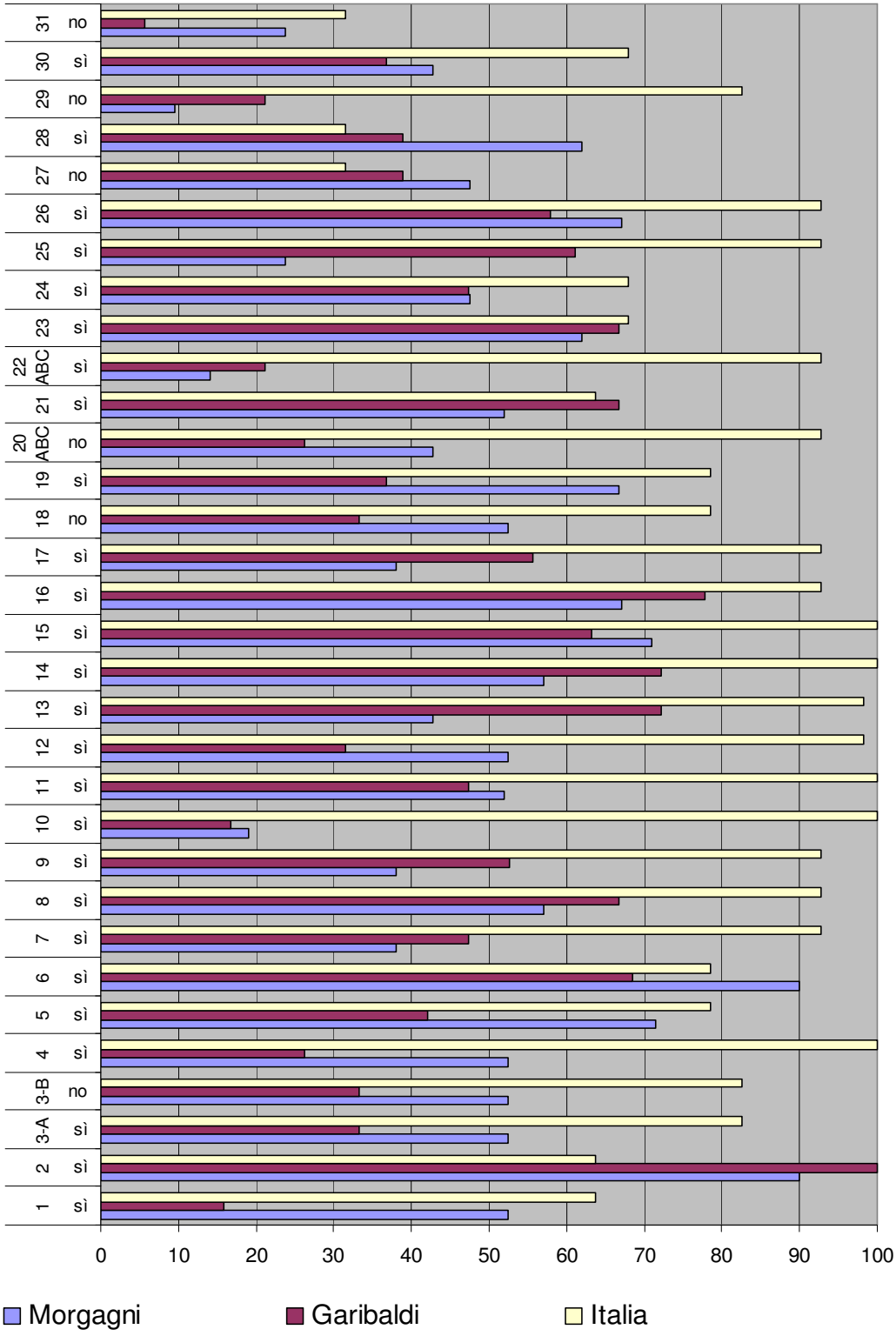



Figura 6.2: Confronto tra le percentuali di svolgimento a scuola dichiarate dagli studenti partecipanti al pretest (Morgagni e Garibaldi), dagli insegnanti interpellati nell'indagine TIMSS 2011 (Italia) e dagli esperti consultati per la TCMA (sì/no) rispetto all'argomento di ciascun quesito.

Un'analisi classica degli item ha permesso di stimare la facilità (% di risposte corrette rispetto al totale) e la discriminatività (calcolata attraverso la correlazione item-totale[36]) di ogni quesito. Queste informazioni, così come i dati sulla facilità percepita, sono state messe a confronto tra Liceo Morgagni, ITAS Garibaldi e media italiana. Si sono così evidenziati i quesiti troppo facili, troppo difficili o poco coerenti con il resto della prova.

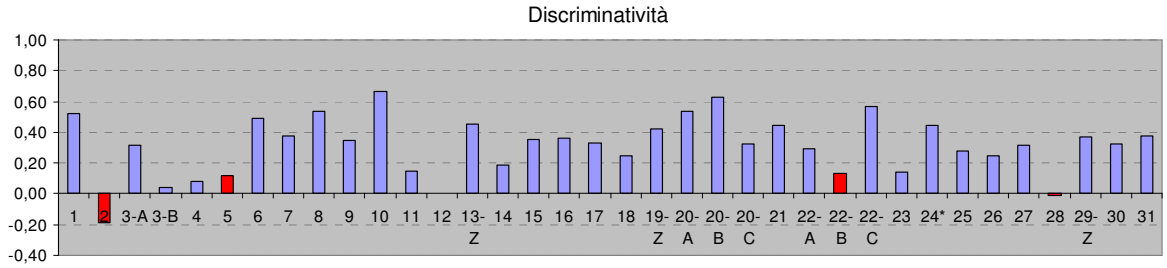



Figura 6.3: Discriminatività dei quesiti inclusi nel fascicolo Fs_0 calcolata in base ai risultati dell'intero campione di studenti (liceo Morgagni e ITAS Garibaldi).

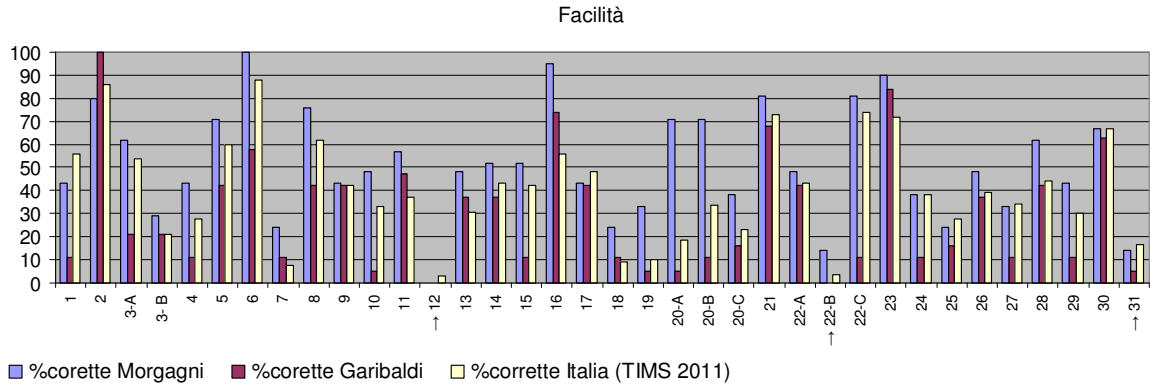



Figura 6.4: Indici di facilità dei quesiti inclusi nel fascicolo Fs_0 calcolati in base al pretest (liceo Morgagni e l'ITAS Garibaldi) e in base ai dati dell'indagine TIMSS 2011.

Gli item certamente poco coerenti (fig. 6.3), con un indice di correlazione item-totale sempre inferiore a 0,2, sia considerando solo i dati del Morgagni sia solo quelli del Garibaldi sia l'intero campione, sono i numeri 2 (dove sono comparsi i primi organismi sulla Terra), 5 (numero di reni alla nascita), 22B (variabile tenuta costante) e 28 (velocità della

[36] La correlazione item-totale calcola il rapporto tra punteggio ottenuto in un item e punteggio ottenuto in tutti gli altri item della stessa prova. Il valore risultante è un indice (compreso tra -1 e +1) di quanto il quesito sia rappresentativo della scala nella quale è inserito, e valuta dunque la consistenza interna del test.

luce attraverso varie sostanze). I quesiti risultati troppo difficili (fig. 6.4), con indice di facilità sempre inferiore a 0,2, calcolato per le due classi separate o accorpate, sono i numeri 12 (liquido all'esterno di una caraffa), 22B (variabile tenuta costante) e 31 (suono di un campanello elettrico dentro un barattolo); mentre l'unico troppo facile, con indice di facilità sempre superiore a 0,8, è l'item 23 (rifiuti che si decompongono prima).

Leggendo con attenzione i quesiti, in qualche caso è possibile ipotizzare una spiegazione per l'andamento anomalo riscontrato; l'item 22B, ad esempio, che risulta contemporaneamente incoerente e molto difficile, dopo un testo stimolo abbastanza lungo e complesso, si presenta così: *Elenca una variabile che Giacomo ha controllato nell'indagine*.

È molto probabile che il termine *controllato*, derivato dalla traduzione dell'inglese *controlled*, e che in questo caso significa *tenuto costante*, venga poco compreso o male interpretato dagli studenti italiani. La domanda in questione, infatti, ha un indice di facilità molto basso (0,036) anche nei dati nazionali di TIMSS 2011.

In ogni caso, alcuni item problematici evidenziati dalle analisi – perché troppo facili, troppo difficili, poco coerenti con il resto della prova, o perché attinenti ad argomenti svolti, secondo gli studenti campionati, molto più o molto meno di quanto dichiarato dagli insegnanti italiani – sono stati indagati con particolare attenzione durante le interviste individuali agli studenti.

### *6.2 Le interviste agli studenti*

Le interviste agli studenti in questa fase pilota della ricerca sono state pensate con molteplici obiettivi: oltre ad approfondire l'esame del funzionamento del fascicolo, avrebbero infatti contribuito all'affinamento e alla verifica di alcune ipotesi di ricerca.

Una lettura attenta delle domande rilasciate, affiancata dalle osservazioni emerse dalle prime analisi dei dati, mi aveva già permesso di individuare alcuni quesiti potenzialmente problematici nella forma, per la presenza di termini poco familiari allo studente medio italiano o per l'impostazione particolarmente differente da quella tradizionalmente in uso nella nostra scuola; attraverso le interviste speravo di confermare o confutare le mie osservazioni e di spiegare l'andamento anomalo dei risultati italiani in almeno alcuni dei suddetti quesiti. Parallelamente mi proponevo di indagare la percezione

degli studenti di argomento svolto o non svolto e di esplicitare la relazione tra curricolo affrontato a scuola e capacità dei ragazzi di rispondere alle domande. In questa fase pilota della ricerca, infine, avevo anche bisogno di considerare il tipo di informazioni ricavabili dalle interviste individuali agli studenti per valutare se riproporle, come strumenti di raccolta dati, nello studio principale di aprile 2015.

### 6.2.1 Progettazione delle interviste

Per raggiungere gli obiettivi auspicati era necessario che gli studenti ricostruissero i processi mentali adottati durante la prova, esprimendosi nel modo più libero e spontaneo possibile. Ho stabilito perciò di effettuare interviste semistrutturate seguendo la metodologia del *thinking aloud* (pensare ad alta voce), facendo ripercorrere agli studenti il fascicolo svolto durante il pretest, così da ascoltare e considerare il loro punto di vista sulle criticità della prova.

Il *thinking aloud* è una tecnica ampiamente usata nelle scienze sociali (Rogers, 1951, Ericsson e Simon, 1980, Lumbelli, 1993, Van Someren et al., 1994) con l'obiettivo di comprendere i percorsi mentali e le motivazioni che spingono l'intervistato a compiere determinate azioni durante l'esecuzione di un compito. Essa consente di raccogliere misure qualitative relative ad informazioni altrimenti non rilevabili, come i pensieri, le aspettative e le difficoltà incontrate, facendo luce sulle strategie di risoluzione del compito assegnato.

Agli intervistati viene richiesto di esprimere a voce alta sensazioni, ragionamenti e opinioni durante l'intervista, mentre il ricercatore ha il compito di porre alcune domande per approfondire il processo cognitivo in atto, evitando però attentamente di inibirlo o direzionarlo. Per questo motivo egli deve assumere un atteggiamento non valutativo, empatico, incoraggiante; quando necessario, il ricercatore può infatti stimolare l'intervistato ripetendo e riformulando alcuni ragionamenti da lui già espressi, facendo attenzione a non palesare alcun tipo di commento con il tono della voce, ma dimostrando la propria attenzione e spronando l'intervistato a proseguire serenamente, senza alterare il corso dei suoi pensieri.

Per verificare l'uso coerente della tecnica del *thinking aloud* e per garantire una maggiore affidabilità delle analisi e delle interpretazioni successive, è fondamentale audio-registrare l'intero scambio comunicativo; ancora meglio sarebbe video-registrarlo, per tenere traccia anche di comportamenti e atteggiamenti non verbali. In questo studio, tuttavia, viste le difficoltà tecniche legate alla ripresa di immagini e video di minorenni nelle scuole, si è scelto di utilizzare la sola registrazione audio, sufficiente a verificare la coerenza dei comportamenti verbali adottati dall'intervistatore e quindi la validità dei dati raccolti.

Consapevole del fatto che non avrei potuto chiedere né alla scuola né all'attenzione dei ragazzi tempi più lunghi di un'ora per ciascuna intervista, ho individuato, tra i 31 quesiti del fascicolo studenti, quelli irrinunciabili ai quali dare la precedenza durante l'intervista. Prendendo in considerazione sia le osservazioni emerse dall'analisi preliminare e dal focus group sia i risultati di classe nel pretest sia le dichiarazioni di svolgimento degli argomenti espresse dagli studenti, ho selezionato le domande che, a mio parere, rappresentavano al meglio tutte le questioni da indagare nelle interviste. Per prima cosa ho cercato di scegliere almeno una domanda per ciascuno degli otto argomenti di biologia, fisica e geologia in cui era articolata la prova. Due di essi, però (*Stati fisici e cambiamenti della materia* e *Risorse naturali della Terra*), risultavano rappresentati da pochi quesiti poco significativi poiché problematici dal punto di vista della codifica (es: 12 – liquido all'esterno di una caraffa) o poiché distanti dal nucleo principale del programma di scienze generalmente svolto in Italia (es: 24 – vantaggi del terrazzamento); di conseguenza ho escluso le domande relative a questi due argomenti dall'elenco dei quesiti irrinunciabili. Al contrario, ho stabilito di approfondire l'argomento *Energia, trasformazioni, calore e temperatura*, rappresentato dal maggior numero di domande nella prova, includendo nell'elenco dei quesiti da discutere nelle interviste quasi tutti quelli ad esso relativi (numeri 7, 9, 16, 17, 20AB, 22ABC e 25).

Per ciascuno dei restanti argomenti ho selezionato una o due domande in base ai risultati dell'analisi classica degli item (le domande 2, 22B e 31 sono state scelte per i bassissimi valori di discriminatività e/o di facilità), in base agli esiti del pretest (i numeri 1, 2, e 17 sono quelli con la minore percentuale di risposte corrette rispetto alla media italiana) e in base alla massima contraddittorietà tra dichiarazioni di svolgimento fornite da studenti e insegnanti: il quesito numero 10, ad esempio, – funzioni vitali del Paramecio – risulta

afferente a un argomento dichiarato svolto tanto dagli esperti consultati per la TCMA quanto dal 100% degli insegnanti italiani coinvolti nell'indagine TIMSS 2011, ma tra gli studenti partecipanti al pretest meno del 20% ritiene di aver affrontato l'argomento alle scuole medie.

### 6.2.2 Realizzazione delle interviste

Per le interviste individuali sono stati scelti 4 studenti della classe 1°A del liceo scientifico Morgagni di Roma, la stessa classe che aveva svolto il pretest l'11 ottobre 2014.

Con la docente responsabile, con la Dirigente e con i ragazzi abbiamo concordato di effettuare tutte le interviste nella mattinata dell'11 dicembre 2014, esattamente 2 mesi dopo il pretest, durante l'autogestione, in modo da non disturbare lo svolgimento di lezioni o verifiche di fine trimestre.

I ragazzi sono stati selezionati secondo il loro andamento generale nella prova cognitiva – uno per ciascuna fascia di livello rappresentata nella classe, dalla 2 alla 5 – e in base alle loro risposte ad alcuni item di particolare interesse emersi dall'analisi del pretest. Gli studenti prescelti erano dunque i numeri 9 (livello 5), 18 (livello 4), 7 (livello 3) e 17 (livello 2). Per ognuno di loro ho fornito una o più possibili alternative in caso di assenza o impossibilità a partecipare dello studente scelto; ciò non ha impedito che, per un disguido, il numero 7 (ritiratosi dalla scuola pochi giorni prima dell'intervista) venisse sostituito da un compagno di diversa fascia di livello: il numero 4 (livello 5). Nelle interviste non sono quindi rappresentati gli studenti di livello 3 – corrispondente alla moda della classe, cioè alla fascia di livello con frequenza massima – oltre agli studenti di livello 1 – mancante nell'intera classe esaminata.

Ai ragazzi, da qui in avanti indicati con le sigle S9, S4, S18, S17, è stata fornita una nuova copia del test svolto due mesi prima (FS_0, allegato F) ed è stato chiesto loro di ripeterne lo svolgimento pensando ad alta voce, cioè esplicitando il più possibile ragionamenti e meccanismi attivati per rispondere, con particolare attenzione alle conoscenze pregresse e alla loro origine. Durante l'esecuzione del compito i ragazzi non hanno avuto alcun riscontro sulla correttezza delle risposte fornite, ma alla fine

dell'intervista hanno potuto conoscere il loro risultato nel pretest e chiedere spiegazione riguardo alle domande che li avevano maggiormente incuriositi.

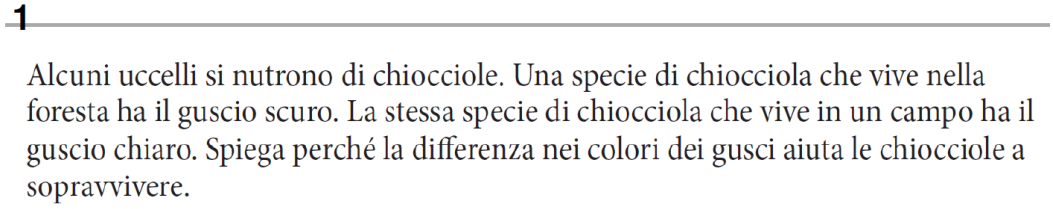
Considerato il tempo limitato a disposizione, ho invitato i ragazzi a dare la precedenza ai 13 quesiti più interessanti per il mio studio, selezionati ed evidenziati in rosso nel fascicolo. Le interviste hanno avuto una durata di circa 50 minuti ciascuna e sono state tutte interamente audio-registrate. Quando possibile, nella conduzione dell'intervista, ho cercato di lasciar riflettere autonomamente e secondo i propri tempi la ragazza o il ragazzo intervistato, specialmente durante il processo di elaborazione delle risposte ai quesiti, limitando gli interventi alla sollecitazione di maggiori dettagli e/o spiegazioni ove necessario. In qualche caso, poi, una volta ottenuta e chiarita la risposta al quesito, ho ritenuto opportuno indirizzare il discorso verso un determinato punto di interesse per la mia ricerca, sulla base degli obiettivi specifici per cui ciascun item era stato selezionato.

### 6.2.3 Analisi delle interviste

Come già detto, gli obiettivi delle interviste agli studenti erano molteplici e diversificati da quesito a quesito. L'analisi si è concentrata sui 13 item selezionati, ai quali tutti e quattro gli studenti intervistati hanno avuto il tempo e l'agio di rispondere. Per prima cosa ho organizzato i dati in una tabella nella quale ho riportato, per ogni quesito, la trascrizione dei punti focali del ragionamento di ciascuno studente, sia nel rispondere al quesito stesso sia nell'esplicitare l'origine – scolastica o meno – delle nozioni, della logica e delle strategie messe in atto per rispondere (allegato I).

Gli item 1 e 2 afferiscono entrambi all'argomento *Diversità e selezione naturale*, svolto in percentuali simili secondo gli insegnanti in Italia (64%) e nella media internazionale (63%), molto di più secondo gli esperti italiani consultati per la TCMA (90%). In accordo con quest'ultimo dato, gli studenti italiani ottengono risultati eccellenti: 12 punti sopra la media internazionale. L'ottimo andamento dell'argomento a livello nazionale contrasta con i punteggi scarsi, insolitamente inferiori alla media italiana, ottenuti in questi due item del pretest al liceo Morgagni.

L'item numero 1 (fig. 6.5), in particolare – che riguarda il ruolo del mimetismo nell'adattamento all'ambiente – è stato selezionato perché gli studenti che hanno partecipato al pretest hanno ottenuto percentuali di risposte corrette molto basse: 43% al liceo Morgagni e 11% all'ITAS Garibaldi, contro il 56% dell'Italia e il 45% della media internazionale. Nonostante per la TCMA il quesito sia stato valutato afferente a un argomento svolto, inoltre, il 48% dei ragazzi al Morgagni e addirittura l'84% al Garibaldi hanno dichiarato di non aver trattato l'argomento alle scuole medie. Attraverso le interviste mi proponevo di capire se c'è una relazione diretta tra questi due dati anomali: risultati scarsi e scarsa trattazione a scuola dell'argomento.


1

Alcuni uccelli si nutrono di chiocciole. Una specie di chiocciola che vive nella foresta ha il guscio scuro. La stessa specie di chiocciola che vive in un campo ha il guscio chiaro. Spiega perché la differenza nei colori dei gusci aiuta le chiocciole a sopravvivere.

Figura 6.5: item numero 1 (*Differenze di colore della conchiglia delle chiocciole*).

Effettivamente, dei 4 studenti intervistati, i due che avevano sbagliato o omesso la risposta nel pretest di ottobre (S17 e S18) confermano di non aver svolto l'argomento a scuola. Entrambi mostrano però di conoscere il concetto di mimetismo durante l'intervista. S18 risponde subito correttamente, questa volta:

> *S18: È per la mimetizzazione […] perché nella foresta c'è un ambiente prevalentemente scuro, verde o marrone come il terriccio, quindi il guscio scuro si mimetizza più con l'ambiente, mentre un campo di solito è chiaro, perché magari c'è l'erba secca, e il guscio chiaro aiuta. […] Non l'ho studiato, vabbè però uno ci arriva…*
> *R[37]: Come ci arrivi allora?*
> *S18: Vabbè uno ci pensa.*
> *S18: Chiaramente conosci l'argomento perché me l'hai spiegato bene, sai che cosa vuol dire mimetizzarsi: come lo sai?*
> *R: Nei documentari.*

[37] Con la lettera R (ricercatore) sono indicati i miei interventi nelle interviste.

S17, invece, si rifiuta di rispondere:

*S17: Mmh, no, non ho mai studiato questo argomento […] No, mi manca proprio la base per sapere perché.*
*R: Ok, per curiosità, se io ti dico la parola mimetizzarsi, la conosci?*
*S17: Sì sì*
*R: Adesso riesci a rispondere?*
*S: Forse perché nella foresta si mimetizza meglio il colore scuro, invece in un campo più chiaro…*
*R: Quindi un pochino il concetto ce l'hai?*
*S: Non… Una base che so io.*

Ciò che sembra differenziare gli studenti S9 e S4, che avevano risposto correttamente al pretest, da S17 e S18, che avevano sbagliato, non sembra essere tanto la conoscenza del concetto di mimetismo, dunque, quanto l'integrazione del concetto nella visione più ampia della teoria dell'evoluzione: S9, ad esempio, inizia così il suo ragionamento a voce alta:

*S9: Allora, inizialmente erano la stessa specie, c'era soltanto una specie di chiocciola e però una viveva nei campi e l'altra viveva nella foresta. Poi sono nate chiocciole col guscio scuro e chiocciole col guscio chiaro. Nei campi sopravvivevano meglio quelle col guscio chiaro perché si mimetizzavano, invece quelle col guscio scuro erano più facili da individuare e quindi venivano mangiate dagli uccelli e viceversa nella foresta, sopravvivevano quelle con il guscio scuro perché quelle col guscio chiaro venivano mangiate dagli uccelli. E poi via via hanno sempre più preso piede quelle col guscio chiaro nei campi e quelle col guscio scuro nelle foreste*.

S4 argomenta invece così:

*S4: Perché la stessa specie di chiocciola si è adattata a vivere una nella foresta e l'altra in un campo. Ciò ha portato a un cambiamento nel guscio; per quella che viveva nella foresta, più scuro per cercare di nascondersi nell'oscurità della foresta; mentre l'altra [...] per nascondersi nel campo, che comunque ha colori chiari. [...] Ciò aiuta le chiocciole a sopravvivere perché è più difficile per gli uccelli, o comunque per i predatori, da cacciarle*

La visione più ampia del tema del quesito mostrata dagli studenti S9 e S4 sembrerebbe legata anche a una sua trattazione a scuola; entrambi gli studenti, infatti, sebbene neghino inizialmente di aver studiato l'argomento alle scuole medie, riconoscono poi di averlo trattato almeno superficialmente.

*S9: Lo so perché io partecipo a un corso della LIPU e poi sono venuti degli esperti alle scuole medie.*
*R: Quindi hai studiato questo argomento a scuola?*
*S9: No, cioè abbiamo fatto l'evoluzione, però sinteticamente.*

*S4: Studiato... cioè non l'abbiamo mai trattato, sul libro non c'era scritto proprio quest'argomento qui, però la nostra professoressa ce ne ha parlato facendo l'esempio di una farfalla in Inghilterra […].*

L'item numero 2 (*Dove vivevano gli organismi alla loro prima apparizione sulla Terra?*) è risultato assai problematico sulla base dei risultati del pretest: complessivamente troppo facile e del tutto inconsistente con il resto della prova, seppur afferente a un argomento molto svolto. Mentre tutti gli studenti dell'istituto agrario hanno risposto correttamente a questo quesito, tra quelli del liceo ci sono state diverse risposte sbagliate, qualcuna anche da parte di studenti classificati nel livello più alto.

Le interviste hanno confermato l'estrema facilità della domanda, dato che tutti e quattro gli studenti – compresi S4 e S17, che l'avevano sbagliata nel pretest – hanno risposto in maniera corretta. Per lo stesso motivo, però, non è stato possibile approfondire le eventuali cause di errore. Tutti e 4 gli studenti hanno anche dichiarato senza dubbi di aver studiato l'argomento a scuola, alle elementari (S18 e S17) oppure alle medie (S9 e S4).

L'item numero 3 (fig. 6.6), suddiviso nei quesiti 3A e 3B, è classificato nell'argomento *Struttura e caratteristiche fisiche della Terra*, molto svolto in Italia (82%), più che all'estero (70%), ma con risultati meno positivi rispetto agli altri argomenti di geologia: soli 4,4 punti sopra la media internazionale. I quesiti richiedono di riconoscere un'altura attraverso le curve di livello disegnate sulla mappa di un'isola (3A) e di immaginare il percorso di un fiume seguendo le vie di massima pendenza sulla stessa isola (3B). Secondo gli insegnanti consultati per la TCMA, il primo argomento dovrebbe essere generalmente svolto in Italia mentre il secondo no. I risultati italiani confermano questa valutazione, con una percentuale di risposte corrette per l'item 3A nettamente superiore al 3B, ma dalle interviste sembrerebbe emergere che l'argomento non sia affatto trattato nel programma di scienze della scuola secondaria di primo grado:

*S18: Boh, l'abbiamo fatto, però io non l'ho capito quest'argomento.*

*R: Quando?*
*S18: In terza media, però in tipo due giorni, a tecnica.*

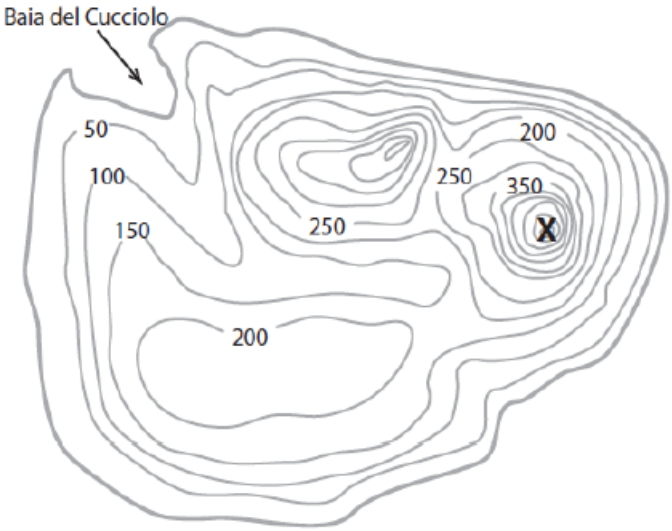
*S17: No, quest'argomento non l'ho fatto […] Non avevo capito che la Baia del Cucciolo era mare.*

*S9: L'ho fatto, credo, in prima media, in geografia.*

*S4: L'abbiamo studiato alle elementari […] in geografia. […] Alle medie non credo.*

**3**

**Isola della Tigre**




La figura riporta la carta topografica dell'Isola della Tigre. Le linee sulla carta indicano le curve di livello che congiungono i punti con la stessa altitudine. Le altitudini nella figura sono espresse in metri.

A. Quale caratteristica geografica ha il punto **X**? _____

B. Pensa alle sorgenti dei fiumi e a come i fiumi scorrono. Disegna il percorso di un fiume tra il punto **X** e la Baia del Cucciolo. Con una freccia, indica sulla carta la direzione in cui scorre il fiume.

Figura 6.6: item numero 3 (*Mappe topografiche*).

All'argomento *Energia, trasformazioni, calore e temperatura* afferiscono un gran numero di item selezionati per le interviste: i numeri 7, 9, 16, 17, 20, 22 e 25. Si tratta di un argomento svolto più in Italia (93%) che all'estero (78%) in base ai questionari insegnanti, ma

non in base al parere fornito dagli esperti per la TCMA, secondo cui quasi un quarto dei quesiti riguardano argomenti generalmente non svolti in Italia. Con un 39% circa di risposte esatte, l'Italia si colloca solo 1,1 punti sopra la media internazionale.

Gli item 7 e 9 (*Livello dell'acqua in un contenitore riscaldato* e *Ampiezza degli spazi tra rotaie metalliche*) riguardano entrambi il fenomeno della dilatazione termica, applicato all'aria nel primo caso e a un metallo nel secondo. L'argomento viene generalmente trattato in scienze in prima o seconda media e a volte ripreso anche in tecnologia negli anni successivi; entrambe le domande, infatti, sono state indicate come svolte per la TCMA. Inaspettatamente, però, più del 60% dei ragazzi del liceo Morgagni, di fronte ai quesiti proposti nel fascicolo, dichiara di non aver mai fatto a scuola niente di simile. Le interviste confermano questa tendenza: tre dei quattro studenti intervistati asseriscono di non aver mai studiato l'argomento alle medie. S18 e S17, coerentemente, sbagliano anche a rispondere, mentre S4 risponde correttamente all'item 9 e quasi correttamente al 7, ma spiega:

> *S4* (in relazione al quesito 9)*: Lo so da alcuni film [...] ho visto un film d'azione dove ci stava un bullone di metallo che veniva riscaldato e il bullone saltava perché era fatto di metallo e il metallo si espandeva [...] Quando abbiamo fatto il compito ci ho pensato [...] Non so bene perché lo so, ma a scuola non l'abbiamo mai trattato.*

> *S4* (in relazione al quesito 7)*: Non l'ho mai studiato questo.*
> *R: Allora come fai a saperlo?*
> *S4: Perché io ho un oggetto simile a casa che serve a vedere come sarà il meteo [...] e quando fa molto caldo la sfera è praticamente vuota d'acqua e il tubo invece è pieno, mentre quando fa più freddo l'acqua nella sfera è molto alta. [...] Mio padre me l'ha portato dal Giappone.*

S9 risponde invece correttamente e senza incertezze a entrambi i quesiti e commenta prima brevemente l'item numero 7: *"Fatto in scienze, alle medie, credo in seconda"*, poi il numero 9:

> *S9: No, questo non l'abbiamo fatto… Cioè, abbiamo studiato l'espansione del metallo, però… Cioè so che col calore, quello l'abbiamo studiato a scuola (in tecnologia); però questo fatto specifico del treno l'avevo visto in un documentario.*

L'item numero 16 (*Che cosa accade alle molecole di un liquido quando il liquido si raffredda?*) si riferisce alla relazione tra temperatura e velocità di oscillazione delle molecole. Si tratta di un quesito – a risposta chiusa – risultato molto facile al liceo Morgagni (con più del 90% di risposte esatte), nonostante un terzo degli studenti dichiari di non aver svolto l'argomento alle scuole medie. Le interviste spiegano chiaramente la ragione di questa incongruenza: il tema era stato affrontato poco prima da tutta la classe, nel primo mese di liceo.

*S18: Sì, l'ho studiato, ne ho sentito parlare.*
*R: Ti ricordi quando? Dove?*
*S18: A scienze, quest'anno.*
*R: E alle medie?*
*S18: No.*

*S17: Questo argomento l'ho fatto al liceo, quindi saprei rispondere, però alle medie no.*

*S9: Questo l'abbiamo fatto quest'anno*
*R: Se questo test l'avessi fatto a maggio dell'anno scorso, avresti saputo rispondere?*
*S9: Mh… Forse ci sarei arrivato per esclusione.*

*S4: Questo l'ho studiato, cioè l'ho studiato anche qui al liceo*
*R: L'avevi studiato anche prima?*
*S4: Sì, anche in terza media.*

L'item 17 (fig. 6.7) riguarda invece la conduzione del calore. Nonostante l'argomento risulti generalmente svolto secondo gli insegnanti (tanto secondo i questionari che secondo la TCMA), i risultati dell'Italia per questo quesito sono inferiori a quelli della media internazionale, e quelli del Morgagni sono ancora più scarsi. A giudicare dalle interviste, se l'argomento viene effettivamente trattato alle scuole medie, non sembra che i ragazzi ne abbiano un ricordo chiaro:

*S18: Allora, questo non l'ho studiato.*
*R: Queste parole ti risultano tutte sconosciute?*
*S18: Sì.*

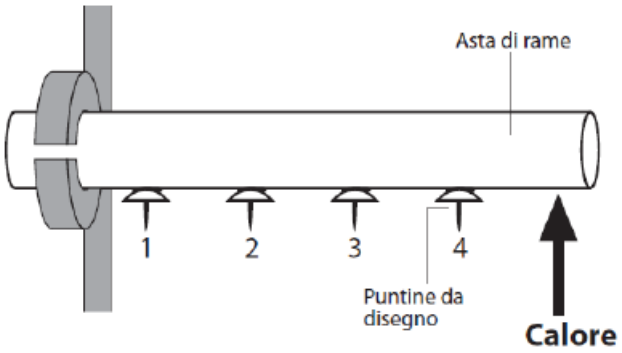
*S17: Non lo so perché non so che significa la radiazione, conduzione e convezione.*
*R: Li hai mai sentiti questi nomi?*
*S17: No.*

*S9: No, espansione, radiazione, conduzione e convezione non l'ho fatti. […] Cioè alle medie, sempre in tecnologia, avevamo studiato le proprietà dei metalli, quindi so che conducono il calore, però non l'avevamo fatto nello specifico.*

*S4:* (in dubbio tra espansione e conduzione) *Comunque l'abbiamo studiato anche quest'anno, in scienze, questa cosa della conduzione del calore; ma anche alle medie.*

**17**

Uno studente fissa quattro puntine da disegno a un'asta di rame usando la cera per candele, come mostrato in figura. L'asta viene poi scaldata a un'estremità e le puntine cadono nell'ordine 4, 3, 2, 1.




A causa di quale processo il calore raggiunge le puntine?

Ⓐ L'espansione
Ⓑ La radiazione
Ⓒ La conduzione
Ⓓ La convezione

Figura 6.7: item numero 17 (*Conduzione del calore attraverso un'asta di rame*).

L'item numero 20 (fig. 6.8), suddiviso in tre quesiti (20A, 20B, 20C) fa riferimento alla trasformazione dell'energia da potenziale a cinetica. In base alle dichiarazioni degli studenti nel pretest e secondo l'opinione degli insegnanti esperti consultati per la TCMA, si tratta di un argomento poco svolto in Italia, eppure il 70% degli studenti del Morgagni risponde correttamente almeno alle prime due domande, più nozionistiche, contro una media nazionale del 20-30% circa. Anche in questo caso la spiegazione sta nel fatto che

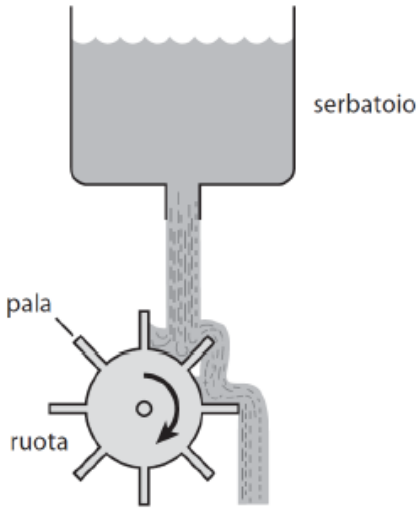
l'argomento era stato trattato al liceo all'inizio dell'anno, probabilmente poco prima del pretest:

*S18: L'ho fatto al liceo, alle medie non l'avevo fatto.*
*R: Ti ricordi se prima o dopo il test dell'11 ottobre?*
*S18: Sì, prima, proprio all'inizio inizio.*

*S17: L'ho fatto qui al liceo, ho fatto energia potenziale, cinetica; però l'abbiamo fatto all'inizio dell'anno […] e me lo sono scordato perché l'energia non l'avevo capita proprio bene.*

**20**

La figura mostra dell'acqua che scorre da un serbatoio e fa girare una ruota.




**20.A** Che tipo di energia possiede l'acqua quando si trova nel serbatoio?

**20.B** Che tipo di energia possiede l'acqua subito prima di colpire la ruota?

**20.C** Scrivi un cambiamento al sistema che può far girare più velocemente la ruota.

Figura 6.8: item numero 20 (mulino ad acqua: energia del serbatoio d'acqua).

*S9: Cioè, sì, l'abbiamo studiato; però, quando ho fatto il test la prima volta, non l'avevo studiato.*
*R: Sei sicuro di questo?*
*S9: Sì, l'abbiamo studiato da poco, adesso. […] Io questo lo sapevo perché, per esperienza [...] me l'ha spiegato mio padre, mi sa.*

*S4: Questi argomenti li abbiamo fatti anche qua al liceo, in scienze. […] Abbiamo fatto l'energia potenziale anche alle medie, con la professoressa di tecnica, però è arrivata alla fine dell'anno, nell'ultima settimana di scuola [...] In scienze avevamo parlato dell'energia in generale, ma....*

L'item 22 (figure 6.9 e 6.10) ha come testo stimolo la descrizione di un esperimento di misura della temperatura dell'acqua mentre viene riscaldata in laboratorio, ed è poi suddiviso in tre diversi quesiti (22A, 22B, 22C). Al primo risponde correttamente circa il 40% degli studenti, con un risultato uniforme al liceo Morgagni, all'ITAS Garibaldi, in Italia e nella media internazionale. Attraverso le interviste speravo di farmi un'idea delle possibili cause di errore, ma S9 e S4 hanno risposto correttamente, senza esitazioni; S17 non ha fornito una spiegazione utile per il suo errore (B):

*S17: Non saprei rispondere, quindi ho detto proviamo ad azzeccarci […] non so perché, per intuito.*

S18 ha invece esitato, in dubbio tra le risposte C (corretta) e D, seguendo un ragionamento perfettamente valido:

*S18: La A no perché, secondo me, i lati del recipiente sono, diciamo, caldi; poi… La B no per lo stesso motivo; tra C e D, una delle due…*;

ha poi optato per la D (errata) con una spiegazione interessante:

*Penso la D, perché quello che rileva il calore è solo il pomello alla fine*.

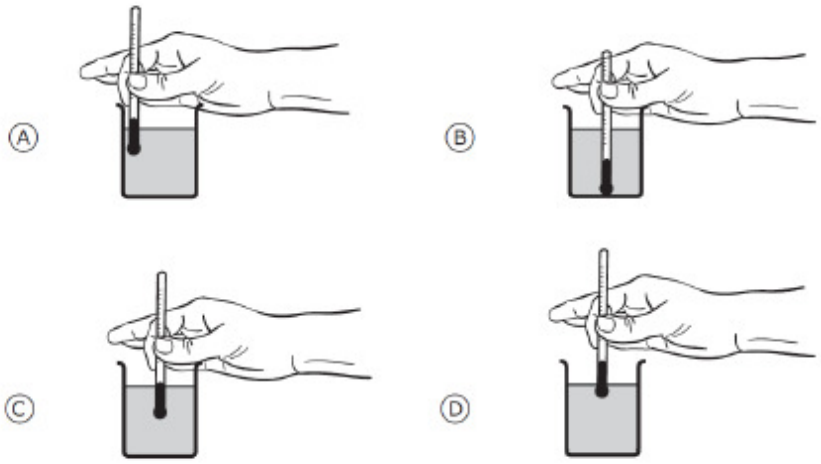
Un ragionamento di questo tipo, non del tutto inesatto, potrebbe essere alla base di una parte delle risposte errate D, ma, non avendo ottenuto la risposta D una frequenza superiore a quella degli altri distrattori – quello più scelto, sia in Italia sia nella maggior parte degli altri paesi partecipanti, è infatti il distrattore B – si tratterebbe in ogni caso di una questione numericamente non troppo rilevante.

**22**

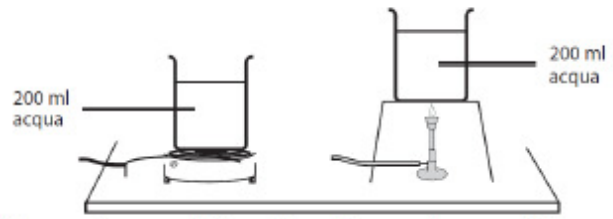
Normalmente, nel laboratorio di scienze sono disponibili due fonti di calore: un fornello elettrico e un becco Bunsen. Giacomo ha progettato un'indagine per verificare quale fonte riscalda più in fretta l'acqua.

Ha versato 200 ml d'acqua in ognuno di due recipienti identici e ha registrato la temperatura iniziale dell'acqua in ogni recipiente.

**22.A** Dove deve collocare il termometro Giacomo per prendere le misure con precisione durante l'indagine?




Poi, Giacomo ha collocato un recipiente su un fornello e l'altro su un becco Bunsen, come mostrato di seguito.




Ha registrato la temperatura dell'acqua in ciascuna preparazione ogni due minuti per dieci minuti.

Figura 6.9: item numero 22 A (posizione del termometro).

Il quesito 22B (figura 6.10) è forse il più problematico emerso dall'analisi del pretest: incoerente e molto difficile, è stato spesso saltato e classificato come argomento non svolto da più dell'80% degli studenti coinvolti, in netto contrasto non solo con le dichiarazioni dei questionari insegnanti, ma anche con la valutazione espressa per la TCMA. Avevo già ipotizzato, per questo quesito, un problema legato alla traduzione del testo, e le

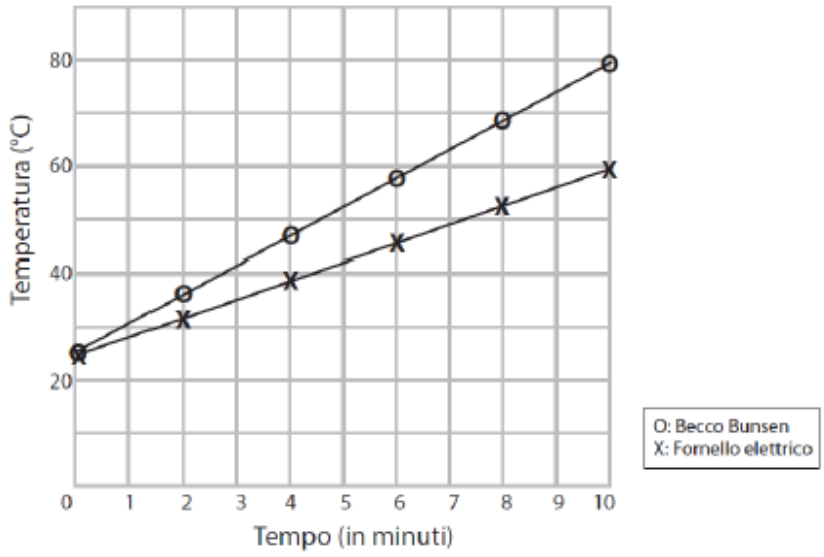
interviste hanno confermato i miei sospetti: due dei quattro studenti intervistati, infatti, travisano il significato del termine *controllato* interpretandolo come *cambiato, verificato, misurato*, cioè tutto l'opposto del suo reale significato, *tenuto costante*.

*S18: Una variabile… La temperatura*
*R: Scusa, ti posso chiedere che cosa vuol dire, secondo te, elenca una variabile che Giacomo ha controllato?*
*S18: Ehm… Cioè nell'indagine cos'è che cambia.*

*S9: La temperatura, perché lui misura la temperatura […] La variabile indipendente è il tempo e quella dipendente è la temperatura.*
*R: Che cosa vuol dire il termine controllato?*
*S9: Verificato, cioè misurato*.

**22.B** Elenca una variabile che Giacomo ha controllato nell'indagine.

**22.C** Giacomo ha usato i suoi risultati per disegnare un grafico, come mostrato di seguito.




Usa le informazioni contenute nel grafico per spiegare quale fonte di calore ha riscaldato l'acqua più in fretta.

Figura 6.10: item numero 22 B (variabile tenuta costante) e 22 C (conclusione dal grafico) .

Anche gli altri due studenti sbagliano a rispondere e hanno difficoltà a comprendere il testo della domanda, ma in maniera meno evidentemente legata al termine *controllato*. S17, ad esempio, decide di non rispondere alla domanda:

*S17: Non saprei rispondere.*
*R: Spiegami perché*
*S17: Perché non so cos'è la variabile.*

Il terzo quesito, 22C, richiede in sostanza di saper leggere un grafico, abilità che evidentemente gli studenti del Morgagni possedevano già ai primi di ottobre (più dell'80% di risposte esatte nel pretest) e che hanno probabilmente consolidato nei primi mesi di liceo (S4: *Questo grafico l'avevamo fatto sia alle medie che adesso al liceo con il professore di fisica*). Durante l'intervista, infatti, anche S17, l'unico dei quattro studenti intervistati che aveva sbagliato a ottobre, dopo una breve esitazione iniziale, capisce la domanda, legge il grafico e risponde correttamente.

**25**

Le figure mostrano due blocchi di ghiaccio. Il Blocco 2 è avvolto in un foglio di giornale.

Blocco di ghiaccio 1

Blocco di ghiaccio 2
avvolto in un foglio di giornale

Quale blocco di ghiaccio si scioglie prima?

(Segna una sola casella)

☐ Il Blocco 1

☐ Il Blocco 2

Spiega la risposta che hai dato.

Figura 6.11: item numero 25 (*Quale blocco di ghiaccio si scioglierà prima*).

Per rispondere correttamente all'item numero 25 (fig. 6.11) bisogna conoscere le proprietà della carta come isolante termico. *Conduttori e isolanti* è tra gli argomenti di fisica che generalmente vengono trattati sia in scienze che in tecnologia nella scuola secondaria di primo grado, argomento infatti ritenuto svolto in Italia dagli insegnanti consultati per la TCMA. Eppure solo il 24% degli studenti del liceo Morgagni dichiara nel pretest di aver svolto questo argomento a scuola, e solo una identica percentuale, costituita però interamente da studenti diversi, risponde correttamente.

Durante le interviste, emerge una grande incertezza da parte degli studenti riguardo al quesito 25. Anche in questo caso si tratta di un argomento recentemente affrontato (o ripreso) al liceo, ma ciò sembra aggiungere confusione anziché fiducia e convinzione nel ragionamento dei ragazzi. Solo S18 risponde con una certa sicurezza (e sbaglia):

> *S18: Il blocco 2 […] perché il calore del giornale si trasferisce al corpo del ghiaccio e quindi velocizza il processo di scioglimento.*
> *R: Hai studiato questo argomento a scuola?*
> *S18: Il calore che si trasmette sì, adesso al liceo, alle medie no, però proprio questo no, cioè quale si scioglie prima.*

S17 ancora una volta non riesce a decidersi, gli sembrano verosimili entrambe le possibilità, sarebbe più incline verso l'alternativa corretta, ma non riesce a trovare una spiegazione che lo convinca:

> *S17: Quello avvolto nel giornale… No, no, si scioglie prima il blocco di ghiaccio […] perché, avvolto in un foglio di giornale, si bagnerebbe… No, non lo so […] Ho messo il blocco 1 perché si scioglierebbe più facilmente. O è il 2 perché il giornale dà più calore? Però penso di no perché diventerebbe acqua... Non lo so.*

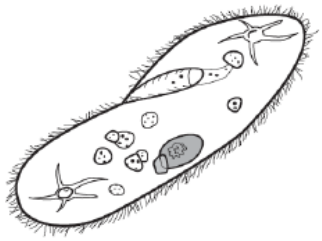
Persino S9, che a ottobre aveva dato una risposta esatta, si fa prendere dalla confusione, esita e alla fine sbaglia:

> *S9: Forse il blocco 2... Sono molto indeciso […] perché così al primo impatto direi il blocco 1 perché è quello più esposto all'aria, però è vero anche che il giornale dà comunque un po' più calore, cioè come quando noi ci copriamo con una coperta, fa più calore e quindi è più facile che si scioglie. [...] Vabbè direi il blocco 2... Perché il giornale esercita calore sul blocco. E questo l'ho studiato a scuola.*
> *R: Che argomento?*
> *S9: I passaggi di stato.*

S4, al contrario, nel pretest di ottobre non aveva risposto, mentre nell'intervista di dicembre intuisce subito la risposta corretta, ma non sa come giustificarla; ci pensa, si sforza, poi alla fine ci riesce e scrive: *Il blocco 1, perché il blocco avvolto dal giornale è più riparato dalla temperatura esterna*.

**10**

La figura mostra un organismo unicellulare chiamato *Paramecio*.



Per sopravvivere, il *Paramecio* svolge alcune funzioni vitali, come assorbire sostanze nutrienti per produrre energia.

Indica un'altra funzione vitale che il *Paramecio* deve svolgere per sopravvivere.

Figura 6.12: item numero 10 (*Funzioni vitali del Paramecio*).

L'item numero 10 (fig. 6.12) richiede di conoscere alcune funzioni vitali svolte da un *Paramecio*, come esempio di organismo unicellulare. L'argomento di riferimento è *Cellule e loro funzioni*, dichiarato svolto al 100% dagli insegnanti italiani e al 90% dalla media internazionale. L'item è stato indicato come generalmente svolto in Italia per la TCMA, ma meno del 20% dei ragazzi coinvolti nel pretest, sia al Morgagni sia al Garibaldi, ritiene di aver affrontato l'argomento a scuola, peraltro con risultati molto diversi nelle due classi: scarsissimi al Garibaldi (5% di risposte corrette) e ben sopra la media italiana (33%) e internazionale (26%) al Morgagni (48%). Le funzioni vitali di base potrebbero essere uno dei primi argomenti affrontati in biologia in un liceo scientifico, il che spiegherebbe l'ottima riuscita dei ragazzi del Morgagni, ma le risposte degli studenti durante l'intervista hanno decisamente negato questa mia supposizione:

*S18: Le cellule le abbiamo fatte quest'anno e alle medie.*

*R: Alle medie ti ricordi quando?*
*S18: Seconda media, penso. [...] Che per vivere bisogna riprodursi.*
*R: L'avete ripetuto anche quest'anno?*
*S18: No, le cellule ancora abbiamo fatto... finora principalmente chimica.*

*S17: L'ho fatto male.*
*R: Quando?*
*S17: In prima media, seconda media, boh?*

*S9: Fatto alle medie, in scienze.*

*S4: Credo che l'abbiamo fatto alle medie con la professoressa di scienze, perché abbiamo studiato gli organismi unicellulari […] e anche in storia, all'inizio, dalle prime cellule fino all'uomo.*

È più probabile, invece, che durante il pretest i ragazzi abbiano male interpretato l'argomento: di fronte a una domanda sul *Paramecio*, organismo del quale non avevano mai sentito parlare, hanno semplicemente dichiarato di non aver mai svolto l'argomento, senza fermarsi a riflettere sul reale senso della domanda e sul fatto che per rispondere sarebbe stato sufficiente conoscere qualcosa sulle cellule in generale e sulle funzioni vitali di tutti gli organismi viventi. Dei quattro studenti intervistati, infatti, solo S9 aveva dichiarato di aver svolto l'argomento già nel pretest. S18 e S4, evidentemente, hanno cambiato idea riflettendo con più calma e attenzione durante l'intervista, mentre S17 è stato attivamente incoraggiato da me a ragionare sul significato implicito della domanda:

*S17: No, questa non saprei proprio rispondere, perché non so neanche cos'è un Paramecio.*
*R: Che cosa ti serve sapere, per rispondere?*
*S17: Quali funzioni deve svolgere per rimanere in vita, però non le so.*
*R: Qui ha preso come esempio un paramecio, ma poteva prendere benissimo un cane, un gatto, un bambino…*
*S17: Ah, nutrirsi forse! Io avevo capito in un altro senso.*

L'item numero 19 (fig. 6.13), che chiede di indicare due condizioni necessarie per la germinazione di un seme, si riferisce all'argomento di biologia *Riproduzione ed ereditarietà*, dichiarato svolto dal 79% degli insegnanti italiani (contro il 60% della media internazionale) e confermato svolto, per l'83% dei quesiti, dagli esperti consultati per la TCMA. I risultati degli studenti italiani sono però negativi, più di due punti percentuali al di sotto della media internazionale.

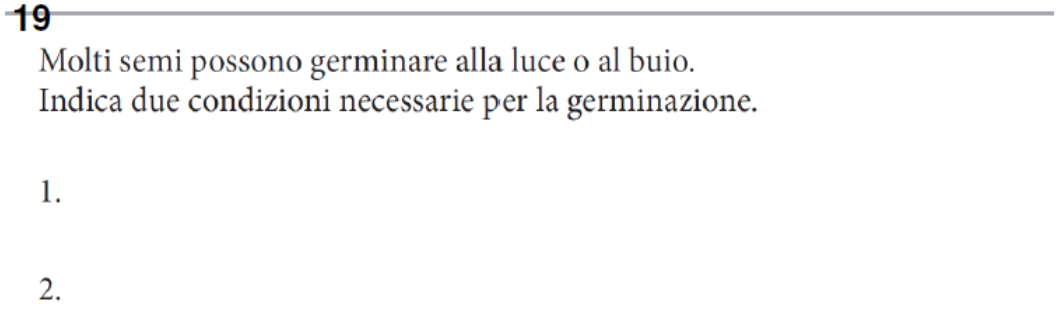



Figura 6.13: item numero 19 (*Condizioni per la germinazione*).

Questo item specifico è uno di quelli in cui l'Italia ha risultati peggiori (con un 10,3% di risposte esatte contro il 20,6% della media internazionale). Al pretest, il liceo Morgagni ha ottenuto un punteggio medio nettamente superiore (33% di risposte corrette), ma comunque basso rispetto alla percentuale di studenti che dichiarano di aver svolto l'argomento (67%). Il fatto che la domanda sia preceduta dalla frase "*Molti semi possono germogliare alla luce o al buio*" certamente confonde e porta fuori strada gli studenti, che a volte finiscono per indicare proprio la luce (o il buio) come una delle condizioni necessarie.

> *S4: Ecco qua, qui nel compito mi ero... perché non pensavo che potessero nascere delle piante al buio, sinceramente, ma evidentemente… […] Ma la luce e il buio sono inclusi oppure...?*

Questo elemento di ambiguità e distrazione è però presente, esattamente identico, nella versione inglese (*Many seeds can germinate in the light or in the dark*) e, immagino, nelle versioni tradotte in altre lingue, non può dunque spiegare la maggiore difficoltà incontrata dai ragazzi italiani.

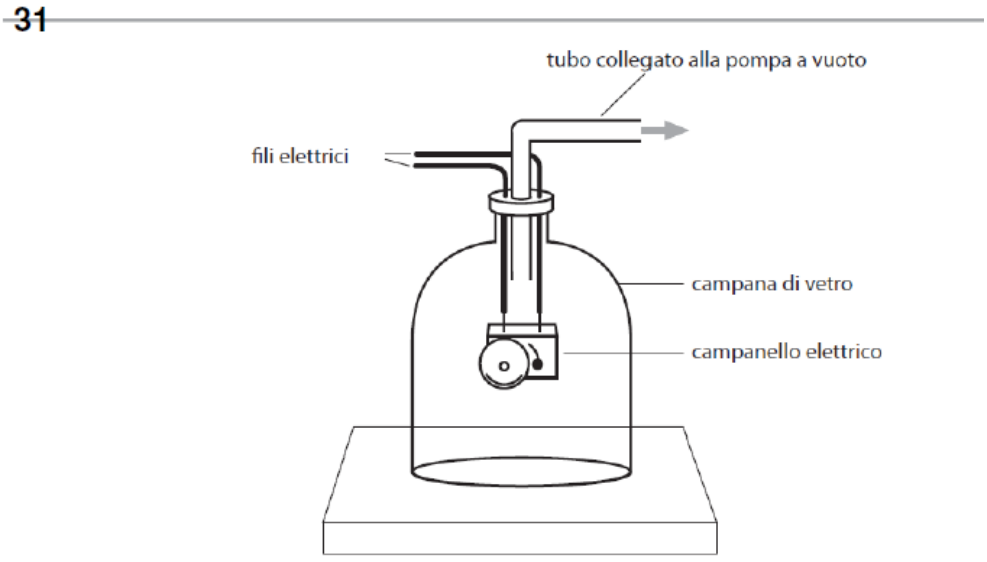
Dalle interviste emerge invece come ostacolo la parola *germinazione*:

> *S18: Germinazione… La germinazione è la nascita di piante, diciamo?*
> *R: Secondo te?*
> *S18: Penso che è quando nascono i fiori, cioè nasce una pianta.*

> *S17: Che cos'è la germinazione?*
> *R: Lo sai che non posso risponderti […]*
> *S17: Ma è quando germogliano?*

Effettivamente il verbo *germinare* è comunemente sostituito dal sinonimo *germogliare* nella lingua italiana, ma il sostantivo derivato, *germogliazione* o *germogliamento*, è invece meno comune del termine *germinazione*. Alla base di questo ostacolo, dunque, vi potrebbe essere un problema di traduzione del testo. I ragazzi intervistati, in realtà, riescono comunque a comprendere la domanda e a rispondere, ma almeno una piccola parte delle maggiori difficoltà riscontrate dagli studenti italiani potrebbe dipendere da una traduzione sfavorevole nella nostra lingua.

L'ultimo item, il numero 31 (fig. 6.14), afferisce all'argomento di fisica *Proprietà basilari di luce e suono*, argomento svolto in Italia dal 32% degli insegnanti, molto poco rispetto al 69% della media internazionale; ben il 43% dei quesiti ad esso relativi (incluso il 31) è stato valutato come non svolto in Italia per la TCMA. Ciò nonostante, i risultati degli studenti italiani si collocano più di tre punti percentuali al di sopra della media.




La figura mostra un campanello elettrico all'interno di una campana di vetro. Il campanello elettrico viene attivato e si sente un suono squillante. L'aria viene quindi estratta dalla campana.

Che cosa accade al suono del campanello quando l'aria viene estratta dalla campana? Spiega la risposta che hai dato.

Figura 6.14: item numero 31 (*Suono di un campanello elettrico in una campana di vetro*).

L'item 31, con il 17% di risposte corrette in Italia contro il 22% della media internazionale, non rientra in questo andamento positivo, e i risultati nel pretest sono anche peggiori: 14% di risposte corrette al Morgagni e 5% al Garibaldi. Il quesito richiede di sapere che il suono ha bisogno di un mezzo per propagarsi e in questo caso la relazione tra l'aver trattato l'argomento a scuola e il saper rispondere correttamente alla domanda non sembra trascurabile, dato che due delle tre risposte giuste al Morgagni corrispondono a due dei cinque studenti che dichiarano di aver svolto l'argomento. Uno di loro è S9, che infatti risponde e spiega perfettamente durante l'intervista:

> *S9: Il suono non si propaga, cioè non si sente più il campanello perché quando hanno… Cioè si è creato il vuoto, quindi hanno estratto l'aria dalla campana, il suono non ha più niente in cui propagarsi. […] Fatto, sì. Le onde sonore.*

Anche S4, però, che al pretest non aveva risposto al quesito 31 e che aveva dichiarato di non aver svolto l'argomento, dopo uno smarrimento iniziale, rilegge la domanda, la comprende e risponde correttamente:

> *S4: il suono è diminuito dalla mancanza d'aria perché il suono è dovuto alla vibrazione dell'aria. […] Perché noi abbiamo parlato anche in terza media, e anche quest'anno del fatto che il suono è dovuto alla vibrazione dell'aria, cioè ce l'ha detto anche ieri un professore di musica durante l'autogestione [...] Lo sapevo perché alle medie la professoressa ce ne aveva parlato parlando dei sensi e di come le vibrazioni arrivano al timpano [...] Però non so se senza l'aria il suono c'è comunque...*

### *6.3 Risultati dello studio pilota*

Nel complesso il fascicolo studenti preparato per il pretest si è dimostrato adeguato alla difficoltà e ai tempi di somministrazione previsti: sebbene numericamente esiguo, infatti, il campione si è distribuito in maniera quasi gaussiana tra le cinque possibili fasce di livello dei risultati. Il fascicolo può essere quindi utilizzato senza alcuna modifica nello studio principale.

Insieme alle interviste agli studenti, il pretest ha fornito informazioni utili a evidenziare alcune criticità nelle domande e a spiegare almeno in parte l'andamento anomalo di alcuni quesiti – andamento registrato a volte soltanto nel pretest, altre volte anche nei risultati nazionali.

La relazione tra curricolo svolto a scuola (realizzato) secondo gli studenti e risultati nel test (curricolo appreso) non è molto evidente considerando la totalità dei quesiti, anche se sembra più netta in riferimento ad alcune domande specifiche. A questo si deve aggiungere il fatto che la percezione degli studenti di argomento svolto o non svolto, si è rivelata molto labile: come più volte constatato durante le interviste, i ragazzi – soprattutto quelli nelle fasce di livello più basse – fanno fatica non solo a ricordare se abbiano svolto o meno un determinato argomento, ma anche a capire a quale argomento si riferisca ciascun quesito. Sulla base di tali considerazioni, si è stabilito di non dare troppo peso, nello studio principale, alla valutazione del curricolo realizzato da parte degli studenti, perché si rischierebbe di ragionare sulla base di dati in sé poco attendibili.

Per lo stesso motivo, malgrado le interviste agli studenti siano state determinanti nella comprensione di alcuni nodi legati all'interpretazione degli item più problematici del fascicolo, la loro utilità non sarebbe altrettanto certa nello studio della relazione tra curricolo realizzato e curricolo appreso. Si è dunque deciso di non adoperarle nello studio principale, ma di utilizzare, in vista della successiva analisi statistica, soltanto metodi quantitativi di raccolta dati.

# Capitolo 7: STUDIO PRINCIPALE

## *7.1 Organizzazione ed esecuzione dello studio principale*

### 7.1.1 Le scuole campione

Una volta terminata la fase di analisi dell'indagine pilota, ho iniziato a organizzare lo studio principale. Tra dicembre 2014 e gennaio 2015 ho preso contatto con una decina di scuole secondarie di primo grado nell'area di Roma tra le quali ho selezionato per la ricerca sul campo quelle più disponibili a collaborare, dando la precedenza, in particolare, alle scuole disposte a partecipare in maniera compatta, con tutte o quasi le classi terze dell'istituto e con i relativi insegnanti di scienze, cercando al contempo di ottenere un campione eterogeneo, tanto nella distribuzione geografica quanto nel livello socio-economico dell'utenza media. Per indirizzare lo studio alla popolazione target individuata nel disegno della ricerca (paragrafo 5.3), ho poi escluso le classi, e gli insegnanti, che non avevano avuto continuità didattica in scienze dalla prima alla terza media. Il campione di giudizio così individuato è risultato formato da 5 istituti comprensivi, quattro situati in settori diversi del comune di Roma (A,B,D, E in figura 7.1) e uno più periferico (C), nel comune di Monterotondo, ma sempre compreso nell'area della Città metropolitana di Roma Capitale (evidenziata in grigio in figura 7.1).

Figura 7.1: distribuzione delle scuole campione nell'area della Città metropolitana di Roma Capitale

A) L'Istituto Comprensivo *Via dei Sesami* si trova nel V Municipio di Roma, in una zona molto popolata, con "densità abitativa quasi tre volte superiore alla media cittadina" (POF[38]). Il bacino di utenza comprende i due quartieri limitrofi di Alessandrino e Centocelle, "quartieri in cui abitano quasi tutti gli alunni, in fase di graduale crescita socio-economica e culturale" (POF). Se da un lato "è in aumento il numero di ragazzi appartenenti a famiglie di livello culturale medio", dall'altro "va aumentando anche il numero di ragazzi provenienti da paesi comunitari e non, alcuni dei quali hanno difficoltà di inserimento soprattutto a causa della scarsa padronanza della lingua italiana" (POF). L'utenza risultante è dunque molto variegata dal punto di vista etnico, socio-economico e culturale. La scuola secondaria di primo grado comprende una sede centrale ubicata in via dei Sesami e una succursale poco distante, in via dei Faggi. Alla mia ricerca hanno partecipato tutte le classi terze della succursale e una sola classe della centrale.

B) L'Istituto Comprensivo *Anna Fraentzel Celli* è situato nel quartiere Collatino-Tiburtino, nella zona est della città. La scuola secondaria di primo grado è piccola ma in crescita, composta, nell'anno scolastico 2014-15, da cinque sezioni, non tutte complete, con

[38] Consultato alla pagina: https://drive.google.com/file/d/0B_-O-0VxwX_zczlobG9yY3BNWG8/view

solo tre classi terze, che hanno tutte partecipato alla mia ricerca; l'istituto è "frequentato da alunni residenti nel quartiere e nelle zone limitrofe e accoglie anche alunni provenienti da zone più distanti per varie esigenze dei genitori, essendo la scuola ben collegata alla rete dei trasporti urbani" (POF[39]). Per quanto riguarda l'utenza, "la valutazione dello status socio-economico e culturale delle famiglie ha evidenziato un contesto medio-alto con genitori diplomati e laureati, una bassa incidenza di studenti stranieri e un'alta richiesta di accoglienza di bambini disabili" (POF).

C) L'istituto Comprensivo *Loredana Campanari* si colloca a nord est di Roma, nelle immediate vicinanze della stazione di Monterotondo. La scuola "abbraccia la popolazione scolastica di Monterotondo Scalo e Piè di Costa" (POF[40]), popolazione composta da alunni tra cui "sono in costante aumento quelli provenienti dall'estero" (POF). Nonostante "la quasi totalità degli alunni risieda nel bacino di utenza dell'Istituto e soltanto un ristretto numero di essi provenga da fuori comune" (POF), dunque, l'utenza risulta piuttosto eterogenea e bisognosa di "esperienze socializzanti e di stimoli culturali differenziati e flessibili" (POF). Alla sperimentazione per la presente ricerca hanno partecipato tre delle quattro classi terze.

D) L'istituto Comprensivo *Via Crivelli* si trova a Monteverde, quartiere residenziale, ben servito, non distante dal centro, nella zona ovest della città di Roma. Per quanto la popolazione del quartiere risulti eterogenea e accolga nel suo insieme etnie diverse, l'utenza media della scuola, "solitamente residente in zona", appartiene "a un ceto medio-alto […] e si rivela ricca di stimoli culturali e disponibilità economica" (POF[41]). Delle cinque sezioni presenti nella scuola secondaria di primo grado, quattro hanno preso parte alla mia sperimentazione nelle classi.

E) L'Istituto Comprensivo *Maria Capozzi* ha la sede principale a Battistini, capolinea della linea A della metropolitana, nella zona nord-ovest di Roma. "Gli alunni provengono dai quartieri circostanti la scuola, Boccea, Pineto, Primavalle. Una piccola parte proviene dai

[39] Consultato alla pagina https://www.icannacelli.gov.it/images/files/anno_2015_16/pofdefinitivo_15_16.pdf
[40] Consultato alla pagina http://www.loredanacampanari.gov.it/sites/default/files/pof-2014-15.pdf
[41] Consultato alla pagina http://icviacrivelli.gov.it/sito-download-file.php?ID=181&pagina=All

quartieri più periferici posti lungo la via Boccea" (POF[42]). Si tratta di un bacino di utenza piuttosto ampio e diversificato, al quale corrisponde una composizione sociale e culturale articolata. "Da questo discende la necessità della scuola di dare valori culturali uguali per tutti, ma anche di differenziare le attività in relazione ai bisogni" (POF). La scuola secondaria di primo grado, molto grande, comprende, oltre alla sede centrale di Battistini, una succursale situata in Via Sisto IV, distante poco più di un chilometro, ma addentrata nel quartiere e meno collegata con il resto della città. Alla mia ricerca hanno partecipato tre classi terze della sede centrale e tre della succursale.

### 7.1.2 Gli strumenti di raccolta dati

Come prova cognitiva – per misurare il curricolo appreso dagli studenti – nello studio principale ho adottato nuovamente il fascicolo FS_0 (allegato F), validato attraverso il pretest. Per valutare il curricolo realizzato ho invece utilizzato un questionario insegnanti (allegato G) leggermente diverso da quello impiegato durante il focus group. Se un vantaggio del questionario a domande chiuse, come strumento di rilevazione, è quello di fornire dati strutturati numerici, subito pronti per le successive analisi statistiche di confronto, tra i suoi limiti ci sono la scarsa flessibilità e la raccolta di dati poco sofisticati e limitati (Cohen et al., 2007). Questo era stato il problema con cui mi ero scontrata nell'analisi dei questionari insegnanti di TIMSS 2011: le informazioni sul curricolo svolto, sebbene interessanti, apparivano incomplete e non sufficientemente dettagliate per un'analisi approfondita. Durante il focus group, inoltre, erano emerse alcune difficoltà nell'interpretazione e compilazione del questionario sul curricolo. Alcuni argomenti comprendono numerosi concetti, spesso trattati a scuola solo in parte o con diverso grado di approfondimento, oppure nel corso di anni diversi; le tre risposte alternative proposte dal questionario TIMSS 2011 ("Insegnato soprattutto in un anno precedente", "Insegnato soprattutto quest'anno" e "Non ancora insegnato o appena introdotto") risultavano dunque limitanti e a volte frustranti per gli insegnanti intervistati.

[42] Consultato alla pagina http://www.icmariacapozziroma.gov.it/attachments/article/34/POF%202015%20-2016.pdf

Per tali ragioni, nel questionario predisposto per lo studio principale, ho suddiviso gli otto argomenti che avevano rivelato forti incongruenze tra curricolo realizzato e curricolo appreso (gli stessi selezionati nella composizione del fascicolo studenti FS_0) nei sottoargomenti descritti nel quadro di riferimento TIMSS 2011. Ho poi richiesto agli insegnanti non solo di indicare se avessero svolto e quando ciascun sottoargomento, ma anche di stimare il tempo impiegato per trattarlo in classe, ipotizzando che, mediamente, a un tempo più lungo corrisponda un maggiore livello di approfondimento.

Il questionario proposto ai docenti di scienze nello studio principale (allegato E) è dunque composto, nella prima parte, da tutte le domande sul curricolo estrapolate dal questionario insegnanti di TIMSS 2011 e, nella seconda parte, da una sequenza di domande di approfondimento, più dettagliate sulla parte di curricolo relativa agli otto argomenti selezionati. Ho così ottenuto dati confrontabili con quelli del campione nazionale, ma più approfonditi nella parte che riguarda l'insegnamento di alcuni argomenti specifici.

### 7.1.3 La somministrazione nelle scuole

La sperimentazione nelle scuole si è svolta interamente nel mese di aprile 2015 (tra il 14 e il 29 aprile) e ha coinvolto un totale di 20 classi, 20 insegnanti di scienze e 373 studenti[43], distribuiti tra le cinque scuole del campione come mostrato in tabella 5.1.

| | SCUOLA | N. CLASSI/INSEGNANTI | N. STUDENTI |
|---|---|---|---|
| A | IC Via dei Sesami | 4 | 68 (1H) |
| B | IC Celli | 3 | 54 (4H) |
| C | IC Campanari | 3 | 65 (3H) |
| D | IC Via Crivelli | 4 | 84 (2H) |
| E | IC Capozzi | 6 | 102 (3H) |
| TOTALE | | 20 | 373 (13H) |

Tabella 7.1: schema riassuntivo della composizione e distribuzione del campione.

[43] Ai 13 alunni certificati come portatori di handicap (H) è stato somministrato lo stesso fascicolo studenti, senza alcuna facilitazione o tempo aggiuntivo. I loro risultati sono stati poi misurati e tabulati insieme agli altri, ma esclusi da tutte le analisi statistiche successive.

Per garantire la maggiore omogeneità possibile nell'uso degli strumenti di raccolta dati, ho organizzato e supervisionato personalmente l'intero processo di somministrazione dei fascicoli e dei questionari insegnanti, recandomi in ogni scuola (se necessario, più di una volta) e rimanendo presente in ogni classe nel corso dello svolgimento delle prove da parte dei ragazzi e durante la contemporanea compilazione dei questionari da parte dei docenti. In tal modo ho potuto monitorare e gestire i tempi di somministrazione, le istruzioni e le eventuali indicazioni aggiuntive fornite agli studenti, così come le delucidazioni richieste dagli insegnanti per rispondere alle domande del questionario.

### *7.2 Analisi dei dati*

Una volta corretti i fascicoli studenti[44], i risultati sono stati immediatamente tradotti nel codice binario 0/1, come stabilito nella fase pilota (paragrafo 6.1.3), e riportati in tabelle, pronti per le successive elaborazioni statistiche. Ho poi confrontato i dati così ottenuti con i risultati del pretest e con quelli del campione nazionale TIMSS, analizzandoli in relazione ai domini di contenuto e agli argomenti inclusi nella prova (paragrafo 7.2.1). L'analisi classica degli item ha evidenziato i quesiti più problematici, nei contenuti e nella formulazione delle domande (paragrafo 7.2.2).

Anche le risposte dei docenti di scienze ai questionari sono state digitalizzate e tradotte in un codice numerico, quando possibile binario. A una prima valutazione descrittiva dei questionari (paragrafi 7.2.3 e 7.2.4) è seguita un'analisi statistica mirata allo studio della relazione tra curricolo realizzato e curricolo appreso a scuola, basata sul confronto tra le informazioni sugli argomenti svolti dagli insegnanti e i risultati degli studenti nella prova cognitiva (paragrafo 7.2.5).

Il dato più rilevante emerso dalle analisi è una leggera correlazione negativa tra i risultati degli studenti di ciascuna classe e la quantità di argomenti svolti dal loro insegnante di scienze, in contrasto con una netta correlazione positiva tra i risultati della classe e il tempo dedicato dall'insegnante allo svolgimento degli stessi argomenti. Sembrerebbe che allo sforzo del docente di trattare tutti gli argomenti inclusi nel curricolo (e nella prova)

[44] Per l'attribuzione del punteggio nelle domande aperte ho ancora una volta impiegato la guida alla correzione di TIMSS 2011 fornita dall'INVALSI (allegato H).

corrispondano risultati medi della sua classe più scarsi, mentre al tentativo di approfondire determinati argomenti corrispondano risultati migliori. Come spiegato in dettaglio più avanti, questa tendenza appare evidente per alcuni domini di contenuto più che per altri e, considerata la limitatezza del campione, potrebbe essere casuale e non corrispondere alla realtà dei fatti. Resta comunque una tendenza interessante, che meriterebbe ulteriori approfondimenti su più ampia scala.

### 7.2.1 I risultati degli studenti

Il punteggio medio degli studenti nella prova cognitiva è stato 12,9 punti (su un massimo di 36), compreso tra i 9,4 della classe con risultati più scarsi e i 17 di quella con risultati migliori. Il punteggio medio degli studenti coinvolti nel pretest era stato 14,7 e quello degli studenti partecipanti all'indagine TIMSS 2011, per gli stessi 31 item, 15,6. Entrambi i campioni selezionati nella presente ricerca, per il pretest e per lo studio principale, si sono dunque rivelati, complessivamente, di livello inferiore alla media italiana.

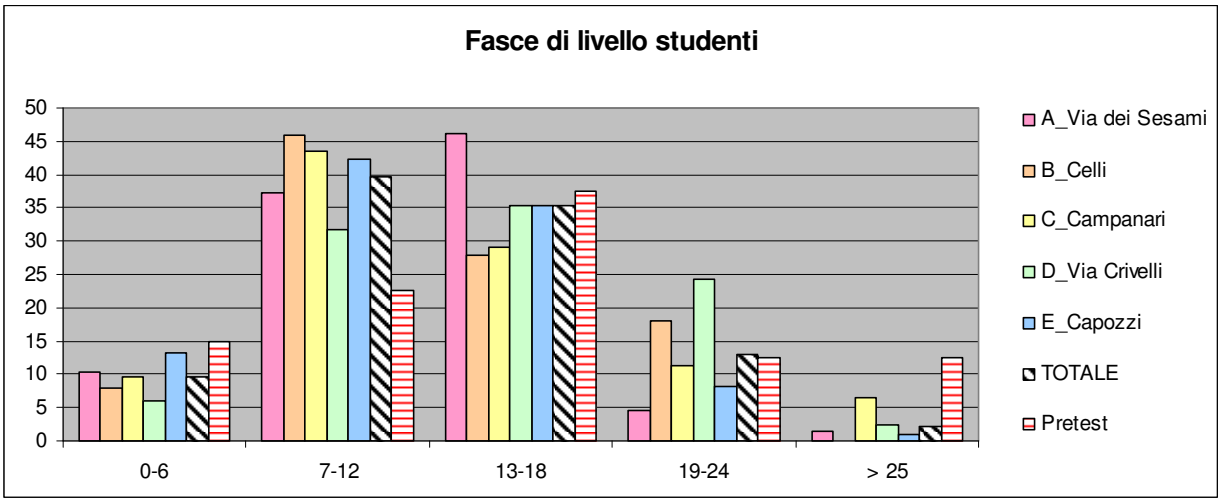



Figura 7.2: Percentuale di studenti nelle 5 fasce di livello.

La distribuzione degli studenti nelle cinque fasce di livello (0-6, 7-12, 13-18, 19-24, > 25 punti) è stata esaminata per ciascuna scuola e per la totalità del campione, anche in relazione ai precedenti risultati dello studio pilota (figura 7.2). La scuola con risultati complessivamente migliori è l'IC Via Crivelli di Monteverde, con la media più alta (14,9 punti)

e una distribuzione normale centrata sulla terza fascia di livello, con qualche alunno debole (1° fascia), ma anche con qualche eccellenza (5° fascia). L'IC Campanari di Monterotondo è però quello con la percentuale più alta di alunni di livello eccellente.

Per quanto riguarda i domini di contenuto, i risultati dello studio (figura 7.3) mostrano una maggiore difficoltà degli studenti in fisica e una migliore preparazione in biologia. In geologia i risultati sono tendenzialmente – ma non per tutte le classi – superiori alla media complessiva e leggermente inferiori a quelli di biologia. Rispetto ai risultati nazionali dell'indagine TIMSS 2011, dunque, il campione selezionato mostra un andamento simile, sebbene inferiore, in tutti e tre i domini di contenuto.

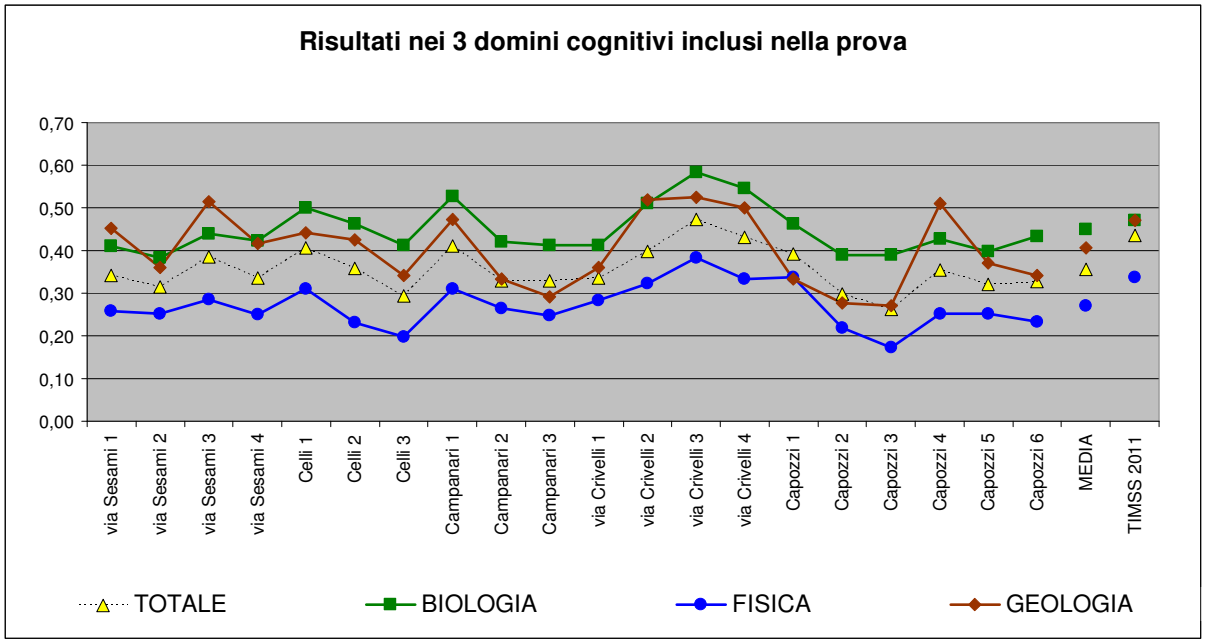



Figura 7.3: Risultati totali e scorporati per dominio di contenuto (biologia, fisica e geologia) di ciascuna classe partecipante allo studio principale. I valori sulla destra mostrano i risultati medi di tutte le classi e quelli del campione nazionale TIMSS 2011.

Analizzando nel dettaglio i diversi argomenti compresi nei domini di contenuto (figura 7.4), al di là dei risultati migliori o peggiori, si evidenzia una tendenza molto simile per tutte le classi, con un picco positivo in corrispondenza dell'argomento di biologia *Diversità e selezione naturale* e con uno schiacciamento verso il basso in relazione ai due argomenti di fisica *Stati e cambiamenti della materia* e *Luce e suono*. Sebbene leggermente inferiore,

l'andamento è abbastanza conforme anche a quello deli studenti italiani in TIMSS 2011 (calcolato per gli stessi 31 item del fascicolo FS_0), con la differenza più marcata in corrispondenza dell'argomento di fisica *Luce e suono*.

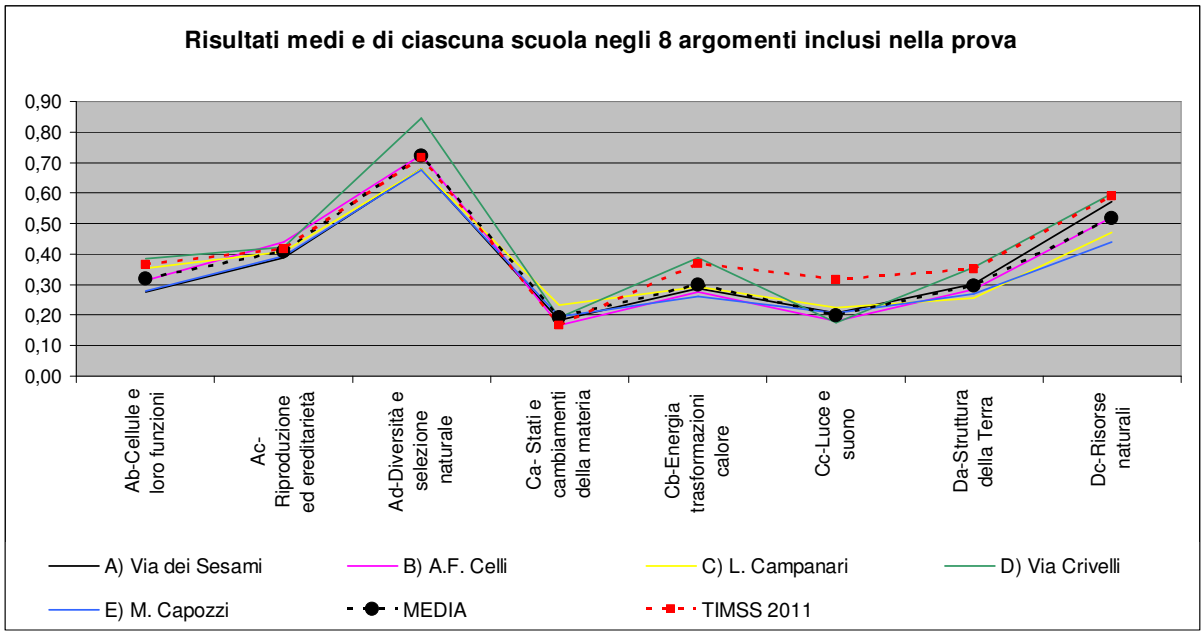



Figura 7.4: Risultati negli 8 argomenti considerati nello studio principale delle cinque scuole partecipanti e degli studenti campionati nell'indagine TIMSS 2011 (calcolati per gli stessi 31 item inclusi nel fascicolo FS_0).

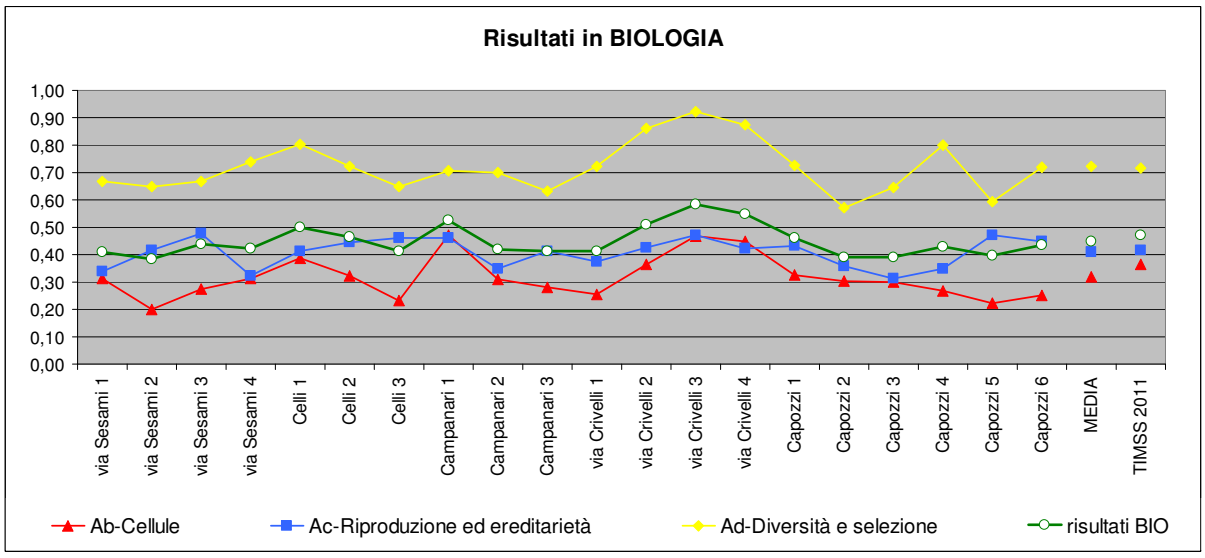



Figura 7.5: Risultati di ciascuna classe partecipante allo studio principale nei tre argomenti di biologia inclusi nel fascicolo FS_0. I valori sulla destra mostrano i risultati medi di tutte le classi e quelli del campione nazionale TIMSS 2011.

I risultati in biologia (figura 7.5) rispecchiano abbastanza fedelmente quelli nazionali di TIMSS 2011, con una flessione significativa solo in relazione all'argomento *Cellule e loro funzioni*, che, con il 32% di risposte esatte, si colloca cinque punti percentuali al di sotto della media nazionale (37%).

Per quanto riguarda la fisica (figura 7.6), rispetto ai dati TIMSS 2011, gli esiti medi sono stati scarsi; ma, se gli argomenti *Luce e suono* ed *Energia, trasformazioni e calore* hanno ottenuto risultati nettamente peggiori della media italiana, l'andamento dell'argomento *Stati e cambiamenti della materia* è stato invece più alto della media. Ne consegue che il test, pur confermando l'ordine di difficoltà tra i tre argomenti, mostra una differenza molto ridotta tra i valori medi risultanti, rispetto a quella rilevata nei dati nazionali TIMSS.

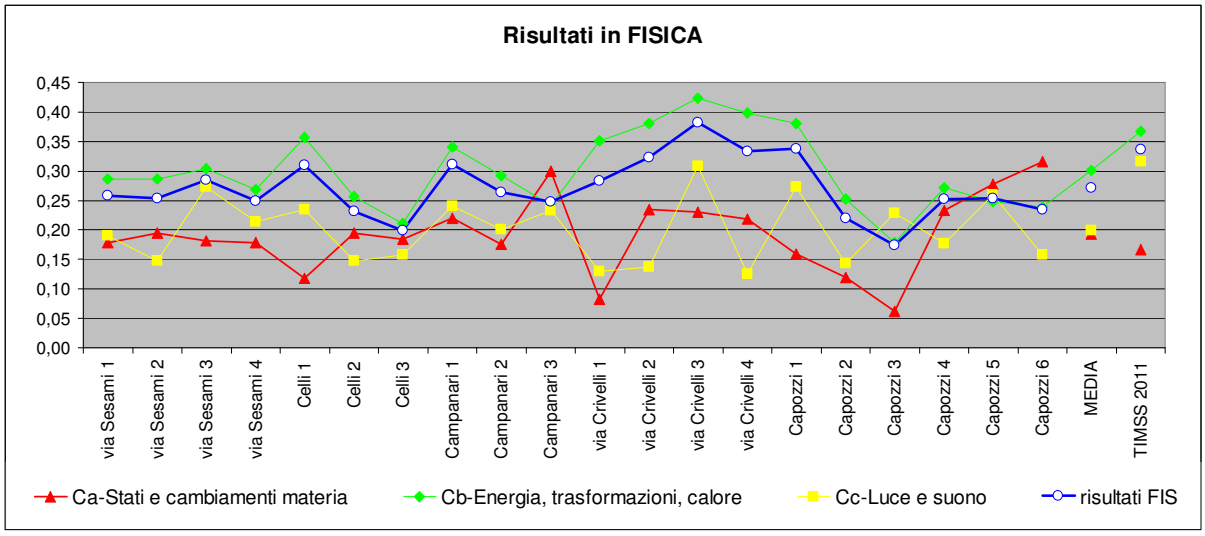



Figura 7.6: Risultati di ciascuna classe partecipante allo studio principale nei tre argomenti di fisica inclusi nel fascicolo FS_0. I valori sulla destra mostrano i risultati medi di tutte le classi e quelli del campione nazionale TIMSS 2011.

Per entrambi gli argomenti di geologia affrontati in questo studio, i risultati sono leggermente inferiori alla media nazionale TIMSS (figura 7.7), ma mantengono un andamento ad essa conforme non solo nei valori medi complessivi (MEDIA) ma anche in quelli relativi a ciascuna classe campionata, con l'eccezione di una sezione dell'Istituto

Comprensivo Maria Capozzi, che ottiene risultati relativamente migliori nell'argomento *Struttura della Terra*.

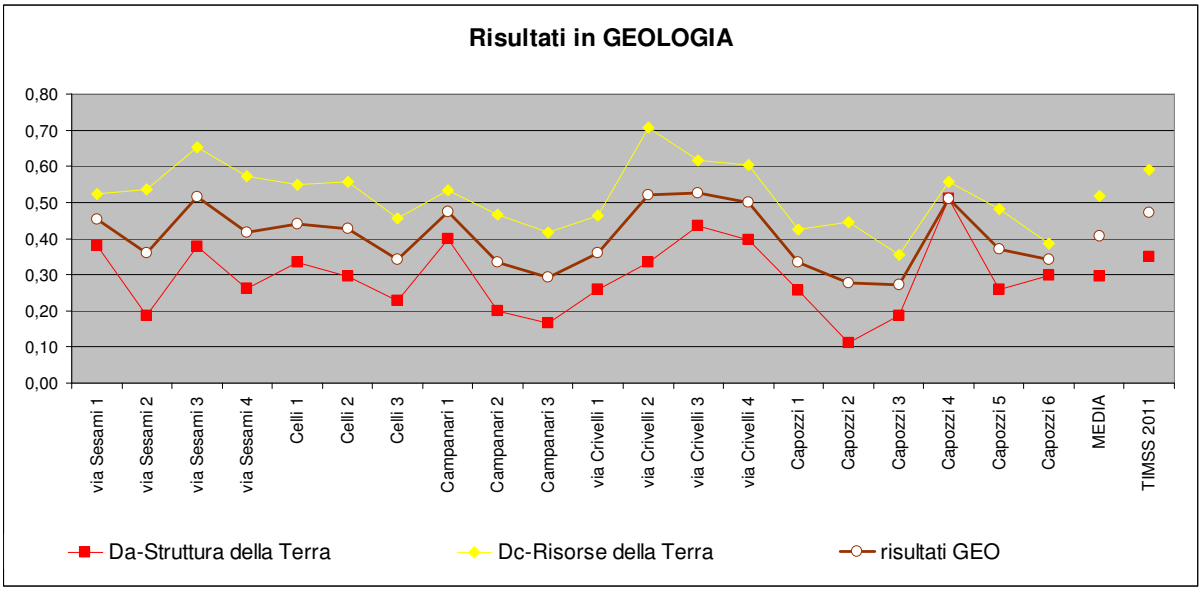



Figura 7.7: Risultati di ciascuna classe partecipante allo studio principale nei due argomenti di geologia inclusi nel fascicolo FS_0. I valori sulla destra mostrano i risultati medi di tutte le classi e quelli del campione nazionale TIMSS 2011

### 7.2.2 L'analisi classica degli item

Al di là delle sensibili differenze tra scuola e scuola e, in alcuni casi, tra classe e classe, 12 quesiti sono risultati molto difficili, con un indice di facilità (F) inferiore a 0,2 (figura 7.8): i numeri 7, 10, 12, 18, 19, 20A, 20B, 20C, 22B, 25, 27 e 31, tutti a risposta aperta[45]. Sette tra questi erano risultati molto difficili anche in base ai dati del campione nazionale TIMSS 2011 e cinque anche in base all'andamento del pretest (figura 7.8). Diversi di essi, inoltre, erano stati indagati approfonditamente attraverso le interviste agli studenti nello studio pilota: i numeri 7, 10, 19, 20A, 20B, 22B, 25 e 31 (paragrafi 6.2.2 e 6.2.3).

L'item 22B (variabile tenuta costante) si conferma ancora una volta come estremamente difficile, con due sole risposte corrette su 360 studenti; il tasso di omissione

[45] I quesiti a risposta aperta nel fascicolo FS_0 sono 20 su 36.

per questa domanda è stato molto alto (73,2%) e, coerentemente con quanto ipotizzato e verificato nelle interviste, quasi tutti gli studenti che hanno provato a rispondere hanno interpretato la locuzione *variabile controllata* come *variabile misurata*, anziché come *variabile tenuta costante*.

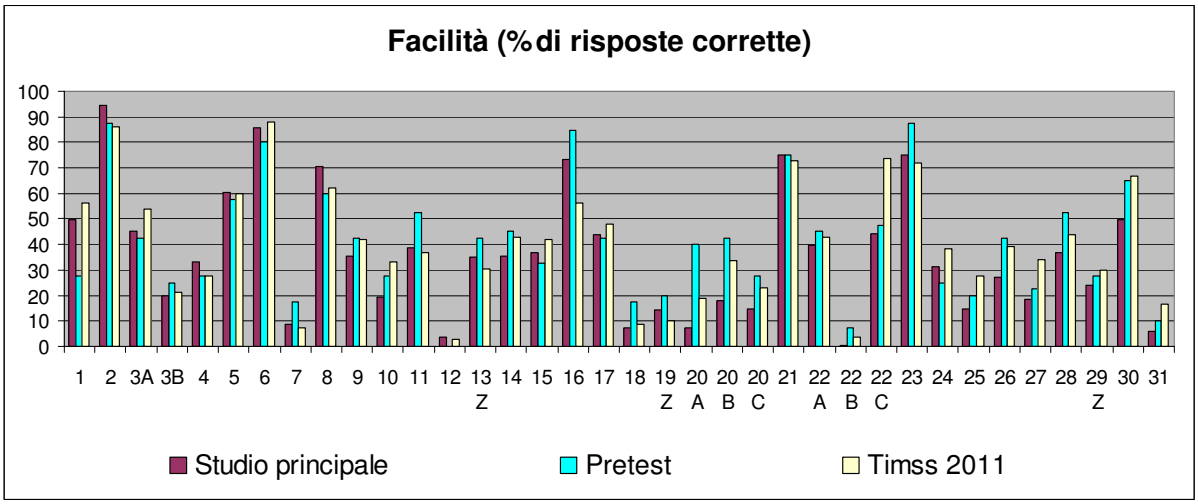



Figura 7.8: Facilità degli item inclusi nel fascicolo FS_0.

Nel caso dell'item 12 (figura 7.9) – che, con 14 risposte corrette, è risultato il secondo più difficile – una parte della difficoltà può essere spiegata da fattori estrinseci: la guida alla correzione, infatti, per attribuire il punteggio pieno a questo quesito pretende una risposta complessa: non è sufficiente che lo studente faccia correttamente riferimento al fenomeno della condensazione, ma è necessario che menzioni anche il vapore acqueo presente nell'aria. La facilità per questo item risulta inferiore al 5% non solo nello studio principale, ma anche nel pretest e nell'indagine TIMSS 2011.

Il terzo item più difficile, con un indice di facilità F = 0,06, è il numero 31 (suono di un campanello elettrico in una campana di vetro), già evidenziato nel pretest e indagato approfonditamente attraverso le interviste; in questo caso, a una domanda di per sé già difficile, si somma l'effetto di posizione in fondo alla prova, che ha certamente influito sui

risultati del mio studio sul campo, ove si registra un tasso di omissioni elevatissimo (83%) rispetto a quello della prova nazionale TIMSS (32%).

**12**

Figura 1 Figura 2

Dell'acqua ghiacciata viene collocata in una brocca di vetro in una giornata calda (Figura 1).
Poco dopo, sull'esterno della brocca appare del liquido (Figura 2).

Quale processo causa l'apparizione del liquido all'esterno della brocca? Descrivi il processo.

Figura 7.9: Item numero 12 (*Liquido all'esterno di una caraffa*).

L'item 18 (figura 7.10), pur richiedendo una riflessione piuttosto semplice, si è rivelato molto difficile (F = 0,07) perché i ragazzi hanno spesso frainteso la domanda, rispondendo come se si chiedesse loro di prendere posizione tra Chiara e Emiliano, oppure proponendo, anziché indagini sperimentali, valutazioni analitiche e ricerche di informazioni (alcune risposte tratte dai fascicoli riportano, ad esempio: "chiedere ad esperti", "cercare su internet", "osservare le piantagioni", "studiare il DNA"). Si tratta, del resto, di uno degli item con indice di facilità più basso anche nel campione nazionale TIMSS (F = 0,09).

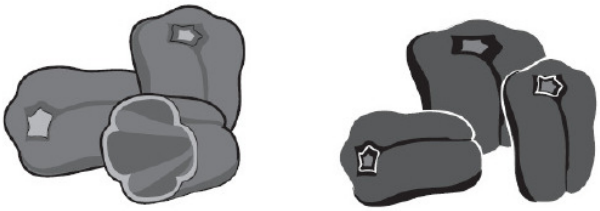
L'elevata difficoltà (F = 0,09) dell'item numero 7 (livello dell'acqua in un contenitore riscaldato) – riscontrata anche nel pretest e nell'indagine TIMSS (F = 0,08) – sembrerebbe corrispondere, da quanto emerso durante le interviste, a una oggettiva difficoltà intrinseca della domanda, poiché si chiede allo studente di riconoscere e prevedere, in un contesto non

banale, l'effetto della dilatazione termica sull'aria, fenomeno fisico percepito come poco svolto a scuola.

**18**

Chiara ed Emiliano stanno studiando le piante. Hanno imparato che caratteristiche come l'altezza delle piante e il colore dei frutti sono ereditarie.

Osservano alcuni peperoni verdi e rossi.



Peperoni verdi Peperoni rossi

Chiara pensa che siano tipi diversi di peperoni, perché hanno colori diversi.

Emiliano pensa che siano lo stesso tipo di peperone e che i peperoni rossi siano rossi perché sono stati lasciati sulla pianta più a lungo e sono maturati.

Descrivi come preparare un'indagine per decidere chi tra Chiara ed Emiliano ha ragione.

Figura 7.10: item numero 18 (*Investigazione di peperoni verdi/rossi*).

Lo stesso vale per l'item 20 (mulino ad acqua), suddiviso in tre domande A, B, C e incentrato sui concetti di energia potenziale e cinetica, concetti non sempre previsti e trattati nella programmazione del primo ciclo.

Gli item 19 (condizioni necessarie per la germinazione), 25 (quale blocco di ghiaccio si scioglie prima) e 10 (funzioni vitali del *Paramecio*), già evidenziati in seguito al pretest, approfonditi con le interviste e ampiamente discussi nel paragrafo 6.2.3, si confermano tra quelli più difficili e problematici del fascicolo FS_0; mentre il numero 27 (figura 7.11) è risultato più difficile nello studio principale (F = 0,18) sia rispetto al pretest (F = 0,23) sia, soprattutto, rispetto all'indagine TIMSS 2011 (F = 0,34).

**27**

La figura seguente mostra un periscopio. Maria lo sta usando per guardare oltre un muro.

Disegna il percorso di un raggio luminoso nel periscopio. Mostra la direzione del raggio luminoso usando delle frecce.

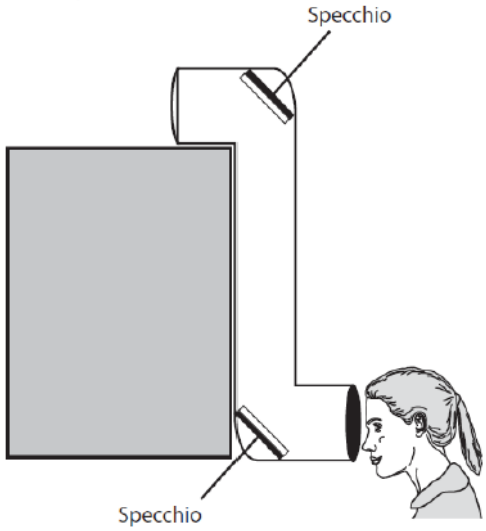



Figura 7.11: item numero 27 (*Percorso della luce attraverso un periscopio*).

In perfetto accordo con i dati nazionali dell'indagine TIMSS 2011, i soli due item risultati molto facili - con un indice di facilità superiore a 0,8 - sono il numero 2 (figura 7.12) e il numero 6 (figura 7.13). Si tratta, in effetti, di due item a risposta chiusa, con un testo stimolo breve e semplice, senza alcun tipo di ambiguità linguistica, basati su argomenti molto svolti secondo le dichiarazioni degli studenti.

**2**

Dove vivevano gli organismi alla loro prima apparizione sulla Terra?

Ⓐ Nell'acqua

Ⓑ Nell'aria

Ⓒ Sul terreno

Ⓓ Sottoterra

Figura 7.12: item numero 2 (*Dove sono comparsi i primi organismi sulla Terra*).

**6**

Nascono due gemelli: un maschio e una femmina.

Quale di queste affermazioni riguardo al loro patrimonio genetico è esatta?

Ⓐ Sia il maschio sia la femmina ereditano il materiale genetico solo dal padre.

Ⓑ Sia il maschio sia la femmina ereditano il materiale genetico solo dalla madre.

Ⓒ Sia il maschio sia la femmina ereditano il materiale genetico da entrambi i genitori.

Ⓓ Il maschio eredita il materiale genetico solo dal padre e la femmina eredita il materiale genetico solo dalla madre.

Figura 7.13: item numero 6 (corredo genetico dei gemelli).

L'analisi classica degli item ha permesso di valutare ancora una volta la consistenza interna del test (discriminatività), attraverso l'indice di correlazione item-totale (figura 7.14). Rispetto al pretest, i valori di discriminatività si sono ridimensionati, non scendendo mai al di sotto di + 0,1, e gli item fortemente incoerenti, con un indice di correlazione item-totale inferiore a 0,2, si sono ridotti da otto a cinque, come è normale che avvenga utilizzando un campione più ampio, che tende a ridurre l'effetto del caso.

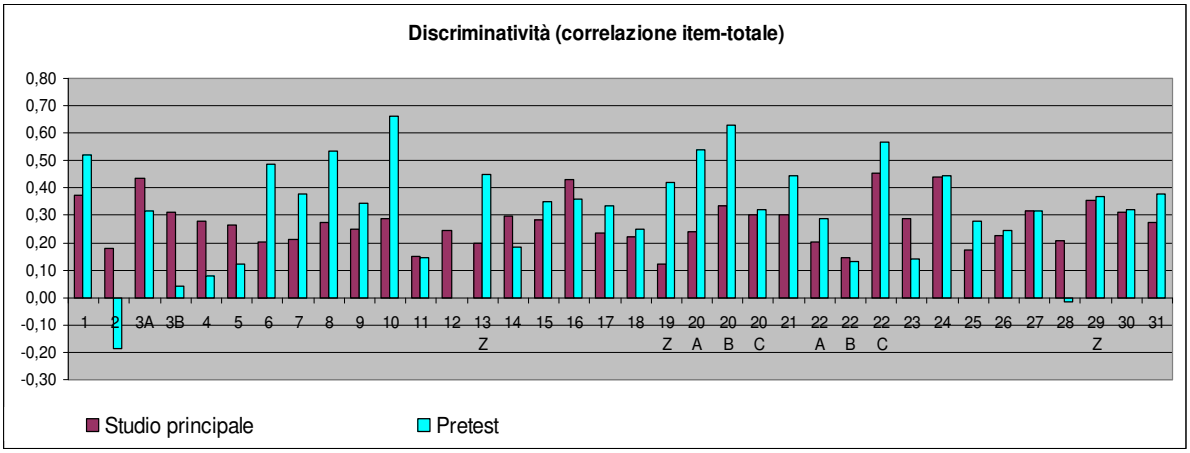
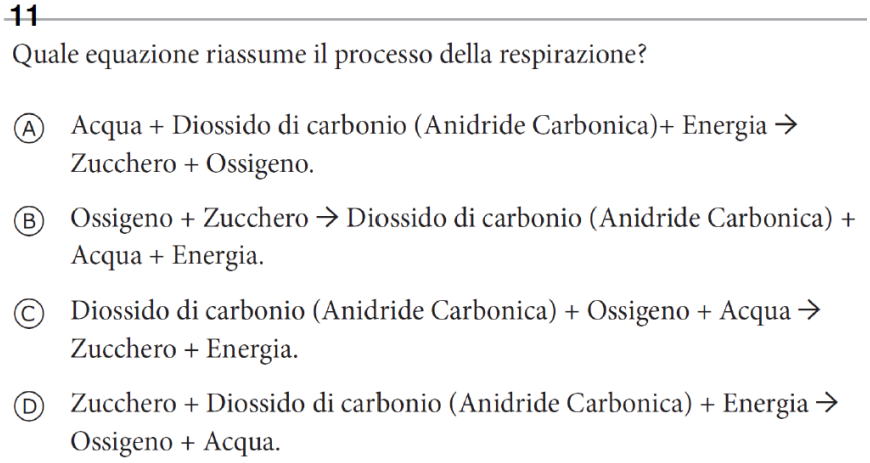



Figura 7.14: Indice di discriminatività degli item, calcolato in base ai risultati dello studio principale e confrontato con lo stesso indice calcolato in base ai dati del pretest.

Dei cinque item risultati incoerenti (2, 11, 19, 22B e 25), tre si erano evidenziati anche per l'elevata difficoltà (19, 22B e 25) e uno per l'estrema facilità (2). Se per il 22B (variabile tenuta costante) la poca comprensibilità della domanda spiega anche il risultato incoerente, gli item 19 (condizioni per la germinazione) e 25 (quale blocco di ghiaccio si scioglie prima?) hanno invece in comune il fatto di offrire allo studente un facile errore nel quale cadere. Nel caso del quesito 19 l'errore è almeno parzialmente indotto dalla formulazione della domanda: la frase iniziale "Molti semi possono germinare alla luce o al buio" sembra infatti incoraggiare gli studenti a indicare proprio la luce (o anche il buio) come una delle condizioni necessarie per la germinazione. L'errore sotteso all'item 25 è invece legato alla concezione ingenua, basata sulla nostra esperienza di animali omeotermi, che avvolgere qualcuno o qualcosa nella carta abbia l'effetto di apportare calore, anziché di isolare dall'ambiente esterno.

L'item numero 11 (figura 7.15) è un quesito a risposta chiusa, formulato con un linguaggio molto tecnico. A mio parere, il basso indice di discriminatività potrebbe dipendere in questo caso dal fatto che i ragazzi hanno spesso provato a rispondere a intuito, aggiungendo un forte elemento di casualità nei risultati.



**11**

Quale equazione riassume il processo della respirazione?

Ⓐ Acqua + Diossido di carbonio (Anidride Carbonica)+ Energia → Zucchero + Ossigeno.

Ⓑ Ossigeno + Zucchero → Diossido di carbonio (Anidride Carbonica) + Acqua + Energia.

Ⓒ Diossido di carbonio (Anidride Carbonica) + Ossigeno + Acqua → Zucchero + Energia.

Ⓓ Zucchero + Diossido di carbonio (Anidride Carbonica) + Energia → Ossigeno + Acqua.

Figura 7.15: item numero 11 (*processo della respirazione*).

### 7.2.3 Il questionario insegnanti

Le informazioni restituite dal questionario insegnanti (allegato E) sono state interamente digitalizzate e tabulate, ma non tutte utilizzate allo stesso modo nelle analisi successive. Quelle ricavate dalla prima pagina del questionario (domande 1-5), relative ai dati anagrafici e alla formazione personale dei docenti, mi hanno permesso di mettere a confronto il campione di insegnanti partecipanti alla ricerca con quello selezionato per l'indagine TIMSS 2011 (tabella 7.2).

| Insegnante n° | D 1 (anni di insegnamento) | D 2 (sesso) | D 3 (età) | D 4 (titolo di studio) | D 5 (aree di studio) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 23 | F | 50-59 | post lauream | mat - bio - chi |
| 2 | 30 | F | 60 + | laurea | biologia |
| 3 | 31 | F | 50-59 | laurea | mat - fis |
| 4 | 14 | F | 40-49 | post lauream | biologia |
| 5 | 30 | F | 50-59 | laurea | bio - geo |
| 6 | 30 | F | 60 + | laurea | - |
| 7 | 12 | F | 40-49 | post lauream | biologia |
| 8 | 8 | M | 30-39 | post lauream | bio - geo - chi |
| 9 | - | F | 30-39 | laurea | geologia |
| 10 | 7 | F | 30-39 | post lauream | - |
| 11 | 34 | F | 50-59 | laurea | mat - bio - fis |
| 12 | 12 | F | 50-59 | post lauream | biologia |
| 13 | 34 | F | 60 + | laurea | biologia |
| 14 | 35 | F | 50-59 | laurea | bio - chi |
| 15 | 12 | F | 40-49 | laurea | bio - chi |
| 16 | 25 | F | 60 + | laurea | mat - bio - geo |
| 17 | 15 | F | 40-49 | laurea | - |
| 18 | 30 | F | 50-59 | laurea | biologia |
| 19 | 16 | M | 40-49 | laurea | geologia |
| 20 | 25 | F | 60 + | laurea | biologia |
| Campione totale | 22,3 (media) | 90% F | 35% 50-59 | 30% Post lauream | 70% Biologia |
| **Campione TIMSS 2011** | **21,5 (media)** | **79,4% F** | **55,2% 50-59** | **25,7% post lauream** | **68,2% Biologia** |

Tabella 7.2: Dati personali dei docenti coinvolti nello studio principale in base a quanto da loro dichiarato nel questionario insegnanti (domande 1-5).

Gli insegnanti selezionati nel mio studio non si discostano molto da quelli partecipanti all'indagine TIMSS 2011 per esperienza media di insegnamento (22,3 contro 21,5 anni), per titolo di studio più elevato conseguito (superiore alla laurea nel 30% e nel 26% dei casi), per fascia di età maggiormente rappresentata (50-59 anni), e per area di studio principale dichiarata (biologia, indicata dal 70% e dal 68,2% degli insegnanti).

La asimmetria nella distribuzione di genere è più accentuata tra i docenti interpellati in questo studio, con il 90% di donne rispetto al 79,4% del campione italiano di TIMSS 2011, e anche la ripartizione degli insegnanti in fasce di età risulta differente: il campione utilizzato in questo studio mostra infatti una distribuzione nettamente più dispersa intorno alla moda rispetto a quello dell'indagine TIMSS.

Per quanto riguarda le aree di studio principale dopo il diploma di scuola secondaria, infine, al di là della già menzionata netta prevalenza della biologia, le altre discipline risultano nominate in ordine e in percentuali dissimili rispetto ai dati rilevati attraverso l'indagine TIMSS 2011[46].

Le risposte degli insegnanti alla domanda 37, tratta dal questionario insegnanti di TIMSS 2011 – *Alla fine di quest'anno scolastico, quale percentuale di tempo avrà dedicato approssimativamente all'insegnamento di ognuno dei seguenti contenuti di scienze per gli studenti di questa classe?* – non sono state analizzate in questo studio poiché gli insegnanti hanno mostrato difficoltà nell'interpretazione della domanda: non è chiaro, infatti, se le percentuali di tempo richieste riguardino l'anno in corso (terza media) o l'intero triennio di scuola secondaria di primo grado[47]. Questo dubbio, già emerso nella fase esplorativa, nel *focus group*, è stato confermato durante la compilazione del questionario da parte degli insegnanti e ciò mi ha indotto ad escludere questa domanda dalle analisi successive.

Anche le risposte alla domanda 43 – *Quanto si sente preparato/a ad insegnare i seguenti argomenti di scienze?* – sono state tabulate ma non analizzate successivamente

[46] La domanda numero 5 "Se ha proseguito gli studi dopo il diploma di scuola secondaria superiore, verso quale area (o aree) di studio principale si è indirizzato/a?" non permette un reale confronto dei dati perché, come emerso anche durante il *focus group*, è stata interpretata in maniera varia dagli insegnanti: alcuni hanno selezionato solo l'argomento principale del corso di laurea, mentre altri hanno fatto riferimento alle discipline incluse nel piano di studi universitario o ancora ad argomenti approfonditi successivamente alla laurea.

[47] Confrontando la versione italiana di questa domanda con quella inglese ("By the end of this school year, approximately what percentage of teaching time will you have spent during this school year on each of the following science content areas for the students in this class?"), è evidente che nella traduzione italiana manca la frase "durante questo anno scolastico", che scioglierebbe ogni ambiguità.

poiché, una volta individuato il focus della ricerca nel rapporto tra ciò che i professori insegnano (curricolo realizzato) e ciò che i ragazzi imparano (curricolo appreso), la percezione della propria preparazione da parte dei docenti, pur influenzando certamente le scelte, gli stili e i metodi di insegnamento, diventa un fattore a monte, che esula dagli obiettivi di indagine di questo studio.

Sono state invece esaminate in dettaglio le informazioni sul curricolo restituite dalla domanda 36 e dalle domande di approfondimento aggiunte alla fine del questionario, indispensabili per delineare il curricolo realizzato nelle scuole coinvolte nello studio (paragrafo 7.2.4) e per analizzare la relazione tra curricolo realizzato e curricolo appreso (paragrafo 7.2.5).

### 7.2.4 Il curricolo realizzato

I dati relativi al curricolo svolto dagli insegnanti di scienze sono stati ricavati dalla domanda 36 (A, B, C, D) – *Indichi, segnando le risposte appropriate, quando è stato insegnato ciascuno dei seguenti argomenti agli studenti di questa classe* – e dalle domande di approfondimento aggiunte alla fine del questionario – *Ancora una volta, con un po' di pazienza, dovrebbe indicare se e quando ha insegnato a questa classe ciascuno degli argomenti elencati. In questo caso le chiedo di aggiungere anche una stima del tempo di lezione che ha scelto di dedicare a ciascun argomento*.

In un primo momento, per differenziare in maniera netta gli argomenti svolti da quelli non svolti, ho tradotto le risposte degli insegnanti in un codice binario 0-1, assegnando punteggio 0 alla risposta *Non ancora insegnato o appena introdotto* e punteggio 1 alle altre due risposte possibili: *Insegnato soprattutto in un anno precedente* e *Insegnato soprattutto quest'anno*. In base allo stesso criterio erano stati codificati per l'analisi preliminare i dati nazionali e internazionali tratti dall'indagine TIMSS 2011 (paragrafo 5.1); ho potuto così confrontare le percentuali di svolgimento relative a ciascun argomento e verificare che in questo studio si replicassero, in linea generale, le tendenze già emerse a livello nazionale.

In base alle informazioni ricavate dalla domanda 36 del questionario (tabella 7.3), la chimica si conferma come il dominio di contenuto svolto dal maggior numero di insegnanti interrogati (88,8%) e la fisica come il meno trattato (67,5%). Rispetto ai dati nazionali di

TIMSS 2011, biologia e fisica risultano svolte in percentuale minore, chimica e geologia in percentuale maggiore.

| | | | Domanda n°36 | Domande di approfondimento | Domanda n°36 | Domanda n°36 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Questo studio | Questo studio | TIMSS 2011 % Italia | TIMSS 2011 % internazionale |
| BIOLOGIA | Aa | Organi e organismi | 94,7 | | 99,4 | 79,0 |
| | **Ab** | **Cellule e loro funzioni** | **100,0** | **99,0** | **100,0** | **89,9** |
| | **Ac** | **Riproduzione e ereditarietà** | **65,0** | **86,7** | **78,6** | **59,7** |
| | **Ad** | **Diversità e selezione naturale** | **52,6** | **76,3** | **63,7** | **63,0** |
| | Ae | Ecosistemi e relazioni | 75,0 | | 78,1 | 77,2 |
| | Af | Demografia umana | 65,0 | | 52,7 | 44,9 |
| | Ag | Salute umana | 89,5 | | 94,6 | 60,2 |
| TOT biologia | | | 76,8 | | 81,0 | 67,7 |
| CHIMICA | Ba | Classificazione e struttura materia | 95,0 | | 95,2 | 86,5 |
| | Bb | Soluzioni | 95,0 | | 89,1 | 82,0 |
| | Bc | Acidi e basi | 85,0 | | 69,9 | 70,3 |
| | Bd | Trasformazioni chimiche | 80,0 | | 73,6 | 72,8 |
| TOT chimica | | | 88,8 | | 82,0 | 77,9 |
| FISICA | **Ca** | **Stati della materia** | **100,0** | **100,0** | **98,3** | **85,2** |
| | **Cb** | **Energia, trasformazioni, calore** | **100,0** | **86,7** | **92,7** | **78,1** |
| | **Cc** | **Luce e suono** | **25,0** | **21,3** | **31,5** | **69,2** |
| | Cd | Elettromagnetismo | 40,0 | | 46,2 | 58,9 |
| | Ce | Forze e moto | 73,7 | | 84,0 | 76,2 |
| TOT fisica | | | 67,5 | | 70,5 | 73,5 |
| GEOLOGIA | **Da** | **Struttura della Terra** | **95,0** | **85,0** | **82,5** | **70,3** |
| | Db | Processi, cicli e storia della Terra | 85,0 | | 64,8 | 66,1 |
| | **Dc** | **Risorse della Terra** | **75,0** | **47,4** | **68,0** | **66,2** |
| | Dd | Sistema solare e universo | 90,0 | | 69,4 | 63,4 |
| TOT geologia | | | 86,3 | | 71,2 | 66,5 |

Tabella 7.3: Il curricolo realizzato dai docenti coinvolti nello studio principale in base a quanto da loro dichiarato nel questionario insegnanti (domande 36A, 36B, 36C, 36D e domande di approfondimento). Le ultime due colonne mostrano, per un confronto, i dati relativi alle stesse domande 36A, 36B, 36C e 36D tratti dall'indagine TIMSS 2011, per l'Italia e per la media internazionale.

Concentrando l'attenzione sugli otto argomenti selezionati in questo studio (evidenziati in grassetto nella tabella 7.3) e confrontando i dati anche con le percentuali di svolgimento dichiarate dagli insegnanti dei paesi coinvolti in TIMSS 2011 (media internazionale), si presentano tendenze simili a quelle emerse nell'analisi preliminare del campione nazionale TIMSS e si confermano le situazioni già evidenziate di incoerenza tra

curricolo realizzato e curricolo appreso (paragrafo 5.1): a percentuali di svolgimento superiori alla media internazionale dichiarate dagli insegnanti corrispondono scarsi risultati dei loro studenti, mentre a percentuali di svolgimento simili o inferiori alla media internazionale corrispondono risultati migliori degli studenti. Fa eccezione l'argomento di geologia *Risorse della Terra*, in relazione al quale la percentuale di insegnanti che hanno dichiarato in questo studio di aver trattato l'argomento (75%) è nettamente superiore sia alla media nazionale sia a quella internazionale, e dunque coerente con i buoni risultati degli studenti.

I dati medi ricavati dalle domande di approfondimento, dettagliate in sottoargomenti e focalizzate sui tre domini di contenuto e sugli otto argomenti in questione, confermano in linea generale le stesse tendenze. Si nota però un andamento opposto a quello appena descritto per l'argomento *Risorse della Terra*, con una percentuale media di svolgimento da parte degli insegnanti interrogati (47,4%) inferiore non solo a quella precedentemente dichiarata nella domanda 36, ma anche a quella nazionale e internazionale. Se da un lato questa inversione ripropone prepotentemente l'incoerenza tra dichiarazioni degli insegnanti e risultati degli studenti, dall'altro suggerisce un problema nella interpretazione dell'argomento: evidentemente i sottoargomenti nei quali esso risulta articolato non coincidono con quelli attesi dagli insegnanti italiani in base alla dicitura *Risorse della Terra*. Una situazione simile ma opposta si riscontra in relazione all'argomento *Diversità e selezione naturale*, con una inversione di tendenza rispetto a quanto emerso dalla domanda 36; in questo caso, una volta esplicitati i sottoargomenti, gli insegnanti riconoscono di aver svolto l'argomento e l'incongruenza con i risultati degli studenti appare attenuata.

I grafici in figura 7.16 e 7.17 mostrano più chiaramente, sotto forma di percentuali cumulate e scorporate negli otto argomenti considerati, il confronto trai i dati ricavati in questo studio dalla domanda 36 e dalle domande di approfondimento del questionario insegnanti, oltre che dall'indagine TIMSS 2011 e dalle dichiarazioni degli esperti consultati per la TCMA.

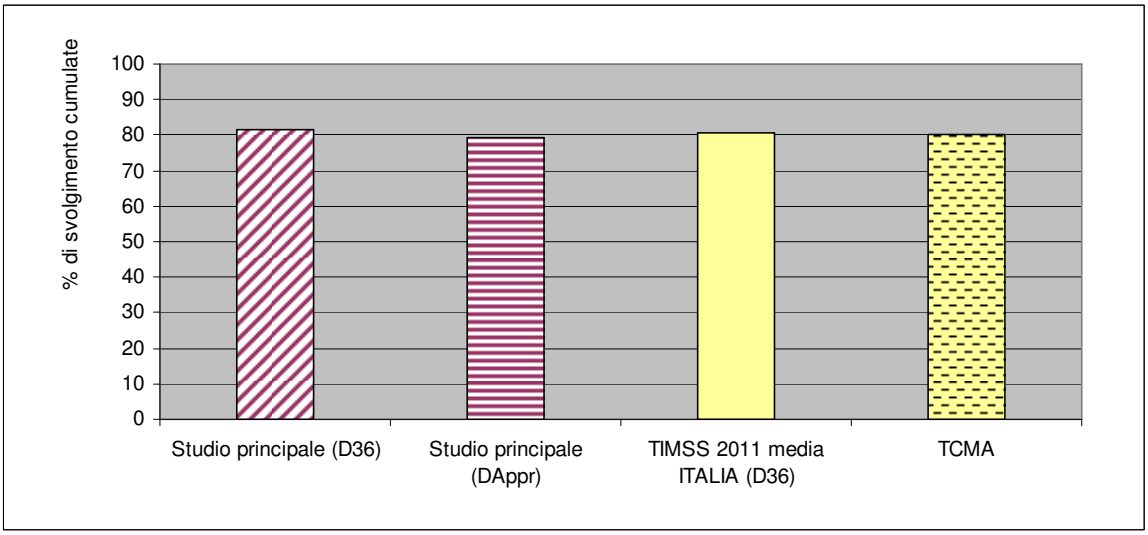



Fig. 7.16: Confronto tra le percentuali di svolgimento cumulate degli otto argomenti considerati in questo studio secondo quanto dichiarato dagli insegnanti partecipanti (nella domanda 36 e nelle domande di approfondimento del questionario), dagli insegnanti campionati per l'indagine TIMSS 2011 e dagli esperti consultati per la TCMA.

Le percentuali di svolgimento cumulate (figura 7.16) appaiono estremamente simili in tutti e quattro i casi, comprese tra un minimo di 79,1% e un massimo di 81,3%, e suggeriscono che i dati raccolti in questo studio, sebbene provenienti da un campione ristretto di insegnanti, possono essere considerati attendibili ed esemplificativi di una tendenza nazionale.

Il confronto tra le percentuali scorporate (figura 7.17) mette però in luce alcune differenze e sollecita qualche considerazione. Gli argomenti su cui c'è completo accordo tra le dichiarazioni degli insegnanti italiani sono Ab (*Cellule e loro funzioni*) e Ca (*Stati e cambiamenti della materia*): si tratta di due argomenti che la totalità o quasi dei docenti italiani afferma di svolgere, a dispetto dei risultati solo lievemente superiori alla media dei loro studenti. L'accordo non è perfetto, ma buono anche sugli argomenti Ac (*Riproduzione ed ereditarietà*), Cb (*Energia, trasformazioni, calore e temperatura*) e Cc (*Luce e suono*): le percentuali di svolgimento dichiarate variano, ma si mantengono sempre al di sopra della media internazionale nei primi due casi – a fronte di risultati modesti degli studenti – e ben al di sotto della media internazionale nel terzo caso – a fronte di risultati nettamente positivi degli studenti.

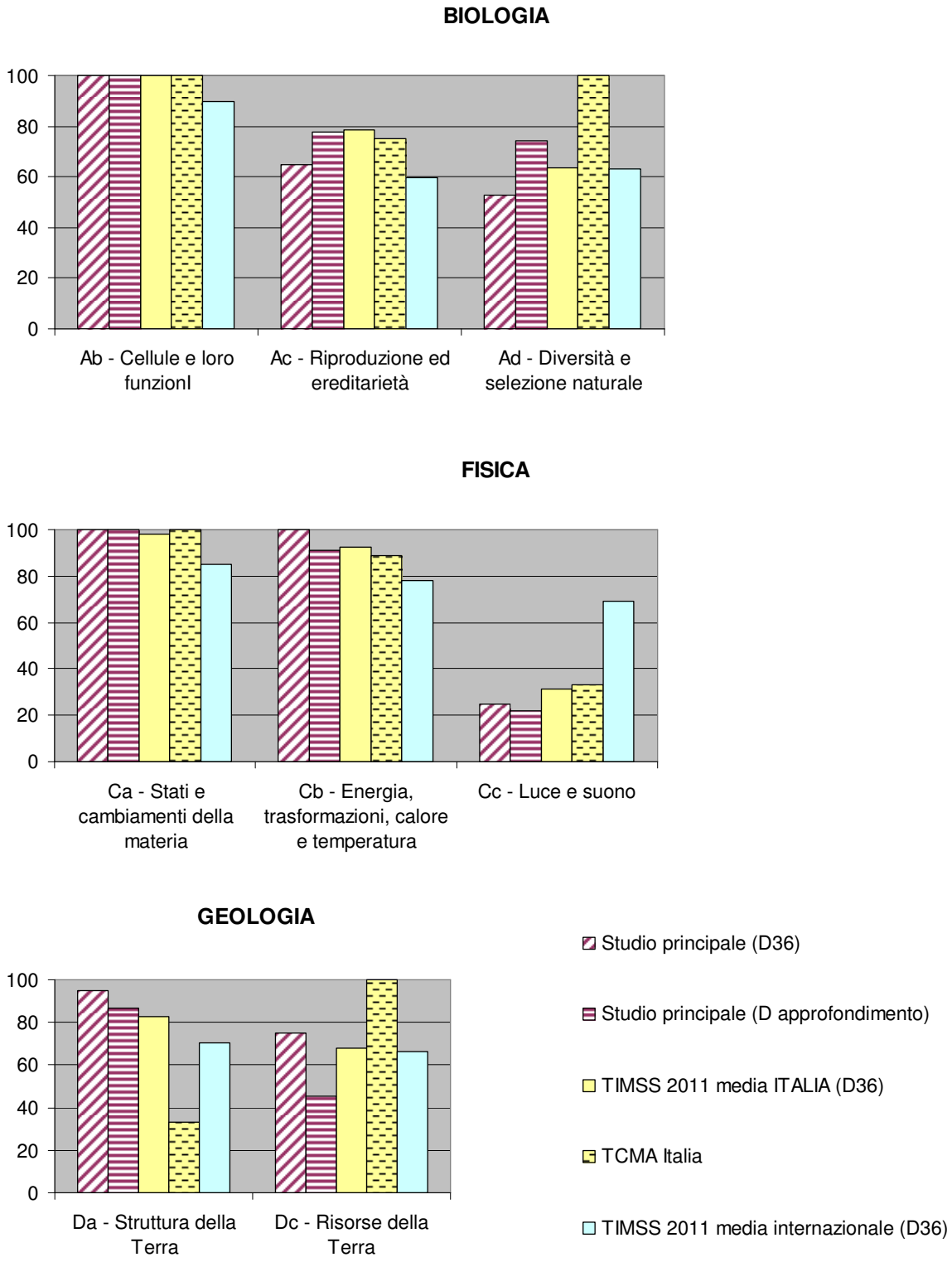



Fig. 7.17: Confronto tra le percentuali di svolgimento relative a ciascuno degli otto argomenti selezionati (3 di biologia, 3 di fisica e 2 di geologia) secondo quanto dichiarato dagli insegnanti interpellati in questo studio (domande 36 e domande di approfondimento del questionario), dagli insegnanti campionati per l'indagine TIMSS 2011 (domande 36 del questionario) e dagli esperti consultati per la TCMA (valutazione dei quesiti).

Gli altri tre argomenti esaminati mostrano qualche elemento di discordanza tra le dichiarazioni degli insegnanti italiani. Ho già menzionato *Ad-Diversità e selezione naturale* e *Dc-Risorse della Terra* a proposito dell'incongruenza tra i dati ricavati dalla domanda 36 e quelli tratti dalle domande di approfondimento, dati forniti dai medesimi insegnanti attraverso la compilazione del medesimo questionario. La poca coerenza, in questo caso, sembra indicare, da parte degli insegnanti interrogati, una interpretazione delle diciture dei due argomenti non esattamente corrispondente alla classificazione in sottoargomenti proposta dall'indagine TIMSS 2011. È da notare, inoltre, il dato relativo alla TCMA, basato sulla valutazione dei singoli item da parte di insegnanti esperti, secondo il quale tutti i quesiti rilasciati afferenti a questi due argomenti risulterebbero generalmente svolti nelle scuole italiane. Se tale confronto fornisce un'indicazione, seppure approssimativa poiché basata sui soli item rilasciati, di quanto i quesiti siano rappresentativi degli argomenti a cui afferiscono secondo gli insegnanti italiani, è evidente che, nel caso degli argomenti Ad e Dc, tale rappresentatività risulta piuttosto scarsa.

Rispetto al terzo argomento, *Da-Struttura della Terra*, le dichiarazioni degli insegnanti sono abbastanza uniformi, superiori in ogni caso alla media internazionale; l'anomalia riguarda però, ancora una volta, la valutazione fornita per la TCMA, secondo cui soltanto uno su tre dei quesiti rilasciati riguarderebbe argomenti generalmente svolti nelle scuole medie italiane.

La percezione degli studenti riguardo allo svolgimento a scuola degli argomenti inclusi nella prova risulta, come nel pretest, mediamente inferiore a quella degli insegnanti (figura 7.18). Fanno eccezione gli item 2, 6, 21, 27, 28 e 31, per i quali la percentuale di svolgimento dichiarata dagli studenti supera quella degli insegnanti; gli item numero 2 e 21 afferiscono all'argomento *Diversità e selezione naturale*, i numeri 27, 28 e 31 a *Luce e suono*. Si tratta dei due argomenti, di biologia e di fisica, selezionati in questo studio a causa dei risultati superiori alle aspettative, in base alle dichiarazioni degli insegnanti sul curricolo svolto, nell'indagine TIMSS 2011. In riferimento a questi due argomenti, dunque, la percezione degli studenti sembrerebbe avere maggior riscontro nei risultati di apprendimento.

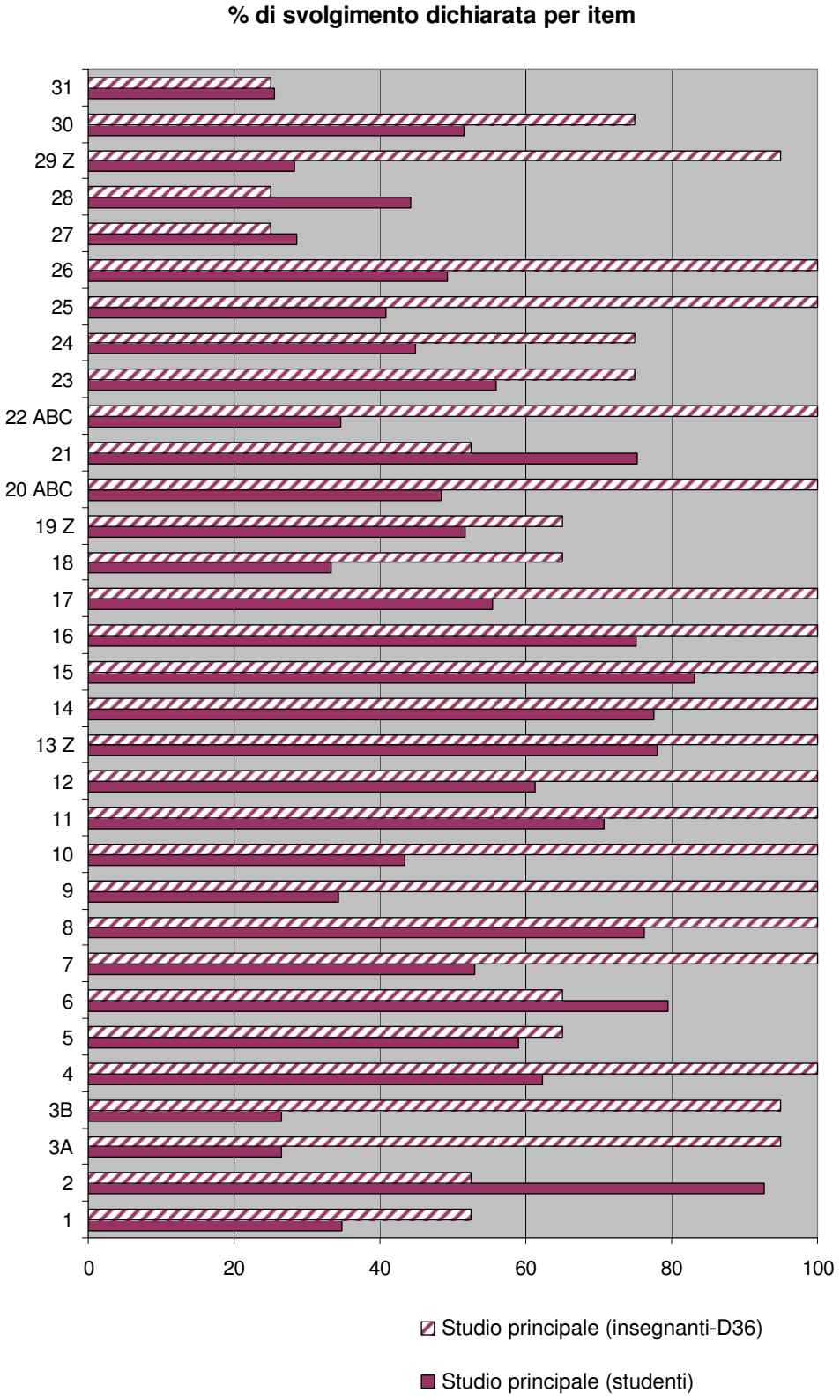
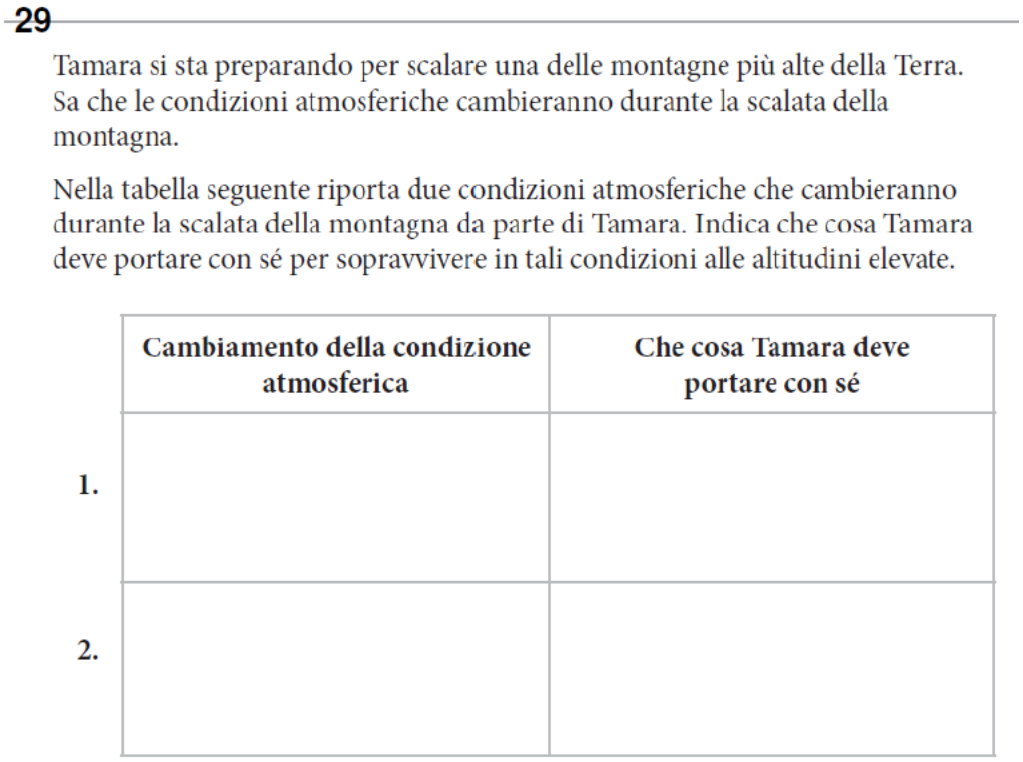



Figura 7.18: Percentuale di svolgimento a scuola rispetto all'argomento di ciascun item dichiarata dagli studenti e dagli insegnanti (D-36) nello studio principale.

L'item numero 6 (corredo genetico dei gemelli), già discusso nel paragrafo 7.2.2 a proposito della sua estrema facilità, appartiene invece all'argomento *Riproduzione ed ereditarietà*, insegnato, secondo i docenti, solo nel 65% delle classi selezionate per lo studio. In questo caso l'elevata percentuale di svolgimento dichiarata dagli studenti potrebbe essere dovuta proprio alla semplicità della domanda, che richiede nozioni elementari di senso comune e non necessariamente una conoscenza scientifica dei meccanismi di trasmissione del patrimonio genetico.



**29**

Tamara si sta preparando per scalare una delle montagne più alte della Terra. Sa che le condizioni atmosferiche cambieranno durante la scalata della montagna.

Nella tabella seguente riporta due condizioni atmosferiche che cambieranno durante la scalata della montagna da parte di Tamara. Indica che cosa Tamara deve portare con sé per sopravvivere in tali condizioni alle altitudini elevate.

| | Cambiamento della condizione atmosferica | Che cosa Tamara deve portare con sé |
|---|---|---|
| 1. | | |
| 2. | | |

Figura 7.19: item numero 29 (*cambiamenti in alta quota*).

Dei 31 item considerati, 14 risultano svolti da meno della metà degli studenti (i numeri 1, 3, 9, 10, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 31) e comprendono tre quesiti di biologia, otto di fisica e tre di scienze della Terra. *Luce e suono* si conferma come l'argomento meno trattato a scuola, secondo studenti e insegnanti, con 3 item su 3 (numeri 27, 28 e 31) al di sotto del 50%. Contrariamente al parere degli insegnanti, invece, gli

studenti dichiarano di aver svolto poco anche entrambi gli item relativi all'argomento *Struttura della Terra* (numeri 3 e 29). Durante le interviste agli studenti effettuate nello studio pilota, era già emerso che l'item 3 (mappe topografiche) riguarda un tema generalmente trattato nelle scuole italiane in geografia, più che in scienze (paragrafo 6.2.3); mentre il numero 29 (fig. 7.19) fa riferimento all'atmosfera, tema spesso tralasciato dagli insegnanti di scienze, a vantaggio della geosfera e dei fenomeni ad essa connessi (vulcani, terremoti, tettonica a placche, ecc.).

### 7.2.5 Relazione tra curricolo realizzato e curricolo appreso

Il passaggio successivo è stato quello di analizzare la relazione tra le informazioni sul curricolo tratte dal questionario insegnanti (curricolo realizzato) e i risultati degli studenti nella prova cognitiva (curricolo appreso).

Questo studio approfondito, ovviamente, è stato possibile soltanto in relazione agli otto argomenti di biologia, fisica e geologia selezionati e rappresentati nel fascicolo studenti FS_0 e nelle domande di approfondimento del questionario insegnanti.

Per permettere un'analisi dei dati di tipo statistico, ho dovuto modificare il sistema di codifica delle risposte al questionario, poiché il criterio 0-1 sin qui utilizzato per le analisi descrittive si è rivelato inadeguato: i dati risultavano infatti troppo omogenei, specialmente per gli argomenti molto svolti, non permettendo di calcolare alcun coefficiente di correlazione. La codifica dei dati ha dunque seguito il seguente criterio di attribuzione dei punteggi, basato sull'ipotesi che gli studenti tendano a ricordare meglio gli argomenti svolti più recentemente:

- *Non ancora insegnato o appena introdotto* = 0
- *Insegnato soprattutto in un anno precedente* = 1
- *Insegnato soprattutto quest'anno* = 2
- *Insegnato soprattutto in un anno precedente* + *Insegnato soprattutto quest'anno* = 3[48].

[48] In relazione ad alcuni argomenti più trasversali, i docenti mi hanno riferito oralmente di averli insegnati nel corso dell'intero triennio o comunque di averli ripresi più volte in anni diversi, affrontando aspetti differenti o progressivamente più complessi dello stesso tema. In questi casi specifici l'insegnante ha selezionato sia *Insegnato soprattutto in un anno precedente* sia *Insegnato soprattutto quest'anno*, e ho dunque stabilito di attribuire punteggio 3.

Le medie calcolate secondo questo nuovo criterio di codifica, di conseguenza, possono variare da un minimo di 0 – per argomenti non svolti – a un massimo di 3 – per argomenti svolti sia in anni precedenti sia nell'ultimo anno – e non rappresentano più la frazione di insegnanti che dichiara di aver svolto l'argomento, ma piuttosto un indice di quanto recentemente (ed eventualmente ripetutamente) esso sia stato trattato, di qui in avanti chiamato *indice di svolgimento*.

In base alla nuova codifica dei dati tratti dalla domanda 36 (tabella 7.4), ad esempio, la geologia, svolta quasi interamente nella classe terza, risulta avere un indice di svolgimento più alto (1,69) rispetto alla biologia (1,01), alla chimica (0,89) e alla fisica (0,84).

Secondo la nuova codifica dei dati tratti dalle domande di approfondimento (tabella 7.5), gli argomenti selezionati di biologia e quelli di geologia presentano in media un identico indice di svolgimento (1,24), nettamente superiore rispetto agli argomenti di fisica (0,78). Grazie alla stima dei tempi di lezione in classe[49] richiesta nelle domande di approfondimento, inoltre, è possibile osservare (tabella 7.5) che i dieci sottoargomenti di biologia risultano svolti tendenzialmente più a lungo degli altri, con una media, per tutte le classi considerate, di circa 52 ore complessive (5,2 ore ciascuno), mentre i cinque sottoargomenti di geologia e gli otto di fisica risultano svolti più rapidamente, con una media complessiva di circa 20 ore per geologia (4 ore ciascuno) e di 23,5 ore per fisica (2,9 ore ciascuno).

Una volta ricodificati tutti i dati utili del questionario insegnanti secondo il nuovo criterio, ho calcolato i coefficienti di correlazione lineare[50] tra risultati degli studenti di ogni classe e indici di svolgimento degli argomenti di insegnamento dichiarati dal docente della stessa classe.

[49] Le stime dei tempi di lezione in classe sono state codificate sulla base del monte ore standard di scienze di due ore a settimana, secondo il seguente criterio: trattato in 1-2 ore di lezione = 1,5 ore; trattato in 2-3 settimane di lezione = 5 ore; trattato in 1-2 mesi di lezione = 12 ore; trattato in 3 o più mesi di lezione = 32 ore.

[50] La correlazione indica la tendenza che hanno due variabili a variare insieme. Si dice positiva se all'aumentare di una variabile aumenta anche l'altra, negativa se all'aumentare di una variabile l'atra diminuisce. Il coefficiente di correlazione lineare (indice di Pearson) specifica l'entità e la direzione della correlazione: può assumere valori che vanno da –1 (correlazione perfetta negativa) a +1 (correlazione perfetta positiva), mentre una correlazione uguale a 0 indica che tra le due variabili non vi è alcuna relazione.

| | Domanda n° 36 | | Via Dei Sesami | | | | A.F. Celli | | | L. Campanari | | | Via Crivelli | | | | A. Capozzi | | | | | Media |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A | G | L | F | A | B | C | A | C | D | A | C | D | E | A | B | E | I | L | M | |
| A_BIOLOGIA | Aa | Organi e organismi | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1,03 |
| | Ab | Cellule | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 |
| | Ac | Riproduzione ed ereditarietà | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 1,5 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,28 |
| | Ad | Diversità e adattamento | 0 | 2 | 2 | | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 0,89 |
| | Ae | Ecosistemi e relazioni | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,75 |
| | Af | Demografia umana | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1,00 |
| | Ag | Salute umana | 1 | 1 | 2 | | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1,16 |
| | TOT biologia | | 1,0 | 0,7 | 1,4 | 0,4 | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,6 | 1,1 | 1,3 | 1,4 | 0,6 | 1,3 | 1,1 | 0,9 | 1,6 | 1,01 |
| B_CHIMICA | Ba | Classificazione, composizione e struttura della materia | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,95 |
| | Bb | Soluzioni | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,95 |
| | Bc | Acidi e basi | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0,85 |
| | Bd | trasformazioni chimiche | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,80 |
| | TOT chimica | | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 0,89 |
| C_FISICA | Ca | Stati e cambiamenti materia | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,00 |
| | Cb | Energia, trasformazioni, calore | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1,20 |
| | Cc | Luce e suono | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0,30 |
| | Cd | Elettromagnetismo | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0,80 |
| | Ce | Forze e moto | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,89 |
| | TOT fisica | | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,0 | 1,4 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,8 | 0,8 | 1,0 | 0,8 | 0,8 | 1,4 | 0,84 |
| D_GEOLOGIA | Da | Struttura della Terra | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1,85 |
| | Db | Processi, cicli e storia della Terra | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1,70 |
| | Dc | Risorse della Terra | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1,40 |
| | Dd | Sistema solare e universo | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1,83 |
| | TOT geologia | | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 0,0 | 1,5 | 1,5 | 2,0 | 1,8 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 2,0 | 2,1 | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 1,69 |

Tabella 7.4: Codifica dei dati tratti dalla domanda 36 (A, B, C, D) del questionario insegnanti - *Indichi, segnando le risposte appropriate, quando è stato insegnato ciascuno dei seguenti argomenti agli studenti di questa classe*.

| Domande di approfondimento | | VIA DEI SESAMI | | | | | | A.F. CELLI | | | | L. CAMPANARI | | | | VIA CRIVELLI | | | | A. CAPOZZI | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | A | G | L | F | A | B | C | A | C | D | A | C | D | E | A | B | E | I | L | M | tempo medio (h) |
| | | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. | tempo (h) | inseg. (media) | tempo (h) |
| A_BIOLOGIA | Ab - Cellule e loro funzioni | 1 | 12 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 32 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 6,4 |
| | Ab1 Gli organismi viventi sono | 1 | 32 | 1 | 1,5 | 0 | | 1 | 1,5 | 1 | 32 | 1 | 32 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1,15 | 10,0 |
| | Ab2 I tessuti, gli organi e gli ap | 1 | 12 | 1 | 5 | 1 | 12 | 1 | 5 | 1 | 32 | 1 | 32 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 7,3 |
| | Ab3 Cellule vegetali e animali. | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 1 | 12 | 1 | 5 | 1 | 32 | 1 | 32 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 6,4 |
| | Ab4 Il processo di fotosintesi | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 32 | 1 | 32 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5,3 |
| | Ab5 Il processo di respirazione | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 32 | 1 | 32 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1,03 | 34,3 |
| | TOT Ab | 1,0 | 66 | 1,0 | 11 | 0,8 | 34 | 1,0 | 21,5 | 1,0 | 11 | 1,0 | 160 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 45 | 1,0 | 25 | 1,0 | 20 | 1,0 | 25 | 1,4 | 39 | 1,0 | 25 | | |
| | Ac - Riproduzione ed ereditarietà | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ac1 Cicli vitali di differenti org | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 1 | 12 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 0,9 | 4,8 |
| | Ac2 Riproduzione sessuata e a | 1 | 12 | 1 | 3 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 1 | 12 | 1 | 12 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1,9 | 5,2 |
| | Ac3 Ereditarietà e trasmissior | 2 | 12 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 2 | 12 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 1,5 | 6,7 |
| | TOT Ac | 1,3 | 29 | 1,3 | 6,5 | 1,3 | 17 | 0,3 | 1,5 | 1,3 | 15 | 1,3 | 36 | 2,0 | 17 | 1,3 | 8 | 2,0 | 12 | 1,3 | 8 | 1,7 | 15 | 2,0 | 5 | 1,7 | 56 | 1,43 | 15,6 |
| | Ad - Diversità e selezione naturale | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ad1 Estinzione, selezione natu | 0 | 5 | 2 | 5 | 2 | 1,5 | 0 | 0 | 2 | 5 | 1 | 5 | | | 1 | 5 | | | 0 | 1,5 | 0 | 5 | 2 | 5 | 2 | 1,5 | 1,17 | 3,9 |
| | Ad2 I fossili come prova dell'e | 2 | 5 | 2 | 1,5 | 2 | 5 | 0 | 0 | 2 | 1,5 | 2 | 12 | 2 | 1,5 | 1 | 1,5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 1,5 | 2 | 5 | 1,47 | 2,8 |
| | TOT Ad | 1,0 | 10 | 2,0 | 6,5 | 2,0 | 6,5 | 0,0 | 0 | 2,0 | 6,5 | 0,5 | 17 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 6,5 | | 1,0 | 1,0 | 3 | 1,0 | 10 | 2,0 | 5 | 1,0 | 15 | 1,34 | 5,9 |
| | TOT Ab + Ac + Ad | 1,1 | 105 | 1,4 | 24 | 1,4 | 58 | 0,4 | 23 | 1,3 | 33 | 1,0 | 213 | 1,4 | 19 | 1,1 | 60 | 1,4 | 37 | 1,1 | 31 | 1,2 | 50 | 1,7 | 89 | 1,7 | 125 | 1,24 | 52,3 |
| C_FISICA | Ca - Stati e cambiamenti della materia | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ca1 Il modello particellare de | 1 | 12 | 1 | 1,5 | 1 | 12 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 12 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 6,3 |
| | Ca2 Cambiamenti di stato dov | 1 | 12 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5,7 |
| | TOT Ca | 1,0 | 24 | 1,0 | 3 | 1,0 | 24 | 1,0 | 10 | 1,0 | 10 | 1,0 | 10 | 1,0 | 10 | 1,0 | 6,5 | 1,0 | 6,5 | 1,0 | 10 | 1,0 | 24 | 1,0 | 3 | 1,0 | 24 | 1,0 | 12,0 |
| | Cb - Energia, trasformazioni, calore | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cb1 Forme di energia (ad es. l | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,5 | 2 | 1,5 | 0 | 0 | 1 | 1,5 | | | 2 | 5 | 0 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1,16 | 3,9 |
| | Cb2 Calore, temperatura, con | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | | 12 | 1 | 5 | 1 | 12 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5,7 |
| | Cb3 Relazione tra temperatur | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | | | 1 | 1,5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1,07 | 3,0 |
| | TOT Cb | 1,0 | 15 | 0,7 | 3 | 0,7 | 10 | 0,5 | 5 | 1,0 | 4,5 | 1,5 | 6,5 | 0,5 | 0 | 1,0 | 4,5 | 1,0 | 10 | 1,0 | 8 | 1,7 | 11,5 | 0,0 | 18,5 | 1,0 | 29 | 1,04 | 11,2 |
| | Cc - Luce e suono | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Cc1 Proprietà e caratteristich | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1,5 | 0 | 0 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0,38 | 1,2 |
| | Cc2 Proprietà e caratteristich | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | 0,2 |
| | TOT Cc | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 0 | 0,5 | 1,5 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,24 | 1,4 |
| | TOT Ca + Cb + Cc | 0,7 | 39 | 0,6 | 6 | 0,9 | 36 | 0,5 | 15 | 0,9 | 16 | 0,8 | 16,5 | 0,5 | 0 | 0,7 | 11 | 1,0 | 18 | 0,7 | 18 | 0,9 | 36 | 0,9 | 53 | 0,9 | 25 | 0,78 | 23,5 |
| D_GEOLOGIA | Da - Struttura della Terra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Da1 Struttura della Terra (cro | 2 | 12 | 2 | 5 | 2 | 12 | 2 | 12 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 12 | 2 | 32 | 2 | 5 | 2 | 12 | 2 | 12 | 2 | 12 | 2 | 12 | 2 | 10,0 |
| | Da2 Idrosfera: stato fisico, mo | 2 | 5 | 1 | 1,5 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 1,5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 0 | 0 | 2 | 1,5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 1 | 5 | 1,11 | 3,0 |
| | Da3 Atmosfera: composizione | 2 | 5 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 1,5 | 2 | 5 | 2 | 5 | 0 | 0 | 1 | 1,5 | 0 | 0 | 2 | 1,5 | 2 | 5 | 1 | 5 | 1 | 2,7 |
| | TOT Da | 2,0 | 22 | 1,0 | 6,5 | 1,3 | 22 | 0,7 | 12 | 1,3 | 8 | 2,0 | 15 | 2,0 | 12 | 0,7 | 32 | 1,5 | 6,5 | 1,7 | 15 | 1,3 | 10 | 2,0 | 18,5 | 1,3 | 17 | 1,41 | 14,9 |
| | Dc - Risorse della Terra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Dc1 Risorse rinnovabili e non | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 3 | 1,5 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,21 | 2,7 |
| | Dc2 Effetti delle pratiche agri | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 32 | 0 | 0 | 2 | 1,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 3 | 1,5 | 2 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,84 | 2,7 |
| | TOT Dc | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 3,0 | 37 | 0,0 | 0 | 2,0 | 6,5 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | | | 3,0 | 3 | 2,0 | 10 | 0,0 | 0 | 1,5 | 17 | 1,03 | 5,4 |
| | TOT Da + Dc | 1,2 | 22 | 0,6 | 6,5 | 2,0 | 59 | 0,4 | 12 | 1,6 | 14,5 | 1,2 | 15 | 0,7 | 12 | 0,4 | 32 | 1,5 | 7 | 2,2 | 19 | 1,6 | 29 | 1,2 | 18,5 | 0,8 | 17 | 1,24 | 20,1 |
| | TOT Ab+Ac+Ad+Ca+Cb+Cc+Da+Dc | 1,0 | 166 | 0,9 | 37 | 1,3 | 152 | 0,5 | 50 | 1,2 | 63 | 1,0 | 245 | 1,0 | 31 | 0,8 | 103 | 1,3 | 61 | 1,2 | 67 | 1,2 | 106 | 1,2 | 73 | 1,2 | 207 | 1,09 | 95,9 |

Tabella 7.5: Codifica dei dati tratti dalle domande di approfondimento del questionario insegnanti – *Ancora una volta, con un po' di pazienza, dovrebbe indicare se e quando ha insegnato a questa classe ciascuno degli argomenti elencati. In questo caso le chiedo di aggiungere anche una stima del tempo di lezione che ha scelto di dedicare a ciascun argomento*.

La tabella 7.6 elenca i coefficienti di correlazione lineare calcolati in base alle domande 36 A, C, D sul curricolo insegnato, tratte dal questionario insegnanti TIMSS 2011. Come si vede, le sole tre correlazioni significative riguardano l'argomento Cb-*Energia, trasformazioni, calore* di fisica, la somma degli argomenti selezionati di fisica (Ca+Cb+Cc), e la somma di quelli di geologia (Da+Dc). Le prime due sono nettamente positive: più gli insegnanti hanno dichiarato di aver trattato l'argomento più i loro studenti sono stati in grado di rispondere correttamente alle domande ad esso relative del test. La terza correlazione significativa è invece nettamente negativa e indica che più i docenti hanno dichiarato di aver insegnato gli argomenti di geologia selezionati più i loro studenti hanno risposto in maniera errata ai quesiti di geologia della prova cognitiva.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DOMANDA 36 | BIOLOGIA | **risultati Ab+Ac+Ad → 36) Quando ha insegnato media Ab+Ac+Ad** | **0,356** | |
| | | **risultati Ab+Ac+Ad → 36) Quando ha insegnato TOT biologia** | **0,329** | |
| | | risultati Ab →36) Quando ha insegnato Ab-*Cellule e loro funzioni* | — | |
| | | risultati Ac → 36) Quando ha insegnato Ac-*Riproduzione ed ereditarietà* | -0,142 | |
| | | risultati Ad → 36) Quando ha insegnato Ad-*Diversità e adattamento* | 0,336 | |
| | FISICA | **risultati Ca+Cb+Cc → 36) Quando ha insegnato media Ca+Cb+Cc** | **0,434** | * |
| | | **risultati Ca+Cb+Cc → 36) Quando ha insegnato TOT fisica** | **0,138** | |
| | | risultati Ca → 36) Quando ha insegnato Ca-*Stati e cambiamenti materia* | — | |
| | | risultati Cb → 36) Quando ha insegnato Cb-*Energia, trasformazioni, calore* | 0,480 | ** |
| | | risultati Cc → 36) Quando ha insegnato Cc-*Luce e suono* | -0,080 | |
| | GEOLOGIA | **risultati Da+Dc → 36) Quando ha insegnato media Da+Dc** | **-0,483** | ** |
| | | **risultati Da+Dc → 36) Quando ha insegnato TOT geologia** | **-0,334** | |
| | | risultati Da → 36) Quando ha insegnato Da-*Struttura della Terra* | -0,238 | |
| | | risultati Dc → 36) Quando ha insegnato Dc-*Risorse della Terra* | -0,364 | |
| | TOT | **risultati test → 36) Quando ha insegnato (media argomenti Ab+Ac+Ad+Ca+Cb+Cc+Da+Dc)** | 0,102 | |
| | | **risultati test → 36) Quando ha insegnato TOT biologia, fisica, geologia (media)** | 0,090 | |
| | | **risultati test → 36) Quando ha insegnato TOT biologia, CHIMICA, fisica, geologia (media)** | 0,043 | |

Tabella 7.6: Coefficienti di correlazione lineare di Pearson tra i risultati degli studenti e le dichiarazioni degli insegnanti sul curricolo svolto (domanda 36 A, C, D), calcolati per i tre domini di contenuto (biologia, fisica, geologia) e per gli otto argomenti selezionati per lo studio sul campo.
* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a una coda).
** La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

In generale le correlazioni, anche quelle non significative, tendono ad essere positive per biologia e fisica, ma negative per geologia. Se si considerano i risultati

complessivi, poi (ultime tre righe della tabella, con valori tutti prossimi allo zero), sembra esserci una relazione molto debole tra contenuti di insegnamento (curricolo realizzato) e risultati di apprendimento (curricolo appreso).

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| DOMANDE DI APPROFONDIMENTO | BIOLOGIA | **risultati biologia Ab+Ac+Ad – TOT argomenti biologia Ab+Ac+Ad** | **0,419** | * |
| | | **risultati biologia Ab+Ac+Ad – TOT ore biologia Ab+Ac+Ad** | **0,249** | |
| | | risultati Ab-*Cellule e loro funzioni* → argomenti Ab-*Cellule e loro funzioni* | 0,345 | |
| | | risultati Ab-*Cellule e loro funzioni* → ore Ab-*Cellule e loro funzioni* | 0,213 | |
| | | risultati Ac-*Riproduzione ed ereditarietà* → argomenti Ac-*Riproduzione ed ereditarietà* | -0,041 | |
| | | risultati Ac-*Riproduzione ed ereditarietà* → ore Ac-*Riproduzione ed ereditarietà* | 0,022 | |
| | | risultati Ad-*Diversità e selezione naturale* - argomenti Ad-*Diversità e selezione naturale* | 0,292 | |
| | | risultati Ad-*Diversità e selezione naturale* - ore Ad-*Diversità e selezione naturale* | 0,233 | |
| | FISICA | **risultati fisica Ca+Cb+Cc → TOT argomenti fisica Ca+Cb+Cc** | **-0,173** | |
| | | **risultati fisica Ca+Cb+Cc → TOT ore fisica Ca+Cb+Cc** | **0,575** | *** |
| | | risultati Ca-*Stati e cambiamenti della materia* → argomenti Ca-*Stati e cambiamenti della materia* | — | |
| | | risultati Ca-*Stati e cambiamenti della materia* → ore Ca-*Stati e cambiamenti della materia* | -0,344 | |
| | | risultati Cb-E*nergia, trasformazioni, calore* → argomenti Cb-E*nergia, trasformazioni, calore* | -0,016 | |
| | | risultati Cb-E*nergia, trasformazioni, calore* → ore Cb-*Energia, trasformazioni, calore* | 0,655 | *** |
| | | risultati Cc-luce e suono → argomenti Cc-*Luce e suono* | 0,215 | |
| | | risultati Cc-luce e suono → ore Cc-*Luce e suono* | 0,692 | *** |
| | GEOLOGIA | **risultati geologia Da+Dc → TOT argomenti geologia Da+Dc** | **-0,425** | * |
| | | **risultati geologia Da+Dc → TOT ore geologia Da+Dc** | **0,166** | |
| | | risultati Da-*Struttura della Terra* → argomenti Da-*Struttura della Terra* | -0,024 | |
| | | risultati Da-*Struttura della Terra* → ore Da-*Struttura della Terra* | 0,311 | |
| | | risultati Dc-*Risorse della Terra* → argomenti Dc-*Risorse della Terra* | -0,474 | ** |
| | | risultati Dc-*Risorse della Terra* → ore Dc-*Risorse della Terra* | -0,010 | |
| | TOT | **risultati test – TOT argomenti Ab+Ac+Ad+Ca+Cb+Cc+Da+Dc** | **-0,000** | |
| | | **risultati test – TOT ore Ab+Ac+Ad+Ca+Cb+Cc+Da+Dc** | **0,391** | * |

Tabella 7.7: Coefficienti di correlazione lineare di Pearson tra i risultati degli studenti e le dichiarazioni dei docenti sulla quantità di argomenti insegnati e sul tempo a essi dedicato in classe (domande di approfondimento), calcolati per i tre domini di contenuto (biologia, fisica, geologia) e per gli otto argomenti selezionati per lo studio sul campo.
* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a una coda).
** La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).
*** La correlazione è significativa a livello 0,01 (a due code).

La stessa considerazione emerge dalle correlazioni effettuate tra i risultati di ogni classe e le dichiarazioni del proprio insegnante nelle domande di approfondimento aggiunte al questionario (tabella 7.7). In questo caso, però, è stato possibile calcolare anche gli indici

di correlazione tra risultati degli studenti e tempi di svolgimento dichiarati dal loro insegnante.

Considerando i risultati complessivi (ultime due righe della tabella), si vede che, alla correlazione ancora una volta debole, mediamente nulla, tra argomenti insegnati e risultati degli studenti nei quesiti relativi a tali argomenti, corrisponde invece una correlazione positiva e significativa tra tempo dedicato dai docenti a ciascun argomento e risultati degli studenti nello stesso argomento. Questo dato sembrerebbe rispondere in maniera netta e inequivocabile al complesso interrogativo da cui ero partita, indicando che, nell'insegnamento delle scienze alle scuole medie, sarebbe opportuno scegliere alcuni temi da trattare e approfondire a lungo, favorendo una conoscenza anche procedurale, storica e filosofica, sebbene frammentaria, piuttosto che aspirare alla completezza delle informazioni, trattando tutti i contenuti indicati dal ministero.

Con l'unica eccezione del totale degli argomenti di biologia, le correlazioni positive significative emerse si riferiscono tutte al tempo di insegnamento (somma argomenti di fisica, Cb *Energia, trasformazioni, calore*, Cc *Luce e suono*, somma totale argomenti), mentre le uniche due correlazioni negative significative riguardano ancora una volta la relazione tra risultati degli studenti e argomenti insegnati in geologia.

Osservando i dati più nel dettaglio, ovviamente, le tendenze si sfumano, emergono le peculiarità di ciascun argomento ed è possibile aggiungere qualche riflessione di carattere didattico.

Tra i tre domini di contenuto esplorati, la biologia mostra correlazioni tendenzialmente positive (seppure non significative), sia tra risultati e tempo sia anche tra risultati e indici di svolgimento, con l'unica eccezione dell'argomento Ac *Riproduzione ed ereditarietà*. Ciò significa, in qualche maniera, che l'insegnamento della biologia è più efficace, ottiene risultati più proporzionati alle aspettative. Le spiegazioni possibili sono molteplici: la formazione di base dei docenti, in gran parte laureati in biologia (come descritto nel paragrafo 7.2.3), potrebbe far sì che, in riferimento ai temi a loro più familiari, essi abbiano maggiore consapevolezza degli argomenti trattati in classe, del grado di approfondimento e dei tempi di svolgimento adeguati ai loro ragazzi. Gli argomenti stessi della biologia sono forse più semplici, meno astratti, più vicini al quotidiano dei bambini, più

adatti anche ad essere affrontati già nella scuola primaria; la loro ripetizione ricorsiva nella secondaria di primo grado permetterebbe dunque ai ragazzi di costruire conoscenze più profonde e radicate. Anche il tempo mediamente più lungo dedicato all'insegnamento degli argomenti di biologia potrebbe avere l'effetto di ridurre la differenza tra le due correlazioni calcolate – tra risultati e argomenti insegnati, da una parte, e tra risultati e tempi di insegnamento, dall'altra. Una correlazione positiva con il tempo e negativa o nulla con l'indice di svolgimento sembra infatti suggerire che, nel desiderio ansioso degli insegnanti di "svolgere tutto il programma", gli argomenti trattati più rapidamente vengano meno compresi e appresi dagli studenti. Come suddetto, l'argomento Ac *Riproduzione ed ereditarietà* è l'unico di biologia a mostrare una tendenza inversa, come a indicare una particolare difficoltà di comunicazione tra insegnanti e studenti in questo ambito; in effetti la genetica, e dunque l'ereditarietà, è stato il primo argomento nominato dagli insegnanti intervistati nel *focus group* (paragrafo 5.2.3) in risposta alla domanda "Vi viene in mente qualche argomento che non è stato compreso dai vostri studenti? Qualche argomento particolarmente ostico, del quale, pur trattandolo in maniera approfondita, vi rendete conto che ai ragazzi non rimane niente*?*".

Le analisi del dominio di fisica rivelano diverse correlazioni significative e positive: tra risultati degli studenti e tempi di insegnamento, a partire dalle domande di approfondimento (tabella 7.7), ma anche tra risultati e indici di svolgimento, in base ai dati tratti dalla domanda 36 C (tabella 7.6). Entrambe le relazioni sono particolarmente evidenti in corrispondenza dell'argomento Cb-*Energia, trasformazioni, calore*, quello con il maggior numero di quesiti rilasciati e inclusi nel fascicolo studenti FS_0. I risultati meno positivi degli studenti italiani nel dominio di fisica sembrerebbero dunque legati sia a una trattazione lacunosa degli argomenti sia al tempo insufficiente ad essi dedicato da parte degli insegnanti.

Il terzo ed ultimo dominio di contenuto esaminato, quello di geologia, è forse il più problematico. Come già detto sopra, esso presenta correlazioni significative e negative tra risultati degli studenti e indici di svolgimento degli argomenti dichiarati dagli insegnanti in entrambe le analisi effettuate (tabelle 7.6 e 7.7). Per questo andamento apparentemente

illogico si possono ipotizzare diverse spiegazioni, alcune di carattere tecnico, legate alla formulazione dei quesiti e alle scelte metodologiche adottate in questa ricerca, altre di carattere più generale, connesse a prassi educative tipiche della scuola italiana.

Per prima cosa gli item rilasciati afferenti ai due argomenti selezionati di geologia sono solo 5 – contro i 14 di fisica e i 12 di biologia – e in particolare l'argomento Da *Struttura della Terra* appare sotto rappresentato, con due soli item rilasciati su dieci. Di tali due quesiti, peraltro, avevo già evidenziato il carattere problematico nel paragrafo 7.2.4: l'item 3 (mappe topografiche) riguarda un tema generalmente trattato nelle scuole italiane in geografia, più che in scienze, mentre il numero 29 (cambiamenti in alta quota) fa riferimento all'atmosfera, il meno svolto tra i tre sottoargomenti compresi in Da *Struttura della Terra*, in base all'analisi delle domande di approfondimento del questionario insegnanti (tabella 7.5). È ragionevole pensare, del resto, che in Italia, paese ad elevatissimo rischio sismico e vulcanico, gli insegnanti di scienze tendano più che altrove a dare la priorità allo studio della geosfera (terremoti, vulcani e tettonica a placche), tralasciando o penalizzando idrosfera e atmosfera.

Anche l'argomento Dc *Risorse della Terra* aveva già mostrato qualche criticità, in relazione all'interpretazione poco coerente dell'argomento da parte degli insegnanti tra domanda 36 D e domande di approfondimento (paragrafo 7.2.4). Gli item rilasciati afferenti a questo argomento sono infatti più di geografia (item 24, terrazzamento), di tecnologia (item 23, biodegradabilità dei materiali) o trasversali (item 30, fenomeni naturali e antropici) che non propriamente di scienze, secondo la consueta organizzazione del curricolo scolastico in Italia.

A queste criticità, inevitabilmente connaturate all'uso di materiali ricavati da un'indagine internazionale per uno studio tutto italiano, si aggiungono quelle legate alla metodologia di analisi adottata in questo caso specifico: per quanto concerne la geologia, ad esempio, spesso insegnata nell'ultimo anno di scuola media, il criterio di codifica dei dati 0, 1, 2, 3 induce probabilmente una sopravvalutazione delle dichiarazioni di insegnamento dei docenti e, di conseguenza, un maggiore scollamento tra risultati degli studenti e indici di svolgimento. Il fatto che i ragazzi ricordino meglio gli argomenti svolti recentemente, inoltre, è un assunto che potrebbe rivelarsi poco fondato nel caso di quesiti, come quelli proposti

dall'indagine TIMSS, in cui si chiede loro di rielaborare e contestualizzare le informazioni; ci vuole del tempo, infatti, perché le conoscenze acquisite sedimentino e si trasformino in competenze spendibili in nuovi contesti.

Tutte le considerazioni fin qui espresse si riferiscono e hanno una validità statistica in relazione al campione ristretto di studenti e insegnanti coinvolti nello studio principale. I costanti confronti con i dati disponibili relativi all'indagine TIMSS 2011 non hanno sin qui evidenziato scostamenti rilevanti tra tale campione e quello nazionale, ma per dare reale significatività ai risultati dello studio sarebbe necessario testarli su un campione geograficamente e statisticamente significativo.

Se una nuova indagine a carattere nazionale è risultata poco conciliabile con i tempi e con le risorse di un dottorato di ricerca, attraverso una mirata analisi statistica secondaria dei dati TIMSS 2011 ho potuto almeno verificare una delle principali ipotesi formulate: la correlazione debole, se non nulla, tra indice di svolgimento degli argomenti insegnati e risultati degli studenti nei quesiti relativi a tali argomenti. Questa analisi sarà l'oggetto del prossimo capitolo.

# Capitolo 8: ANALISI STATISTICHE SECONDARIE DEI DATI TIMSS 2011

Attraverso una serie di analisi statistiche secondarie dei dati TIMSS 2011 ho cercato di comprendere se e in quale misura le relazioni tra curricolo realizzato e curricolo appreso risultate dalla ricerca sul campo possano essere considerate attendibili a livello nazionale.

A tale scopo, aggregando e selezionando le informazioni relative all'Italia tratte dalla banca dati internazionale di TIMSS 2011, ho predisposto un archivio elettronico di partenza contenente i codici identificativi di ciascuno studente e di ciascun insegnante partecipante all'indagine, i risultati[51] ottenuti da ogni studente in tutte le domande incluse nella prova cognitiva di scienze, le dichiarazioni di ciascun insegnante relative allo svolgimento[52] di ogni argomento, più una serie di variabili secondarie ottenute calcolando i valori medi per gruppi di variabili associate (ad esempio il punteggio medio, compreso tra 0 e 1, di ciascuno studente nell'intera prova, o l'indice di svolgimento medio, compreso tra 0 e 2, degli argomenti di biologia da parte degli insegnanti).

Il calcolo degli indici di correlazione lineare a partire dai dati TIMSS 2011 mi ha permesso di verificare e approfondire le principali tendenze emerse dalla mia ricerca, attraverso il confronto con un campione molto più vasto, nazionale e statisticamente

[51] I risultati sono stati tradotti secondo lo stesso codice binario 0-1 sin qui utilizzato, attribuendo punteggio 0 ad ogni risposta mancante, errata o parzialmente corretta e punteggio 1 ad ogni risposta totalmente corretta.

[52] Le dichiarazioni di svolgimento degli argomenti da parte degli insegnanti sono state codificate secondo il criterio precedentemente utilizzato, attribuendo punteggio 0 alla risposta *Non ancora insegnato o appena introdotto*, punteggio 1 alla risposta *Insegnato soprattutto in un anno precedente*, e punteggio 2 alla risposta *Insegnato soprattutto quest'anno*. L'indice di svolgimento relativo a uno o più argomenti è dunque calcolato attraverso una semplice media aritmetica dei punteggi assegnati.

rappresentativo. In tale confronto ho dovuto però considerare alcune differenze di partenza tra le due serie di dati: in particolare, nel mio studio sul campo, tanto la prova affrontata dagli alunni quanto il questionario sul curricolo compilato dai docenti hanno riguardato i soli otto argomenti - di biologia, fisica e geologia - selezionati fin dall'inizio della ricerca in quanto avevano mostrato già nelle analisi preliminari risultati degli studenti incongruenti con le dichiarazioni di svolgimento degli insegnanti (paragrafo 5.1). Il fascicolo studenti utilizzato nelle scuole, inoltre, era stato costruito includendo, per ciascuno degli otto argomenti considerati, tutte le domande rilasciate, ma escludendo le altre ancora segretate (circa il 55% del totale).

Nel condurre le analisi statistiche sui dati TIMSS 2011, per ottenere risultati confrontabili con quelli emersi dal mio studio, ho dunque iniziato calcolando i coefficienti di correlazione lineare per i soli otto argomenti selezionati e considerando le sole domande rilasciate. Ho poi esteso le analisi a tutte le domande (rilasciate e non), per capire se le tendenze evidenziate fossero reali o frutto di una selezione degli item più problematici e meno funzionanti, e perciò rilasciati.

A seguire, ho ripetuto le stesse analisi sugli argomenti non selezionati, per appurare se le minori incongruenze rilevate nell'analisi preliminare trovassero conferma in una relazione più lineare tra svolgimento degli argomenti e risultati di apprendimento.

Per avere una visione complessiva della relazione tra curricolo realizzato e curricolo appreso nell'indagine TIMSS 2011 in Italia, ho infine preso in considerazione l'intera serie di dati, includendo nell'analisi tutte le domande e tutti gli argomenti valutati, compreso il dominio di chimica, escluso in partenza da tutti i miei studi precedenti per via della non perfetta corrispondenza tra la suddivisione in argomenti proposta agli insegnanti nel questionario e quella adottata nella classificazione dei quesiti per gli studenti.

### *8.1 Verifica delle relazioni emerse dallo studio sul campo*

La principale ipotesi da verificare emersa dallo studio sul campo era la correlazione tendenzialmente nulla tra i risultati degli studenti nella prova cognitiva e l'indice di svolgimento complessivo, calcolato in base alle dichiarazioni degli insegnanti (paragrafo 8.1.1).

Per quanto riguarda i tre domini di contenuto esaminati, inoltre, l'indice di correlazione lineare tra esiti degli studenti e indici di svolgimento degli argomenti era risultato positivo per la biologia, negativo per la geologia e incerto per la fisica. Questi dati sono messi a confronto con quelli nazionali e discussi nel paragrafi 8.1.2, 8.1.3 e 8.1.4.

### 8.1.1 Correlazione tra indice di svolgimento complessivo e risultati totali

Le analisi statistiche condotte sui dati raccolti nella fase empirica di questa ricerca avevano evidenziato una relazione molto debole, prossima allo zero e non significativa, tra indice di svolgimento totale di ciascun insegnante e risultati complessivi dei suoi alunni nella prova cognitiva (paragrafo 7.2.5), a indicare una sostanziale indipendenza tra la quantità di argomenti affrontati a scuola e i risultati di apprendimento degli studenti.

Il raffronto con i dati nazionali conferma pienamente questa ipotesi. Ripetendo le analisi prima sui soli argomenti selezionati (tabelle 8.1, 8.2, 8.3), poi su quelli non selezionati (tabella 8.4) e infine su tutti (tabelle 8.5 e 8.6), in nessun caso la correlazione è risultata positiva.

| Argomenti selezionati (Ab, Ac, Ad, Ca, Cb, Cc, Da, Dc)<br>Domande rilasciate | | Indice di svolgimento medio |
|---|---|---|
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **-,051*** |
| | Sign. (a due code) | ,018 |
| | N | 2166 |

* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

Tabella 8.1: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento complessivo e risultati di apprendimento totali, calcolata per gli argomenti selezionati in base alle sole domande rilasciate.

| Argomenti selezionati (Ab, Ac, Ad, Ca, Cb, Cc, Da, Dc)<br>Domande NON rilasciate | | Indice di svolgimento medio |
|---|---|---|
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **-,037** |
| | Sign. (a due code) | ,054 |
| | N | 2678 |

Tabella 8.2: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento complessivo e risultati di apprendimento totali, calcolata per gli argomenti selezionati in base alle domande non rilasciate.

Al contrario, per l'insieme degli otto argomenti selezionati in questo studio, l'indice di correlazione assume valori significativamente negativi: i risultati di apprendimento complessivi, cioè, diminuiscono all'aumentare del numero di argomenti studiati.

Questa tendenza emerge con particolare evidenza se calcolata sulle domande rilasciate (tabella 8.1), mentre perde significatività in relazione alle domande non rilasciate (tabella 8.2). Si può dunque dedurre che l'uso, per lo studio sul campo, dei soli quesiti rilasciati possa aver incrementato lo scollamento registrato tra curricolo realizzato e curricolo appreso. D'altra parte, il coefficiente di correlazione calcolato su tutte le domande (tabella 8.3) risulta concorde e similmente significativo rispetto a quello calcolato sulle sole domande rilasciate, indicando che, complessivamente, i quesiti rilasciati sono abbastanza rappresentativi dell'intera batteria di domande proposte nell'indagine TIMSS 2011.

| Argomenti selezionati (Ab, Ac, Ad, Ca, Cb, Cc, Da, Dc)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
|---|---|---|
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **-,034*** |
| | Sign. (a due code) | ,039 |
| | N | 3762 |

* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

Tabella 8.3: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento complessivo e risultati di apprendimento totali, calcolata per gli argomenti selezionati in base a tutte le domande (rilasciate e non rilasciate).

| Argomenti NON selezionati BIO, FIS, GEO (Aa, Ae, Af, Ag, Cd, Ce, Db, Dd)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
|---|---|---|
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **-,027** |
| | Sign. (a due code) | ,098 |
| | N | 3762 |

* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

Tabella 8.4: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento complessivo e risultati di apprendimento totali, calcolata per gli argomenti non selezionati in base a tutte le domande (rilasciate e non rilasciate).

Il confronto tra le tabelle 8.3 e 8.4 conferma l'idea di partenza secondo cui gli otto argomenti selezionati in questo studio sarebbero quelli con il minore accordo tra risultati degli studenti e dichiarazioni di svolgimento degli insegnanti, cioè tra curricolo realizzato e curricolo appreso. Il coefficiente di correlazione lineare calcolato sugli argomenti selezionati

di biologia, fisica e geologia è infatti nettamente più negativo (e significativo) rispetto a quello calcolato sugli argomenti non selezionati appartenenti agli stessi tre domini di contenuto. D'altro canto, anche per gli argomenti non selezionati l'indice di correlazione risulta tutt'altro che positivo e la tendenza generale che sembra prevalere è una sostanziale non dipendenza delle due variabili considerate.

La stessa non dipendenza emerge dalle analisi ripetute sull'intera serie di dati, tanto escludendo quanto includendo il dominio di chimica (tabelle 8.5 e 8.6), con coefficienti di correlazione sempre prossimi allo zero, negativi ma non significativi.

| Tutti gli argomenti (selezionati e non selezionati) BIO, FIS, GEO<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio (BIO, FIS, GEO) |
|---|---|---|
| Risultati medi degli studenti in biologia, fisica e geologia | Correlazione di Pearson | **-,027** |
| | Sign. (a due code) | ,101 |
| | N | 3762 |

Tabella 8.5: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento complessivo e risultati di apprendimento in biologia, fisica e geologia, calcolata per tutti gli argomenti (selezionati e non selezionati) in base a tutte le domande (rilasciate e non rilasciate).

| Tutti gli argomenti (selezionati e non selezionati) BIO, chimica, FIS, GEO<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio (BIO, CHI, FIS, GEO) |
|---|---|---|
| Risultati medi degli studenti in biologia, chimica, fisica e geologia | Correlazione di Pearson | **-,011** |
| | Sign. (a due code) | ,499 |
| | N | 3762 |

Tabella 8.6: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento complessivo e risultati di apprendimento in biologia, chimica, fisica e geologia, calcolata per tutti gli argomenti (selezionati e non selezionati) in base a tutte le domande (rilasciate e non rilasciate).

### 8.1.2 Correlazione tra indice di svolgimento e risultati in BIOLOGIA

In base alle analisi statistiche effettuate sui dati raccolti nella fase empirica di questa ricerca, la relazione tra indice di svolgimento degli argomenti biologici e risultati degli studenti nelle domande di biologia incluse nella prova era risultata tendenzialmente positiva, sebbene non sempre significativa (paragrafo 7.2.5). In particolare tale relazione era debolmente emersa dall'esame delle risposte alla domanda D36, per essere poi confermata

da un coefficiente di correlazione positivo e significativo nelle analisi delle domande di approfondimento del questionario insegnanti.

| Correlazione tra indici di svolgimento e risultati degli studenti in BIOLOGIA | | |
|---|---|---|
| A. Argomenti selezionati (Ab, Ac, Ad)<br>Domande rilasciate | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **,001** |
| | Sign. (a due code) | ,982 |
| | N | 1891 |
| | | |
| B. Argomenti selezionati (Ab, Ac, Ad)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **,012** |
| | Sign. (a due code) | ,458 |
| | N | 3760 |
| | | |
| C. Argomenti NON selezionati (Aa, Ae, Af, Ag)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **-,012** |
| | Sign. (a due code) | ,475 |
| | N | 3488 |
| | | |
| D. Tutti gli argomenti, selezionati e non selezionati (Aa, Ab, Ac, Ad, Ae, Af, Ag)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **-,004** |
| | Sign. (a due code) | ,826 |
| | N | 3762 |

Tabella 8.7: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento medio e risultati di apprendimento in biologia, calcolata per gli argomenti selezionati (Ab, Ac, Ad) in base alle sole domande rilasciate.

L'ipotesi di una correlazione positiva tra argomenti svolti e risultati in biologia non trova, però, alcuna conferma nelle analisi effettuate sui dati nazionali di TIMSS 2011, dai quali risulta, ancora una volta, una sostanziale indipendenza delle due variabili esaminate. La tabella 8.7 mostra i coefficienti di correlazione tra indici di svolgimento e risultati degli studenti in biologia, calcolati, anche in questo caso, prima sugli argomenti selezionati (distinguendo inizialmente le sole domande rilasciate), poi su quelli non selezionati e infine

su tutti. Come si vede, i valori risultano positivi in alcuni casi e negativi in altri, ma sempre prossimi allo zero e mai significativi.

Inaspettatamente, l'indice di correlazione diminuisce anziché aumentare prendendo in considerazione i soli argomenti non selezionati in questo studio – quelli con le minori anomalie riscontrate nella fase di analisi preliminare. Trattandosi, in ogni caso, di valori quasi nulli e statisticamente non significativi, non ho ritenuto utile investigare le possibili cause di questo andamento.

### 8.1.3 Correlazione tra indice di svolgimento e risultati in FISICA

| Correlazione tra indici di svolgimento e risultati degli studenti in FISICA | | |
|---|---|---|
| A. Argomenti selezionati (Ca, Cb, Cc)<br>Domande rilasciate | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **-,037** |
| | Sign. (a due code) | ,084 |
| | N | 2160 |
| | | |
| B. Argomenti selezionati (Ca, Cb, Cc)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **-,017** |
| | Sign. (a due code) | ,297 |
| | N | 3753 |
| | | |
| C. Argomenti NON selezionati (Cd e Ce)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **,000** |
| | Sign. (a due code) | ,983 |
| | N | 3754 |
| | | |
| D. Tutti gli argomenti, selezionati e non selezionati (Ca, Cb, Cc, Cd, Ce)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **-,011** |
| | Sign. (a due code) | ,515 |
| | N | 3754 |

Tabella 8.8: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento medio e risultati di apprendimento in fisica, calcolata per gli argomenti selezionati (Ca, Cb, Cc) in base alle sole domande rilasciate.

Per quanto riguarda il dominio di fisica, le analisi statistiche condotte sui dati tratti dallo studio sul campo avevano fornito risultati in qualche modo contraddittori: la correlazione tra indice di svolgimento degli argomenti e risultati degli studenti si era rivelata significativamente positiva se calcolata sulle risposte alla domanda D36, ma negativa se calcolata in base alle informazioni ricavate dalle domande di approfondimento del questionario insegnanti. Erano emerse, inoltre, differenze rilevanti tra i tre argomenti di fisica selezionati.

Le stesse analisi ripetute sui dati nazionali dell'indagine TIMSS (tabella 8.8) mostrano una correlazione nulla o negativa tra numero di argomenti di fisica affrontati a scuola e risultati degli studenti nelle domande di fisica. Come ci si poteva aspettare, l'indice di correlazione assume un valore più negativo quando calcolato sulle domande rilasciate e sugli argomenti selezionati (tabella 8.8 A), mentre è massimo considerando tutte le domande e gli argomenti non selezionati (tabella 8.8 C). Si tratta in ogni caso di indici di correlazione mai significativi e mai positivi, che suggeriscono ancora una volta la non dipendenza delle due variabili considerate.

### 8.1.4 Correlazione tra indice di svolgimento e risultati in GEOLOGIA

Le analisi statistiche condotte sui dati tratti dallo studio sul campo avevano evidenziato, per la geologia, una correlazione negativa significativa tra risultati degli studenti e indice di svolgimento degli argomenti, correlazione definita in base alle risposte fornite dagli insegnanti sia alla domanda D36 sia alle domande di approfondimento del questionario (paragrafo 7.2.5).

Le stesse analisi ripetute sui dati TIMSS 2011 indicano, però, una situazione completamente diversa: in controtendenza anche con quanto emerso riguardo agli altri due domini di contenuto, la geologia rivela una correlazione positiva in tutti e quattro i casi considerati e significativa negli ultimi tre (tabella 8.9).

Il coefficiente di correlazione assume il valore più basso, pur rimanendo positivo, quando calcolato sulle sole domande rilasciate afferenti agli argomenti selezionati (tabella 8.9 A), quelle adottate nello studio sul campo. Dal calcolo su tutte le domande (rilasciate e non rilasciate), sempre afferenti agli argomenti selezionati, risulta invece il valore massimo

(tabella 8.9 B). Queste due informazioni confermano la non perfetta funzionalità e rappresentatività delle domande rilasciate rispetto all'intera batteria di quesiti di geologia. Gli argomenti selezionati, invece, che avevano evidenziato nelle analisi preliminari le maggiori incongruenze tra dichiarazioni di svolgimento degli insegnanti e risultati degli studenti, mostrano un andamento simile e persino più coerente rispetto a quelli non selezionati.

| Correlazione tra indici di svolgimento e risultati degli studenti in GEOLOGIA | | |
|---|---|---|
| A. Argomenti selezionati (Da, Dc)<br>Domande rilasciate | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **,022** |
| | Sign. (a due code) | ,341 |
| | N | 1884 |
| | | |
| B. Argomenti selezionati di (Da, Dc)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **,042*** |
| | Sign. (a due code) | ,010 |
| | N | 3730 |
| | | |
| C. Argomenti NON selezionati di (Db e Dd)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **,039*** |
| | Sign. (a due code) | ,017 |
| | N | 3752 |
| | | |
| D. Tutti gli argomenti, selezionati e non selezionati (Da, Db, Dc, Dd)<br>Tutte le domande (rilasciate e non rilasciate) | | Indice di svolgimento medio |
| Risultati medi degli studenti | Correlazione di Pearson | **,037*** |
| | Sign. (a due code) | ,022 |
| | N | 3754 |

* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

Tabella 8.9: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento medio e risultati di apprendimento in geologia, calcolata per gli argomenti selezionati (Da, Dc) in base alle sole domande rilasciate.

### *8.2 Correlazioni incrociate tra domini di contenuto diversi*

Le considerazioni fin qui riportate hanno preso in esame le correlazioni tra indici di svolgimento e risultati di apprendimento relativi, di volta in volta, a un unico dominio di contenuto, correlazioni che, se significative, suggeriscono un legame, positivo o negativo, tra l'insegnamento di determinati argomenti e i risultati degli studenti nelle domande ad essi relative.

L'analisi delle correlazioni incrociate, tra indici di svolgimento e risultati degli studenti in diversi domini, argomenti e quesiti, ha poi messo in luce altri dettagli e aspetti interessanti della relazione tra contenuti di insegnamento e risultati di apprendimento[53].

| Correlazione tra indice di svolgimento complessivo e risultati degli studenti in ciascun dominio di contenuto | | |
|---|---|---|
| Risultati medi degli studenti in | Indice di svolgimento medio (BIO, FIS, GEO) | Indice di svolgimento medio (BIO, CHI, FIS, GEO) |
| Biologia | -,035* | -,022 |
| Chimica | -,040* | -,006 |
| Fisica | -,013 | ,011 |
| Geologia | -,008 | -,012 |
| biologia, fisica e geologia | -,027 | -,011 |
| biologia, chimica, fisica e geologia | -,034* | -,011 |

* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

Tabella 8.10: Correlazione di Pearson, calcolata per tutti gli argomenti (selezionati e non selezionati) in base a tutte le domande (rilasciate e non rilasciate), tra indice di svolgimento complessivo e risultati di apprendimento nei quattro domini di contenuto considerati nell'indagine TIMSS 2011.

L'indice di svolgimento complessivo, ad esempio, mostra correlazioni nulle o negative non solo con i risultati totali degli studenti, ma anche con quelli scorporati per dominio di contenuto (tabella 8.10), rafforzando ancor più l'idea che cercare di trattare il maggior numero di argomenti possibile sia una strategia di insegnamento poco efficace.

[53] Le tabelle illustrative in questo paragrafo riportano gli indici di correlazione calcolati sui dati TIMSS 2011 completi (inclusi tutti gli argomenti, selezionati e non, e tutte le domande, rilasciate e non), ma le tendenze descritte si ripetono in maniera simile nelle analisi effettuate sui dati parziali.

Come si evince dall'ultima colonna della tabella 8.10, includendo nel computo anche la chimica gli indici di correlazione restano negativi ma perdono significatività, suggerendo, per questo dominio di contenuto, una tendenza opposta a quella osservata sul totale.

La chimica era stata fin qui poco considerata, esclusa dallo studio sul campo a causa dell'impossibilità di trovare una corrispondenza certa tra il criterio di classificazione degli argomenti proposto nel questionario insegnanti e quello adottato nella prova per gli studenti di TIMSS 2011. Senza scendere nel dettaglio delle singole domande, è stato però possibile il calcolo della correlazione tra indici di svolgimento degli argomenti e risultati degli studenti in chimica: come mostrato in tabella 8.11, la relazione è risultata positiva per tutti e quattro gli argomenti considerati, significativa per due di essi e per il totale.

| Correlazione tra indici di svolgimento e risultati degli studenti in chimica | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Risultati medi degli studenti in | Indice di svolgimento | | | | |
| | Classificazione, composizione e struttura della materia | Soluzioni | Proprietà e usi di acidi e basi comuni | Trasformazioni chimiche | TOT Chimica |
| Chimica | ,020 | ,031 | ,054** | ,076** | ,063** |

* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

Tabella 8.11: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento e risultati di apprendimento in chimica, calcolata per ognuno dei quattro argomenti in cui è suddiviso il dominio e per il totale (TOT).

In base alle analisi effettuate, inoltre, sembra che a una maggiore trattazione degli argomenti di chimica corrispondano risultati significativamente migliori, oltre che nelle domande di chimica, anche in quelle di fisica e nel totale dei quesiti di scienze (tabella 8.12), quasi a dimostrazione dell'importanza di questa disciplina nel formare le basi e nel permettere una migliore comprensione di tutti gli insegnamenti ad essa connessi.

| Correlazione tra indice di svolgimento degli argomenti di chimica e risultati degli studenti in ciascun dominio di contenuto | |
|---|---|
| Risultati medi degli studenti nelle domande | Indice di svolgimento degli argomenti di chimica |
| di biologia | ,014 |
| di chimica | ,063** |
| di fisica | ,051** |
| di geologia | -,011 |
| Totali | ,039* |

** La correlazione è significativa a livello 0,01 (a due code).
* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

Tabella 8.12: Correlazione di Pearson tra indice di svolgimento degli argomenti di chimica e risultati di apprendimento in biologia, chimica, fisica, geologia e totali.

La peculiarità del dominio di chimica è ben evidente anche nella tabella 8.13, che mostra i coefficienti di correlazione tra indici di svolgimento e risultati degli studenti, calcolati per tutti i domini di contenuto e per tutti gli argomenti inclusi nell'indagine TIMSS 2011. Una volta evidenziate le correlazioni significative, in rosa le negative e in celeste le positive, è facile notare come le colonne relative agli indici di svolgimento degli argomenti di chimica – Bc (*Proprietà e usi di acidi e basi comuni*) e Bd (*Trasformazioni chimiche*), in particolare – siano quelle con la maggior frequenza di correlazioni positive.

Il contesto del dominio di biologia appare diverso: osservando la tabella 8.13, risalta immediatamente il basso numero di correlazioni significative, complessivamente quattro negative e tre positive. In tutte le analisi condotte, l'indice di svolgimento complessivo degli argomenti di biologia (BIO in tabella 8.13) non risulta correlato in alcun modo con i risultati totali o ripartiti in domini di contenuto degli studenti, e persino la relazione con i risultati nei singoli argomenti di biologia appare tendenzialmente nulla, se non per un'unica correlazione positiva e significativa con l'argomento *Salute umana*.

Sembrerebbe che svolgere o meno gli argomenti di biologia non abbia alcuna corrispondenza nei risultati complessivi di apprendimento degli studenti. L'appiattimento degli indici di correlazione potrebbe forse dipendere anche dal fatto che le dichiarazioni di svolgimento degli insegnanti sono tendenzialmente più positive e omogenee per la biologia.

Nel caso dell'argomento Ab (*Cellule e loro funzioni*), ad esempio, il calcolo della correlazione con i risultati è stato addirittura impossibile da eseguire poiché la dichiarazione di svolgimento è risultata esattamente la stessa (1 = *Insegnato soprattutto in un anno precedente*) per tutti gli insegnanti partecipanti all'indagine TIMSS 2011.

Ancora diversa è la situazione del dominio di fisica, con 22 correlazioni significative, di cui 21 negative e solo una positiva: sembrerebbe che insegnare più argomenti di fisica riduca significativamente la riuscita degli studenti in biologia e in geologia, con un conseguente effetto negativo anche sui risultati di apprendimento totali.

Dalla tabella 8.13 si evince anche che le correlazioni negative riguardano soprattutto gli argomenti Cc (*Proprietà fondamentali e comportamento della luce e del suono*) e Cd (*Circuiti elettrici e proprietà e usi dei magneti permanenti e degli elettromagneti*). Si tratta, come osservato e discusso nel paragrafo 5.1, di temi poco svolti alle scuole medie in Italia, generalmente insegnati nel terzo ed ultimo anno, spesso in alternativa alla geologia; potrebbe forse dipendere da ciò la correlazione particolarmente negativa proprio con i risultati degli studenti in geologia. Più difficili da spiegare risultano le correlazioni spesso negative, e comunque mai significativamente positive, tra indici di svolgimento degli argomenti di fisica e risultati degli studenti nelle domande di fisica. Indipendentemente dal fatto che la ragione sia da ricercare in scelte poco opportune degli argomenti da svolgere da parte degli insegnanti, o in una loro incapacità nel trattare alcuni temi, o nella limitata disposizione degli studenti verso argomenti più astratti o complessi di altri, quel che emerge in maniera netta dalle analisi è una scarsa efficienza dell'insegnamento della fisica alle scuole medie.

Il dominio di geologia, per contro, risulta avere la maggiore coerenza interna tra argomenti insegnati e risultati di apprendimento. Delle dodici correlazioni positive evidenziate in tabella 8.13, infatti, undici riguardano i coefficienti calcolati tra indici di svolgimento degli argomenti di geologia e risultati degli studenti nelle domande di geologia. Le cinque correlazioni negative e significative si riferiscono, invece, a risultati estranei alla geologia e indicano che, all'aumentare della trattazione dell'argomento Dd (*La Terra nel sistema solare e nell'universo*), si riducono i risultati di apprendimento degli studenti in biologia, in chimica e nel totale delle domande.

Tabella 8.13: Correlazioni tra indici di svolgimento e risultati di apprendimento degli studenti in tutti i domini e in tutti gli argomenti considerati nell'indagine TIMSS 2011. Sono evidenziate in rosa le correlazioni significative negative e in celeste le correlazioni significative positive.

| Correlazioni tra indici di svolgimento e risultati degli studenti calcolati per ciascun dominio di contenuto e per ciascun argomento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risultati medi degli studenti in | Indice di svolgimento degli argomenti ★ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Aa | Ab | Ac | Ad | Ae | Af | Ag | BIO | Ba | Bb | Bc | Bd | CHI | Ca | Cb | Cc | Cd | Ce | FIS | Da | Db | Dc | Dd | GEO | TOT |
| BIOLOGIA | ,001 | . | ,026 | -,005 | -,009 | -,003 | -,026 | -,004 | -,007 | ,002 | ,015 | ,024 | ,014 | ,006 | -,025 | -,043** | -,059** | -,012 | -,056** | ,029 | ,004 | -,020 | -,044** | -,013 | -,022 |
| CHIMICA | -,008 | . | -,014 | -,032 | -,004 | -,008 | -,018 | -,027 | ,020 | ,031 | ,054** | ,076** | ,063** | -,016 | -,004 | -,030 | ,001 | ,008 | -,015 | -,011 | -,025 | -,019 | -,047** | -,038* | -,006 |
| FISICA | ,002 | . | ,000 | -,011 | -,003 | ,008 | -,014 | -,005 | ,009 | ,009 | ,044** | ,079** | ,051** | ,012 | -,010 | -,024 | -,012 | ,025 | -,011 | ,008 | -,011 | -,006 | -,021 | -,012 | ,011 |
| GEOLOGIA | -,045** | . | ,011 | -,024 | ,012 | -,001 | ,008 | -,005 | -,050** | -,046** | -,002 | ,033* | -,011 | -,006 | -,031 | -,041* | -,055** | -,003 | -,056** | ,072** | ,047** | -,013 | ,007 | ,037* | -,012 |
| TOTALE | -,012 | . | ,012 | -,021 | -,002 | -,001 | -,017 | -,011 | -,008 | ,003 | ,036* | ,068** | ,039* | ,001 | -,024 | -,046** | -,044** | ,002 | -,048** | ,030 | ,003 | -,022 | -,037* | -,012 | -,011 |
| Caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | ,005 | . | -,012 | -,001 | ,018 | -,013 | ,008 | -,002 | -,026 | ,005 | ,017 | ,019 | ,010 | ,013 | -,017 | -,022 | -,034 | -,033 | -,039* | ,032 | ,031 | -,012 | -,039* | ,002 | -,010 |
| Cellule e loro funzioni | ,011 | . | ,000 | -,017 | -,028 | ,009 | -,011 | -,014 | ,032 | ,048** | ,018 | ,031 | ,039* | ,018 | ,012 | -,038* | -,031 | ,006 | -,022 | -,001 | ,002 | -,013 | -,022 | -,012 | -,003 |
| Riproduzione ed ereditarietà | -,008 | . | ,012 | -,015 | -,016 | -,025 | -,011 | -,022 | -,013 | -,004 | -,006 | ,006 | -,004 | -,024 | -,010 | -,027 | -,019 | -,008 | -,030 | ,003 | -,006 | -,031 | -,026 | -,023 | -,031 |
| Diversità e selezione naturale | -,022 | . | ,012 | ,026 | ,008 | ,013 | -,041* | ,012 | -,005 | -,017 | -,003 | -,003 | -,008 | ,016 | -,013 | -,028 | -,038 | ,023 | -,022 | ,020 | ,003 | -,019 | -,002 | -,001 | -,008 |
| Ecosistemi | -,011 | . | ,019 | -,002 | -,009 | -,014 | -,025 | -,010 | -,008 | -,026 | ,011 | ,006 | -,002 | ,000 | -,020 | -,014 | -,068** | -,018 | -,050** | ,042* | -,002 | -,009 | -,028 | -,001 | -,025 |
| Salute umana | ,015 | . | ,024 | -,002 | ,032 | ,038* | ,010 | ,038* | -,009 | ,018 | ,013 | ,023 | ,017 | ,042* | -,015 | -,018 | ,015 | ,027 | ,011 | ,010 | ,029 | ,029 | -,008 | ,023 | ,036 |
| Stati e cambiamenti della materia | ,017 | . | ,004 | -,012 | ,011 | ,045* | -,014 | ,019 | ,014 | ,027 | ,041* | ,031 | ,038 | -,001 | -,026 | -,028 | ,011 | ,006 | -,013 | ,006 | ,031 | ,033 | ,017 | ,032 | ,033 |
| Energia, trasformazioni, calore | ,001 | . | -,002 | -,014 | -,016 | -,016 | -,007 | -,021 | ,001 | -,002 | ,019 | ,057** | ,029 | -,006 | ,006 | -,045* | -,023 | ,006 | -,029 | ,016 | -,002 | ,011 | -,022 | ,001 | -,007 |
| Luce e suono | ,012 | . | -,019 | -,024 | ,005 | -,001 | ,001 | -,014 | ,011 | -,008 | ,035 | ,047* | ,031 | ,024 | ,019 | ,007 | -,023 | ,002 | ,001 | ,007 | -,025 | -,020 | -,011 | -,019 | -,001 |
| Elettricità e magnetismo | -,015 | . | ,004 | ,032 | -,016 | -,031 | -,015 | -,009 | -,002 | -,037 | -,012 | ,014 | -,010 | ,010 | -,004 | ,020 | ,015 | ,004 | ,014 | -,017 | -,015 | -,020 | ,015 | -,013 | -,008 |
| Forze e moto | ,009 | . | ,004 | -,026 | -,001 | ,007 | ,008 | -,004 | -,008 | ,033 | ,050** | ,069** | ,054** | ,005 | -,038* | -,005 | -,022 | ,012 | -,019 | ,022 | ,018 | -,005 | -,027 | ,002 | ,015 |
| Struttura della Terra | -,044* | . | ,018 | -,057** | -,019 | -,019 | -,003 | -,035 | -,012 | -,010 | ,000 | ,033 | ,007 | -,001 | -,025 | -,048* | -,040* | ,014 | -,044* | ,014 | ,006 | -,011 | -,026 | -,008 | -,031 |
| Processi, cicli e storia della Terra | -,018 | . | ,022 | -,006 | -,002 | -,012 | ,011 | ,000 | -,045* | -,042* | ,001 | ,008 | -,017 | -,001 | -,003 | -,028 | -,055** | -,024 | -,049** | ,047** | ,040* | -,014 | -,006 | ,022 | -,017 |
| Risorse della Terra | -,022 | . | -,003 | -,006 | ,003 | -,030 | -,022 | -,022 | -,052* | -,041* | -,019 | -,008 | -,032 | -,006 | -,010 | -,037 | -,014 | ,009 | -,021 | ,078** | ,066** | -,003 | ,002 | ,050* | -,011 |
| La Terra nel sistema solare e nell'universo | -,003 | . | -,026 | -,010 | ,032 | ,022 | ,004 | ,008 | -,026 | -,014 | ,015 | ,061** | ,020 | ,001 | -,046** | ,012 | -,008 | ,005 | -,010 | ,039* | ,020 | ,002 | ,046** | ,038* | ,024 |

** La correlazione è significativa a livello 0,01 (a due code).

* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

a. Calcolo impossibile da eseguire perché almeno una delle variabili è costante.

★ Aa = Organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi; Ab = Cellule e loro funzioni; Ac = Riproduzione ed ereditarietà; Ad = Ruolo della variazione e dell'adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie in un ambiente che cambia; Ae = Interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema; Af = Motivi ed effetti sull'ambiente dell'aumento della popolazione umana nel mondo; Ag = Salute umana.

Ba = Classifi cazione, composizione e struttura della materia; Bb = Soluzioni; Bc = Proprietà e usi di acidi e basi comuni; Bd = Trasformazioni chimiche.

Ca = Stati fisici e cambiamenti della materia; Cb = Tipi di energia, trasformazioni, calore e temperatura; Cc = Proprietà fondamentali/comportamento della luce e del suono; Cd = Circuiti elettrici e proprietà e usi dei magneti permanenti e degli elettromagneti; Ce = Forze e moto.

Da = Struttura e caratteristiche fisiche della Terra; Db = Processi, cicli e storia della Terra; Dc = Uso e conservazione delle risorse naturali della Terra; Dd = La Terra nel sist ema solare e nell'Universo.

Considerando l'indice di svolgimento complessivo per la geologia, emerge una correlazione negativa con i risultati complessivi in chimica, oltre alla già citata correlazione positiva con i risultati totali in geologia (paragrafo 8.1.4), diretta conseguenza della coerenza interna presentata sopra.

L'argomento Dc (*Uso e conservazione delle risorse naturali della Terra*) è l'unico, tra quelli di geologia, la cui trattazione a scuola non sembra aver alcun effetto positivo sui risultati di apprendimento degli studenti. Allo stesso tempo, però, i risultati degli studenti italiani nelle domande ad esso relative appaiono fortemente legati all'indice di svolgimento degli argomenti Da (*Struttura e caratteristiche fisiche della Terra*), Db (*Processi, cicli e storia della Terra*) e della geologia in generale.

L'argomento Da (*Struttura e caratteristiche fisiche della Terra*), al contrario, è quello il cui insegnamento appare maggiormente correlato con i risultati positivi degli studenti in geologia, ma è anche quello i cui risultati non sembrano migliorare in relazione a una maggiore trattazione della geologia.

La spiegazione potrebbe essere da ricercare nella classificazione in argomenti proposta dall'indagine TIMSS per le scienze della Terra o nell'interpretazione di tali argomenti, che in parte si completano e si sovrappongono, da parte degli insegnanti italiani.

### *8.3 Considerazioni conclusive*

Riassumendo, se si prendono in considerazione gli indici di svolgimento e i risultati complessivi, non emergono particolari discrepanze tra le analisi eseguite sui dati TIMSS 2011 e quelle condotte sui dati tratti dallo studio sul campo. La correlazione nulla – tendente al negativo – tra indice di svolgimento e risultati totali degli studenti conferma l'ipotesi nata dall'attenta osservazione dei risultati della TCMA: insegnare un maggior numero di argomenti di scienze, in Italia, non aumenta i risultati di apprendimento complessivi dei ragazzi. Come previsto, inoltre, questa correlazione appare più negativa quando calcolata sulle domande rilasciate e sugli otto argomenti approfonditi nella ricerca sul campo, in accordo con l'ipotesi di un peggior funzionamento delle domande rilasciate e di un maggiore scollamento tra contenuti di insegnamento e risultati di apprendimento negli argomenti selezionati per lo studio.

Esaminando i singoli domini di contenuto, invece, non tutti i risultati trovano corrispondenza. Nelle analisi dei dati TIMSS, l'indice di svolgimento degli argomenti di biologia mostra correlazioni sostanzialmente nulle sia con i risultati degli studenti in biologia sia con i risultati nelle domande di chimica, fisica e geologia; mentre dallo studio sul campo era emersa una significativa correlazione positiva tra argomenti insegnati e risultati di apprendimento in biologia.

I dati TIMSS rafforzano l'ipotesi di una sostanziale indipendenza tra risultati e indice di svolgimento degli argomenti anche in fisica, con correlazioni nulle, tendenti al negativo; ma dalle analisi incrociate emerge pure un gran numero di correlazioni significative negative tra svolgimento degli argomenti di fisica e risultati in altri domini di contenuto, particolarmente in biologia e geologia.

La maggiore incongruenza tra le due analisi riguarda la geologia, che passa dalla significativa correlazione negativa emersa in seguito allo studio sul campo a una opposta correlazione positiva evidenziata dalle analisi sui dati TIMSS, correlazione che si presenta netta e coerente tra argomenti di geologia insegnati e risultati degli studenti in geologia, del tutto assente nelle correlazioni incrociate con gli altri domini di contenuto.

Infine, per quanto riguarda la chimica, dominio escluso dallo studio sul campo, i dati TIMSS rivelano una correlazione positiva e significativa dell'indice di svolgimento non solo con i risultati degli studenti nelle domande di chimica, ma anche in quelle di fisica e con i risultati totali.

Il campione numericamente ristretto di studenti e insegnanti coinvolti nel mio studio sul campo è probabilmente sufficiente a spiegare le discrepanze osservate rispetto ai risultati delle analisi sui dati TIMSS in relazione ai domini di biologia e fisica. Per quanto riguarda la geologia, alcuni altri fattori possono aver contribuito alla completa inversione di tendenza registrata. In particolare le domande rilasciate degli argomenti Da (*Struttura e caratteristiche fisiche della Terra*) e Dc (*Uso e conservazione delle risorse naturali della Terra*), impiegate nella ricerca sul campo, hanno mostrato in più occasioni evidenti criticità: a cominciare dal numero scarso e poco rappresentativo (paragrafo 7.2.5), proseguendo con la loro appartenenza ad argomenti trasversali, spesso trattati in Italia in discipline diverse da quelle propriamente scientifiche (paragrafi 7.2.3 e 7.2.4), e concludendo con un coefficiente

di correlazione tra argomenti insegnati e risultati di apprendimento nettamente inferiore rispetto a quello relativo alle domande non rilasciate, risultato dalle analisi statistiche secondarie dei dati TIMSS 2011 (paragrafo 8.1.4).

# Capitolo 9: CONCLUSIONI

## *9.1 Sintesi e discussione dei risultati*

Con questa ricerca ho cercato di analizzare la relazione tra processo di insegnamento e risultati di apprendimento in scienze alle scuole medie. Ho scelto di farlo con un approccio prevalentemente quantitativo, basandomi sui dati raccolti e messi a disposizione dall'indagine comparativa internazionale IEA-TIMSS 2011 e concentrando l'attenzione sugli argomenti svolti e non svolti dagli insegnanti (ossia sull'aspetto del *curricolo realizzato* legato alla trattazione dei contenuti); per quanto riguarda le scienze, infatti, vista l'enormità dei programmi e l'esigua quantità di tempo disponibile, la selezione degli argomenti da trattare o da trascurare è già una prima parte importante della strategia educativa scelta dal docente.

Aver impostato la ricerca sull'indagine TIMSS mi ha permesso di usufruire di una vasta mole di dati, attendibili e statisticamente rappresentativi, su cui lavorare e ai quali fare riferimento per un confronto costante durante tutte le fasi della ricerca, dalla progettazione dell'indagine sul campo, nella quale gli strumenti di rilevazione TIMSS hanno avuto un ruolo determinante, fino alle analisi statistiche secondarie, effettuate per verificare alcuni risultati della ricerca empirica dando loro validità a livello nazionale.

Attraverso una lettura analitica dei dati disponibili, inoltre, ho potuto tracciare preliminarmente un quadro articolato di alcuni parametri dell'educazione scientifica in Italia, valutandoli anche nel confronto con la situazione di altri paesi partecipanti. Per quanto

riguarda il curricolo attualmente offerto agli studenti italiani, dai dati TIMSS emerge che in Italia si insegna un maggior numero di contenuti scientifici rispetto alla media internazionale (Martin et al., 2012, pag. 358 e 362); nonostante ciò, il tempo annuo dedicato all'insegnamento delle scienze risulta tra i più bassi: con circa 73 ore all'anno, a fronte di una media internazionale di 158, l'Italia si colloca al penultimo posto nella classifica relativa a questo aspetto (Martin et al., 2012, pag. 352). Si potrebbe dunque concludere che, nonostante i risultati complessivi appena superiori alla media internazionale dei nostri studenti, l'insegnamento delle scienze in Italia sia piuttosto efficiente.

Proprio nel tentativo di valutare l'efficienza dei sistemi di insegnamento e apprendimento, ho visto una grande potenzialità nella TCMA (analisi della corrispondenza test-curricolo). Al di là della funzione specifica per cui essa viene effettuata alla fine di ogni rilevazione TIMSS (verificare che nessuno dei paesi partecipanti risulti troppo penalizzato dalla presenza, nella prova cognitiva, di argomenti che esulino dal proprio curricolo nazionale), i suoi risultati rivelano una relazione assolutamente non lineare tra gli argomenti di scienze trattati a scuola e i risultati di apprendimento degli studenti (Martin et al., 2012, pag. 479-492). Da questa semplice considerazione è nata l'idea che ha indirizzato lo sviluppo della mia ricerca.

L'indagine empirica è cominciata con un'analisi esplorativa dei dati TIMSS, dalla quale è emerso che non sempre, in effetti, c'è coerenza tra risultati di apprendimento dei ragazzi in un determinato argomento e dichiarazioni di svolgimento di tale argomento da parte degli insegnanti: succede che i ragazzi ottengano punteggi scarsi in temi che gli insegnanti dichiarano di aver svolto al 100%, e succede che ottengano risultati migliori in temi che gli insegnanti dichiarano di aver svolto molto poco. Su questi argomenti con forte incongruenza tra curricolo realizzato e curricolo appreso (circa la metà tra quelli valutati in TIMSS) si è dunque concentrato il mio studio sul campo.

L'analisi dei dati raccolti con la sperimentazione nelle classi ha confermato il rapporto molto scarso (correlazione tendenzialmente nulla) tra indice di svolgimento degli argomenti e risultati degli studenti nel test, mentre è emersa una significativa correlazione positiva tra tempo dedicato dai docenti alla trattazione degli argomenti esaminati e risultati degli studenti nel test. Una strategia di insegnamento basata sullo svolgimento approfondito

di pochi contenuti selezionati, dunque, risulta preferibile rispetto a una strategia indirizzata alla trattazione rapida del maggior numero di contenuti possibile.

Per confermare l'ipotesi scaturita dallo studio sul campo, di relazione nulla tra argomenti svolti e risultati di apprendimento degli studenti, ho usato ancora una volta i dati tratti da TIMSS 2011 per un'analisi statistica più approfondita, effettuata correlando i risultati degli studenti di ciascuna classe in ogni argomento con le dichiarazioni rilasciate dal proprio insegnante riguardo allo svolgimento dello stesso argomento. Le correlazioni tra queste due variabili, in effetti, sono risultate tendenzialmente molto scarse, talvolta positive ma altre volte persino negative, confermando l'idea che "svolgere tutto il programma" non sembra avere effetti positivi sull'apprendimento degli studenti.

Premesso che la correlazione non può e non deve essere interpretata come nesso di causalità tra le variabili considerate, andando nel dettaglio dei domini cognitivi e dei diversi argomenti analizzati, i risultati complessivi delle analisi statistiche effettuate suggeriscono che la trattazione degli argomenti di chimica e geologia sia più fruttuosa, in termini di risultati di apprendimento, rispetto all'insegnamento della biologia e della fisica. Lo svolgimento di un maggior numero di argomenti di fisica sembra addirittura controproducente, essendo correlato negativamente con i risultati degli studenti in numerosi altri argomenti.

Per migliorare la propria efficacia nell'insegnamento, dunque, i docenti potrebbero cercare di bilanciare meglio il peso dei quattro domini di contenuto, dando la giusta importanza alla chimica e alla geologia, tralasciando un pochino la biologia (attualmente insegnata più delle altre discipline), ed evitando di affrontare frettolosamente argomenti che richiedono tempo per una comprensione profonda (ad esempio le trasformazioni energetiche in fisica o la genetica in biologia). Per quanto riguarda la fisica, in particolare, i dati evidenziano incongruenze molto serie tra curricolo realizzato e curricolo appreso, segnalando forse un problema più profondo nell'insegnamento di questa disciplina scientifica.

A livello di sistema educativo italiano, invece, vista la correlazione nulla o negativa del numero di argomenti trattati con i risultati di apprendimento degli studenti, si potrebbe pensare a una revisione dei programmi nazionali di scienze che non ne aumenti la mole, ma

che vada al contrario in direzione di uno snellimento dei contenuti. Alternativamente – e questa è a mio parere la vera riforma che andrebbe fatta –, considerata la correlazione positiva tra tempo di svolgimento e risultati di apprendimento emersa da questo studio sul campo e da altre ricerche internazionali (Lavy, 2010), e tenendo presente anche il fatto che l'attuale tempo di insegnamento dedicato alle scienze in Italia è persino inferiore a quello previsto dalla riforma del 1962 (su un monte ore complessivo che è invece aumentato nel tempo) e che, non a caso, le ore di scienze in terza media nel nostro paese risultano meno della metà della media internazionale (Martin et al., 2012, pag. 352), sarebbe forse opportuno pensare a una ridistribuzione del tempo a scuola meno penalizzante per le future generazioni. Probabilmente, infatti, il poco tempo dedicato in Italia all'insegnamento delle scienze spiega in parte i risultati negativi dei nostri studenti nelle indagini internazionali, specialmente se si considera che il curricolo previsto non è inferiore a quello degli altri paesi: svolgendo tutti gli argomenti in poco tempo, si finisce per penalizzare il ragionamento e la rielaborazione dei concetti.

Al di là dei risvolti pratici appena menzionati, a livello di comunità scientifica internazionale questo studio rientra in quel filone di ricerca che tenta di misurare l'effetto dell'insegnante sui risultati di apprendimento dei suoi studenti (tra gli altri, Bos e Kuiper, 1999, Rockoff, 2004, Rivkin et al., 2005, Clotfelter et al., 2006, Aaronson et al., 2007, Goe, L., 2007, Kane et al., 2007, Kane e Staiger, 2008, Schwerdt e Wuppermann, 2010, Rockoff et al., 2011, Lavy, 2015, Ballatore e Sestito, 2016 ). La variabile presa in esame, in questo caso, è la selezione dei contenuti da insegnare attuata dal docente (e secondariamente il tempo di insegnamento ad essi dedicato). La scarsissima correlazione emersa dai dati TIMSS tra indice di svolgimento degli argomenti e risultati complessivi degli studenti può essere letta come la dimostrazione di una quasi totale indipendenza tra ciò che i ragazzi studiano a scuola e la loro capacità di rispondere correttamente alle domande del test, e aggiunge dunque un nuovo tassello all'ampia rosa di variabili legate all'insegnante che non sembrano avere effetti rilevanti sull'apprendimento dei loro alunni.

È ormai riconosciuto, del resto, che i fattori maggiormente correlati con l'andamento degli studenti nelle prove standardizzate, in Italia come nel resto del mondo, sono quelli culturali, economici e sociali del loro ambiente di origine (si veda il capitolo 2 per

maggiori dettagli), mentre resta ancora non del tutto chiarito il ruolo della scuola. Con questi presupposti, si potrebbe mettere in discussione anche la funzione migliorativa delle indagini comparative internazionali: nate con l'intento di confrontare sistemi educativi diversi per individuarne le debolezze e correggerle, esse sembrano invece confrontare più i parametri economici, sociali e culturali dei paesi partecipanti che i loro sistemi scolastici. I fattori su cui l'istruzione può agire direttamente, difatti, come la quantità e qualità degli argomenti da affrontare, sembrano influire in maniera marginale sui risultati cognitivi degli studenti.

Dopo decine d'anni di ricerche comparative internazionali, il quadro che emerge è piuttosto sconfortante. Ad uno sguardo superficiale, la scuola può sembrare sostanzialmente inutile, poiché perpetua nel tempo le differenze di partenza con cui i bambini vi entrano, e il suo ruolo di perequazione sociale appare fallito. In realtà, a mio parere, non è affatto così perché, se non ci fosse la scuola, il divario sarebbe ancora più ampio, ma soprattutto perché la scuola svolge ancora il ruolo fondamentale di offrire un'opportunità di ascesa culturale e sociale a tutti i bambini. Nonostante l'estendersi dell'istruzione secondaria ai diversi strati della popolazione abbia progressivamente attenuato i fenomeni di cooptazione e ascesa sociale (Vertecchi et al., 2010, pag. 48), questa opportunità è teoricamente ancora esistente. Per far sì che essa diventi (o torni ad essere) realtà diffusa, sono necessarie politiche ragionate e mirate. Basti pensare, per analogia, alla questione della parità di genere e alle quote rosa: a volte il diritto non basta, bisogna intervenire concretamente. In tutti quei paesi, come l'Italia, in cui il diritto allo studio è ormai una realtà consolidata, se, quanto e come intervenire in questo ambito saranno o dovrebbero essere, a mio parere, i principali argomenti di discussione delle politiche educative di questo secolo.

### *9.2 Limiti della ricerca*

Se l'indagine TIMSS, e gli studi ad essa direttamente connessi, sono stati fondamentali tanto per l'ideazione quanto per l'attuazione di questo lavoro, l'uso di materiali ricavati da una ricerca ampia e di carattere internazionale per uno studio molto più settoriale e tutto italiano ha comportato necessariamente anche alcuni svantaggi. In particolare ho dovuto adattare la ricerca agli strumenti di rilevazione TIMSS disponibili, piuttosto che costruirne di nuovi pensati in funzione delle necessità proprie del mio studio

sul campo, limitando fortemente le informazioni raccolte. Per approfondire il concetto di curricolo realizzato dal punto di vista dei contenuti, ad esempio, ho avuto a disposizione solamente due domande del questionario insegnanti di TIMSS 2011: la 36 e la 37 (quest'ultima esclusa dalle analisi per un vizio di forma, come spiegato nel paragrafo 7.2.3), mentre, se avessi potuto scegliere indipendentemente, avrei certamente chiesto agli insegnanti qualche informazione in più.

I contenuti insegnati a scuola, inoltre, come emerso anche durante il *focus group*, non sono soltanto quelli strettamente disciplinari elencati nel quadro di riferimento TIMSS, ma comprendono anche lo sviluppo di strategie, abilità e competenze: saper progettare, realizzare, interpretare e relazionare un esperimento scientifico è qualcosa che può essere insegnato in contesti diversi; lo stesso vale per la capacità di individuare le variabili coinvolte in un determinato fenomeno, di misurarle e di formalizzarne l'andamento in termini matematici. Eppure questi aspetti così determinanti del sapere scientifico – fondamentali anche per rispondere adeguatamente ai quesiti proposti agli studenti nelle prove TIMSS – non sono affatto presi in considerazione nel questionario insegnanti, e dunque nella valutazione del curricolo realizzato. Come segnalato da Bos e Kuiper,

> Considerando i questionari TIMSS, non è molto chiaro quali fattori importanti siano stati operazionalizzati. Essi non contengono scale ben collaudate necessarie per operazionalizzare tutti i costrutti rilevanti. Questo è il motivo per cui l'analisi dei dati che è stata effettuata è "secondaria" e di natura esplorativa (Bos e Kuiper, 1999, pag. 159, traduzione mia).

A queste criticità generali se ne aggiungono altre più puntuali, prima fra tutte la non perfetta corrispondenza tra l'elenco di argomenti di scienze proposto agli insegnanti nella domanda 36 del questionario e quello descritto nel quadro di riferimento e usato per classificare i quesiti della prova cognitiva. Laddove questa corrispondenza è risultata lacunosa (come nel dominio di chimica) il calcolo della correlazione tra risultati degli studenti (curricolo appreso) e dichiarazioni di svolgimento dei loro insegnanti (curricolo realizzato) si è dimostrato inattuabile. Uniformare la terminologia relativa ai contenuti del curricolo in tutti gli strumenti dell'indagine e nelle pubblicazioni ufficiali dell'indagine TIMSS

consentirebbe confronti tra i dati più generalizzati e più esatti[54]. Inoltre, la classificazione proposta dovrebbe essere il più semplice e lineare possibile, così da lasciare poco spazio all'interpretazione personale nella catalogazione dei quesiti; per la biologia, dominio suddiviso in sette argomenti secondo il questionario insegnanti del 2011, i docenti coinvolti nel *focus group* hanno sbagliato a classificare un quarto delle domande proposte (3 su 12).

Andando più nel dettaglio della mia ricerca, alcuni suoi limiti dipendono dalle scelte procedurali che ho effettuato in corso d'opera e che potrebbero essere fondate su assunti non necessariamente corretti.

Per analizzare statisticamente le risposte degli insegnanti alla domanda 36 del questionario, che prevedeva tre possibili modalità di risposta, ho stabilito di trattare questa variabile qualitativa come ordinale, assegnando punteggio 0 alla risposta *Non ancora insegnato o appena introdotto*, 1 a *Insegnato soprattutto in un anno precedente* e 2 a *Insegnato soprattutto quest'anno*, assumendo così una gradualità tra le tre modalità alternative.

Allo stesso modo, nell'ampliare il questionario sul curricolo di TIMSS, prima di somministrarlo agli insegnanti nella sperimentazione sul campo, ho scelto di non aggiungere domande sul grado di approfondimento dedicato ai diversi argomenti, ma di sostituirle invece con domande sul tempo di svolgimento, assumendo che a un tempo di insegnamento più lungo corrisponda un maggior grado di approfondimento.

Infine in tutte le analisi statistiche che ho effettuato ho scelto di non "pulire i dati" per eliminare l'effetto delle variabili di contorno. Alla base di questa scelta non c'è solo una ragione di opportunità (certamente il procedimento statistico è risultato meno complesso), ma anche e soprattutto di finalità: ciò che mi interessava valutare, infatti, non era tanto l'effetto positivo o negativo dello svolgimento degli argomenti sui risultati di apprendimento degli studenti, quanto l'entità di tale eventuale effetto in un contesto reale. Le variabili di sfondo sono parte della realtà quotidiana con cui gli insegnanti devono necessariamente

[54] Nonostante la classificazione dei contenuti sia stata modificata leggermente in TIMSS 2015, tanto nel quadro di riferimento quanto nel questionario insegnanti, le modifiche non sono andate in direzione di una maggiore uniformità tra i due sistemi di classificazione, cosa che renderà ancora una volta impossibile, per alcuni argomenti di biologia e chimica, l'analisi della correlazione tra risultati di apprendimento e dichiarazioni di insegnamento.

convivere, e aver dimostrato che, nel complesso dei fattori che influiscono sui risultati degli studenti, il numero di argomenti insegnati è irrilevante (correlazione nulla) può già essere considerato un risultato significativo.

### *9.3 Possibili sviluppi futuri*

Come spesso accade quando si fa ricerca, per ogni risposta ottenuta mille altri interrogativi si affacciano alla nostra mente. Nel vastissimo panorama di dati fornito dalle indagini comparative internazionali, in particolare, le possibilità di analisi secondarie sono numerosissime; la difficoltà sta principalmente nella loro progettazione e nella costruzione intorno a loro di un valido contesto di senso. Terminata questa ricerca, dunque, a partire dallo stesso contesto di senso, sarebbe interessante estendere lo studio nel tempo e nello spazio per vedere fino a che punto i suoi risultati restano validi.

Si potrebbero ripetere le analisi sui dati italiani tratti dai cicli precedenti di TIMSS, oppure estenderle ad altri paesi partecipanti all'indagine, con risultati nettamente migliori o peggiori dei nostri, per vedere se la relazione tra curricolo realizzato e curricolo appreso rimane costante o cambia, ed eventualmente in che modo. Si potrebbe provare a utilizzare tale correlazione come un indice dell'efficienza dei sistemi educativi: in una scuola che funziona, infatti, gli studenti dovrebbero avere ottimi risultati negli argomenti trattati a scuola e risultati marcatamente più scarsi negli argomenti non svolti a scuola. In questo caso, ovviamente, la pulizia dei dati dall'effetto delle variabili di sfondo sarebbe fondamentale per rendere confrontabili i risultati delle analisi tra paesi diversi.

L'analisi della correlazione tra curricolo realizzato e curricolo appreso potrebbe essere estesa anche alla matematica, per la quale in Italia, secondo i dati TIMSS, risulta una percentuale di argomenti trattati simile a quella riscontrata per le scienze, ma un tempo di insegnamento annuo nettamente maggiore, superiore anche alla media internazionale.

Sarebbe opportuno che si trovasse un modo per includere nella ricerca anche gli argomenti di chimica, superando l'ostacolo della disomogeneità di classificazione, specialmente considerando il fatto che questo dominio, nel suo complesso, è risultato il più correlato con la riuscita degli studenti.

## Bibliografia

### *Riferimenti bibliografici*


Aaronson, D., Barrow, L. and Sander, W. (2007). *Teachers and Student Achievement in the Chicago Public High Schools*. Journal of Labor Economics, 25, 95-135.

Agrusti, G. (2013). *Inquiry-based learning in Science Education. Why e-learning can make a difference*. Journal of e-Learning and Knowledge Society, 9(2).

Albanesi, C. (2005). *I focus group*. Ed. Carocci.

Alivernini, F., Palmerio, L., Vinci, E., Di Leo, I. (2010). *An Analysis of Factors Affecting Pupils' Science Achievement in Italy*. INVALSI, working paper n. 08/2010.

Angelini, C. (2010). *Apprendere ad apprendere e capacità di comprensione della lettura. Il caso degli studenti adulti della Facoltà di Scienze della formazione dell'Università Roma Tre*. Nuova Cultura.

Ballatore, R. M. e Sestito, P. (2016). *Dealing with student heterogeneity: curriculum implementation strategies and student achievement*. Banca d'Italia - Temi di discussione (working papers), n. 1081.

Bannert, M. and Mengelkamp, C., 2008, *Assessment of metacognitive skills by means of instruction to think aloud and reflect when prompted. Does the verbalisation method affect learning?* Metacognition and Learning, 3(1), 39-58.

Battistini, A. (2011). *The Antagonistic Affair between Literature and Science*. Interfacing Science, Literature, and the Humanities/ACUME *2*, 61.

Becker, W. (1977). *Teaching reading and language to the disadvantaged - What we have learned from field research.* Harvard Educational Review, 47(4), 518-543.

Beckstead, L. (2008). *Scientific Journals: A Creative Assessment Tool*. Science and Children, 46(3), 22-26.

Bernardini, C. e De Mauro, T. (2015). *Contare e raccontare: dialogo sulle due culture*. Gius. Laterza & Figli Spa.

Bolletta, R. (1988). *Preparazione matematica in Italia al termine della Scuola Media*. I Quaderni di Villa Falconieri, 14. CEDE, Frascati.

Bonomi, P. (2016). *Appunti per una scuola post-umanistica.* Nóema, (7-1).

Bos, K. e Kuiper, W. (1999). *Modelling TIMSS Data in a European Comparative Perspective: Exploring Influencing Factors on Achievement in Mathematics in Grade 8*. Educational Research and Evaluation, 5(2), 157–179

Caponera, E. et al. (2012). *Indagini IEA 2011 PIRLS e TIMSS: i risultati degli studenti italiani in lettura, matematica e scienze.* INVALSI. http://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2011/documenti/Rapporto_PIRLS_TIMSS.pdf

Caputo, A.M. (2003). *Progetto Pilota 2 - Valutazione della scuola italiana - Risultati delle prove di apprendimento e del campione nazionale*. INVALSI.

Carroll, J. B. (1963). *A model of school learning*. Teachers college record.

Carroll, J. B. (1989). *The Carroll model: A 25-year retrospective and prospective view*. Educational Researcher, 18(1), 26-31.

Carver, R. P. (1994). *Percentage of unknown vocabulary words in text as a function of the relative difficulty of the text: Implications for instruction.* Journal of Reading Behavior, Vol. 26, 413-437.

Cataldi, S. (2009). *Come si analizzano i focus group*. Ed. Francoangeli.

Chang, C. e Tseng, K. (2009). *Use and Performances of Web-Based Portfolio Assessment*. British Journal of Educational Technology, 40(2), 358-370.

Chang, M. et al. (2007). *Science engagement and science achievement: Longitudinal models using NELS data*. Educational Research and Evaluation, 13(4), 349-371.

Chiappetta, E.L. e Fillman, D.A. (2007). *Analysis of Five High School Biology Textbooks Used in the United States for Inclusion of the Nature of Science*. International Journal of Science Education, 29(15), 1847–1868.

Chiu, M. M.; Xihua, Z (2008), Family and Motivation Effects on Mathematics Achievement: Analyses of Students in 41 Countries, *Learning and Instruction*, 18(4), 321-336.

Clotfelter, C.T., Ladd, H.F., Vigdor, J.L. (2010). *Teacher credentials and student achievement in high school: A cross-subject analysis with student mixed effects.* Journal of Human Resources, 45, 655-681.

Clotfelter C. T., Ladd H. F., Vigdor J. L. ( 2007 ), *How and Why Do Teacher Credentials Matter for Student Achievement?*. NBER Working Paper 12828. Cambridge, MA, USA.

Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. (2007). Research methods in Education. Routledge, London and New York.

Colley, K. (2008). *Performance-Based Assessment*. Science Teacher, Vol. 75, n. 8, 68-72.

Collins, A. (1992). *Portfolios for science education: Issues in purpose, structure, and authenticity*. Science Education, 76(4), 451-463.

Corbetta, P. (2003). *La ricerca sociale: metodologia e tecniche*. Ed. Il Mulino.

Corsini, C. e Losito, B. (2013). *Le rilevazioni Invalsi: a che cosa servono?*. Cadmo.

Dale, E. e Chall, J.S. (1948). *A formula for predicting readability*. Educational research bulletin, 27(1), 11-20.

De Mauro, T., e Erbani, F. (2011). *La cultura degli italiani*. Gius. Laterza & Figli Spa.

Dee, T. S. (2005). *A teacher like me: Does race, ethnicity, or gender matter?* American Economic Review, 95(2), 158-165.

Dee, T. S. (2007). *Teachers and the gender gaps in student achievement.* The Journal of Human Resources, 42(3), 528-554.

Delamont, S. e Lewes, F. (1990). *Opportunity to Learn*. The Study Of Primary Education: A Source Book-Volume 4: Classroom And Teaching Studies, 4, 77.

Dempster, E.R. e Reddy, V. (2007). *Item Readability and Science Achievement in TIMSS 2003 in South Africa*. Science Education, 91(6), 906-925.

DuBay, W.H. Ed. (2006). *The Classic Readability Studies*. Impact Information, Costa Mesa.

Duschl, R. (2008). *Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals*. Review of Research In Education, Vol. 32, 268-291.

Eklöf, H. (2006). *Motivational Beliefs in the TIMSS 2003Context: Theory, Measurement and Relation to Test Performance*. Department of Educational Measurement, Umeå University, Thesis 2006.

Elias, G. (2004). *Sperimentazione svolta per la progettazione del Servizio Nazionale di Valutazione dell'Istruzione - Rapporto finale*. MIUR.

Elliott, S. N. e Bartlett, J. B. (2016). *Opportunity to Learn.* Oxford Handbooks Online. http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199935291.001.0001/oxfordhb-9780199935291-e-70

Ericsson, K.A. e Simon, H.A. (1980). *Verbal reports as data*. Psychological Review, Vol. 87, n. 3.

European Parliament (2000). *Lisbon European Council 23 And 24 March 2000. Presidency Conclusions*. http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm

Eurydice (2011). *L'insegnamento delle scienze in Europa: politiche nazionali, pratiche e ricerca.* agenzia esecutiva per l'istruzione, gli audiovisivi e la cultura (EACEA P9 Eurydice). http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133IT.pdf

Fillman, D. A. (1989). *Biology textbook coverage of selected aspects of scientific literacy with implications for student interest and recall of text information*. Dissertation Abstracts International. Vol. 50.

Flesch, R. (1948). *A new readability yardstick*. Journal of Applied Psychology, Vol. 32, n. 3, 221-233.

Floden, R. E. (2002). *The measurement of opportunity to learn*. Methodological advances in cross-national surveys of educational achievement, 231.

Freebody, P. and Anderson, R. C. (1983). *Effects on Text Comprehension of Differing Proportions and Locations of Difficult Vocabulary***.** Journal of Literacy Research, Vol XV, n. 3, 19-39.

Friedrichsen, P. et al. (2011). *Taking a closer look at science teaching orientations*. Science Education, Vol. 95, n. 2, 358-376.

Gamoran, A., Porter, A. C., Smithson, J. e White, P. A. (1997). *Upgrading high school mathematics instruction: Improving learning opportunities for low-achieving, low-income youth*. Educational Evaluation and Policy Analysis, 19(4), 325-338.

Gamson et al. (2013). *Challenging the Research Base of the Common Core State Standards: A Historical Reanalysis of Text Complexity*. Educational Researcher, Vol. 42, n. 7, 381-191.

Giuliano, L. (2013). *Il valore delle parole. L'analisi automatica dei testi in Web 2.0*. Roma. Dipartimento di Scienze statistiche. http://www.dss.uniroma1.it/it/system/files/pubblicazioni/ValoreDelleParoleV2a.pdf

Giuliano, L. e La Rocca, G. (2008). *L'analisi automatica e semi-automatica dei dati testuali. Software e istruzioni per l'uso*. LED Edizioni Universitarie.

Glenberg, A. M. e Langston W. E. (1992). *Comprehension of illustrated Text: Pictures Help to Build Mental Models. Journal of Memory and Language*, Vol. 31, 129-151.

Goe, L. (2007). *The link between teacher quality and student outcomes: A research synthesis*. Report, National Comprehensive Center for Teacher Quality, Washington DC.

Greenwald, R., Hedges, L. V. e Laine, R. D. (1996). *The effect of school resources on student achievement.* Review of Educational Research, n. 66(3), 361-396.

Hatzinikita et al. (2008). *PISA Test Items and School Textbooks related to Science: A Textual Comparison*. Science Education. Vol. 92, n. 4, 664–687.

Hibbing, A. N. e Rankin-Erickson, J. L. (2003). *A Picture Is Worth a Thousand Words: Using Visual Images to Improve Comprehension for Middle School Struggling Readers: This Article Discusses Teacher and Student Drawings in the Classroom, Illustrations in Texts, Picture Books, and Movies as External Image-Based Tools That Support Reading Comprehension.* The Reading Teacher, Vol. 56, n.8, 758-770.

Hijazi, S. T. e Naqvi, R. S. M. M. (2006). *Factors affecting students'performance*. Bangladesh e-journal of sociology, 3(1), 2.

Huey-Por, C et al (2011). *The development of a competence scale for learning science: inquiry and communication.* International Journal of Science and Mathematics Education, Vol. 9, 1213-1233.

Husen, T. (1967). *INTERNATIONAL STUDY OF ACHIEVEMENT IN MATHEMATICS, A COMPARISON OF TWELVE COUNTRIES*, VOLUME II.

Johnson, K. (1978, 1987, 1998, 2000). Readability. TimeTabler. http://www.timetabler.com/readable.pdf

Kahveci, A. (2010). *Quantitative Analysis of Science and Chemistry Textbooks for Indicators of Reform: A complementary perspective*. International Journal of Science Education. Vol. 32, n. 11, 1495-1519.

Kane, T. J., Rockoff, J.E. and Staiger, D.O. (2008). *What does certification tell us about teacher effectiveness?* Economics of Education Review, 27 (6), 615-631.

Kouladis, V. e Tsatsaroni, A. (1996). *A pedagogical analysis of science textbooks: How can we proceed?* Research in Science Education, Vol. 26, n. 1, 55-71.

Kurz, A. (2011). *Access to what should be taught and will be tested: Students' opportunity to learn the intended curriculum*. In Handbook of Accessible Achievement Tests for All Students (pp. 99-129). Springer New York.

Lau, K. (2009). *A critical examination of PISA's assessment on scientific literacy*. International Journal of Science and Mathematics Education. Vol.7, n.6, 1061-1088.

Lavy, V. (2010). *Do differences in school's instruction time explain international achievement gaps in math, science, and reading?: Evidence from developed and developing countries*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

Lee, J. e Barro, R. J. (2001). *Schooling quality in a cross-section of countries*. Economica, New Series, n. 68(272), 465-488.

Losito, B. e Pozzo, G. (2005). *La ricerca azione. Una strategia per il cambiamento nella scuola*. Carocci Editore.

Lumbelli L., 1993, *Tecniche di intervista, processi cognitivi e ricerca educativa*. Età evolutiva, n. 46.

Lumbelli L., 1997, *Introduzione all'edizione italiana di C. Rogers: Terapia centrata sul cliente*. La Nuova Italia, Firenze.

Lumpe, A. T. e Beck, J. (1996). *A profile of high school biology textbooks using scientific literacy recommendations.* The American Biology Teacher. Vol. 58, n. 3, 147–153.

Maragliano, R. e Vertecchi, B. (1992). *La programmazione didattica*. Editori riuniti.

Marks G. N. (2010). *What aspects of schooling are important? School effects on tertiary entrance performance*. School Effectiveness and School Improvement, n. 21( 3).

Martin, M. O. et al. (2008). *TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades.* Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. http://timssandpirls.bc.edu/TIMSS2007/sciencereport.html

Martin, M. O. et al. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Science*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. http://timss.bc.edu/timss2011/downloads/T11_IR_Science_FullBook.pdf

Martin, M. O. e Mullis, I.V.S. (Eds.) (2013). *TIMSS and PIRLS 2011: Relationships Among Reading, Mathematics, and Science Achievement at the Fourth Grade—Implications for Early Learning*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College. http://timssandpirls.bc.edu/timsspirls2011/downloads/TP11_Relationship_Report.pdf

Martin, M. O. et al. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Science.* Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/

Martini, A. e Rubino, F. (2010). *I risultati degli studenti trentini in Matematica e Scienze nel 2008. Rapporto provinciale TIMSS*. Provincia Autonoma di Trento – IPRASE del Trentino.

Mayer, M. (2009). *La valutazione delle competenze*. INDIRE_Agenzia Scuola. http://forum.indire.it/repository/working/export/4615/

Migliorini, L e Rania, N. (2001). *I focus group: uno strumento per la ricerca qualitativa*. Animazione Sociale, Vol. 150, 82-88.

MIUR (2012). *Indicazioni nazionali per il curriculo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo* http://hubmiur.pubblica.istruzione.it/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/162992ea-6860-4ac3-a9c5-691625c00aaf/prot5559_12_all1_indicazioni_nazionali.pdf

Mullis, I.V.S. et al. (2009). *Quadro di riferimento di TMSS 2011*. Amsterdam, International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Traduzione a cura di INVALSI, 2012. http://www.iea.nl/fileadmin/user_upload/Publications/Electronic_versions/TIMSS_2011_Frameworks_Italian.pdf

Mullis, I.V.S. et al. (2012A). *TIMSS 2011 Encyclopedia: Education Policy and Curriculum in Mathematisc and Sciences*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
http://timss.bc.edu/timss2011/encyclopedia-timss.html

Mullis, I.V.S. et al. (2012B). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement. Herengracht 487, Amsterdam, 1017 BT, The Netherlands.
http://timssandpirls.bc.edu/timss2011/international-results-mathematics.html

Muthén, B., Huang, L. C., Jo, B., Khoo, S. T., Goff, G. N., Novak, J. R. e Shih, J. C. (1995). *Opportunity-to-learn effects on achievement: Analytical aspects.* Educational Evaluation and Policy Analysis, 17(3), 371-403.

National Research Council (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, D.C., The National Academies Press.

National Research Council (2002). *Methodological advances in cross-national surveys of educational achievement*. National Academies Press.

Neumann, K. et al (2010). *From PISA to Educational Standards: The Impact of Large-Scale Assessments on Science Education in Germany*. International Journal of Science and Mathematics Education. Vol.8, n.3, 545-563.

Noor Azina, I. e Awang, H. (2008). *Assessing the effects of students' characteristics and attitudes on mathematics performance*. Problems of education in the 21st century, n. 9, 34-41.

OCSE e INVALSI (2007). *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*. Armando Editore. Traduzione in italiano a cura di INVALSI.
http://www.invalsi.it/invalsi/rn/odis/doc/Quadro_riferimento_PISA2006.pdf

O'Donnell, C. L. (2008). *Defining, Conceptualizing, and Measuring Fidelity of Implementation and Its Relationship to Outcomes in K–12 Curriculum Intervention Research.* Review of Educational Research, Vol. 78, n. 1, 33-84.

Offerdahl, E. e Impey, C. (2012). Journal of College Science Teaching, 41(5), 19-25.

Ogan-Bekiroglu, F. e Gunay, A. (2008). *Physics Students' Perceptions on Their Journey through Portfolio Assessment*. Articolo presentato alla Conference of Asian Science Education (CASE) (Kaohsiung, Taiwan).

Oprandi, N. C. (2000). *Focus group. Breve compendio teorico pratico*. Emme&erre libri.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). DeSeCo (2005). *The Definition and Selection of Key Competencies: Executive Summary*.
https://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf

Osborne, J. e Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. The Nuffield Foundation, Vol. 13, London.

Onwuegbuzie, A. J. et al. (2009). *A qualitative framework for collecting and analyzing data in focus group research.* International journal of qualitative methods, Vol. 8(3), 1-21.

Paoletti, G. (2005). *Quando un grafico non vale diecimila parole. Problemi di integrazione nello studio del testo con figure*. CADMO, Fascicolo 1, 67-86.

Parola, S. (2015). *Prof: nelle scuole arrivano i rinforzi, ma per le materie sbagliate*. Repubblica, 29 ottobre 2015.

Parola, S. (2014). *Caccia ai prof di matematica, a Torino vuote 130 cattedre nelle medie*. Repubblica, 15 settembre, 2014.

Pavinee, S. et al. (2013). *An Analysis of Science Textbooks for Grade 6: The Electric Circuit Lesson*. EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, Vol. 9, n. 1, 59-72.

Pellerey, M. (2004). *Le competenze individuali e il portfolio*. Scandicci, La Nuova Italia.

Perfetti, C. e Stafura, J. (2013). *Word Knowledge in a Theory of Reading Comprehension*. Scientific Studies of Reading, Novembre 2013.

Petracca, C. (2004). *Progettare per competenze. Verso i piani di studio personalizzati*. Milano, Elmedi.

Petscher, Y. (2010). *A meta-analysis of the relationship between student attitudes towards reading and achievement in reading*. Journal of Research in Reading, Vol. 33(4), 335-355.

Poce, A. e Angelini, C. (2011). *Per una nuova cultura didattica. Riflessioni sul progetto am-learning*. Franco Angeli editore, collana Ricerche Sperimentali.

Porter, A. C., Floden, R. e Fuhrman, S. (1998). *The effects of upgrading policies on high school mathematics and science*. Brookings papers on education policy, (1), 123-172.

Pozio, S. (2011). *La risoluzione di prove di competenza matematica. Analisi dei risultati italiani nell'indagine OCSE (Pisa, 2003)*. Nuova Cultura.

Quintano, C., Castellano, R. e Longobardi, S. (2009). *L'influenza dei fattori socio economici sulle competenze degli studenti italiani. Un'analisi multilevel dei dati PISA 2006*. Rivista di Economia e Statistica del territorio.

Remillard, J. T. (2005). *Examining Key Concepts in Research on Teachers' Use of Mathematics curricula*. Review of Educational Research, Vol. 75, n. 2, 211-246.

Rhodes, H. e Feder, M. A. – National Research Council (2014). *Literacy for science: exploring the intersection of the next generation science standards and common core for ELA standards: A workshop summary*. National Academies Press.

Riva, O. (2016). *Mancano prof di matematica? Paghiamoli più degli altri*. Corriere della Sera, 12 aprile, 2016.

Riva, O. (2015). *Serve matematica? C'è il prof di musica*. Corriere della Sera, 29 ottobre, 2015.

Rivkin, S.G., Hanushek, E. A. and Kain, J.F. (2005). *Teachers, schools, and academic achievement*. Econometrica, 73 (2), 417-458.

Rockoff, J. (2004). The *impact of individual teachers on student achievement: Evidence from panel data*. American Economic Review, 94 (2).

Rogers, C. R. (1946). *Significant Aspects of Client-Centered Therapy*. American Psychologist, 1.

Rogers C. R. (1951). *Client-centered Therapy*. Boston, Houghton Mifflin Company.

Scheerens, J. e Bosker, R. J. (1997). *The foundations of educational effectiveness*. Oxford: Pergamon.

Shackelford, R.L. (1996). *Student Portfolios: A Process/Product Learning and Assessment Strategy*. Technology Teacher, 55(8), 31-36.

Schauer, S.A. (2005). *Using guided mental imagery to improve reading comprehension*. Arizona State University.

Schult, J. e Sparfeldt, J. R. (2016). *Reliability and Validity of PIRLS and TIMSS*. European Journal of Psychological Assessment.

Sequeira, T. e Robalo, P. (2008). *Schooling Quality in a Cross Section of Countries: a replication exercise and additional results.* Economics Bulletin, 9(9), 1-7.

Singh, K., Granville, M. e Dika, S. (2002*). Mathematics and science achievement: effects of motivation, interest, and academic engagement*. Journal of Educational Research, 95(6), 323-332.

Sirin, 2005 Sirin, Selcuk R. (2005). *Socioeconomic Status and Academic Achievement: A Meta-Analytic Review of Research*. Review of Educational Research, 75(3), 417-453.

Slavin, R. E. (2002). *Evidence-based education policies: Transforming educational practice and research*. Educational researcher, 31(7), 15-21.

Stevens, F. I. (1996). *The Need To Expand the Opportunity To Learn Conceptual Framework: Should Students, Parents, and School Resources Be Included?*.

Thapa, A. et al. 2013. *A Review of School Climate Research*. Review of Educational Research, 83(3), 357–385.

Tucker-Drob, E. M. (2012), Preschools reduce early academic-achievement gaps: A longitudinal twin approach, *Psychological Science*, 23(3), 310-319.

Varelas, M. et al. (2008). *Methods and Strategies: Students as Authors*. Science and Children, 45(7), 58-62.

Van Someren, M.W. et al. (1994). *The think aloud method: a practical approach to modelling cognitive processes*. Academic Press, London.

Vendemiale, L. (2015). *Distribuzione docenti, a Nord più cattedre che insegnanti. Ecco la mappa dell'esodo*. Il Fatto Quotidiano, 20 agosto, 2015.

Vertecchi, B. (1999). La didattica: parole e idee. Paravia.

Vertecchi, B, (2001). La scuola italiana da Casati a Berlinguer. Franco Angeli, Milano.

Vertecchi, B. (2003). *Manuale della valutazione: analisi degli apprendimenti e dei contesti*. FrancoAngeli.

Vertecchi, B. e Agrusti, G. (2008). *Laboratorio di valutazione*. Laterza.

Vertecchi, B., Agrusti, G. e Losito, B. (2010). *Origini e sviluppi della ricerca valutativa*. FrancoAngeli.

Vertecchi, B. (2012). *Parole per la scuola*. FrancoAngeli.

Wang, Z.; Osterlind, S.; Bergin, D. (2012), Building Mathematics Achievement Models In Four Countries Using TIMSS 2003. International Journal of Science & Mathematics Education, 10(5), 1215-1242.

World Health Organization ((1994). *Life skills education for children and adolescents in schools.* http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/63552/1/WHO_MNH_PSF_93.7A_Rev.2.pdf

Wiley, D. E. e Harnischfeger, A. (1974). *Explosion of a Myth: Quantity of Schooling and Exposure to Instruction, Major Educational Vehicles.* Educational researcher, 3(4), 7-12.

Wraga, W.G. (2002). *Recovering Curriculum Practice: Continuing the Conversation*. Educational Researcher, 31(6), 17-18.

Yildirim, K. et al. (2011), *Is Vocabulary a Strong Variable Predicting Reading Comprehension and Does the Prediction Degree of Vocabulary Vary according to Text Types*. Educational Sciences: Theory & Practice, 11(3), 1541-1547.

Zadigroma (2004), *Le immagini e le pratiche della scienza nei libri di testo della scuola primaria e della scuola secondaria di primo grado*. Progetto di ricerca finanziato dal MIUR nell'ambito dei fondi della Legge 6/2000 per la diffusione della cultura scientifica.

Zammuner, V. L. (2003). *I focus group*. Ed. Il Mulino, Bologna

### *Riferimenti normativi*

Decreto Ministeriale 24 aprile 1963: *Orari e programmi d'insegnamento della scuola media statale*.

Decreto Ministeriale 9 febbraio 1979: *Programmi, orari di insegnamento e prove di esame per la scuola media statale*.

Legge 10 febbraio 2000, n. 30: *Legge Quadro in materia di Riordino dei Cicli dell'Istruzione*.

Decreto Interministeriale 28 febbraio 2001: *Regolamento, recante norme in materia di curricoli della scuola di base*. Documento allegato: *Indirizzi per l'attuazione del curricolo*.

Legge 28 marzo 2003, n. 53: *Delega al Governo per la definizione delle norme generali sull'istruzione e dei livelli essenziali delle prestazioni in materia di istruzione e formazione professionale.*

Decreto Legislativo 19 febbraio 2004, n. 59: *Definizione delle norme generali relative alla scuola dell'infanzia e al primo ciclo dell'istruzione, a norma dell'articolo 1 della legge 28 marzo 2003, n. 53.* Allegato C: *Indicazioni nazionali per i Piani di studio personalizzati nella Scuola Secondaria di 1° grado.*

Decreto Ministeriale 31 luglio 2007. Documento allegato: *Indicazioni per il curricolo per la scuola dell'infanzia e per il primo ciclo d'istruzione.*

Decreto Ministeriale 22 agosto 2007, n.139: *Regolamento recante norme in materia di adempimento dell'obbligo di istruzione*.

Decreto Ministeriale 16 novembre 2012, n. 254: *Regolamento recante indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*.

# APPENDICE

Allegato A: Analisi della corrispondenza test-curricolo (TCMA) in TIMSS 2011 ..... 219
Allegato B: Database usato per le analisi preliminari dei dati TIMSS 2011 ..... 225
Allegato C: Dati relativi alle domande rilasciate selezionate per lo studio..... 249
Allegato D: Questionario insegnante usato nel focus group ..... 253
Allegato E: Presentazione dei quesiti discussi nel focus group..... 263
Allegato F: Fascicolo studenti (FS_0)..... 271
Allegato G: Questionario insegnante usato nello studio principale ..... 295
Allegato H: Guida alla correzione degli item selezionati ..... 307
Allegato I: Trascrizione sintetica delle interviste agli studenti..... 335

# Allegato A: Analisi della corrispondenza test-curricolo (TCMA) in TIMSS 2011

## Appendix F.1: Average Percent Correct for the Test-Curriculum Matching Analysis

TIMSS 2011 Science 4th Grade

*Based on a subset of items specifically identified by each country as addressing its curriculum*

Read across the row to compare that country's performance based on the test items included by each of the countries across the top. Read down the column under a country name to compare the performance of the country down the left on the items included by the country listed on the top. Read along the diagonal to compare performance for each different country based on its own decisions about the test items to include.

| Country | Average Percent Correct on All Items | Singapore | Korea, Rep. of | Finland | Japan | Chinese Taipei | Russian Federation | United States | Czech Republic | Hungary | Hong Kong SAR | Slovak Republic | Sweden | Austria | England | Netherlands | Denmark | Germany | Italy | Portugal | Slovenia | Serbia | Ireland | Northern Ireland | Australia | Lithuania | Croatia | Romania | Spain | Belgium (Flemish) | Poland |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Singapore | 66 (0.7) | 77 | 67 | 70 | 75 | 71 | 71 | 67 | 67 | 66 | 66 | 68 | 65 | 68 | 68 | 67 | 66 | 68 | 66 | 67 | 68 | 67 | 66 | 68 | 68 | 67 | 65 | 66 | 66 | 66 | 66 |
| Korea, Rep. of | 65 (0.3) | 64 | 75 | 68 | 70 | 69 | 70 | 67 | 67 | 66 | 64 | 68 | 66 | 66 | 67 | 67 | 66 | 67 | 66 | 66 | 69 | 67 | 65 | 68 | 67 | 65 | 65 | 66 | 66 | 66 | 69 |
| Finland | 63 (0.4) | 60 | 61 | 66 | 63 | 62 | 68 | 64 | 65 | 63 | 62 | 67 | 62 | 64 | 63 | 65 | 63 | 63 | 62 | 63 | 66 | 62 | 63 | 65 | 64 | 63 | 62 | 63 | 63 | 64 | 67 |
| Japan | 60 (0.3) | 62 | 65 | 64 | 69 | 67 | 62 | 62 | 62 | 60 | 59 | 63 | 61 | 62 | 62 | 61 | 61 | 62 | 58 | 61 | 63 | 61 | 60 | 63 | 61 | 59 | 59 | 60 | 60 | 60 | 62 |
| Chinese Taipei | 59 (0.4) | 58 | 63 | 63 | 65 | 64 | 63 | 61 | 61 | 60 | 58 | 64 | 59 | 61 | 60 | 61 | 60 | 60 | 58 | 60 | 62 | 60 | 59 | 62 | 60 | 60 | 57 | 60 | 59 | 59 | 63 |
| Russian Federation | 59 (0.7) | 58 | 57 | 63 | 61 | 58 | 68 | 61 | 62 | 59 | 57 | 64 | 59 | 60 | 59 | 60 | 60 | 59 | 59 | 60 | 63 | 59 | 59 | 61 | 60 | 60 | 59 | 59 | 60 | 60 | 64 |
| United States | 57 (0.4) | 55 | 57 | 60 | 58 | 58 | 65 | 59 | 60 | 58 | 56 | 61 | 57 | 58 | 58 | 59 | 58 | 57 | 57 | 58 | 60 | 57 | 57 | 61 | 59 | 59 | 56 | 57 | 58 | 58 | 62 |
| Czech Republic | 56 (0.5) | 55 | 52 | 60 | 56 | 54 | 64 | 57 | 60 | 56 | 55 | 61 | 56 | 57 | 55 | 59 | 57 | 56 | 56 | 56 | 60 | 55 | 56 | 59 | 57 | 58 | 56 | 56 | 57 | 57 | 61 |
| Hungary | 56 (0.7) | 54 | 53 | 60 | 56 | 55 | 65 | 57 | 59 | 56 | 55 | 61 | 56 | 57 | 55 | 58 | 57 | 56 | 56 | 57 | 59 | 55 | 56 | 59 | 57 | 57 | 56 | 56 | 57 | 57 | 62 |
| Hong Kong SAR | 56 (0.7) | 56 | 58 | 60 | 59 | 56 | 60 | 57 | 57 | 56 | 54 | 59 | 55 | 56 | 56 | 57 | 56 | 55 | 54 | 56 | 59 | 55 | 56 | 58 | 57 | 57 | 54 | 56 | 56 | 56 | 60 |
| Slovak Republic | 55 (0.7) | 53 | 52 | 60 | 57 | 53 | 63 | 57 | 58 | 56 | 53 | 61 | 55 | 56 | 55 | 57 | 56 | 56 | 54 | 56 | 59 | 54 | 56 | 58 | 57 | 57 | 55 | 56 | 57 | 56 | 60 |
| Sweden | 55 (0.5) | 52 | 54 | 58 | 56 | 54 | 63 | 56 | 58 | 55 | 54 | 60 | 56 | 56 | 56 | 57 | 56 | 56 | 55 | 55 | 59 | 54 | 55 | 58 | 56 | 56 | 54 | 55 | 55 | 57 | 61 |
| Austria | 55 (0.6) | 52 | 54 | 58 | 57 | 53 | 62 | 56 | 57 | 55 | 53 | 59 | 54 | 56 | 55 | 57 | 55 | 56 | 54 | 55 | 58 | 54 | 55 | 57 | 56 | 56 | 54 | 55 | 56 | 56 | 60 |
| England | 54 (0.6) | 52 | 54 | 58 | 56 | 55 | 60 | 56 | 56 | 55 | 53 | 58 | 54 | 55 | 55 | 56 | 55 | 55 | 53 | 55 | 58 | 54 | 55 | 58 | 56 | 56 | 53 | 54 | 55 | 54 | 58 |
| Netherlands | 54 (0.4) | 50 | 52 | 58 | 52 | 53 | 62 | 55 | 57 | 54 | 53 | 58 | 54 | 55 | 54 | 56 | 55 | 55 | 53 | 54 | 57 | 54 | 54 | 58 | 56 | 56 | 52 | 54 | 55 | 55 | 60 |
| Denmark | 54 (0.5) | 51 | 51 | 57 | 54 | 52 | 60 | 55 | 56 | 54 | 53 | 57 | 54 | 54 | 53 | 56 | 55 | 55 | 53 | 54 | 57 | 53 | 54 | 56 | 54 | 55 | 53 | 54 | 55 | 55 | 59 |
| Germany | 54 (0.5) | 50 | 53 | 57 | 55 | 52 | 60 | 55 | 56 | 54 | 52 | 58 | 53 | 55 | 54 | 56 | 55 | 55 | 53 | 54 | 57 | 53 | 54 | 56 | 55 | 55 | 52 | 54 | 54 | 54 | 58 |
| Italy | 53 (0.5) | 52 | 51 | 57 | 53 | 51 | 62 | 54 | 57 | 54 | 52 | 58 | 52 | 55 | 53 | 56 | 54 | 54 | 55 | 54 | 57 | 53 | 53 | 57 | 55 | 55 | 54 | 54 | 55 | 55 | 58 |
| Portugal | 53 (0.8) | 51 | 52 | 58 | 53 | 53 | 61 | 54 | 56 | 54 | 52 | 58 | 53 | 54 | 53 | 55 | 54 | 54 | 52 | 54 | 57 | 52 | 54 | 56 | 56 | 55 | 52 | 53 | 54 | 54 | 59 |
| Slovenia | 53 (0.4) | 52 | 52 | 56 | 56 | 53 | 60 | 54 | 55 | 53 | 51 | 58 | 53 | 55 | 54 | 55 | 53 | 54 | 53 | 53 | 57 | 53 | 53 | 56 | 54 | 55 | 52 | 53 | 54 | 54 | 57 |
| Serbia | 52 (0.6) | 53 | 51 | 56 | 54 | 53 | 60 | 52 | 54 | 52 | 51 | 55 | 51 | 54 | 52 | 54 | 52 | 53 | 52 | 52 | 55 | 53 | 52 | 55 | 53 | 53 | 51 | 52 | 53 | 53 | 56 |
| Ireland | 52 (0.6) | 49 | 51 | 55 | 51 | 51 | 59 | 53 | 54 | 52 | 51 | 55 | 51 | 52 | 52 | 53 | 52 | 53 | 51 | 52 | 54 | 51 | 52 | 55 | 53 | 53 | 50 | 52 | 53 | 52 | 57 |
| Northern Ireland | 52 (0.5) | 48 | 51 | 55 | 50 | 51 | 59 | 53 | 54 | 52 | 50 | 56 | 51 | 53 | 52 | 54 | 52 | 53 | 51 | 52 | 55 | 51 | 52 | 55 | 53 | 53 | 50 | 51 | 53 | 52 | 57 |
| Australia | 52 (0.5) | 50 | 50 | 55 | 50 | 50 | 59 | 53 | 54 | 52 | 50 | 55 | 51 | 52 | 52 | 53 | 52 | 52 | 52 | 52 | 54 | 51 | 52 | 55 | 53 | 53 | 50 | 51 | 52 | 52 | 57 |
| Lithuania | 51 (0.5) | 49 | 48 | 55 | 51 | 50 | 59 | 53 | 54 | 52 | 49 | 55 | 51 | 52 | 52 | 53 | 52 | 52 | 51 | 52 | 55 | 51 | 52 | 54 | 53 | 54 | 51 | 51 | 53 | 52 | 56 |
| Croatia | 51 (0.4) | 50 | 52 | 55 | 51 | 51 | 62 | 52 | 55 | 52 | 51 | 57 | 52 | 53 | 51 | 54 | 52 | 53 | 52 | 52 | 55 | 52 | 52 | 55 | 53 | 54 | 52 | 52 | 52 | 54 | 58 |
| Romania | 51 (1.0) | 49 | 49 | 54 | 51 | 50 | 57 | 51 | 52 | 51 | 49 | 54 | 50 | 52 | 51 | 52 | 51 | 52 | 50 | 51 | 54 | 50 | 51 | 54 | 52 | 52 | 50 | 51 | 52 | 51 | 54 |
| Spain | 50 (0.5) | 47 | 48 | 54 | 47 | 49 | 58 | 50 | 53 | 50 | 48 | 54 | 49 | 51 | 49 | 52 | 50 | 49 | 49 | 50 | 53 | 48 | 50 | 53 | 51 | 51 | 49 | 50 | 51 | 50 | 54 |
| Belgium (Flemish) | 49 (0.4) | 46 | 47 | 53 | 49 | 49 | 57 | 51 | 52 | 50 | 48 | 54 | 49 | 51 | 50 | 52 | 50 | 50 | 49 | 50 | 53 | 49 | 50 | 53 | 51 | 51 | 48 | 49 | 50 | 51 | 56 |
| Poland | 49 (0.5) | 45 | 47 | 52 | 46 | 47 | 57 | 50 | 52 | 49 | 47 | 53 | 48 | 50 | 48 | 51 | 49 | 50 | 49 | 49 | 52 | 48 | 49 | 52 | 50 | 51 | 49 | 49 | 50 | 50 | 54 |
| New Zealand | 48 (0.5) | 45 | 46 | 51 | 47 | 47 | 55 | 49 | 51 | 48 | 46 | 52 | 48 | 48 | 48 | 50 | 49 | 49 | 48 | 48 | 51 | 47 | 48 | 52 | 50 | 49 | 47 | 48 | 49 | 49 | 53 |
| Kazakhstan | 48 (1.0) | 49 | 46 | 51 | 50 | 50 | 55 | 50 | 50 | 48 | 47 | 52 | 48 | 49 | 47 | 50 | 48 | 49 | 47 | 49 | 50 | 47 | 48 | 50 | 49 | 50 | 48 | 48 | 49 | 49 | 51 |
| Norway | 47 (0.4) | 43 | 45 | 50 | 44 | 44 | 55 | 48 | 49 | 47 | 45 | 51 | 47 | 47 | 46 | 48 | 48 | 47 | 46 | 47 | 50 | 45 | 47 | 49 | 48 | 48 | 46 | 47 | 48 | 48 | 54 |
| Chile | 45 (0.4) | 43 | 42 | 49 | 43 | 44 | 54 | 46 | 48 | 45 | 43 | 49 | 45 | 45 | 44 | 46 | 46 | 45 | 44 | 46 | 48 | 44 | 45 | 48 | 47 | 47 | 44 | 45 | 46 | 45 | 50 |
| Thailand | 44 (0.9) | 44 | 41 | 47 | 45 | 46 | 51 | 45 | 47 | 44 | 42 | 48 | 43 | 45 | 43 | 46 | 45 | 45 | 43 | 44 | 47 | 43 | 44 | 47 | 45 | 46 | 43 | 45 | 45 | 44 | 47 |
| Turkey | 43 (0.7) | 45 | 43 | 46 | 43 | 43 | 49 | 44 | 45 | 43 | 41 | 46 | 42 | 44 | 44 | 44 | 43 | 44 | 42 | 44 | 46 | 42 | 43 | 46 | 44 | 45 | 42 | 43 | 44 | 44 | 45 |
| Iran, Islamic Rep. of | 41 (0.6) | 40 | 40 | 46 | 43 | 43 | 49 | 42 | 43 | 42 | 39 | 46 | 41 | 42 | 42 | 43 | 42 | 42 | 40 | 42 | 44 | 41 | 42 | 44 | 43 | 44 | 40 | 42 | 43 | 41 | 45 |
| Azerbaijan | 40 (0.9) | 40 | 38 | 44 | 40 | 36 | 46 | 41 | 41 | 40 | 37 | 43 | 39 | 40 | 39 | 41 | 40 | 40 | 38 | 40 | 42 | 38 | 40 | 42 | 40 | 41 | 39 | 40 | 41 | 40 | 42 |
| Malta | 40 (0.3) | 38 | 40 | 43 | 42 | 41 | 46 | 41 | 41 | 40 | 38 | 43 | 40 | 39 | 41 | 41 | 40 | 40 | 39 | 40 | 43 | 39 | 40 | 43 | 41 | 41 | 38 | 40 | 40 | 39 | 44 |
| United Arab Emirates | 38 (0.3) | 38 | 36 | 42 | 40 | 38 | 44 | 39 | 40 | 38 | 36 | 41 | 37 | 38 | 39 | 39 | 38 | 38 | 37 | 38 | 40 | 37 | 38 | 40 | 40 | 40 | 37 | 38 | 39 | 38 | 41 |
| Armenia | 34 (0.6) | 34 | 32 | 37 | 35 | 32 | 41 | 36 | 36 | 35 | 33 | 37 | 34 | 35 | 33 | 36 | 35 | 35 | 34 | 35 | 37 | 33 | 35 | 36 | 35 | 36 | 34 | 35 | 35 | 36 | 38 |
| Qatar | 34 (0.6) | 35 | 34 | 38 | 37 | 35 | 38 | 36 | 35 | 34 | 33 | 37 | 34 | 34 | 35 | 35 | 35 | 34 | 33 | 35 | 36 | 33 | 34 | 36 | 35 | 36 | 33 | 34 | 35 | 34 | 36 |
| Oman | 32 (0.5) | 32 | 29 | 35 | 34 | 33 | 36 | 33 | 33 | 32 | 31 | 35 | 31 | 32 | 32 | 33 | 32 | 31 | 31 | 32 | 34 | 31 | 32 | 34 | 33 | 33 | 31 | 32 | 32 | 31 | 34 |
| Kuwait | 28 (0.5) | 29 | 27 | 31 | 30 | 28 | 31 | 29 | 29 | 28 | 27 | 31 | 27 | 28 | 29 | 28 | 28 | 27 | 27 | 28 | 30 | 27 | 28 | 30 | 29 | 29 | 27 | 28 | 29 | 27 | 29 |
| Tunisia | 26 (0.6) | 27 | 25 | 29 | 28 | 26 | 31 | 27 | 27 | 26 | 25 | 28 | 25 | 27 | 26 | 28 | 26 | 27 | 26 | 26 | 28 | 26 | 26 | 28 | 27 | 27 | 26 | 26 | 27 | 27 | 29 |
| Morocco | 21 (0.4) | 22 | 22 | 23 | 23 | 20 | 23 | 22 | 22 | 21 | 20 | 23 | 20 | 21 | 21 | 22 | 21 | 21 | 21 | 21 | 22 | 20 | 21 | 22 | 22 | 22 | 21 | 21 | 22 | 21 | 21 |
| Yemen | 17 (0.4) | 18 | 17 | 19 | 18 | 15 | 18 | 18 | 18 | 17 | 16 | 19 | 16 | 16 | 17 | 17 | 17 | 16 | 17 | 17 | 18 | 16 | 17 | 18 | 17 | 17 | 16 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| International Avg. | 48 (0.1) | 47 | 47 | 52 | 49 | 48 | 55 | 50 | 51 | 49 | 47 | 52 | 48 | 49 | 49 | 50 | 49 | 49 | 48 | 49 | 51 | 48 | 48 | 51 | 50 | 50 | 47 | 49 | 49 | 49 | 52 |
| Botswana (6) | 31 (0.7) | 33 | 33 | 34 | 35 | 33 | 34 | 32 | 33 | 31 | 30 | 34 | 31 | 32 | 31 | 32 | 32 | 32 | 30 | 32 | 33 | 31 | 31 | 33 | 32 | 32 | 30 | 32 | 32 | 31 | 32 |
| Yemen (6) | 28 (0.7) | 28 | 26 | 31 | 29 | 27 | 31 | 29 | 29 | 28 | 26 | 31 | 27 | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | 27 | 28 | 30 | 27 | 28 | 29 | 29 | 28 | 27 | 28 | 28 | 27 | 29 |
| **Benchmarking Participants** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alberta, Canada | 57 (0.5) | 55 | 58 | 59 | 57 | 57 | 64 | 58 | 59 | 57 | 56 | 60 | 56 | 57 | 57 | 59 | 57 | 57 | 57 | 57 | 60 | 56 | 57 | 60 | 58 | 58 | 55 | 56 | 57 | 57 | 62 |
| Ontario, Canada | 54 (0.6) | 52 | 53 | 57 | 54 | 54 | 62 | 55 | 57 | 54 | 53 | 57 | 54 | 55 | 55 | 57 | 55 | 54 | 54 | 54 | 57 | 54 | 54 | 58 | 56 | 55 | 53 | 54 | 55 | 55 | 59 |
| Quebec, Canada | 52 (0.5) | 48 | 50 | 55 | 50 | 51 | 61 | 53 | 55 | 52 | 50 | 57 | 51 | 53 | 51 | 54 | 52 | 52 | 51 | 52 | 55 | 51 | 52 | 55 | 53 | 54 | 51 | 52 | 53 | 52 | 58 |
| Dubai, UAE | 44 (0.3) | 44 | 43 | 47 | 45 | 45 | 50 | 45 | 45 | 44 | 42 | 47 | 43 | 43 | 45 | 45 | 44 | 43 | 43 | 44 | 46 | 43 | 44 | 46 | 45 | 46 | 42 | 44 | 45 | 44 | 47 |
| Abu Dhabi, UAE | 36 (0.7) | 36 | 34 | 39 | 38 | 36 | 41 | 37 | 37 | 36 | 33 | 39 | 35 | 35 | 36 | 36 | 36 | 35 | 35 | 36 | 38 | 34 | 36 | 38 | 37 | 37 | 34 | 36 | 36 | 35 | 38 |
| Number of Items (Score Points) Identified* | 181 | 65 | 61 | 133 | 51 | 69 | 84 | 150 | 149 | 178 | 132 | 134 | 152 | 133 | 130 | 141 | 177 | 138 | 128 | 168 | 152 | 146 | 175 | 139 | 146 | 141 | 154 | 176 | 165 | 155 | 101 |

* Of the 172 items in the Science test, some extended-response items were scored on a two-point scale, resulting in 184 score points. Following item review, three items were deleted, resulting in 169 items and 181 score points.

( ) Standard errors appear in parentheses. Because of rounding some results may appear inconsistent.

SOURCE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS 2011

## Appendix F.1: Average Percent Correct for the Test-Curriculum Matching Analysis (Continued)

Read across the row to compare that country's performance based on the test items included by each of the countries across the top. Read down the column under a country name to compare the performance of the country down the left on the items included by the country listed on the top. Read along the diagonal to compare performance for each different country based on its own decisions about the test items to include.

| New Zealand | Kazakhstan | Norway | Chile | Thailand | Turkey | Iran, Islamic Rep. of | Azerbaijan | Malta | United Arab Emirates | Armenia | Qatar | Oman | Kuwait | Tunisia | Morocco | Yemen | Botswana (6) | Yemen (6) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 68 | 65 | 66 | 65 | 66 | 66 | 66 | 67 | 68 | 67 | 66 | 69 | 66 | 66 | 70 | 66 | 65 | 66 | 68 |
| 68 | 66 | 65 | 63 | 65 | 65 | 66 | 67 | 65 | 66 | 65 | 65 | 65 | 65 | 66 | 66 | 62 | 65 | 65 |
| 65 | 63 | 62 | 61 | 63 | 63 | 63 | 65 | 63 | 63 | 63 | 61 | 63 | 62 | 65 | 62 | 63 | 63 | 64 |
| 62 | 60 | 60 | 55 | 60 | 60 | 61 | 61 | 62 | 61 | 60 | 59 | 60 | 60 | 63 | 61 | 56 | 61 | 62 |
| 63 | 59 | 58 | 56 | 59 | 59 | 60 | 61 | 61 | 60 | 59 | 59 | 59 | 59 | 61 | 60 | 58 | 59 | 62 |
| 61 | 60 | 60 | 61 | 59 | 59 | 60 | 61 | 60 | 60 | 59 | 59 | 59 | 59 | 60 | 59 | 61 | 59 | 62 |
| 60 | 58 | 57 | 60 | 57 | 57 | 58 | 59 | 59 | 58 | 57 | 57 | 57 | 58 | 60 | 57 | 57 | 57 | 59 |
| 58 | 57 | 57 | 56 | 56 | 56 | 56 | 58 | 58 | 56 | 56 | 54 | 56 | 56 | 59 | 55 | 59 | 56 | 58 |
| 58 | 57 | 57 | 56 | 56 | 56 | 56 | 58 | 58 | 56 | 56 | 55 | 56 | 56 | 58 | 56 | 56 | 56 | 58 |
| 60 | 56 | 55 | 54 | 56 | 56 | 57 | 58 | 56 | 57 | 56 | 55 | 55 | 56 | 58 | 56 | 56 | 55 | 58 |
| 58 | 56 | 56 | 56 | 55 | 55 | 56 | 58 | 57 | 56 | 55 | 54 | 55 | 55 | 59 | 55 | 60 | 56 | 59 |
| 57 | 56 | 55 | 54 | 55 | 55 | 56 | 57 | 55 | 55 | 55 | 54 | 55 | 55 | 57 | 55 | 56 | 55 | 57 |
| 57 | 55 | 54 | 52 | 55 | 55 | 55 | 56 | 55 | 55 | 55 | 53 | 54 | 54 | 58 | 54 | 56 | 54 | 57 |
| 57 | 54 | 54 | 55 | 54 | 54 | 55 | 56 | 56 | 55 | 54 | 54 | 54 | 54 | 59 | 54 | 54 | 54 | 57 |
| 57 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 55 | 56 | 56 | 54 | 54 | 53 | 54 | 54 | 57 | 54 | 53 | 54 | 55 |
| 55 | 54 | 54 | 52 | 54 | 54 | 55 | 55 | 54 | 54 | 54 | 53 | 53 | 54 | 57 | 53 | 53 | 54 | 54 |
| 56 | 54 | 53 | 52 | 54 | 54 | 54 | 56 | 55 | 54 | 54 | 52 | 54 | 53 | 58 | 54 | 54 | 53 | 56 |
| 56 | 55 | 54 | 53 | 53 | 53 | 54 | 56 | 55 | 54 | 53 | 53 | 53 | 53 | 56 | 53 | 56 | 53 | 56 |
| 56 | 54 | 53 | 54 | 53 | 54 | 54 | 55 | 55 | 54 | 53 | 53 | 53 | 54 | 56 | 53 | 56 | 53 | 56 |
| 54 | 54 | 53 | 52 | 53 | 53 | 53 | 54 | 54 | 54 | 53 | 52 | 53 | 53 | 56 | 52 | 56 | 53 | 56 |
| 54 | 53 | 52 | 52 | 52 | 52 | 53 | 54 | 53 | 52 | 52 | 51 | 52 | 52 | 55 | 52 | 56 | 52 | 54 |
| 55 | 52 | 51 | 52 | 52 | 52 | 53 | 54 | 52 | 52 | 52 | 51 | 52 | 52 | 56 | 52 | 51 | 51 | 54 |
| 55 | 52 | 51 | 52 | 52 | 52 | 52 | 54 | 53 | 52 | 52 | 51 | 51 | 52 | 56 | 51 | 50 | 51 | 53 |
| 55 | 52 | 52 | 53 | 52 | 51 | 52 | 53 | 53 | 52 | 52 | 51 | 51 | 51 | 54 | 51 | 51 | 51 | 54 |
| 54 | 52 | 52 | 52 | 51 | 51 | 52 | 53 | 53 | 52 | 51 | 51 | 51 | 52 | 54 | 52 | 53 | 51 | 54 |
| 54 | 54 | 53 | 51 | 51 | 51 | 52 | 54 | 53 | 52 | 51 | 49 | 51 | 51 | 55 | 51 | 54 | 51 | 52 |
| 53 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 52 | 53 | 53 | 51 | 51 | 50 | 51 | 51 | 53 | 51 | 53 | 51 | 53 |
| 53 | 51 | 50 | 51 | 50 | 50 | 50 | 52 | 51 | 50 | 50 | 49 | 50 | 50 | 54 | 49 | 53 | 50 | 52 |
| 52 | 50 | 49 | 49 | 49 | 50 | 50 | 51 | 51 | 50 | 49 | 49 | 49 | 49 | 53 | 49 | 48 | 49 | 50 |
| 52 | 50 | 50 | 50 | 49 | 49 | 49 | 51 | 50 | 50 | 49 | 48 | 49 | 49 | 52 | 49 | 49 | 49 | 50 |
| 51 | 48 | 48 | 49 | 48 | 48 | 49 | 50 | 49 | 49 | 48 | 47 | 48 | 48 | 52 | 48 | 48 | 48 | 51 |
| 50 | 49 | 49 | 50 | 48 | 48 | 48 | 49 | 49 | 49 | 48 | 48 | 48 | 48 | 51 | 48 | 50 | 48 | 51 |
| 49 | 48 | 47 | 46 | 47 | 47 | 48 | 49 | 47 | 47 | 47 | 46 | 46 | 47 | 50 | 46 | 50 | 46 | 48 |
| 48 | 46 | 46 | 48 | 45 | 45 | 46 | 47 | 47 | 46 | 45 | 45 | 45 | 45 | 49 | 45 | 48 | 45 | 49 |
| 48 | 45 | 44 | 44 | 44 | 44 | 45 | 46 | 46 | 45 | 44 | 44 | 44 | 45 | 49 | 45 | 48 | 45 | 48 |
| 45 | 43 | 43 | 44 | 43 | 43 | 44 | 45 | 44 | 44 | 43 | 42 | 43 | 43 | 48 | 43 | 47 | 43 | 46 |
| 45 | 42 | 41 | 43 | 41 | 42 | 43 | 43 | 43 | 42 | 41 | 41 | 41 | 42 | 45 | 42 | 48 | 42 | 46 |
| 42 | 40 | 40 | 41 | 40 | 40 | 41 | 43 | 41 | 41 | 40 | 40 | 39 | 40 | 44 | 40 | 44 | 40 | 43 |
| 42 | 40 | 40 | 41 | 40 | 40 | 40 | 41 | 42 | 41 | 40 | 40 | 39 | 40 | 42 | 40 | 40 | 40 | 42 |
| 41 | 38 | 38 | 39 | 38 | 38 | 39 | 40 | 40 | 39 | 38 | 38 | 38 | 38 | 42 | 38 | 41 | 38 | 43 |
| 37 | 35 | 35 | 35 | 34 | 35 | 35 | 36 | 36 | 35 | 34 | 35 | 34 | 35 | 37 | 35 | 38 | 35 | 37 |
| 37 | 34 | 34 | 35 | 34 | 35 | 35 | 36 | 36 | 35 | 34 | 35 | 34 | 35 | 38 | 34 | 36 | 34 | 38 |
| 35 | 32 | 31 | 32 | 32 | 32 | 33 | 34 | 34 | 33 | 32 | 31 | 32 | 32 | 35 | 32 | 33 | 32 | 37 |
| 30 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 | 29 | 30 | 30 | 29 | 28 | 27 | 28 | 28 | 31 | 28 | 30 | 28 | 32 |
| 28 | 27 | 26 | 25 | 26 | 26 | 27 | 28 | 27 | 27 | 26 | 27 | 26 | 26 | 30 | 26 | 27 | 26 | 29 |
| 23 | 21 | 21 | 20 | 21 | 21 | 22 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 21 | 21 | 24 | 21 | 21 | 21 | 23 |
| 19 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 19 | 18 | 18 | 17 | 17 | 17 | 17 | 19 | 17 | 18 | 17 | 20 |
| 51 | 49 | 48 | 48 | 48 | 48 | 49 | 50 | 50 | 49 | 48 | 48 | 48 | 48 | 51 | 48 | 50 | 48 | 51 |
| 34 | 31 | 31 | 31 | 31 | 31 | 32 | 33 | 33 | 33 | 31 | 31 | 31 | 31 | 35 | 32 | 32 | 32 | 35 |
| 30 | 27 | 27 | 28 | 28 | 28 | 29 | 30 | 29 | 29 | 28 | 27 | 28 | 28 | 32 | 28 | 30 | 28 | 32 |

**Benchmarking Participants**

| Alberta, Canada | Ontario, Canada | Quebec, Canada | Dubai, UAE | Abu Dhabi, UAE | Average Percent Correct on All Items | Country |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 72 | 68 | 66 | 66 | 65 | 66 (0.7) | Singapore |
| 69 | 67 | 66 | 65 | 62 | 65 (0.3) | Korea, Rep. of |
| 65 | 62 | 63 | 63 | 62 | 63 (0.4) | Finland |
| 61 | 57 | 60 | 60 | 58 | 60 (0.3) | Japan |
| 62 | 58 | 59 | 59 | 56 | 59 (0.4) | Chinese Taipei |
| 61 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 (0.7) | Russian Federation |
| 61 | 59 | 58 | 57 | 56 | 57 (0.4) | United States |
| 59 | 57 | 56 | 56 | 57 | 56 (0.5) | Czech Republic |
| 59 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 (0.7) | Hungary |
| 58 | 55 | 56 | 56 | 53 | 56 (0.7) | Hong Kong SAR |
| 57 | 55 | 56 | 56 | 56 | 55 (0.7) | Slovak Republic |
| 57 | 54 | 55 | 55 | 55 | 55 (0.5) | Sweden |
| 56 | 53 | 55 | 55 | 54 | 55 (0.6) | Austria |
| 57 | 55 | 55 | 54 | 53 | 54 (0.6) | England |
| 57 | 54 | 54 | 54 | 53 | 54 (0.4) | Netherlands |
| 56 | 53 | 54 | 54 | 53 | 54 (0.5) | Denmark |
| 56 | 52 | 54 | 54 | 52 | 54 (0.5) | Germany |
| 57 | 56 | 54 | 53 | 55 | 53 (0.5) | Italy |
| 55 | 54 | 53 | 53 | 54 | 53 (0.8) | Portugal |
| 55 | 52 | 53 | 53 | 53 | 53 (0.4) | Slovenia |
| 54 | 53 | 52 | 52 | 52 | 52 (0.6) | Serbia |
| 54 | 52 | 52 | 52 | 51 | 52 (0.6) | Ireland |
| 54 | 52 | 52 | 52 | 51 | 52 (0.5) | Northern Ireland |
| 55 | 52 | 52 | 52 | 51 | 52 (0.5) | Australia |
| 53 | 50 | 52 | 51 | 52 | 51 (0.5) | Lithuania |
| 54 | 52 | 52 | 51 | 54 | 51 (0.4) | Croatia |
| 53 | 51 | 51 | 51 | 52 | 51 (1.0) | Romania |
| 52 | 52 | 50 | 50 | 50 | 50 (0.5) | Spain |
| 52 | 50 | 50 | 49 | 49 | 49 (0.4) | Belgium (Flemish) |
| 51 | 49 | 50 | 49 | 49 | 49 (0.5) | Poland |
| 51 | 49 | 48 | 48 | 48 | 48 (0.5) | New Zealand |
| 49 | 49 | 48 | 48 | 49 | 48 (1.0) | Kazakhstan |
| 48 | 46 | 47 | 47 | 47 | 47 (0.4) | Norway |
| 47 | 47 | 45 | 45 | 46 | 45 (0.4) | Chile |
| 47 | 46 | 44 | 44 | 44 | 44 (0.9) | Thailand |
| 44 | 44 | 43 | 43 | 44 | 43 (0.7) | Turkey |
| 43 | 43 | 42 | 41 | 42 | 41 (0.6) | Iran, Islamic Rep. of |
| 41 | 40 | 40 | 40 | 41 | 40 (0.9) | Azerbaijan |
| 42 | 40 | 40 | 40 | 39 | 40 (0.3) | Malta |
| 40 | 39 | 38 | 38 | 39 | 38 (0.3) | United Arab Emirates |
| 35 | 33 | 35 | 34 | 36 | 34 (0.6) | Armenia |
| 36 | 34 | 35 | 34 | 34 | 34 (0.6) | Qatar |
| 34 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 (0.5) | Oman |
| 30 | 28 | 28 | 28 | 28 | 28 (0.5) | Kuwait |
| 28 | 26 | 26 | 26 | 27 | 26 (0.6) | Tunisia |
| 23 | 20 | 21 | 21 | 21 | 21 (0.4) | Morocco |
| 18 | 16 | 17 | 17 | 17 | 17 (0.4) | Yemen |
| 51 | 49 | 49 | 48 | 48 | 48 (0.1) | International Avg. |
| 32 | 32 | 31 | 31 | 31 | 31 (0.7) | Botswana (6) |
| 28 | 27 | 28 | 28 | 27 | 28 (0.7) | Yemen (6) |

**Benchmarking Participants**

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 60 | 57 | 56 | 57 | 57 | 57 (0.5) | Alberta, Canada |
| 57 | 55 | 54 | 55 | 54 | 54 (0.6) | Ontario, Canada |
| 55 | 53 | 52 | 53 | 52 | 52 (0.5) | Quebec, Canada |
| 47 | 44 | 44 | 45 | 44 | 44 (0.3) | Dubai, UAE |
| 39 | 36 | 36 | 37 | 36 | 36 (0.7) | Abu Dhabi, UAE |
| 137 | 141 | 149 | 74 | 181 | 181 | Number of Items (Score Points) Identified* |

SOURCE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS 2011

## Appendix F.2: Average Percent Correct for the Test-Curriculum Matching Analysis

TIMSS 2011 Science 8th Grade

*Based on a subset of items specifically identified by each country as addressing its curriculum*

Read across the row to compare that country's performance based on the test items included by each of the countries across the top. Read down the column under a country name to compare the performance of the country down the left on the items included by the country listed on the top. Read along the diagonal to compare performance for each different country based on its own decisions about the test items to include.

| Country | Average Percent Correct on All Items | Singapore | Chinese Taipei | Korea, Rep. of | Japan | Finland | Russian Federation | Slovenia | Hong Kong SAR | England | United States | Hungary | Israel | Australia | Lithuania | New Zealand | Sweden | Italy | Ukraine | Norway | Turkey | Kazakhstan | Iran, Islamic Rep. of | United Arab Emirates | Romania | Chile | Jordan | Thailand | Armenia | Qatar | Oman |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Singapore | 64 (0.9) | 65 | 64 | 65 | 64 | 64 | 65 | 65 | 65 | 65 | 64 | 64 | 65 | 64 | 64 | 65 | 64 | 65 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 65 | 67 | 64 | 64 | 65 | 64 |
| Chinese Taipei | 59 (0.5) | 57 | 59 | 59 | 60 | 60 | 60 | 61 | 59 | 59 | 59 | 59 | 58 | 59 | 59 | 59 | 59 | 60 | 58 | 59 | 59 | 59 | 58 | 59 | 59 | 58 | 61 | 59 | 59 | 59 | 59 |
| Korea, Rep. of | 58 (0.4) | 55 | 58 | 61 | 59 | 60 | 59 | 59 | 58 | 59 | 58 | 58 | 56 | 58 | 58 | 58 | 58 | 60 | 57 | 58 | 58 | 58 | 57 | 58 | 59 | 57 | 60 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| Japan | 57 (0.5) | 55 | 57 | 59 | 61 | 59 | 58 | 59 | 58 | 57 | 57 | 57 | 56 | 57 | 57 | 57 | 57 | 58 | 56 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 58 | 57 | 59 | 57 | 57 | 56 | 57 |
| Finland | 56 (0.5) | 53 | 56 | 57 | 56 | 58 | 58 | 58 | 56 | 56 | 55 | 56 | 55 | 56 | 56 | 56 | 56 | 57 | 55 | 56 | 56 | 56 | 55 | 56 | 56 | 55 | 58 | 56 | 56 | 55 | 56 |
| Russian Federation | 54 (0.7) | 52 | 54 | 55 | 55 | 56 | 57 | 56 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 56 | 53 | 54 | 54 | 55 | 54 | 54 | 55 | 53 | 57 | 54 | 54 | 54 | 55 |
| Slovenia | 54 (0.5) | 53 | 54 | 55 | 54 | 56 | 56 | 58 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 55 | 54 | 54 | 54 | 56 | 54 | 54 | 54 | 55 | 54 | 55 | 54 | 54 | 56 | 54 | 54 | 54 | 55 |
| Hong Kong SAR | 52 (0.7) | 51 | 52 | 53 | 52 | 54 | 53 | 54 | 54 | 53 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 53 | 53 | 53 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 53 | 52 | 55 | 52 | 52 | 52 | 53 |
| England | 52 (1.0) | 50 | 52 | 53 | 53 | 53 | 53 | 54 | 52 | 53 | 52 | 52 | 51 | 52 | 52 | 53 | 52 | 53 | 51 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 55 | 52 | 52 | 52 | 53 |
| United States | 50 (0.5) | 48 | 50 | 50 | 50 | 51 | 52 | 52 | 49 | 50 | 50 | 50 | 50 | 51 | 51 | 51 | 50 | 52 | 50 | 51 | 50 | 50 | 50 | 51 | 50 | 51 | 53 | 50 | 50 | 50 | 51 |
| Hungary | 50 (0.6) | 48 | 50 | 51 | 50 | 52 | 51 | 52 | 50 | 50 | 50 | 50 | 49 | 50 | 50 | 51 | 50 | 52 | 49 | 51 | 50 | 50 | 50 | 50 | 51 | 50 | 53 | 50 | 50 | 49 | 50 |
| Israel | 49 (0.8) | 49 | 49 | 49 | 49 | 50 | 51 | 50 | 50 | 50 | 49 | 49 | 49 | 50 | 49 | 50 | 50 | 50 | 48 | 50 | 49 | 49 | 49 | 50 | 49 | 51 | 52 | 49 | 49 | 49 | 50 |
| Australia | 49 (1.0) | 46 | 49 | 49 | 49 | 50 | 50 | 50 | 48 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 50 | 50 | 49 | 50 | 48 | 49 | 49 | 49 | 48 | 49 | 49 | 49 | 51 | 49 | 49 | 48 | 49 |
| Lithuania | 48 (0.5) | 45 | 48 | 49 | 48 | 49 | 49 | 50 | 47 | 47 | 48 | 48 | 47 | 48 | 48 | 48 | 48 | 49 | 47 | 48 | 48 | 48 | 47 | 48 | 48 | 47 | 50 | 48 | 48 | 47 | 48 |
| New Zealand | 48 (0.9) | 46 | 48 | 48 | 48 | 49 | 49 | 49 | 47 | 48 | 48 | 48 | 47 | 48 | 48 | 49 | 48 | 49 | 47 | 48 | 48 | 48 | 47 | 48 | 48 | 48 | 50 | 48 | 48 | 47 | 48 |
| Sweden | 47 (0.5) | 44 | 47 | 48 | 47 | 49 | 49 | 48 | 47 | 47 | 47 | 47 | 45 | 47 | 47 | 47 | 47 | 49 | 46 | 47 | 47 | 48 | 47 | 47 | 47 | 47 | 49 | 47 | 47 | 46 | 47 |
| Italy | 45 (0.4) | 42 | 45 | 47 | 44 | 47 | 48 | 47 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 46 | 46 | 46 | 45 | 47 | 45 | 46 | 45 | 46 | 45 | 46 | 46 | 46 | 48 | 45 | 45 | 44 | 46 |
| Ukraine | 45 (0.7) | 43 | 45 | 46 | 45 | 47 | 47 | 47 | 46 | 46 | 45 | 45 | 45 | 46 | 45 | 46 | 45 | 47 | 45 | 46 | 45 | 46 | 45 | 46 | 46 | 45 | 48 | 45 | 45 | 45 | 47 |
| Norway | 43 (0.5) | 40 | 43 | 45 | 43 | 45 | 45 | 45 | 42 | 43 | 43 | 43 | 42 | 44 | 44 | 44 | 44 | 45 | 43 | 44 | 43 | 44 | 43 | 44 | 43 | 44 | 46 | 43 | 43 | 42 | 44 |
| Turkey | 43 (0.7) | 42 | 43 | 43 | 41 | 44 | 44 | 44 | 44 | 43 | 43 | 43 | 43 | 44 | 43 | 43 | 44 | 44 | 42 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 46 | 43 | 43 | 44 | 44 |
| Kazakhstan | 43 (0.9) | 41 | 43 | 43 | 42 | 44 | 45 | 44 | 42 | 43 | 42 | 43 | 42 | 43 | 43 | 43 | 43 | 44 | 42 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 42 | 44 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| Iran, Islamic Rep. of | 41 (0.7) | 38 | 41 | 41 | 41 | 42 | 43 | 41 | 41 | 41 | 40 | 40 | 40 | 41 | 41 | 41 | 41 | 42 | 40 | 42 | 41 | 41 | 40 | 41 | 41 | 40 | 43 | 41 | 41 | 42 | 42 |
| United Arab Emirates | 39 (0.4) | 39 | 39 | 40 | 40 | 40 | 42 | 40 | 40 | 40 | 39 | 39 | 39 | 40 | 40 | 40 | 39 | 41 | 39 | 40 | 39 | 40 | 39 | 40 | 40 | 40 | 42 | 39 | 39 | 40 | 40 |
| Romania | 38 (0.7) | 36 | 38 | 39 | 38 | 40 | 41 | 40 | 38 | 39 | 38 | 38 | 38 | 39 | 39 | 39 | 39 | 40 | 38 | 39 | 38 | 39 | 38 | 39 | 39 | 39 | 40 | 38 | 38 | 38 | 39 |
| Chile | 37 (0.4) | 34 | 37 | 37 | 36 | 39 | 40 | 39 | 37 | 38 | 37 | 37 | 37 | 37 | 38 | 38 | 37 | 39 | 37 | 38 | 37 | 38 | 37 | 38 | 38 | 38 | 40 | 37 | 37 | 37 | 38 |
| Jordan | 37 (0.6) | 36 | 37 | 37 | 36 | 38 | 39 | 39 | 37 | 38 | 37 | 37 | 37 | 38 | 37 | 38 | 38 | 39 | 37 | 38 | 37 | 37 | 37 | 37 | 38 | 37 | 41 | 37 | 37 | 38 | 38 |
| Thailand | 36 (0.7) | 33 | 36 | 37 | 34 | 37 | 38 | 37 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 37 | 35 | 36 | 36 | 36 | 35 | 36 | 36 | 36 | 39 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| Armenia | 35 (0.5) | 32 | 35 | 34 | 33 | 36 | 37 | 36 | 35 | 35 | 35 | 35 | 34 | 35 | 35 | 35 | 35 | 37 | 34 | 36 | 35 | 35 | 35 | 36 | 35 | 35 | 37 | 35 | 35 | 36 | 37 |
| Qatar | 34 (0.5) | 33 | 34 | 34 | 33 | 35 | 36 | 35 | 34 | 35 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 35 | 34 | 35 | 33 | 34 | 34 | 34 | 33 | 34 | 34 | 34 | 37 | 34 | 34 | 35 | 35 |
| Oman | 33 (0.4) | 32 | 33 | 34 | 33 | 34 | 35 | 34 | 34 | 34 | 33 | 33 | 33 | 34 | 33 | 34 | 33 | 35 | 33 | 34 | 33 | 33 | 33 | 34 | 34 | 33 | 36 | 33 | 33 | 35 | 35 |
| Malaysia | 33 (0.9) | 32 | 33 | 34 | 33 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 33 | 33 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 35 | 33 | 34 | 33 | 34 | 33 | 33 | 34 | 34 | 36 | 33 | 33 | 34 | 34 |
| Palestinian Nat'l Auth. | 33 (0.5) | 32 | 33 | 33 | 33 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 33 | 33 | 33 | 34 | 33 | 34 | 34 | 34 | 32 | 34 | 33 | 33 | 33 | 34 | 34 | 33 | 36 | 33 | 33 | 34 | 34 |
| Tunisia | 33 (0.4) | 32 | 33 | 33 | 32 | 34 | 34 | 34 | 33 | 33 | 33 | 33 | 32 | 33 | 33 | 33 | 33 | 34 | 32 | 33 | 33 | 33 | 32 | 33 | 33 | 33 | 36 | 33 | 33 | 33 | 33 |
| Macedonia, Rep. of | 32 (0.8) | 30 | 32 | 32 | 31 | 33 | 34 | 33 | 32 | 32 | 32 | 32 | 31 | 33 | 32 | 32 | 32 | 33 | 31 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 33 | 32 | 34 | 32 | 32 | 32 | 33 |
| Lebanon | 29 (0.7) | 29 | 29 | 29 | 30 | 31 | 32 | 30 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 30 | 29 | 30 | 29 | 31 | 29 | 30 | 29 | 30 | 29 | 30 | 30 | 30 | 32 | 29 | 29 | 31 | 30 |
| Morocco | 25 (0.2) | 24 | 25 | 25 | 24 | 25 | 27 | 26 | 25 | 25 | 25 | 25 | 24 | 25 | 25 | 25 | 25 | 26 | 24 | 25 | 25 | 25 | 24 | 25 | 25 | 25 | 27 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| International Avg. | 44 (0.1) | 42 | 44 | 44 | 44 | 45 | 46 | 45 | 44 | 44 | 44 | 44 | 43 | 44 | 44 | 44 | 44 | 45 | 43 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 47 | 44 | 44 | 44 | 45 |
| Botswana (9) | 30 (0.4) | 29 | 30 | 31 | 30 | 31 | 32 | 31 | 31 | 31 | 30 | 30 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 32 | 29 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 31 | 33 | 30 | 30 | 32 | 31 |
| South Africa (9) | 22 (0.3) | 21 | 22 | 22 | 21 | 23 | 24 | 23 | 23 | 23 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 23 | 22 | 23 | 21 | 22 | 22 | 22 | 22 | 23 | 22 | 23 | 24 | 22 | 22 | 23 | 22 |
| **Benchmarking Participants** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alberta, Canada | 54 (0.5) | 52 | 54 | 56 | 54 | 55 | 56 | 56 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 55 | 55 | 56 | 54 | 56 | 54 | 55 | 54 | 55 | 54 | 55 | 55 | 55 | 56 | 54 | 54 | 53 | 55 |
| Ontario, Canada | 49 (0.5) | 47 | 49 | 50 | 48 | 49 | 50 | 50 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 | 50 | 50 | 49 | 50 | 48 | 49 | 49 | 49 | 48 | 49 | 49 | 50 | 51 | 49 | 49 | 47 | 49 |
| Quebec, Canada | 48 (0.6) | 46 | 48 | 49 | 48 | 50 | 50 | 50 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 49 | 49 | 49 | 49 | 50 | 48 | 49 | 48 | 49 | 48 | 49 | 49 | 49 | 51 | 48 | 48 | 47 | 49 |
| Dubai, UAE | 43 (0.4) | 43 | 43 | 44 | 44 | 44 | 46 | 44 | 44 | 44 | 44 | 43 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 45 | 43 | 44 | 43 | 44 | 43 | 44 | 44 | 44 | 46 | 43 | 43 | 44 | 44 |
| Abu Dhabi, UAE | 38 (0.7) | 38 | 38 | 39 | 39 | 39 | 41 | 39 | 39 | 39 | 39 | 38 | 39 | 39 | 39 | 39 | 38 | 40 | 38 | 39 | 38 | 39 | 38 | 39 | 39 | 39 | 41 | 38 | 38 | 40 | 39 |
| Number of Items (Score Points) Identified* | 233 | 160 | 233 | 177 | 126 | 203 | 170 | 200 | 163 | 192 | 216 | 232 | 187 | 214 | 217 | 200 | 218 | 210 | 199 | 193 | 233 | 220 | 228 | 223 | 226 | 176 | 198 | 233 | 233 | 166 | 176 |

* Of the 217 items in the Science test, some extended-response items were scored on a two-point scale, resulting in 234 score points. Following item review, one item was deleted, resulting in 216 items and 233 score points.

( ) Standard errors appear in parentheses. Because of rounding some results may appear inconsistent.

SOURCE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS 2011

## Appendix F.2: Average Percent Correct for the Test-Curriculum Matching Analysis (Continued)

Read across the row to compare that country's performance based on the test items included by each of the countries across the top. Read down the column under a country name to compare the performance of the country down the left on the items included by the country listed on the top. Read along the diagonal to compare performance for each different country based on its own decisions about the test items to include.

| Malaysia | Palestinian Nat'l Auth. | Tunisia | Macedonia, Rep. of | Lebanon | Morocco | Botswana (9) | South Africa (9) | Benchmarking Participants | Alberta, Canada | Ontario, Canada | Quebec, Canada | Dubai, UAE | Abu Dhabi, UAE | Average Percent Correct on All Items | Country |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 64 | 65 | 65 | 64 | 65 | 65 | 64 | 64 | | 66 | 64 | 64 | 64 | 65 | 64 (0.9) | Singapore |
| 59 | 60 | 58 | 59 | 58 | 58 | 59 | 58 | | 60 | 59 | 59 | 59 | 59 | 59 (0.5) | Chinese Taipei |
| 58 | 60 | 59 | 58 | 57 | 58 | 58 | 58 | | 61 | 59 | 58 | 58 | 58 | 58 (0.4) | Korea, Rep. of |
| 58 | 57 | 57 | 57 | 56 | 57 | 57 | 57 | | 58 | 55 | 57 | 57 | 57 | 57 (0.5) | Japan |
| 56 | 56 | 54 | 56 | 55 | 52 | 56 | 56 | | 57 | 56 | 56 | 56 | 56 | 56 (0.5) | Finland |
| 54 | 55 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | | 55 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 (0.7) | Russian Federation |
| 54 | 55 | 55 | 54 | 55 | 54 | 54 | 54 | | 55 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 (0.5) | Slovenia |
| 52 | 53 | 51 | 52 | 52 | 51 | 53 | 52 | | 54 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 (0.7) | Hong Kong SAR |
| 52 | 52 | 50 | 52 | 52 | 50 | 52 | 52 | | 54 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 (1.0) | England |
| 50 | 50 | 49 | 50 | 50 | 49 | 50 | 50 | | 52 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 (0.5) | United States |
| 50 | 51 | 50 | 50 | 50 | 49 | 50 | 50 | | 51 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 (0.6) | Hungary |
| 50 | 50 | 48 | 49 | 50 | 49 | 49 | 49 | | 51 | 49 | 49 | 49 | 50 | 49 (0.8) | Israel |
| 49 | 48 | 46 | 49 | 48 | 47 | 49 | 49 | | 51 | 49 | 49 | 49 | 49 | 49 (1.0) | Australia |
| 48 | 48 | 46 | 48 | 47 | 45 | 47 | 48 | | 49 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 (0.5) | Lithuania |
| 48 | 47 | 46 | 48 | 48 | 47 | 47 | 48 | | 49 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 (0.9) | New Zealand |
| 47 | 48 | 45 | 47 | 46 | 44 | 47 | 47 | | 49 | 46 | 47 | 47 | 47 | 47 (0.5) | Sweden |
| 45 | 47 | 43 | 45 | 45 | 43 | 45 | 45 | | 47 | 45 | 46 | 45 | 46 | 45 (0.4) | Italy |
| 46 | 46 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | | 46 | 45 | 46 | 45 | 46 | 45 (0.7) | Ukraine |
| 43 | 44 | 42 | 43 | 43 | 42 | 43 | 43 | | 46 | 44 | 44 | 43 | 44 | 43 (0.5) | Norway |
| 43 | 45 | 44 | 43 | 43 | 42 | 43 | 42 | | 44 | 43 | 42 | 43 | 44 | 43 (0.7) | Turkey |
| 43 | 44 | 44 | 43 | 43 | 44 | 42 | 43 | | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 (0.9) | Kazakhstan |
| 40 | 42 | 41 | 41 | 41 | 40 | 40 | 40 | | 41 | 40 | 41 | 41 | 40 | 41 (0.7) | Iran, Islamic Rep. of |
| 39 | 40 | 39 | 39 | 40 | 40 | 39 | 39 | | 40 | 39 | 40 | 39 | 39 | 39 (0.4) | United Arab Emirates |
| 39 | 39 | 38 | 38 | 39 | 38 | 38 | 38 | | 39 | 38 | 39 | 38 | 39 | 38 (0.7) | Romania |
| 37 | 38 | 36 | 37 | 37 | 36 | 37 | 37 | | 39 | 37 | 37 | 37 | 38 | 37 (0.4) | Chile |
| 37 | 38 | 37 | 37 | 38 | 37 | 37 | 37 | | 37 | 37 | 37 | 37 | 38 | 37 (0.6) | Jordan |
| 36 | 37 | 35 | 36 | 36 | 34 | 36 | 35 | | 38 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 (0.7) | Thailand |
| 35 | 37 | 36 | 35 | 37 | 34 | 35 | 34 | | 35 | 34 | 35 | 35 | 35 | 35 (0.5) | Armenia |
| 34 | 35 | 34 | 34 | 35 | 33 | 34 | 33 | | 35 | 32 | 34 | 34 | 34 | 34 (0.5) | Qatar |
| 33 | 35 | 33 | 33 | 34 | 33 | 33 | 33 | | 35 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 (0.4) | Oman |
| 33 | 34 | 34 | 33 | 34 | 33 | 33 | 33 | | 34 | 34 | 33 | 33 | 34 | 33 (0.9) | Malaysia |
| 34 | 35 | 34 | 33 | 35 | 33 | 33 | 33 | | 33 | 32 | 33 | 33 | 34 | 33 (0.5) | Palestinian Nat'l Auth. |
| 33 | 34 | 33 | 33 | 33 | 33 | 33 | 32 | | 34 | 32 | 33 | 33 | 33 | 33 (0.4) | Tunisia |
| 32 | 34 | 31 | 32 | 33 | 30 | 32 | 32 | | 33 | 31 | 32 | 32 | 33 | 32 (0.8) | Macedonia, Rep. of |
| 30 | 31 | 31 | 29 | 31 | 30 | 29 | 29 | | 30 | 28 | 29 | 29 | 30 | 29 (0.7) | Lebanon |
| 25 | 25 | 24 | 25 | 26 | 25 | 25 | 25 | | 25 | 23 | 25 | 25 | 25 | 25 (0.2) | Morocco |
| 44 | 45 | 44 | 44 | 44 | 43 | 44 | 44 | | 45 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 (0.1) | International Avg. |
| 31 | 32 | 31 | 30 | 31 | 29 | 31 | 30 | | 31 | 31 | 30 | 30 | 31 | 30 (0.4) | Botswana (9) |
| 22 | 23 | 22 | 22 | 23 | 22 | 22 | 22 | | 23 | 21 | 22 | 22 | 23 | 22 (0.3) | South Africa (9) |
| | | | | | | | | | | | | | | | Benchmarking Participants |
| 54 | 54 | 51 | 54 | 53 | 53 | 54 | 54 | | 59 | 56 | 54 | 54 | 54 | 54 (0.5) | Alberta, Canada |
| 49 | 48 | 46 | 49 | 48 | 47 | 49 | 48 | | 52 | 50 | 49 | 49 | 49 | 49 (0.5) | Ontario, Canada |
| 48 | 48 | 47 | 48 | 48 | 47 | 48 | 48 | | 51 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 (0.6) | Quebec, Canada |
| 44 | 44 | 43 | 43 | 44 | 43 | 44 | 43 | | 45 | 43 | 43 | 43 | 44 | 43 (0.4) | Dubai, UAE |
| 39 | 39 | 38 | 38 | 39 | 39 | 38 | 38 | | 40 | 38 | 39 | 38 | 39 | 38 (0.7) | Abu Dhabi, UAE |
| 220 | 181 | 124 | 233 | 162 | 116 | 219 | 212 | | 154 | 146 | 205 | 233 | 200 | 233 | Number of Items (Score Points) Identified* |

SOURCE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study – TIMSS 2011

# Allegato B: Database usato per le analisi preliminari dei dati TIMSS 2011

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S032611 | BIO | CON | MC | scopo della resirazione cellulare | A | 42,3 | 41,4 | 43,2 | 2,8 | 53,2 | 59,1 | 47,4 | 6,6 | 7,0 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S032614 | BIO | APP | CR | numero di reni alla nascita | X | 60,0 | 61,8 | 58,2 | 5,7 | 44,8 | 45,8 | 43,9 | 18 | 6,8 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S032451 | BIO | APP | CR | differenze di colore della conchiglia delle lumache | X | 55,6 | 52,4 | 58,7 | 16,7 | 44,6 | 45,1 | 44 | 4,2 | 10,7 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S032156 | CHI | RAG | MC | grafici solubilità/temperatura | C | 36,5 | 32,2 | 40,5 | 6,3 | 38,4 | 38,4 | 38,5 | 15,6 | -8,1 | soluzioni | proprietà della materia | 10,9 | 18,0 | -7,1 | Sì |
| S032056 | CHI | APP | CR | bicarbonato di sodio nell'aceto | X | 41,4 | 38,1 | 44,5 | 21,0 | 44,7 | 45,5 | 44 | 1,5 | 3,0 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | No |
| S032087 | BIO | CON | MC | immunità a lungo termine dalle malattie | C | 74,3 | 74,2 | 74,4 | 0,5 | 32,7 | 31,9 | 33,5 | 2 | 29,6 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S032279 | FIS | APP | MC | perché le bottiglie si schiacciano nelle valli | D | 35,6 | 32,3 | 38,7 | 1,0 | 41,3 | 39,6 | 43 | 1,9 | 2,9 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S032238 | FIS | APP | MC | ampiezza degli spazi tra rotaie metalliche | A | 42,1 | 34,7 | 49,1 | 0,9 | 22 | 21,3 | 22,7 | 19,9 | 0,8 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S032369 | FIS | APP | CR | suono di un campanello elettrico in un barattolo | X | 16,8 | 15,2 | 18,2 | 32,3 | 61,6 | 62,3 | 60,9 | 2 | -5,2 | comportamento e proprietà di luce e suono | luce e suono | 68,5 | 30,8 | 37,7 | No |
| S032160 | GEO | CON | MC | differenza tra pianeti e satelliti (lune) | C | 66,5 | 66,7 | 66,3 | 2,0 | 46,8 | 45 | 48,6 | 2 | 4,9 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S032654 | GEO | RAG | MC | localizzazione della giungla | A | 49,3 | 44,3 | 53,9 | 2,7 | 47,8 | 48,7 | 46,9 | 14,9 | 2,5 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S032126 | GEO | CON | CR | effetti delle eruzioni vulcaniche | X | 41,1 | 37,4 | 44,6 | 17,0 | 68,2 | 68,2 | 68,1 | 0,8 | -6,7 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S032510 | GEO | CON | MC | materiale facilmente erodibile | D | 72,2 | 69,9 | 74,4 | 0,5 | 60 | 60,3 | 59,6 | 1,3 | 4,0 | risorse della Terra, loro uso e conservazione | risorse della Terra, loro uso e conservazione | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S032158 | FIS | CON | MC | molecole di gas riscaldate | B | 61,8 | 59,2 | 64,2 | 2,1 | 83,5 | 87,4 | 79,7 | 1 | 1,8 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S052093 | BIO | APP | MC | corredo genetico dei gemelli | C | 87,7 | 89,5 | 86,1 | 1,0 | 64,2 | 64,2 | 64,3 | 2,2 | 4,2 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S052088 | BIO | APP | MC | strati di rocce con fossili | A | 73,4 | 72,0 | 74,7 | 1,1 | 64,2 | 64,2 | 64,3 | 2,2 | 9,2 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S052030 | BIO | RAG | MC | come l'acqua viaggia attraverso una pianta | B | 49,3 | 45,4 | 52,6 | 1,8 | 46,5 | 46,9 | 46,1 | 1,9 | 2,8 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052080 | BIO | CON | MC | cibi che i diabetici dovrebbero evitare | D | 56,9 | 60,7 | 53,7 | 1,5 | 60,8 | 63,4 | 58,3 | 1,8 | -3,9 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S052091 | BIO | RAG | CR | il sindaco vuole piantare alberi | X | 39,5 | 34,6 | 43,5 | 3,0 | 45,7 | 46,4 | 45,1 | 2 | -6,2 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052152 | CHI | APP | MC | atomi in una lattina schiacciata | C | 30,0 | 25,4 | 33,9 | 1,3 | 37,2 | 34,8 | 39,6 | 1,1 | -7,2 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052136 | CHI | RAG | CR | elenca 2 sostanze che sono metalli | X | 55,2 | 55,9 | 54,6 | 8,7 | 43,7 | 46 | 41,6 | 10,8 | 11,5 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052046 | CHI | CON | MC | fuoco spento da coperta | D | 88,3 | 81,7 | 93,7 | 0,1 | 78,2 | 76,8 | 79,5 | 0,9 | 10,1 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | Sì |
| S052254 | CHI | RAG | MC | l'acqua che spacca le rocce | A | 48,7 | 46,3 | 50,6 | 0,7 | 38,1 | 37,7 | 38,5 | 1,6 | 10,6 | | proprietà della materia | | | | Sì |
| S052207 | FIS | CON | CR | in quale liquido gli oggetti galleggiano | X | 27,6 | 25,8 | 29,1 | 8,6 | 30,9 | 31,9 | 29,8 | 7,2 | -3,25 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052165A | FIS | CON | CR | mulino ad acqua: energia dell'acqua in serbatoio | X | 18,8 | 17,4 | 20,1 | 36,7 | 16,6 | 16,6 | 16,5 | 29,2 | 2,25 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | No |
| S052165B | FIS | CON | CR | mulino ad acqua: energia prima del mulino | X | 33,7 | 27,6 | 38,7 | 36,6 | 23,8 | 24,1 | 23,6 | 30,2 | 9,85 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | No |
| S052165C | FIS | RAG | CR | mulino ad acqua: rotazione più rapida | X | 22,9 | 16,2 | 28,4 | 40,4 | 27,1 | 25,9 | 28,3 | 26,9 | -4,2 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | No |
| S052297 | GEO | CON | MC | buchi in rocce vulcaniche | B | 68,1 | 70,2 | 66,4 | 0,4 | 57,3 | 57,8 | 56,7 | 0,9 | 10,8 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 29,7 | 5,5 | Sì |
| S052032 | GEO | RAG | CR | evidenza che i continenti erano uniti | X | 38,0 | 34,7 | 40,7 | 25,6 | 18,4 | 18,5 | 18,3 | 28 | 19,6 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S052106 | GEO | APP | CR | vantaggi del terrazzamento | X | 38,3 | 43,9 | 33,6 | 19,3 | 25,6 | 26 | 25,2 | 15,6 | 12,7 | risorse della Terra, loro uso e conservazione | risorse della Terra, loro uso e conservazione | 32,0 | 33,8 | -1,8 | Sì |
| S042304 | BIO | RAG | MC | conclusioni dal grafico pulse rate T | D | 78,7 | 79,0 | 78,4 | 1,7 | 57,4 | 58,6 | 56,3 | 2,9 | 21,3 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | Sì |
| S042038 | BIO | CON | MC | dove sono comparsi i primi organismi sulla Terra | A | 86,1 | 84,9 | 87,2 | 0,4 | 46,4 | 43,6 | 49,2 | 1,2 | 39,7 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S042298 | BIO | APP | CR | l'importanza di rimuovere le alghe | X | 24,6 | 20,5 | 28,5 | 12,6 | 29,2 | 27,3 | 31,2 | 10,7 | -4,6 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S042261 | BIO | CON | CR | funzioni vitali del paramecio | X | 33,1 | 32,0 | 34,2 | 42,8 | 25,5 | 27,1 | 24 | 32,1 | 7,6 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S042051A | BIO | APP | CR | anno di maggiore popolazione dei conigli | X | 63,5 | 64,5 | 62,6 | 3,5 | 47,5 | 47,3 | 47,6 | 7,3 | 16,0 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S042051B | BIO | APP | CR | relazione tra le popolazioni di conigli e volpi | X | 29,8 | 26,1 | 33,4 | 32,9 | 26,9 | 26,9 | 26,9 | 23,7 | 2,9 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S042076 | CHI | CON | CR | numero di atomi nella molecola H2SO4 | X | 36,1 | 34,2 | 37,9 | 28,9 | 33 | 34,9 | 31,2 | 17,3 | 3,1 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042404 | FIS | APP | CR | liquido all'esterno di una caraffa | X | 2,9 | 1,5 | 4,4 | 16,5 | 7,4 | 7,2 | 7,6 | 16,8 | -4,5 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S042306 | CHI | CON | MC | definizione di composto | C | 35,9 | 34,3 | 37,5 | 2,5 | | 42,4 | 40,8 | 2,5 | -5,7 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042403 | FIS | RAG | CR | scopri se il metallo 2 è una calamita | X | 29,0 | 22,6 | 35,2 | 13,3 | 27,8 | 25,9 | 29,8 | 14,6 | 1,2 | elettricità, circuiti, proprietà e usi di magneti ed elettromagneti | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | 12,7 | Sì |
| S042272 | FIS | CON | MC | molecole di liquido quando si raffredda | A | 55,8 | 50,4 | 61,0 | 0,8 | 57,6 | 56,7 | 58,7 | 1,9 | -1,8 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S042100 | CHI | CON | CR | osservazioni per reazione | X | 8,6 | 7,4 | 9,8 | 34,1 | 23,7 | 25,7 | 21,8 | 25,3 | -15,1 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | Sì |
| S042238A | FIS | CON | MC | posizione del termometro | C | 42,9 | 38,5 | 47,3 | 3,6 | 40,6 | 39,6 | 41,6 | 5 | 2,3 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S042238B | FIS | RAG | CR | una variabile tenuta costante | X | 3,6 | 2,9 | 4,2 | 46,3 | 20,6 | 23 | 18,3 | 33,9 | -17,0 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | No |
| S042238C | FIS | RAG | CR | conclusione dal grafico | X | 73,8 | 74,5 | 73,1 | 16,7 | 61,5 | 65,3 | 57,8 | 21,6 | 12,3 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S042141 | GEO | CON | MC | dove si trovano i vulcani attivi | B | 78,2 | 73,1 | 83,0 | 1,2 | 65,4 | 66,7 | 64,2 | 1,8 | 12,8 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 29,7 | 5,5 | Sì |
| S042215 | GEO | APP | MC | diagramma di un'eclissi di luna | D | 31,6 | 26,5 | 36,5 | 1,3 | 34,5 | 35,2 | 33,8 | 2,2 | -2,9 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S052261 | BIO | CON | MC | perché si hanno i brividi quando si ha freddo | B | 61,3 | 57,8 | 64,8 | 0,8 | 45,7 | 44,8 | 46,8 | 2,3 | 15,6 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052092A | BIO | CON | CR | caratteristiche dei gruppi animali | X | 79,3 | 78,0 | 80,5 | 0,9 | 57,3 | 58,2 | 56,3 | 5,3 | 22,0 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | No |
| S052092B | BIO | CON | | caratteristiche dei gruppi animali | | 43,4 | 40,8 | 46,0 | 1,5 | 37,1 | 37,7 | 36,5 | 7,9 | 6,3 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | No |
| S052092C | BIO | CON | | caratteristiche dei gruppi animali | | 46,9 | 41,4 | 52,2 | 1,2 | 49,8 | 50,2 | 49,3 | 5,6 | -2,9 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | No |
| S052092D | BIO | CON | | caratteristiche dei gruppi animali | | 82,1 | 81,0 | 83,2 | 1,6 | 65,3 | 67,2 | 63,3 | 5,7 | 16,8 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | No |
| S052092Z | BIO | CON | | caratteristiche dei gruppi animali-DERIVATA | | 27,6 | 25,1 | 30,1 | 0,7 | 22,3 | 22 | 22,5 | 4,6 | 5,3 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | No |
| S052263A | BIO | RAG | CR | respirazione cellulare: tubi 1 e 2 | X | 6,2 | 3,7 | 8,6 | 58,4 | 11,9 | 11,2 | 12,6 | 37,2 | -5,7 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | No |
| S052263B | BIO | RAG | CR | respirazione cellulare: tubo 4 | X | 13,5 | 13,1 | 13,9 | 45,0 | 17,2 | 16,6 | 17,9 | 33,8 | -3,7 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | No |
| S052265 | BIO | APP | CR | gatti Manx incrociati tra loro | X | 18,8 | 19,1 | 18,5 | 2,5 | 26,4 | 28,3 | 24,5 | 2,8 | -7,6 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S052280 | CHI | CON | MC | proprietà dei non metalli | A | 51,9 | 47,5 | 56,1 | 3,3 | 52,6 | 52,9 | 52,2 | 2,9 | -0,7 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052256 | CHI | APP | MC | causa del sapore dell'acqua distillata | D | 45,8 | 45,6 | 46,0 | 3,6 | 40 | 39,8 | 40,2 | 2,9 | 5,8 | soluzioni | proprietà della materia | 10,9 | 18,0 | -7,1 | Sì |
| S052043A | CHI | APP | CR | neutralizzare il veleno di vespa | X | 87,6 | 88,1 | 87,1 | 3,8 | 67 | 68,4 | 65,6 | 10,1 | 20,6 | proprietà e usi di acidi e basi comuni | proprietà della materia | 30,1 | 29,7 | 0,4 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052043B | CHI | APP | | neutralizzare il veleno di vespa | | 72,7 | 72,3 | 73,0 | 3,3 | 55,2 | 55,3 | 55,1 | 9,6 | 17,5 | proprietà e usi di acidi e basi comuni | trasformazioni chimiche | 30,1 | 29,7 | 0,4 | Sì |
| S052043C | CHI | APP | | neutralizzare il veleno di vespa | | 63,7 | 63,1 | 64,3 | 3,8 | 63,1 | 63,5 | 62,7 | 8,7 | 0,6 | proprietà e usi di acidi e basi comuni | trasformazioni chimiche | 30,1 | 29,7 | 0,4 | Sì |
| S052043D | CHI | APP | | neutralizzare il veleno di vespa | | 43,5 | 40,7 | 46,3 | 4,0 | 44,3 | 43,5 | 44,9 | 9,8 | -0,8 | proprietà e usi di acidi e basi comuni | trasformazioni chimiche | 30,1 | 29,7 | 0,4 | Sì |
| S052043Z | CHI | APP | | neutralizzare il veleno di vespa-DERIVATA | | 35,0 | 31,1 | 38,7 | 2,5 | 26,4 | 26,5 | 26,2 | 3,7 | 8,6 | proprietà e usi di acidi e basi comuni | trasformazioni chimiche | 30,1 | 29,7 | 0,4 | Sì |
| S052194 | FIS | RAG | MC | particelle in campioni x e y | C | 50,2 | 52,0 | 48,6 | 4,4 | 42,6 | 43,9 | 41,4 | 3,6 | 7,6 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S052179 | FIS | APP | MC | temperatura di 3 contenitori | B | 42,2 | 37,7 | 46,5 | 2,1 | 39,2 | 38,2 | 40,3 | 2,5 | 3,0 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S052233 | FIS | APP | CR | oggetto x sospeso in liquidi A, B, C | X | 17,6 | 14,0 | 21,2 | 6,4 | 17,6 | 18 | 17,1 | 5,2 | 0,0 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S052159 | FIS | CON | MC | muovere un tronco con una sbarra e una pietra | D | 71,9 | 66,2 | 77,5 | 0,3 | 66,4 | 60,4 | 72,4 | 1,5 | 5,5 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S052289A | GEO | APP | MC | pozzo artesiano: acqua che risale un tubo | C | 87,8 | 86,1 | 89,4 | 0,6 | 80 | 79,1 | 80,9 | 1,3 | 7,8 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì |
| S052289B | GEO | APP | MC | pozzo artesiano: differenze di flusso | A | 48,2 | 43,2 | 53,0 | 2,0 | 42,1 | 39,4 | 44,8 | 2,3 | 6,1 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì |
| S052289C | GEO | APP | CR | pozzo artesiano: temperatura dell'acqua | X | 26,1 | 22,7 | 29,3 | 30,2 | 28,9 | 28,8 | 29,1 | 24,5 | -2,8 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì |
| S032530A | BIO | CON | CR | condizioni per la germinazione | X | 35,7 | 36,1 | 35,3 | 32,3 | 47,6 | 49,9 | 45,4 | 15,3 | -11,9 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S032530B | BIO | CON | | condizioni per la germinazione | | 26,1 | 27,4 | 25,0 | 38,7 | 39,2 | 41,1 | 37,3 | 19,1 | -13,1 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S032530Z | BIO | CON | | condizioni per la germinazione-DERIVATA | | 10,3 | 11,5 | 9,2 | 31,7 | 20,6 | 22,1 | 19 | 15,1 | -10,3 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S032007 | BIO | CON | CR | una funzione dell'utero | X | 36,7 | 39,5 | 34,3 | 28,4 | 40,3 | 44,3 | 36,4 | 23,5 | -3,6 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | Sì |
| S032502 | CHI | APP | MC | diagramma della molecola d'acqua | C | 48,1 | 45,0 | 50,9 | 0,7 | 45,5 | 45,4 | 45,6 | 2,2 | 2,6 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S032679 | CHI | APP | CR | energia rilasciata in una reazione | X | 7,7 | 7,0 | 8,4 | 48,5 | 17,6 | 16,8 | 18,4 | 35,8 | -9,9 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | Sì |
| S032184 | FIS | APP | MC | lampadine in circuiti in serie e in parallelo | D | 43,3 | 48,7 | 38,5 | 4,1 | 42,8 | 46,4 | 39,3 | 2,2 | 0,5 | elettricità, circuiti, proprietà e usi di magneti ed elettromagneti | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | 12,7 | Sì |
| S032394 | FIS | APP | MC | conduzione del calore attraverso un'asta di rame | C | 48,4 | 46,5 | 50,0 | 0,8 | 51,9 | 51,2 | 52,4 | 1,4 | -3,5 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S032151 | GEO | CON | MC | principali cause delle maree | B | 57,3 | 52,0 | 62,1 | 0,9 | 42,6 | 39,6 | 45,7 | 1,8 | 14,7 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S032651A | GEO | APP | CR | mappe topografiche: identificare un punto | X | 54,0 | 44,8 | 62,2 | 20,1 | 38,5 | 35,8 | 41,1 | 21,6 | 15,5 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì |
| S032651B | GEO | RAG | CR | mappe topografiche: percorso di un fiume | X | 21,0 | 19,5 | 22,4 | 28,0 | 18,8 | 18,3 | 19,3 | 35,3 | 2,2 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | No |
| S032665A | BIO | RAG | CR | popolazione dei paesi: predizione | X | 48,9 | 40,8 | 56,1 | 2,3 | 34,9 | 33,7 | 36,2 | 4 | 14,0 | motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo, e suoi effetti | ecosistemi | 47,3 | 55,1 | -7,8 | Sì |
| S032665B | BIO | RAG | CR | popolazione dei paesi: uso del suolo | X | 15,8 | 13,8 | 17,5 | 28,3 | 20,6 | 22,8 | 18,3 | 25,8 | -4,8 | motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo, e suoi effetti | ecosistemi | 47,3 | 55,1 | -7,8 | Sì |
| S032665C | BIO | RAG | CR | popolazione dei paesi: inquinamento | X | 18,5 | 19,0 | 18,0 | 17,5 | 22,2 | 25 | 19,5 | 15,4 | -3,7 | motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo, e suoi effetti | ecosistemi | 47,3 | 55,1 | -7,8 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S042073 | CHI | CON | MC | formula del diossido di carbonio | B | 90,2 | 91,8 | 88,7 | 1,1 | 85 | 85,6 | 84,5 | 0,8 | 5,2 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042017 | BIO | APP | MC | funzione della parte x della cellula | D | 42,9 | 36,7 | 48,7 | 2,3 | 36,2 | 35,1 | 37,2 | 2,1 | 6,7 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S042007 | BIO | APP | MC | polmoni dell'uccello/quale organo nella rana | B | 51,5 | 51,4 | 51,5 | 2,4 | 43,2 | 42,6 | 43,8 | 1,4 | 8,3 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | Sì |
| S042024 | BIO | CON | MC | processo della respirazione | B | 37,1 | 34,5 | 39,6 | 3,5 | 37,6 | 36,1 | 39 | 2,1 | -0,5 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S042095 | CHI | CON | MC | soluzione di ammoniaca in aceto | D | 67,8 | 65,8 | 69,7 | 2,0 | 66,6 | 67,2 | 66 | 1,3 | 1,2 | proprietà e usi di acidi e basi comuni | proprietà della materia | 30,1 | 29,7 | 0,4 | Sì |
| S042022 | BIO | RAG | CR | concentrazione di CO2 e fotosintesi | X | 27,5 | 29,5 | 25,6 | 8,2 | 35,2 | 38,8 | 31,8 | 5,7 | -7,7 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S042063 | CHI | APP | MC | quale cavo fa acendere la lampadina | A | 90,9 | 88,1 | 93,5 | 0,7 | 88,1 | 86,5 | 89,5 | 0,7 | 2,8 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042197 | FIS | RAG | MC | forza di un magnete | C | 34,9 | 32,0 | 37,7 | 1,8 | 41,6 | 39,8 | 43,5 | 2,2 | -6,7 | elettricità, circuiti, proprietà e usi di magneti ed elettromagneti | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | 12,7 | Sì |
| S042297 | BIO | RAG | CR | investigazione di pomodori verdi/rossi | X | 8,8 | 8,7 | 8,9 | 32,1 | 14,3 | 16,2 | 12,6 | 21,5 | -5,5 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | No |
| S042305 | CHI | APP | CR | classificazione elementi, composti, miscugli | X | 3,4 | 2,2 | 4,6 | 2,9 | 11,1 | 11 | 11,3 | 5,7 | -7,7 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042112 | CHI | CON | MC | processi in cui viene assorbita energia | D | 66,8 | 65,4 | 68,0 | 1,0 | 58,2 | 59,7 | 56,8 | 1,5 | 8,6 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | Sì |
| S042173A | FIS | APP | CR | cambiamento/staticità | X | 70,1 | 72,6 | 67,7 | 3,9 | 65,7 | 65,2 | 66,1 | 7,1 | 4,4 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S042173B | FIS | APP | | cambiamento/staticità | | 40,4 | 39,1 | 41,7 | 3,8 | 43,7 | 44,2 | 43,2 | 7,6 | -3,3 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S042173C | FIS | APP | | cambiamento/staticità | | 71,1 | 69,5 | 72,7 | 4,2 | 61,7 | 62,3 | 61,1 | 7,7 | 9,4 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S042173D | FIS | APP | | cambiamento/staticità | | 59,5 | 58,7 | 60,3 | 3,9 | 53,4 | 54,1 | 52,8 | 8,2 | 6,1 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S042173E | FIS | APP | | cambiamento/staticità | | 60,3 | 60,7 | 60,0 | 3,6 | 65,6 | 67,4 | 63,9 | 7,8 | -5,3 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S042173Z | FIS | APP | | cambiamento/staticità-DERIVATA | | 30,5 | 29,7 | 31,3 | 3,3 | 33,6 | 33,5 | 33,8 | 6,2 | -3,1 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S042407 | FIS | APP | CR | quale blocco di ghiaccio si scioglierà prima | X | 27,7 | 23,8 | 31,4 | 2,9 | 35,2 | 37,1 | 33,3 | 2,6 | -7,5 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S042278 | FIS | APP | CR | percorso della luce attraverso un periscopio | X | 34,0 | 33,3 | 34,8 | 10,5 | 30,5 | 30,1 | 30,8 | 15,2 | 3,5 | comportamento e proprietà di luce e suono | luce e suono | 68,5 | 30,8 | 37,7 | No |
| S042274 | FIS | CON | MC | velocità della luce attraverso varie sostanze | D | 43,9 | 39,8 | 47,8 | 1,2 | 33 | 31,2 | 34,6 | 1 | 10,9 | comportamento e proprietà di luce e suono | luce e suono | 68,5 | 30,8 | 37,7 | Sì |
| S042317 | GEO | APP | CR | l'acqua che evapora e finisce in pioggia | X | 46,9 | 52,0 | 42,1 | 17,3 | 41,8 | 44,9 | 38,8 | 16,8 | 5,1 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S032465 | BIO | CON | MC | cellule che distruggono i batteri | A | 77,9 | 74,9 | 80,6 | 0,3 | 60,8 | 60,6 | 60,9 | 1,3 | 17,1 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S032315 | BIO | RAG | MC | grafico della popolazione delle antilopi | D | 42,0 | 34,7 | 48,7 | 3,0 | 47,8 | 47,4 | 48,2 | 2,5 | -5,8 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S032306 | BIO | APP | CR | gli occhi reagiscono al cambiamento | X | 47,5 | 47,1 | 47,9 | 10,6 | 31,1 | 32,9 | 29,2 | 16 | 16,4 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S032640 | BIO | CON | CR | l'esercizio è importante per la salute | X | 59,1 | 57,3 | 60,9 | 7,6 | 53,1 | 56,6 | 49,7 | 8,7 | 6,0 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S032579 | CHI | APP | MC | diagramma della struttura della materia | B | 51,2 | 50,4 | 52,0 | 2,2 | 40,5 | 40,6 | 40,5 | 2,9 | 10,7 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S032570 | CHI | RAG | CR | riconoscere se una sostanza è metallo | X | 23,9 | 20,8 | 26,8 | 50,2 | 35,1 | 36,3 | 33,8 | 31,3 | -11,2 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | No |
| S032024 | FIS | CON | MC | conversione di energia in una torcia elettrica | C | 38,8 | 33,6 | 43,5 | 1,0 | 34,9 | 33,6 | 36,1 | 1,5 | 3,9 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S032272 | FIS | RAG | CR | livello dell'acqua in contenitore riscaldato | X | 7,6 | 4,8 | 10,3 | 16,3 | 13,2 | 11,8 | 14,6 | 13,7 | -5,6 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S032141 | FIS | APP | MC | azione della gravità su un paracadutista | D | 26,2 | 19,9 | 32,0 | 0,8 | 31,6 | 29,6 | 33,6 | 1 | -5,4 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S032060 | GEO | APP | CR | ordine delle fasi del ciclo dell'acqua | X | 70,8 | 71,6 | 70,1 | 4,8 | 62,8 | 63,9 | 61,7 | 5,8 | 8,0 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S032463 | GEO | CON | MC | cambiamenti del suolo per cause naturali | D | 66,5 | 70,7 | 62,5 | 1,2 | 55,2 | 57,9 | 52,5 | 2,2 | 11,3 | risorse della Terra, loro uso e conservazione | risorse della Terra, loro uso e conservazione | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| (S032650A | GEO | APP | CR | cambiamenti in alta quota | X | 52,7 | 48,0 | 57,2 | 24,3 | 53 | 54,7 | 51,3 | 21,9 | -0,3 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | No |
| S032650B | GEO | APP | | cambiamenti in alta quota | | 43,8 | 41,3 | 46,2 | 32,6 | 40,4 | 41,1 | 39,7 | 30,9 | 3,4 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | No |
| S032650Z | GEO | APP | | cambiamenti in alta quota-DERIVATA | | 30,1 | 24,9 | 34,9 | 24,0 | 32,7 | 32,4 | 33 | 21,6 | -2,6 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | No |
| S032514 | BIO | APP | MC | crescita di alghe in un lago | C | 47,0 | 42,9 | 50,8 | 1,8 | 47,5 | 46 | 48,9 | 1,5 | -0,5 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052076 | BIO | CON | MC | miglior fonte di carboidrati | A | 56,0 | 64,8 | 47,6 | 1,2 | 51,6 | 55,8 | 47,6 | 1,6 | 4,4 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S052272 | BIO | RAG | CR | popolazioni di trote e rane | X | 62,8 | 58,0 | 67,4 | 18,1 | 51,4 | 52,1 | 50,7 | 19,2 | 11,4 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052085A | BIO | RAG | CR | fatti sul coccodrillo: perché è ben adattato | X | 26,6 | 27,0 | 26,2 | 30,8 | 17,4 | 18,9 | 15,9 | 26,2 | 9,2 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S052085B | BIO | RAG | CR | fatti sul coccodrillo: adattamento della vista | X | 59,3 | 57,7 | 60,7 | 22,5 | 46,9 | 49 | 44,9 | 20,7 | 12,4 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S052094 | BIO | APP | CR | somiglianza tra uccello e rana | X | 28,9 | 27,7 | 30,1 | 29,4 | 27,5 | 29,7 | 25,4 | 18,3 | 1,4 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S052248 | BIO | APP | MC | pesci di grotta senza occhi | B | 51,1 | 46,2 | 55,7 | 1,3 | 44,8 | 42,2 | 47,5 | 2,6 | 6,3 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S052146 | CHI | APP | CR | densità dell'olio di mais e dell'alluminio | X | 31,4 | 32,4 | 30,6 | 4,5 | 37,1 | 38,5 | 35,7 | 2,9 | -5,7 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052282 | CHI | CON | MC | proprietà di acidi e basi | C | 45,7 | 47,2 | 44,4 | 3,4 | 41 | 41,3 | 40,8 | 2,8 | 4,7 | proprietà e usi di acidi e basi comuni | proprietà della materia | 30,1 | 29,7 | 0,4 | Sì |
| S052299 | CHI | CON | MC | processo che fa scurire una statua | B | 76,8 | 74,8 | 78,8 | 0,0 | 58,1 | 58 | 58,1 | 1,2 | 18,7 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | Sì |
| S052144 | FIS | CON | MC | gas facili da comprimere | D | 45,3 | 44,6 | 46,0 | 2,5 | 44,4 | 45 | 43,7 | 2 | 0,9 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S052214 | FIS | RAG | CR | riconoscere i liquidi dalla densità | X | 46,0 | 46,7 | 45,3 | 10,6 | 40,3 | 39,4 | 41,1 | 8,4 | 5,7 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052101 | GEO | RAG | CR | informazioni da un'eruzione vulcanica | X | 26,2 | 27,8 | 24,7 | 31,9 | 34,9 | 35,3 | 34,4 | 22,7 | -8,7 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì |
| S052113 | GEO | APP | MC | clima di una città vicina all'equatore | A | 67,7 | 68,7 | 66,7 | 1,3 | 50,7 | 49,1 | 52,2 | 1,9 | 17,0 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S052107 | GEO | APP | MC | costellazioni sotto l'orizzonte | C | 41,9 | 40,9 | 42,7 | 1,0 | 30,9 | 28,2 | 33,6 | 1,7 | 11,0 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S042053 | BIO | APP | MC | vaccinare la gente contro l'influenza | C | 91,3 | 91,1 | 91,5 | 0,5 | 65,2 | 65,7 | 64,7 | 2 | 26,1 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S042408 | BIO | APP | CR | gli uccelli non sopravvivono senza piante | X | 23,1 | 20,7 | 25,4 | 16,3 | 33,9 | 34,1 | 33,6 | 13,3 | -10,8 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S042015 | BIO | CON | MC | funzione della membrana cellulare | D | 45,2 | 45,2 | 45,2 | 2,4 | 48 | 49,4 | 46,6 | 2,7 | -2,8 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S042309 | BIO | APP | MC | giraffe dal collo lungo e corto | D | 46,9 | 49,4 | 44,6 | 1,0 | 45 | 48,1 | 42 | 2,6 | 1,9 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S042049A | BIO | APP | CR | popolazioni di conigli e linci | X | 69,2 | 69,5 | 68,9 | 13,1 | 62,9 | 66,6 | 59,2 | 14,3 | 6,3 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S042049B | BIO | RAG | CR | numero di linci nel 1996 e 2004 | X | 43,9 | 41,9 | 45,9 | 34,2 | 34,4 | 39,2 | 39,6 | 25,2 | 9,5 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S042182 | FIS | CON | MC | tipo di energia in una molla compressa | C | 88,6 | 86,7 | 90,4 | 0,6 | 64,4 | 62,9 | 65,8 | 1,8 | 24,2 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S042402 | FIS | APP | CR | flusso di calore in cubi di metallo | X | 15,7 | 14,6 | 16,6 | 4,4 | 20,2 | 29,4 | 19,9 | 3,8 | -4,5 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S042228A | CHI | RAG | CR | volume della collana | X | 15,1 | 13,1 | 17,0 | 35,3 | 16,4 | 17,4 | 15,5 | 34,8 | -1,3 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042228B | CHI | RAG | CR | completare la tabella con le % d'oro | X | 57,1 | 55,1 | 59,0 | 29,9 | 46,3 | 48,6 | 44 | 30,5 | 10,8 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042228C | CHI | APP | CR | collana con più oro | X | 34,5 | 33,4 | 35,5 | 33,4 | 29,6 | 31,4 | 27,7 | 26,8 | 4,9 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042126 | GEO | CON | MC | aumento dei gas nell'atmosfera | A | 66,3 | 66,2 | 66,3 | 2,4 | 65,4 | 65,6 | 65,2 | 2,4 | 0,9 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì |
| S042210 | FIS | CON | MC | massa/volume del ghiaccio | C | 42,0 | 42,5 | 41,4 | 2,9 | 38 | 37 | 39 | 2,6 | 4,0 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S042176 | FIS | RAG | CR | boccette che contengono acqua dolce e acqua salata | X | 25,9 | 21,9 | 29,7 | 36,1 | 28,2 | 30,4 | 26,1 | 34 | -2,3 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S042211 | FIS | APP | CR | forze agenti su uno studente seduto su un muro | X | 45,6 | 40,7 | 50,3 | 4,9 | 43,8 | 43,1 | 44,5 | 3,7 | 1,8 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S042135 | GEO | CON | CR | processi legati al ciclo dell'acqua | X | 70,4 | 68,2 | 72,4 | 6,9 | 52 | 53,3 | 50,6 | 9,4 | 18,4 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S042257 | GEO | CON | MC | cosa causa le fasi della Luna | B | 41,9 | 42,2 | 41,7 | 2,4 | 47,1 | 46,3 | 48 | 1,9 | -5,2 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S052003 | BIO | CON | MC | anelli di crescita annuali | B | 77,2 | 72,2 | 81,1 | 3,5 | 69,6 | 70 | 69,2 | 4,3 | 7,6 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S052071 | BIO | APP | MC | gli uccelli gonfiano le piume quando fa freddo | C | 48,0 | 47,5 | 48,5 | 1,9 | 45,9 | 45,1 | 46,6 | 1,6 | 2,1 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052246 | BIO | APP | MC | arti di organismi diversi | A | 60,0 | 59,5 | 60,4 | 2,0 | 42,1 | 41,2 | 43,1 | 2,1 | 17,9 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S052276 | BIO | CON | MC | buona fonte di calcio | D | 80,6 | 82,4 | 78,8 | 0,9 | 60,1 | 62,1 | 58,2 | 1,6 | 20,5 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S052303A | BIO | APP | MC | pozza: i pesci mangiano le larve di zanzara | B | 67,6 | 69,4 | 65,8 | 1,8 | 61,6 | 64,3 | 58,9 | 1,9 | 6,0 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052303B | BIO | RAG | CR | pozza: aggiungendo pesci | X | 44,7 | 47,7 | 41,9 | 2,6 | 37 | 38,3 | 35,8 | 3,2 | 7,7 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052125 | BIO | APP | MC | parti del corpo come sistemi di organi | D | 80,5 | 81,1 | 79,9 | 0,3 | 56,5 | 57,6 | 55,3 | 1,1 | 24,0 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S052145 | CHI | RAG | CR | stato dell'acqua, del mercurio, del ferro | X | 35,1 | 29,0 | 40,8 | 20,8 | 36,2 | 34,6 | 37,7 | 11,2 | -1,1 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052049 | CHI | APP | CR | separare il ferro dal rame | X | 15,5 | 18,7 | 12,5 | 11,1 | 15,4 | 16,6 | 14,3 | 7,2 | 0,1 | classificazione, composizione e struttura della materia | proprietà della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052063 | CHI | CON | MC | processi chimici che rilasciano energia | C | 60,6 | 57,7 | 63,5 | 2,6 | 46,9 | 46,4 | 47,3 | 2,5 | 13,7 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | Sì |
| S052192 | FIS | RAG | MC | specchio dietro uno schermo | A | 58,0 | 49,2 | 66,3 | 2,1 | 45,6 | 40,2 | 50,8 | 3,3 | 12,4 | comportamento e proprietà di luce e suono | luce e suono | 68,5 | 30,8 | 37,7 | No |
| S052232 | FIS | RAG | MC | campanello della bici di Rami | D | 54,2 | 52,0 | 56,3 | 1,6 | 40,1 | 39,6 | 40,7 | 2 | 14,1 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S052141 | FIS | APP | CR | pressione da blocchi di legno | X | 22,9 | 20,5 | 25,3 | 2,6 | 23,7 | 21,8 | 25,6 | 3,1 | -0,8 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052096 | GEO | CON | MC | fonti di energia non rinnovabili | A | 81,6 | 79,4 | 83,7 | 0,7 | 59,7 | 57,8 | 61,6 | 1,5 | 21,9 | risorse della Terra, loro uso e conservazione | risorse della Terra, loro uso e conservazione | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S052116 | GEO | RAG | CR | vantaggi delle radici lunghe nel suolo | X | 37,4 | 37,1 | 37,7 | 22,1 | 30,2 | 28,8 | 31,6 | 21 | 7,2 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì |
| S052110 | GEO | APP | CR | peso sulla Luna minore che sulla Terra | X | 24,7 | 21,5 | 27,8 | 1,5 | 22,5 | 18,6 | 26,3 | 2,2 | 2,2 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S042042 | BIO | CON | MC | quale organismo è produttore | A | 77,5 | 77,5 | 77,6 | 2,1 | 71,9 | 71,6 | 72,1 | 1,9 | 5,6 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S042030 | BIO | APP | CR | che tipo di riproduzione | X | 30,2 | 31,0 | 29,3 | 6,1 | 20,6 | 21,5 | 19,7 | 4,5 | 9,6 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S042003 | BIO | APP | MC | scambi di O2/CO2 attraverso la pelle in animali | B | 47,9 | 47,0 | 48,8 | 4,3 | 48,2 | 47 | 49,3 | 2,8 | -0,3 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | No |
| S042110 | CHI | APP | MC | quali chiodi arruginiscono di più | D | 76,3 | 74,7 | 77,9 | 1,3 | 70,2 | 69,6 | 70,8 | 1,2 | 6,1 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | Sì |
| S042222A | BIO | APP | CR | fase del ciclo vitale in cui le farfalle monarca crescono | X | 9,9 | 6,9 | 12,7 | 16,3 | 17,3 | 17,6 | 17 | 19,1 | -7,4 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S042222B | BIO | APP | CR | fase del ciclo vitale in cui le farfalle monarca si sviluppano | X | 25,2 | 24,3 | 26,1 | 23,8 | 24,7 | 26 | 23,5 | 24,2 | 0,5 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S042222C | BIO | APP | MC | vantaggi per la farfalla vicerè | B | 74,1 | 75,4 | 72,9 | 3,1 | 60,1 | 61,8 | 58,5 | 4,3 | 14,0 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S042065 | CHI | CON | MC | buoni conduttori di calore/elettricità | C | 76,1 | 73,9 | 78,4 | 0,7 | 78 | 75,4 | 80,5 | 1,1 | -1,9 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042280 | FIS | RAG | MC | velocità relativa del suono | D | 62,5 | 63,3 | 61,8 | 3,7 | 50,4 | 50,4 | 50,4 | 2,7 | 12,1 | comportamento e proprietà di luce e suono | luce e suono | 68,5 | 30,8 | 37,7 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S042088 | CHI | APP | CR | quale soluzione è più diluita | X | 56,5 | 63,7 | 49,3 | 4,5 | 48,1 | 52,6 | 43,6 | 4,1 | 8,4 | soluzioni | proprietà della materia | 10,9 | 18,0 | -7,1 | Sì |
| S042218 | FIS | APP | MC | perché un pallone pieno d'elio sale | B | 45,3 | 43,7 | 46,8 | 1,1 | 46,8 | 43,9 | 49,5 | 2 | -1,5 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S042104 | CHI | RAG | CR | equilibrio dopo che HCl e NaOH si mischiano | X | 18,5 | 20,0 | 16,9 | 4,3 | 22,6 | 24,2 | 20,9 | 5,5 | -4,1 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | Sì |
| S042064 | CHI | APP | CR | perché l'olio galleggia sull'acqua | X | 14,5 | 12,1 | 16,9 | 10,9 | 29 | 27,9 | 30 | 11,7 | -14,5 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042273 | FIS | APP | CR | vedere il lampo e sentire il tuono | X | 41,1 | 34,3 | 47,9 | 15,9 | 41,1 | 38,2 | 43,9 | 18,2 | 0,0 | comportamento e proprietà di luce e suono | luce e suono | 68,5 | 30,8 | 37,7 | Sì |
| S042301 | GEO | CON | CR | cosa causa un terremoto | X | 41,6 | 39,4 | 43,7 | 7,6 | 50,9 | 50,8 | 51 | 13,1 | -9,3 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S042312 | GEO | CON | MC | conseguenze della rotazione della Terra | C | 71,4 | 71,1 | 71,6 | 2,1 | 64,3 | 63,6 | 64,8 | 1,5 | 7,1 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S042217 | GEO | CON | MC | ombra di un albero in un giorno di sole | B | 44,6 | 38,6 | 50,4 | 2,0 | 44,3 | 39,6 | 48,9 | 2,1 | 0,3 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S042406 | GEO | APP | CR | direzione in cui scorrono i fiumi | X | 35,5 | 30,4 | 40,5 | 9,5 | 30,5 | 27,8 | 33,2 | 14,2 | 5,0 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S052090A | BIO | CON | MC | influenza: cause | A | 71,7 | 69,9 | 73,4 | 0,9 | 72,6 | 73,2 | 71,9 | 1,6 | -2,7 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S052090B | BIO | CON | CR | influenza: come si diffonde | X | 11,3 | 11,3 | 11,3 | 14,5 | 15,6 | 16,7 | 14,5 | 17,1 | -4,3 | salute umana e importanza di dieta ed esercizio nel mantenerla | salute umana | 5,4 | 39,8 | -34,4 | Sì |
| S052262 | BIO | APP | MC | bicipiti e tricipiti | A | 60,8 | 60,2 | 61,4 | 0,5 | 47,7 | 46,5 | 48,9 | 1,9 | 13,1 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052267 | BIO | CON | MC | caratteristiche acquisite | C | 31,1 | 29,1 | 33,0 | 11,9 | 44,4 | 46,7 | 42,2 | 3 | -13,3 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì |
| S052273 | BIO | RAG | CR | le inondazioni portano a carenze e malattie | X | 8,3 | 9,8 | 7,0 | 31,9 | 17,8 | 19,5 | 16 | 20,3 | -9,5 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052015A | CHI | APP | CR | simboli degli elementi | X | 83,0 | 81,6 | 84,3 | 9,5 | 73,9 | 76 | 71,9 | 17,5 | 9,1 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052015B | CHI | APP | | simboli degli elementi | | 77,5 | 76,2 | 78,8 | 11,3 | 69,5 | 72,1 | 67 | 18,5 | 8,0 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052015C | CHI | APP | | simboli degli elementi | | 81,0 | 80,1 | 81,9 | 9,4 | 71,6 | 74,3 | 69 | 17 | 9,4 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052015D | CHI | APP | | simboli degli elementi | | 78,6 | 77,5 | 79,6 | 11,1 | 68,4 | 70,7 | 66,2 | 18,5 | 10,2 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052015E | CHI | APP | | simboli degli elementi | | 76,7 | 73,4 | 79,9 | 10,4 | 68,1 | 70,6 | 65,6 | 18,8 | 8,6 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052015F | CHI | APP | | simboli degli elementi | | 73,8 | 72,7 | 74,8 | 10,1 | 66,5 | 68,9 | 64,1 | 18,4 | 7,3 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052015Z | CHI | APP | | simboli degli elementi-DERIVATA | | 64,1 | 64,2 | 64,0 | 8,5 | 53,2 | 55,8 | 50,6 | 13,9 | 10,9 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S052051 | CHI | RAG | CR | un elemento è metallo o non metallo | X | 28,6 | 25,9 | 31,1 | 2,8 | 31,9 | 33,5 | 30,4 | 4,6 | -3,3 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052026 | CHI | CON | MC | esempio di cambiamento chimico | D | 50,3 | 49,3 | 51,2 | 2,9 | 60,7 | 63 | 58,3 | 1,9 | -10,4 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | -0,8 | Sì |
| S052130 | FIS | CON | MC | gas dentro una pallina da ping pong | D | 37,5 | 33,2 | 41,5 | 1,4 | 35,7 | 36,8 | 34,5 | 1,8 | 1,8 | stati fisici e cambiamenti della materia | stati fisici e cambiamenti della materia | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì |
| S052028 | FIS | APP | MC | elettromagnete che attrae chioi | A | 42,3 | 38,4 | 46,1 | 2,0 | 52,8 | 49 | 56,5 | 2,1 | -10,5 | elettricità, circuiti, proprietà e usi di magneti ed elettromagneti | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | 12,7 | Sì |
| S052189 | FIS | RAG | CR | pezzetto di vernice in provetta | X | 39,5 | 40,4 | 38,8 | 5,0 | 36,9 | 40,1 | 33,8 | 3,9 | 2,6 | energia, trasformazioni, calore e temperatura | energia, trasformazioni, calore e temperatura | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì |
| S052217 | FIS | APP | MC | pressione dell'acqua sui pesci | B | 47,1 | 43,8 | 50,3 | 3,3 | 45,7 | 44,1 | 47,1 | 2,3 | 1,4 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S052038 | GEO | CON | MC | energia per il ciclo dell'acqua | C | 47,3 | 45,6 | 48,9 | 1,5 | 40,8 | 41 | 40,7 | 1,4 | 6,5 | processi, cicli e storia della Terra | processi, cicli e storia della Terra | 35,2 | 33,9 | 1,3 | Sì |
| S052099 | GEO | APP | CR | gli alberi proteggono il suolo dall'erosione | X | 36,7 | 31,5 | 41,8 | 29,8 | 29,7 | 29,5 | 29,9 | 27,7 | 7,0 | risorse della Terra, loro uso e conservazione | risorse della Terra, loro uso e conservazione | 32,0 | 33,8 | -1,8 | Sì |
| S052118 | GEO | RAG | CR | claim che la luna gira intorno al sole | X | 25,7 | 23,2 | 28,1 | 1,6 | 18,9 | 18,2 | 19,5 | 1,6 | 6,8 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S042258 | BIO | APP | MC | funzioni che i polmoni, la pelle e i reni condividono | C | 66,1 | 63,3 | 68,7 | 1,3 | 38,1 | 38,3 | 37,9 | 2,2 | 28,0 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | Sì |
| S042005 | BIO | APP | CR | caratteristiche per classificare gli organismi | X | 48,7 | 53,8 | 43,9 | 8,2 | 35,6 | 38,3 | 33 | 8,7 | 13,1 | organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi | caratteristiche, classificazione e processi vitali degli organismi | 0,6 | 21,0 | -20,4 | Sì |
| S042016 | BIO | CON | MC | organello che produce energia | A | 35,7 | 37,5 | 34,0 | 2,2 | 25,9 | 25,9 | 25,8 | 2,7 | 9,8 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S042300A | BIO | APP | CR | scambio di O2/CO2: animali | X | 45,6 | 44,2 | 46,8 | 4,9 | 47,3 | 46,8 | 47,7 | 7 | -1,7 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S042300B | BIO | APP | CR | scambio di O2/CO2: piante | X | 15,8 | 17,0 | 14,6 | 4,9 | 19,7 | 21 | 18,4 | 7,2 | -3,9 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S042300C | BIO | APP | CR | scambio di O2/CO2: fotosintesi | X | 43,5 | 40,8 | 46,0 | 5,8 | 43,5 | 43,8 | 43,1 | 8 | 0,0 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S042319 | BIO | RAG | CR | progettare un esperimento sulla crescita delle piante | X | 12,7 | 13,4 | 12,0 | 36,3 | 24,1 | 26,9 | 21,3 | 22,9 | -11,4 | riproduzione (sessuata e asessuata) ed ereditarietà | cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà | 21,4 | 40,3 | -18,9 | No |
| S042068 | CHI | CON | MC | quale è un miscuglio | A | 25,1 | 25,1 | 25,1 | 1,6 | 36,4 | 37,7 | 35,1 | 2,2 | -11,3 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |
| S042216 | FIS | APP | MC | studente che legge un libro | D | 44,2 | 43,5 | 44,8 | 0,8 | 55,9 | 58 | 53,9 | 1,2 | -11,7 | comportamento e proprietà di luce e suono | luce e suono | 68,5 | 30,8 | 37,7 | Sì |
| S042249 | FIS | CON | MC | esempio di una leva | B | 81,1 | 82,8 | 79,4 | 1,0 | 45,6 | 45,5 | 45,7 | 2,7 | 35,5 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S042094 | CHI | APP | CR | perché le bottiglie di plastica si rompono | X | 37,2 | 38,4 | 36,0 | 8,9 | 31,3 | 31,3 | 31,2 | 11,7 | 5,9 | | proprietà della materia | | | | Sì |
| S042293A | FIS | CON | CR | forze che fanno cadere la palla | X | 60,7 | 57,2 | 64,1 | 22,0 | 59,9 | 59 | 60,8 | 18,4 | 0,8 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | Sì |
| S042293B | FIS | RAG | CR | palla che rimbalza e torna su | X | 7,2 | 5,5 | 8,8 | 1,9 | 10,4 | 10 | 10,9 | 3,1 | -3,2 | forze e moto | forze e moto | 16,0 | 23,8 | -7,8 | No |
| S042195 | FIS | APP | CR | che cos'è la resistenza in un circuito | X | 20,0 | 16,2 | 23,5 | 37,1 | 16,6 | 17 | 16,2 | 24,1 | 3,4 | elettricità, circuiti, proprietà e usi di magneti ed elettromagneti | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | 12,7 | Sì |
| S042400 | CHI | APP | CR | contenitore di metallo/legno per conservare il ghiaccio | X | 26,7 | 24,5 | 28,8 | 20,5 | 21,5 | 21,3 | 21,6 | 18,7 | 5,2 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S042164 | GEO | CON | MC | conseguenza dell'attrazione gravitazionale della Luna | B | 54,0 | 52,3 | 55,6 | 0,5 | 42,2 | 39,2 | 45,1 | 1,5 | 11,8 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S052006 | BIO | APP | CR | comportameto e sopravvivenza dei pinguini | X | 41,5 | 43,1 | 39,7 | 12,1 | 30,6 | 31,9 | 29,3 | 16,3 | 10,9 | ruolo della variazione nella sopravvivenza o estinzione delle specie | diversità e selezione naturale | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì |
| S052069 | BIO | CON | MC | organismi con la parete cellulare | C | 29,2 | 23,4 | 35,1 | 3,6 | 46,1 | 46,8 | 45,4 | 2,8 | -16,9 | cellule e loro funzioni | cellule e loro funzioni | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì |
| S052012 | BIO | CON | MC | come i decompositori ottengono energia | B | 62,0 | 56,5 | 67,7 | 1,4 | 49,2 | 47,4 | 51,1 | 2,4 | 12,8 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052021 | BIO | RAG | CR | organismi che competono con l'uomo | X | 18,1 | 14,6 | 21,8 | 11,3 | 33,2 | 31,2 | 35,2 | 7,6 | -15,1 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | No |
| S052095B | BIO | APP | CR | giardino in cui si da da mangiare agli uccelli | X | 79,9 | 80,8 | 79,0 | 2,7 | 71,8 | 73,1 | 70,5 | 10,4 | 8,1 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052095C | BIO | APP | | giardino in cui si da da mangiare agli uccelli | | 89,3 | 88,7 | 89,9 | 2,0 | 77,5 | 78,8 | 76,3 | 7,6 | 11,8 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052095D | BIO | APP | | giardino in cui si da da mangiare agli uccelli | | 83,4 | 83,3 | 83,5 | 2,9 | 68 | 68,6 | 67,4 | 10,9 | 15,4 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052095Z | BIO | APP | | giardino in cui si da da mangiare agli uccelli | | 69,7 | 69,4 | 69,9 | 1,8 | 54,2 | 54,2 | 54,1 | 6,1 | 15,5 | interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema | ecosistemi | 21,9 | 22,8 | -0,9 | Sì |
| S052134 | CHI | CON | MC | numero di atomi in NaOH | B | 28,9 | 28,3 | 29,5 | 8,2 | 35 | 34,6 | 35,4 | 4,1 | -6,1 | classificazione, composizione e struttura della materia | classificazione e composizione della materia | 4,8 | 13,5 | -8,7 | Sì |

| | | | | | | medie Italiane | | | | medie internazionali | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette INT | % girls INT | % boys INT | % omesse INT | % corrette ITA – INT | argomento generale (questionario insegnante) | argomento generale (quadro di riferimento e classificazione quesiti) | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA |
| S052054 | CHI | APP | CR | perché la soluzione 2 è più pallida della soluzione 1 | X | 66,5 | 68,3 | 64,7 | 12,2 | 60,9 | 65,1 | 56,7 | 12,7 | 5,6 | soluzioni | proprietà della materia | 10,9 | 18,0 | -7,1 | Sì |
| S052150 | CHI | CON | MC | qual è un cambiamento fisico | D | 40,9 | 38,8 | 43,0 | 0,9 | 34,5 | 33,7 | 35,6 | 1,7 | 6,4 | trasformazioni chimiche | trasformazioni chimiche | 26,4 | 27,2 | | Sì |
| S052243A | FIS | RAG | CR | modello di torcia elettrica: la lampadina non si accende | X | 35,1 | 31,0 | 39,4 | 25,9 | 41,5 | 40,2 | 42,7 | 19,8 | -6,4 | elettricità, circuiti, proprietà e usi di magneti ed elettromagneti | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | 12,7 | Sì |
| S052243B | FIS | APP | CR | modello di torcia elettrica: lampadine in parallelo | X | 43,7 | 45,4 | 41,9 | 7,6 | 38,5 | 40,2 | 36,7 | 4,7 | 5,2 | elettricità, circuiti, proprietà e usi di magneti ed elettromagneti | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | 12,7 | Sì |
| S052243C | FIS | RAG | MC | modello di torcia elettrica: confronto | C | 47,3 | 47,0 | 47,7 | 7,8 | 39,9 | 38,3 | 41,5 | 4,8 | 7,4 | elettricità, circuiti, proprietà e usi di magneti ed elettromagneti | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | 12,7 | Sì |
| S052206 | FIS | CON | MC | due barrette metalliche che si respingono | A | 51,9 | 47,6 | 56,5 | 2,8 | 49,3 | 47 | 51,6 | 2,1 | 2,6 | elettricità, circuiti, proprietà e usi di magneti ed elettromagneti | elettricità e magnetismo | 53,8 | 41,1 | 12,7 | Sì |
| S052112A | GEO | APP | CR | pianeti: lunghezza del dì più breve | X | 70,6 | 72,0 | 69,1 | 1,5 | 56,6 | 57,4 | 55,8 | 1,6 | 14,0 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S052112B | GEO | RAG | MC | pianeti: distanza dal sole | D | 31,5 | 29,9 | 33,5 | 33,7 | 25,5 | 26,1 | 25 | 29,6 | 6,0 | la Terra nel sistema solare e nell'universo | la Terra nel sistema solare e nell'universo | 30,6 | 36,6 | -6,0 | Sì |
| S052294 | GEO | CON | MC | temperatura fuori da un aeroplano | A | 77,8 | 77,0 | 78,6 | 1,0 | 59,9 | 59,4 | 60,4 | 1,1 | 17,9 | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | struttura e caratteristiche fisiche della Terra | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì |

# Allegato C: Dati relativi alle domande rilasciate selezionate per lo studio

ALLEGATO C (1/2)

| argomento generale | codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette ITA – INT | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA | n° fascicolo studenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cellule e loro funzioni | S01_01 (S032611) | BIO | CON | MC | scopo della respirazione cellulare | A | 42,3 | 41,4 | 43,2 | 2,8 | 7,0 | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì | 15 |
| | S03_04 (S042261) | BIO | CON | CR | funzioni vitali del paramecio | | 33,1 | 32,0 | 34,2 | 42,8 | 7,6 | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì | 10 |
| | S06_02 (S042017) | BIO | APP | MC | funzione della parte x della cellula | D | 42,9 | 36,7 | 48,7 | 2,3 | 6,7 | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì | 14 |
| | S06_04 (S042024) | BIO | CON | MC | processo della respirazione | B | 37,1 | 34,5 | 39,6 | 3,5 | -0,5 | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì | 11 |
| | S06_06 (S042022) | BIO | RAG | CR | concentrazione di CO2 e fotosintesi | | 27,5 | 29,5 | 25,6 | 8,2 | 27,5 | 0,0 | 10,1 | -10,1 | Sì | 4 |
| riproduzione ed ereditarietà | S01_02 (S032614) | BIO | APP | CR | numero di reni alla nascita | | 60,0 | 61,8 | 58,2 | 5,7 | 6,8 | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì | 5 |
| | S02_01 (S052093) | BIO | APP | MC | corredo genetico dei gemelli | C | 87,7 | 89,5 | 86,1 | 1,0 | 4,2 | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì | 6 |
| | S05_03A (S032530A) | BIO | CON | CR | condizioni per la germinazione | | 35,7 | 36,1 | 35,3 | 32,3 | -11,9 | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì | |
| | S05_03B (S032530B) | BIO | CON | | condizioni per la germinazione | | 26,1 | 27,4 | 25,0 | 38,7 | -13,1 | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì | |
| | S05_03Z (S032530Z) | BIO | CON | | condizioni per la germinazione-DERIVATA | | 10,3 | 11,5 | 9,2 | 31,7 | -10,3 | 21,4 | 40,3 | -18,9 | Sì | 19 |
| | S06_09 (S042297) | BIO | RAG | CR | investigazione di peperoni verdi/rossi | | 8,8 | 8,7 | 8,9 | 32,1 | -5,5 | 21,4 | 40,3 | -18,9 | No | 18 |
| diversità e selezione naturale | S01_03 (S032451) | BIO | APP | CR | chiocciole | | 55,6 | 52,4 | 58,7 | 16,7 | 10,7 | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì | 1 |
| | S02_02 (S052088) | BIO | APP | MC | strati di rocce con fossili | A | 73,4 | 72,0 | 74,7 | 1,1 | 9,2 | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì | 21 |
| | S03_02 (S042038) | BIO | CON | MC | dove sono comparsi i primi organismi sulla Terra | A | 86,1 | 84,9 | 87,2 | 0,4 | 39,7 | 36,3 | 37,0 | -0,7 | Sì | 2 |
| stati fisici e cambiamenti della materia | S03_07 (S042404) | FIS | APP | CR | liquido all'esterno di una caraffa | | 2,9 | 1,5 | 4,4 | 16,5 | -4,5 | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì | 12 |
| | S06_12A (S042173A) | FIS | APP | CR | cambiamento/staticità | | 70,1 | 72,6 | 67,7 | 3,9 | 4,4 | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì | |
| | S06_12B (S042173B) | FIS | APP | | cambiamento/staticità | | 40,4 | 39,1 | 41,7 | 3,8 | -3,3 | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì | |
| | S06_12C (S042173C) | FIS | APP | | cambiamento/staticità | | 71,1 | 69,5 | 72,7 | 4,2 | 9,4 | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì | |
| | S06_12D (S042173D) | FIS | APP | | cambiamento/staticità | | 59,5 | 58,7 | 60,3 | 3,9 | 6,1 | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì | |
| | S06_12E (S042173E) | FIS | APP | | cambiamento/staticità | | 60,3 | 60,7 | 60,0 | 3,6 | -5,3 | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì | |
| | S06_12Z (S042173Z) | FIS | APP | | cambiamento/staticità-DERIVATA | | 30,5 | 29,7 | 31,3 | 3,3 | -3,1 | 1,7 | 14,8 | -13,1 | Sì | 13 |

| argomento generale | codice | dominio | processo | formato | argomento specifico | chiave | % corrette ITA | % girls ITA | % boys ITA | % omesse ITA | % corrette ITA – INT | % non svolto ITA | % non svolto INT | % non svolto ITA – INT | TCMA | n° fascicolo studenti |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| energia, trasformazioni, calore e temperatura | S01_08 (S032238) | FIS | APP | MC | ampiezza degli spazi tra rotaie metalliche | A | 42,1 | 34,7 | 49,1 | 0,9 | 0,8 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì | 9 |
| | S01_14 (S032158) | FIS | CON | MC | molecole di gas riscaldate | B | 61,8 | 59,2 | 64,2 | 2,1 | 1,8 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì | 8 |
| | S02_11A (S052165A) | FIS | CON | CR | mulino ad acqua: energia dell'acqua in serbatoio | | 18,8 | 17,4 | 20,1 | 36,7 | 2,25 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | No | 20A |
| | S02_11B (S052165B) | FIS | CON | CR | mulino ad acqua: energia prima del mulino | | 33,7 | 27,6 | 38,7 | 36,6 | 9,85 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | No | 20B |
| | S02_11C (S052165C) | FIS | RAG | CR | mulino ad acqua: rotazione più rapida | | 22,9 | 16,2 | 28,4 | 40,4 | -4,2 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | No | 20C |
| | S03_10 (S042272) | FIS | CON | MC | molecole di liquido quando si raffredda | A | 55,8 | 50,4 | 61,0 | 0,8 | -1,8 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì | 16 |
| | S03_12A (S042238A) | FIS | CON | MC | posizione del termometro | C | 42,9 | 38,5 | 47,3 | 3,6 | 2,3 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì | 22A |
| | S03_12B (S042238B) | FIS | RAG | CR | una variabile tenuta costante | | 3,6 | 2,9 | 4,2 | 46,3 | -17,0 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | No | 22B |
| | S03_12C (S042238C) | FIS | RAG | CR | conclusione dal grafico | | 73,8 | 74,5 | 73,1 | 16,7 | 12,3 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì | 22C |
| | S05_08 (S032394) | FIS | APP | MC | conduzione del calore attraverso un'asta di rame | C | 48,4 | 46,5 | 50,0 | 0,8 | -3,5 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì | 17 |
| | S06_13 (S042407) | FIS | APP | CR | quale blocco di ghiaccio si scioglierà prima | | 27,7 | 23,8 | 31,4 | 2,9 | -7,5 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì | 25 |
| | S07_07 (S032024) | FIS | CON | MC | conversione di energia in una torcia elettrica | C | 38,8 | 33,6 | 43,5 | 1,0 | 3,9 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì | 26 |
| | S07_08 (S032272) | FIS | RAG | CR | livello dell'acqua in contenitore riscaldato | | 7,6 | 4,8 | 10,3 | 16,3 | -5,6 | 7,3 | 21,9 | -14,6 | Sì | 7 |
| luce e suono | S01_09 (S032369) | FIS | APP | CR | barattolo | | 16,8 | 15,2 | 18,2 | 32,3 | -5,2 | 68,5 | 30,8 | 37,7 | No | 31 |
| | S06_14 (S042278) | FIS | APP | CR | percorso della luce attraverso un periscopio | X | 34,0 | 33,3 | 34,8 | 10,5 | 3,5 | 68,5 | 30,8 | 37,7 | No | 27 |
| | S06_15 (S042274) | FIS | CON | MC | velocità della luce attraverso varie sostanze | D | 43,9 | 39,8 | 47,8 | 1,2 | 10,9 | 68,5 | 30,8 | 37,7 | Sì | 28 |
| struttura e caratteristiche fisiche della Terra | S05_10A (S032651A) | GEO | APP | CR | mappe topografiche: identificare un punto | X | 54,0 | 44,8 | 62,2 | 20,1 | 15,5 | 17,5 | 29,7 | -12,2 | Sì | 3A |
| | S05_10B (S032651B) | GEO | RAG | CR | mappe topografiche: percorso di un fiume | X | 21,0 | 19,5 | 22,4 | 28,0 | 2,2 | 17,5 | 29,7 | -12,2 | No | 3B |
| | S07_12A (S032650A) | GEO | APP | CR | cambiamenti in alta quota | X | 52,7 | 48,0 | 57,2 | 24,3 | -0,3 | 17,5 | 29,7 | -12,2 | No | |
| | S07_12B (S032650B) | GEO | APP | | cambiamenti in alta quota | | 43,8 | 41,3 | 46,2 | 32,6 | 3,4 | 17,5 | 29,7 | -12,2 | No | |
| | S07_12Z (S032650Z) | GEO | APP | | cambiamenti in alta quota-DERIVATA | | 30,1 | 24,9 | 34,9 | 24,0 | -2,6 | 17,5 | 29,7 | -12,2 | No | 29 |
| risorse naturali, loro uso e conservazione | S01_13 (S032510) | GEO | CON | MC | rifiuti che si decompongono prima | D | 72,2 | 69,9 | 74,4 | 0,5 | 4,0 | 32,0 | 33,8 | -12,2 | Sì | 23 |
| | S02_14 (S052106) | GEO | APP | CR | vantaggi del terrazzamento | X | 38,3 | 43,9 | 33,6 | 19,3 | 12,7 | 32,0 | 33,8 | -1,8 | Sì | 24 |
| | S07_11 (S032463) | GEO | CON | MC | cambiamenti del suolo per cause naturali | D | 66,5 | 70,7 | 62,5 | 1,2 | 11,3 | 32,0 | 33,8 | 1,3 | Sì | 30 |

# Allegato D: Questionario insegnante usato

# nel focus group

Etichetta identificativa

# TIMSS 2011

# Questionario insegnante

## Matematica e Scienze

## Scuola secondaria di I grado classe terza

INVALSI – Istituto nazionale per la valutazione del sistema educativo di istruzione e formazione

Via Borromini, 5 – Villa Falconieri
00044 Frascati (RM)

TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education, Boston College

© IEA, 2011

## Informazioni generali

**1**

**Complessivamente, alla fine del corrente anno scolastico, per quanti anni avrà insegnato?**

_____ anni

*Numero di anni di insegnamento (**arrotondare** al numero intero più vicino).*

**2**

**Sesso**

*Segnare **un solo** cerchietto.*

Femmina --- ◯

Maschio --- ◯

**3**

**Età**

*Segnare **un solo** cerchietto.*

Meno di 25 anni --- ◯

25–29 --- ◯

30–39 --- ◯

40–49 --- ◯

50–59 --- ◯

60 anni o più --- ◯

**4**

**Qual è il titolo di studio <u>più elevato</u> che ha conseguito?**

*Segnare **un solo** cerchietto.*

Diploma di scuola superiore (scuola secondaria di 2° grado) --- ◯

Qualifica regionale professionale di 2° livello --- ◯

Diploma di Accademia delle belle arti, Accademia di arti drammatiche, Istituto Superiore di Design, Conservatorio (specializzazione) --- ◯

Laurea --- ◯

Titolo di studio superiore alla Laurea (dottorato di ricerca, scuola di specializzazione o corso di perfezionamento, master dopo la Laurea) -- ◯

**5**

**Se ha proseguito gli studi dopo il diploma di scuola secondaria superiore, verso quale area (o aree) di studio <u>principale</u> si è indirizzato/a?**

*Segnare **un** cerchietto per ogni riga.*

| | Sì | No |
|---|---|---|
| a) Matematica | ◯ | ◯ |
| b) Biologia | ◯ | ◯ |
| c) Fisica | ◯ | ◯ |
| d) Chimica | ◯ | ◯ |
| e) Scienze della Terra | ◯ | ◯ |
| i) Altro | ◯ | ◯ |

## Argomenti insegnati in scienze

**Le domande 36–37 riguardano gli argomenti e i contenuti affrontati durante l'insegnamento delle scienze agli studenti della terza secondaria di I grado della classe TIMSS.**

### 36

**Il seguente elenco comprende gli argomenti principali affrontati dalle prove di scienze TIMSS. Indichi, segnando le risposte appropriate, quando è stato insegnato ciascuno dei seguenti argomenti agli studenti di questa classe. Se un argomento è stato insegnato in un anno precedente alla terza secondaria di I grado, indichi "Insegnato soprattutto in un anno precedente". Se un argomento è stato insegnato durante la prima metà dell'anno scolastico, ma non è stato ancora completato, indichi "Insegnato soprattutto quest'anno". Se un argomento non è presente nel curricolo, indichi "Non ancora insegnato o appena introdotto".**

*Segnare **un** cerchietto per ogni riga.*

| | Insegnato soprattutto in un anno precedente | Insegnato soprattutto quest'anno | Non ancora insegnato o appena introdotto |
|---|---|---|---|
| **A. Biologia** | | | |
| a) Organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi (struttura/funzione, processi vitali che mantengono stabili le condizioni corporee) | ○ | ○ | ○ |
| b) Cellule e loro funzioni, comprese la respirazione e la fotosintesi come processi cellulari | ○ | ○ | ○ |
| c) Riproduzione (sessuata ed asessuata) ed ereditarietà (trasmissione di tratti, caratteristiche ereditate rispetto a quelle acquisite/apprese) | ○ | ○ | ○ |
| d) Ruolo della variazione e dell'adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie in un ambiente che cambia | ○ | ○ | ○ |
| e) Interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema (ad es.: flusso di energia, reti alimentari, competizione tra animali, relazione preda/predatore) ed effetti dei cambiamenti sull'ambiente fisico della popolazione (ad es.: clima, riserva idrica) | ○ | ○ | ○ |
| f) Motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo (ad es.: progresso della medicina, norme igieniche) e gli effetti della crescita della popolazione sull'ambiente | ○ | ○ | ○ |
| g) Salute umana (cause di malattie infettive, metodi di trasmissione dell'infezione, prevenzione, immunità) e importanza della dieta e dell'esercizio fisico per mantenere la salute | ○ | ○ | ○ |
| **B. Chimica** | | | |
| a) Classificazione, composizione e struttura delle particelle della materia (elementi, composti, miscele, molecole, atomi, protoni, neutroni, elettroni) | ○ | ○ | ○ |
| b) Soluzioni (solvente, soluto, concentrazione/diluizione, effetto della temperatura sulla solubilità) | ○ | ○ | ○ |
| c) Proprietà e usi di acidi e basi comuni | ○ | ○ | ○ |
| d) Trasformazioni chimiche (trasformazioni di reagenti, prova della trasformazione chimica, conservazione della materia, comuni reazioni di ossidazione: combustione, arrugginimento, opacizzazione) | ○ | ○ | ○ |

## 36

**Il seguente elenco comprende gli argomenti principali affrontati dalle prove di scienze TIMSS. Indichi, segnando le risposte appropriate, quando è stato insegnato ciascuno dei seguenti argomenti agli studenti della classe TIMSS. Se un argomento è stato insegnato in un anno precedente alla terza secondaria di I grado, indichi "Insegnato soprattutto in un anno precedente". Se un argomento è stato insegnato durante la prima metà dell'anno scolastico, ma non è stato ancora completato, indichi "Insegnato soprattutto quest'anno". Se un argomento non è presente nel curricolo, indichi "Non ancora insegnato o appena introdotto".**

*Segnare **un** cerchietto per ogni riga.*

| | Insegnato soprattutto in un anno precedente | Insegnato soprattutto quest'anno | Non ancora insegnato o appena introdotto |
|---|---|---|---|
| **C. Fisica** | | | |
| a) Stati fisici e cambiamenti della materia (spiegazioni di proprietà in termini di movimento/distanza tra le particelle; cambiamento di fase, espansione termica e cambiamento del volume e/o della pressione) | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Tipi di energia, trasformazioni, calore e temperatura | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Proprietà fondamentali/comportamento della luce (riflessione, rifrazione, luce e colore, percorsi semplici dei raggi) e del suono (trasmissione attraverso un mezzo, intensità, tono, ampiezza, frequenza, velocità relativa della luce e del suono) | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) Circuiti elettrici (flusso della corrente, tipi di circuiti: parallelo/in serie; relazione tra tensione e corrente) e proprietà e usi dei magneti permanenti e degli elettromagneti | ◯ | ◯ | ◯ |
| e) Forze e moto (tipi di forze, descrizione generale del moto, effetti della densità e della pressione) | ◯ | ◯ | ◯ |
| **D. Scienze della Terra** | | | |
| a) Struttura e caratteristiche fisiche della Terra (crosta terrestre, mantello e nucleo; composizione e distribuzione relativa dell'acqua e composizione dell'aria) | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Processi, cicli e storia della Terra (ciclo delle rocce, ciclo dell'acqua, il tempo e la meteorologia, principali eventi geologici, formazione di fossili e combustibili fossili) | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Uso e conservazione delle risorse naturali della Terra (risorse rinnovabili/non rinnovabili, uso del suolo e delle risorse idriche da parte dell'uomo) | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) La Terra nel sistema solare e nell'Universo (fenomeni sulla Terra: giorno/notte, marea, fasi lunari, eclissi, stagioni; caratteristiche fisiche della Terra rispetto ad altri corpi celesti; il Sole come stella) | ◯ | ◯ | ◯ |

## 37

**Alla fine di quest'anno scolastico, quale percentuale di tempo avrà dedicato approssimativamente all'insegnamento di ognuno dei seguenti contenuti di scienze per gli studenti di questa classe?**

*Scrivere la percentuale per ognuno di loro.*

a) Biologia (ad es.: struttura/funzione; processi vitali, riproduzione/ereditarietà, selezione naturale, ecosistemi, salute dell'uomo) ---------- _____%

b) Chimica (ad es.: classificazione, composizione e proprietà della materia; trasformazioni chimiche) ---------- _____%

c) Fisica (ad es.: stati fisici e trasformazioni nella materia; energia; luce; suono; elettricità e magnetismo; forze e moto) ---------- _____%

d) Scienze della Terra (ad es.: struttura della Terra; processi e risorse; il sistema solare e l'universo) ---------- _____%

e) Altro ---------- _____%

**Totale = 100%**

## 43

**Quanto si sente preparato/a ad insegnare i seguenti argomenti di scienze?**
**Se uno dei seguenti argomenti non è presente nel curricolo di <u>terza secondaria di I grado</u>, metta una crocetta su "Non pertinente".**

*Segnare **un** cerchietto per ogni riga.*

| | Non pertinente | Molto preparato/a | Abbastanza preparato/a | Non ben preparato/a |
|---|---|---|---|---|
| **A. Biologia** | | | | |
| a) Organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi (struttura/funzione, processi vitali che mantengono stabili le condizioni corporee) | ○ | ○ | ○ | ○ |
| b) Cellule e loro funzioni, comprese la respirazione e la fotosintesi come processi cellulari | ○ | ○ | ○ | ○ |
| c) Riproduzione (sessuata ed asessuata) ed ereditarietà (trasmissione di tratti, caratteristiche ereditate rispetto a quelle acquisite/apprese) | ○ | ○ | ○ | ○ |
| d) Ruolo della variazione e dell'adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie in un ambiente che cambia | ○ | ○ | ○ | ○ |
| e) Interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema (ad es.: flusso di energia, reti alimentari, competizione tra animali, relazione preda/predatore) ed effetti dei cambiamenti sull'ambiente fisico della popolazione (ad es.: clima, riserva idrica) | ○ | ○ | ○ | ○ |
| f) Motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo( ad es.: progresso della medicina, norme igieniche) e gli effetti della crescita della popolazione sull'ambiente | ○ | ○ | ○ | ○ |
| g) Salute umana (cause di malattie infettive, metodi di trasmissione dell'infezione, prevenzione, immunità) e importanza della dieta e dell'esercizio fisico per mantenere la salute | ○ | ○ | ○ | ○ |
| **B. Chimica** | | | | |
| a) Classificazione, composizione e struttura delle particelle della materia (elementi, composti, miscele, molecole, atomi, protoni, neutroni, elettroni) | ○ | ○ | ○ | ○ |
| b) Soluzioni (solvente, soluto, concentrazione/diluizione, effetto della temperatura sulla solubilità) | ○ | ○ | ○ | ○ |
| c) Proprietà e usi di acidi e basi comuni | ○ | ○ | ○ | ○ |
| d) Trasformazioni chimiche (trasformazioni di reagenti, prova della trasformazione chimica, conservazione della materia, comuni reazioni di ossidazione: combustione, arrugginimento, opacizzazione) | ○ | ○ | ○ | ○ |

## 43

**Quanto si sente preparato/a ad insegnare i seguenti argomenti di scienze?**
**Se uno dei seguenti argomenti non è presente nel curricolo di terza secondaria di I grado, metta una crocetta su "Non pertinente".**

*Segnare* **un** *cerchietto per ogni riga.*

| | Non pertinente | Non ben preparato/a | Abbastanza preparato/a | Molto preparato/a |
|---|---|---|---|---|
| **C. Fisica** | | | | |
| a) Stati fisici e cambiamenti della materia (spiegazioni di proprietà in termini di movimento/distanza tra le particelle cambiamento di fase, espansione termica e cambiamento del volume e/o della pressione) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Tipi di energia, trasformazioni, calore e temperatura | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Proprietà fondamentali/comportamento della luce (riflessione, rifrazione, luce e colore, percorsi semplici dei raggi) e del suono (trasmissione attraverso un mezzo, intensità, tono, ampiezza, frequenza, velocità relativa della luce e del suono) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) Circuiti elettrici (flusso della corrente, tipi di circuiti: parallelo/in serie; relazione tra tensione e corrente) e proprietà e usi dei magneti permanenti e degli elettromagneti | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| e) Forze e moto (tipi di forze, descrizione generale del moto, effetti della densità e della pressione) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| **D. Scienze della Terra** | | | | |
| a) Struttura e caratteristiche fisiche della Terra (crosta terrestre, mantello e nucleo; composizione e distribuzione relativa dell'acqua e composizione dell'aria) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Processi, cicli e storia della Terra (ciclo delle rocce, ciclo dell'acqua, il tempo e la meteorologia, principali eventi geologici, formazione di fossili e combustibili fossili) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Uso e conservazione delle risorse naturali della Terra (risorse rinnovabili/non rinnovabili, uso del suolo e delle risorse idriche da parte dell'uomo) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) La Terra nel sistema solare e nell'Universo (fenomeni sulla Terra: giorno/notte, marea, fasi lunari, eclissi, stagioni; caratteristiche fisiche della Terra rispetto ad altri corpi celesti; il Sole come stella) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |

# Allegato E: Presentazione dei quesiti discussi nel focus group

S01_02

**25** I reni sono organi presenti nel corpo umano. Ad un uomo, da giovane è stato asportato uno dei due reni perché era malato. Ora ha un figlio.

Quanti reni ha suo figlio alla nascita? _____

Spiega la risposta che hai dato.

10 11 19
70 71 79
99

S032614

## Argomento A-c): Riproduzione ed ereditarietà

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 60,0 | 6,8 | 21,4 | -18,9 | Yes |
| media internazionale | 53,2 | | 40,3 | | |

1

S01_03

**26** Alcuni uccelli si nutrono di chiocciole. Una specie di chiocciola che vive nella foresta ha il guscio scuro. La stessa specie di chiocciola che vive in un campo ha il guscio chiaro. Spiega perché la differenza nei colori dei gusci aiuta le chiocciole a sopravvivere.

20 21 29
10 19
70 79
99

S032451

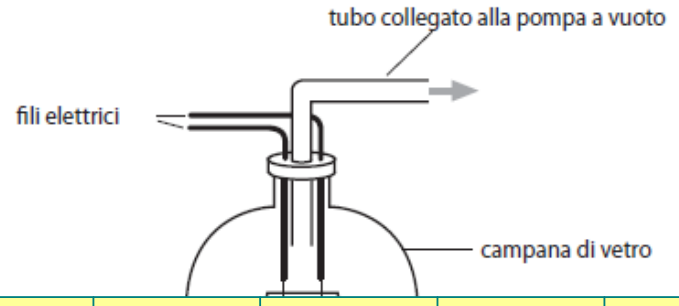
## Argomento A-d): Variazione e adattamento

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 55,6 | 10,7 | 36,3 | -0,7 | Yes |
| media internazionale | 44,8 | | 37,0 | | |

2

S01_09

## 32




| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 16,8 | -5,2 | 68,5 | 37,7 | No |
| media internazionale | 22,0 | | 30,8 | | |

La figura mostra un campanello elettrico all'interno di una campana di vetro. Il campanello elettrico viene attivato e si sente un suono squillante. L'aria viene quindi estratta dalla campana.

Che cosa accade al suono del campanello quando l'aria viene estratta dalla campana? Spiega la risposta che hai dato.

20 29
10 11 19
70 71 79
99

## Argomento C-c): Proprietà di luce e suono

S02_01

## 38

Nascono due gemelli: un maschio e una femmina.

Quale di queste affermazioni riguardo al loro patrimonio genetico è esatta?

Ⓐ Sia il maschio sia la femmina ereditano il materiale genetico solo dal padre.

Ⓑ Sia il maschio sia la femmina ereditano il materiale genetico solo dalla madre.

Ⓒ Sia il maschio sia la femmina ereditano il materiale genetico da entrambi i genitori.

Ⓓ Il maschio eredita il materiale genetico solo dal padre e la femmina eredita il materiale genetico solo dalla madre.

S052093

## Argomento A-c): Riproduzione ed ereditarietà

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 87,7 | 4,2 | 21,4 | -18,9 | Yes |
| media internazionale | 83,5 | | 40,3 | | |

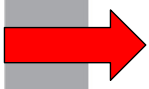
S02_02

**39** La figura che segue mostra strati geologici di roccia che contengono fossili. Lo strato F è lo strato più superficiale mentre lo strato A è lo strato più profondo.

## Argomento A-d): Variazione e adattamento

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 73,4 | 9,2 | 36,3 | -0,7 | Yes |
| media internazionale | 64,2 | | 37,0 | | |

Quale di queste affermazioni riguardo all'età dei fossili è più probabile che sia corretta?



Ⓐ I fossili nello Strato A sono i più antichi, perché si trovano nello strato più profondo.

Ⓑ I fossili nello Strato C sono i più recenti, perché hanno un aspetto simile a organismi che esistono ancora.

Ⓒ I fossili nello Strato D sono più antichi dei fossili nello Strato A, perché i fossili nello Strato D sono più grandi.

Ⓓ I fossili nello Strato E hanno la stessa età di quelli nello Strato F, perché hanno lo stesso aspetto.

S052088

S03_02

**34** Dove vivevano gli organismi alla loro prima apparizione sulla Terra?

Ⓐ Nell'acqua

Ⓑ Nell'aria

Ⓒ Sul terreno

Ⓓ Sottoterra

S042038

## Argomento A-d): Variazione e adattamento

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 86,1 | 39,7 | 36,3 | -0,7 | Yes |
| media internazionale | 46,4 | | 37,0 | | |

S03_07

**39**

Figura 1

Figura 2

Dell'acqua ghiacciata viene collocata in una brocca di vetro in una giornata calda (Figura 1).
Poco dopo, sull'esterno della brocca appare del liquido (Figura 2).

Quale processo causa l'apparizione del liquido all'esterno della brocca?
Descrivi il processo.

20
10 11
79
99

S042404

## Argomento C-a): Stati fisici e cambiamenti della materia

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 2,9 | -4,5 | 1,7 | -13,1 | Yes |
| media internazionale | 7,4 | | 14,8 | | |



S05_03

**29**

Molti semi possono germinare alla luce o al buio.
Indica due condizioni necessarie per la germinazione.

1.

10 11 12 19
70 71 79
99

2.

10 11 12 19
70 71 79
99

S032530

## Argomento A-c): Riproduzione ed ereditarietà

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 10,3 | -10,3 | 21,4 | -18,9 | Yes |
| media internazionale | 20,6 | | 40,3 | | |

S06_09

**46**

Chiara ed Emiliano stanno studiando le piante. Hanno imparato che caratteristiche come l'altezza delle piante e il colore dei frutti sono ereditarie.

Osservano alcuni peperoni verdi e rossi.

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 8,8 | -5,5 | 21,4 | -18,9 | No |
| media internazionale | 14,3 | | 40,3 | | |

Chiara pensa che siano tipi diversi di peperoni, perché hanno colori diversi.

Emiliano pensa che siano lo stesso tipo di peperone e che i peperoni rossi siano rossi perché sono stati lasciati sulla pianta più a lungo e sono maturati.

Descrivi come preparare un'indagine per decidere chi tra Chiara ed Emiliano ha ragione.

20 29
10 19
79
99

## Argomento A-c): Riproduzione ed ereditarietà

9

S06_12

**49**

Quando un liquido si trasforma in un gas, quali caratteristiche o proprietà cambiano e quali rimangono le stesse?

In ciascuna riga della tabella, metti una X nella colonna appropriata.

| | Cambia | Rimane uguale |
|---|---|---|
| Densità | X | |
| Massa | | X |
| Volume | X | |
| Dimensioni delle molecole | | X |
| Velocità delle molecole | X | |

S042173

10 79 99
10 79 99
10 79 99
10 79 99
10 79 99

## Argomento C-a): Stati fisici e cambiamenti della materia

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 30,5 | -3,1 | 1,7 | -13,1 | Yes |
| media internazionale | 33,6 | | 14,8 | | |

10

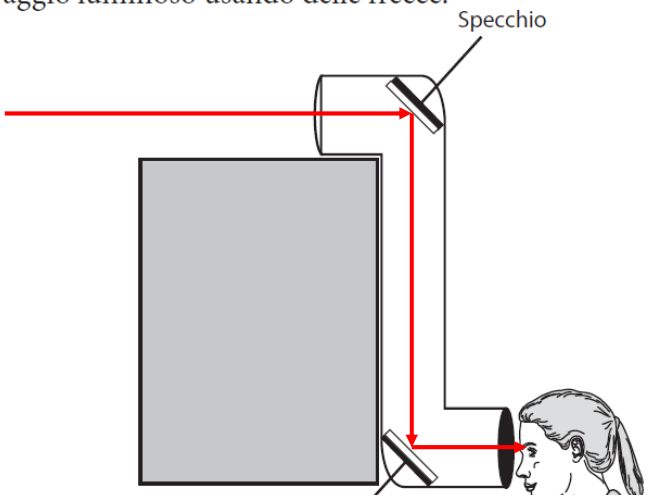
S06_14

10
70 71 79
99

**51**

La figura seguente mostra un periscopio. Maria lo sta usando per guardare oltre un muro.

Disegna il percorso di un raggio luminoso nel periscopio. Mostra la direzione del raggio luminoso usando delle frecce.




S042278

## Argomento C-c): Proprietà di luce e suono

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 34,0 | 3,5 | 68,5 | 37,7 | No |
| media internazionale | 30,5 | | 30,8 | | |



S06_15

**52**

Attraverso quale di questi mezzi la luce viaggia più veloce?

Ⓐ L'aria

Ⓑ Il vetro

Ⓒ L'acqua

Ⓓ Il vuoto

S042274

## Argomento C-c): Proprietà di luce e suono

| | % risposte corrette | Differenza % Italia-MI | % Argomento **non** svolto | Differenza % Italia-MI | Incluso secondo la TCMA? |
|---|---|---|---|---|---|
| Italia | 43,9 | 10,9 | 68,5 | 37,7 | No |
| media internazionale | 33,0 | | 30,8 | | |

# Allegato F: Fascicolo studenti (FS_0)

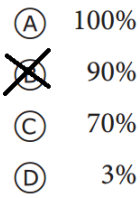
ISTRUZIONI

In questo fascicolo troverai **31 domande di scienze**.

Di queste molte hanno quattro possibili risposte (A, B, C, D), di cui solo una è quella giusta. Prima di ogni risposta c'è un cerchietto con dentro la lettera corrispondente. Per rispondere devi mettere una crocetta sulla lettera corrispondente alla risposta che ritieni giusta, come nell'esempio 1:

Esempio 1:

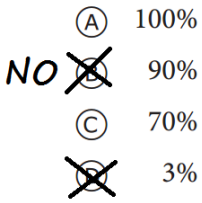
Quale dei seguenti valori si avvicina di più alla percentuale di "acqua dolce" (senza sali) presente sulla Terra?




Se ti accorgi di aver sbagliato, puoi correggere: devi scrivere **NO** accanto alla risposta sbagliata e mettere una crocetta sulla lettera corrispondente alla risposta che ritieni giusta, come nell'esempio 2:

Esempio 2:

Quale dei seguenti valori si avvicina di più alla percentuale di "acqua dolce" (senza sali) presente sulla Terra?




In alcuni casi le domande richiedono di scrivere la risposta con parole tue. In questo caso, dopo la domanda, troverai semplicemente uno spazio bianco in cui scrivere.

In alcune domande ti verrà chiesto prima di rispondere brevemente e poi di spiegare il motivo della tua risposta. In questo caso una risposta corretta senza spiegazione sarà considerata comunque sbagliata.

Qualche domanda ti chiederà più di una informazione (A, B, C). In questo caso ogni informazione sarà valutata singolarmente.

ALLA FINE DI OGNI DOMANDA, TI VERRÀ ANCHE CHIESTO **SE HAI MAI TRATTATO L'ARGOMENTO A SCUOLA** (ALLE ELEMENTARI O ALLE MEDIE). QUESTA INFORMAZIONE È PER NOI LA PIU' IMPORTANTE, QUINDI, PER FAVORE, **CERCA DI RISPONDERE SEMPRE**.

N°: _____ Classe: _____ Scuola: _____

Lo scorso anno scolastico (2013-2014) ho frequentato:

□ la 3° media □ il 1° superiore □ altro

**1**

Alcuni uccelli si nutrono di chiocciole. Una specie di chiocciola che vive nella foresta ha il guscio scuro. La stessa specie di chiocciola che vive in un campo ha il guscio chiaro. Spiega perché la differenza nei colori dei gusci aiuta le chiocciole a sopravvivere.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

**2**

Dove vivevano gli organismi alla loro prima apparizione sulla Terra?

Ⓐ Nell'acqua

Ⓑ Nell'aria

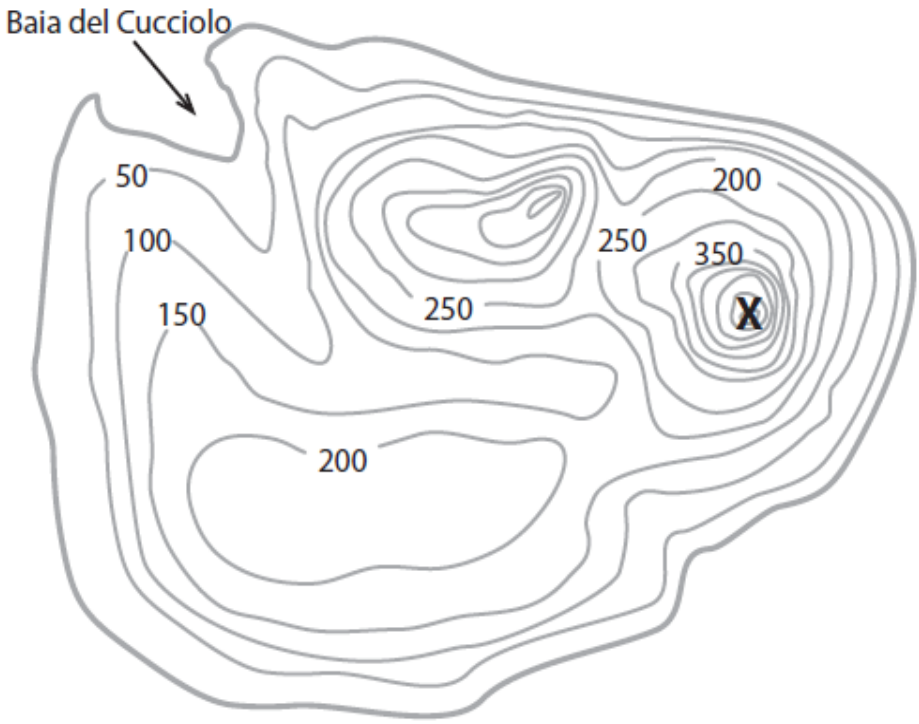
Ⓒ Sul terreno

Ⓓ Sottoterra

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

**3**

## Isola della Tigre




La figura riporta la carta topografica dell'Isola della Tigre. Le linee sulla carta indicano le curve di livello che congiungono i punti con la stessa altitudine. Le altitudini nella figura sono espresse in metri.

A. Quale caratteristica geografica ha il punto **X**? _____

B. Pensa alle sorgenti dei fiumi e a come i fiumi scorrono. Disegna il percorso di un fiume tra il punto **X** e la Baia del Cucciolo. Con una freccia, indica sulla carta la direzione in cui scorre il fiume.

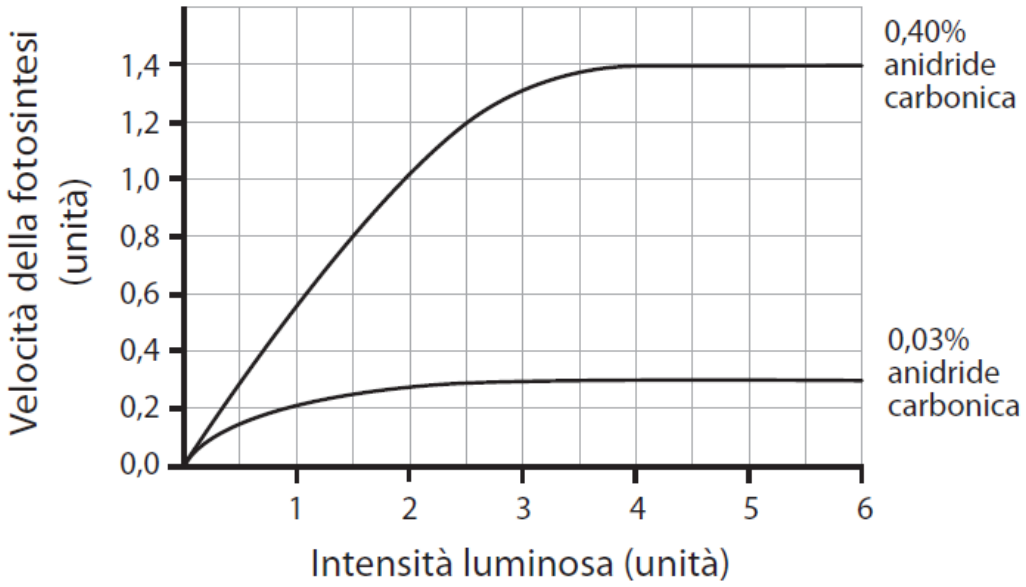
**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

**4**

Andrea sta indagando sugli effetti dell'intensità della luce e della concentrazione di diossido di carbonio (anidride carbonica) sulla velocità della fotosintesi.

Misura la velocità della fotosintesi con diverse intensità luminose per due piante identiche. Le piante sono collocate in contenitori chiusi. Un contenitore ha una concentrazione iniziale di anidride carbonica dello 0,40%. L'altro contenitore ha una concentrazione iniziale di anidride carbonica dello 0,03%.

Andrea fa il grafico dei risultati come mostrato di seguito.




Osserva il grafico.

Un aumento nella concentrazione di anidride carbonica influisce sulla velocità della fotosintesi?

(Segna una sola risposta)

☐ Si

☐ No

Spiega la risposta che hai dato.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** ☐ **Sì** ☐ **No**

## 5

I reni sono organi presenti nel corpo umano. Ad un uomo, da giovane è stato asportato uno dei due reni perché era malato. Ora ha un figlio.

Quanti reni ha suo figlio alla nascita? _____

Spiega la risposta che hai dato.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** ☐ **Sì** ☐ **No**

## 6

Nascono due gemelli: un maschio e una femmina.

Quale di queste affermazioni riguardo al loro patrimonio genetico è esatta?

Ⓐ Sia il maschio sia la femmina ereditano il materiale genetico solo dal padre.

Ⓑ Sia il maschio sia la femmina ereditano il materiale genetico solo dalla madre.

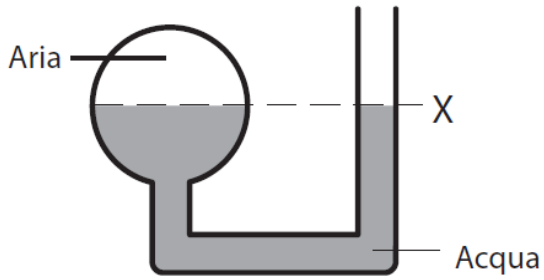
Ⓒ Sia il maschio sia la femmina ereditano il materiale genetico da entrambi i genitori.

Ⓓ Il maschio eredita il materiale genetico solo dal padre e la femmina eredita il materiale genetico solo dalla madre.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** ☐ **Sì** ☐ **No**

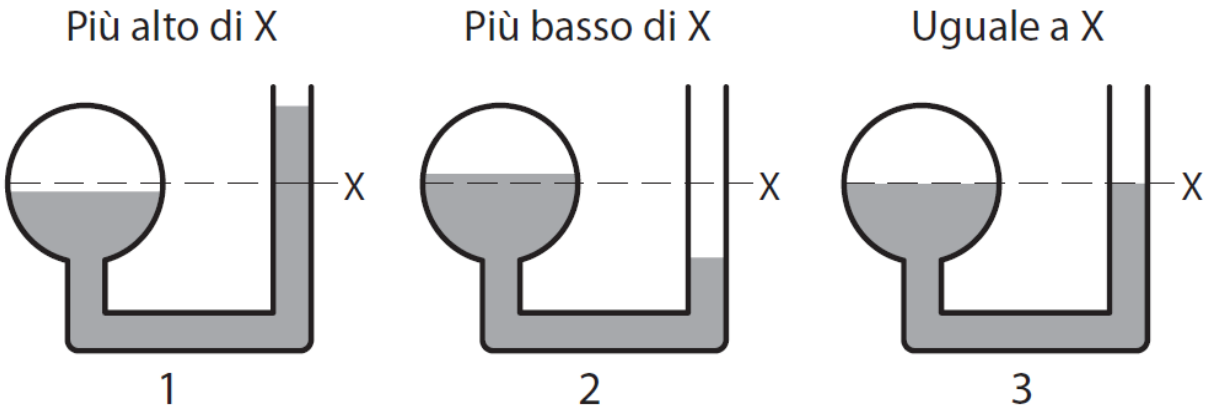
## 7

La figura mostra un tubo di vetro aperto a un'estremità e collegato a una sfera di vetro chiusa all'altra estremità. Lo strumento è riempito in parte d'acqua (vedi figura), per cui nella sfera, al di sopra dell'acqua, è presente l'aria. L'acqua nel tubo raggiunge il livello X.




L'aria nella sfera di vetro viene poi riscaldata con un asciugacapelli.

Quale sarà il livello dell'acqua nel tubo di vetro aperto dopo che la sfera viene riscaldata? (Segna 1, 2 o 3)




Spiega la risposta che hai dato.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

**8**

Un gas viene scaldato e la sua temperatura aumenta.
Che cosa accade alle molecole del gas?

Ⓐ Diventano più grandi.

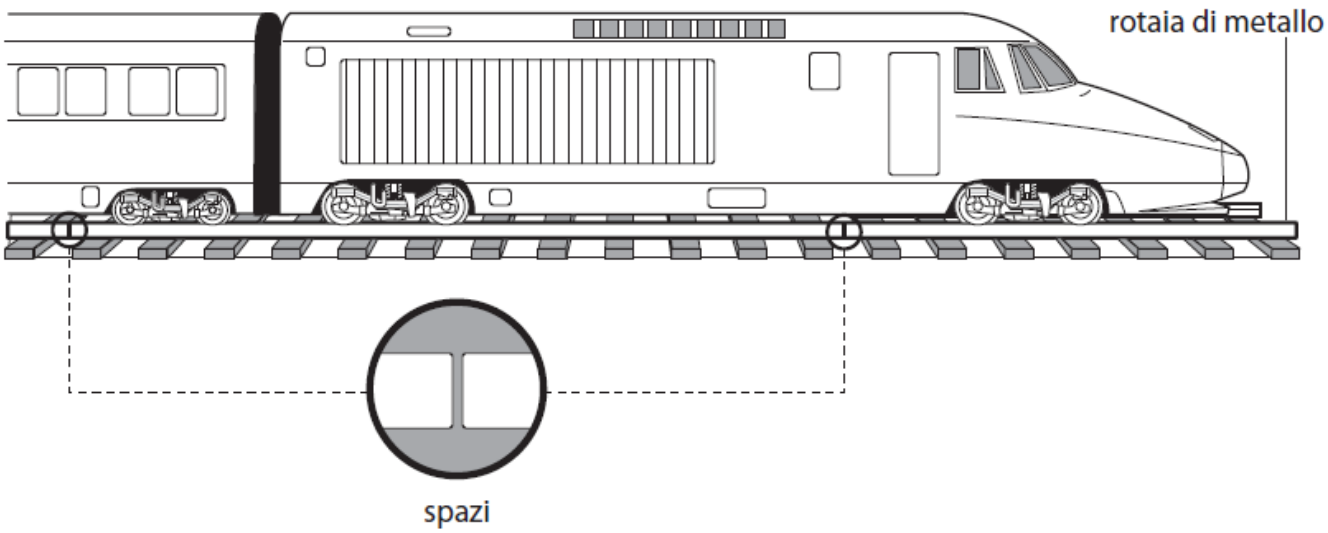
Ⓑ Si muovono più velocemente.

Ⓒ Si muovono più lentamente.

Ⓓ Diventano più numerose.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

**9**




Quale delle seguenti affermazioni spiega meglio perché alcuni binari della ferrovia sono costruiti lasciando degli spazi vuoti tra gli elementi costituenti la rotaia di metallo?

Ⓐ Per consentire ai binari di metallo di espandersi nelle giornate calde.

Ⓑ Per consentire ai binari di metallo di espandersi nelle giornate fredde.

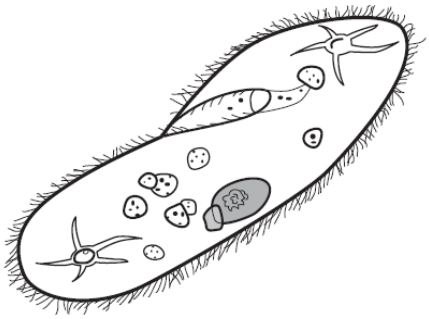
Ⓒ Per consentire il raffreddamento dei binari attraverso l'aria che passa negli spazi.

Ⓓ Per consentire la vibrazione dei binari con il passaggio del treno.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 10

La figura mostra un organismo unicellulare chiamato *Paramecio*.



Per sopravvivere, il *Paramecio* svolge alcune funzioni vitali, come assorbire sostanze nutrienti per produrre energia.

Indica un'altra funzione vitale che il *Paramecio* deve svolgere per sopravvivere.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 11

Quale equazione riassume il processo della respirazione?

Ⓐ Acqua + Diossido di carbonio (Anidride Carbonica)+ Energia → Zucchero + Ossigeno.

Ⓑ Ossigeno + Zucchero → Diossido di carbonio (Anidride Carbonica) + Acqua + Energia.

Ⓒ Diossido di carbonio (Anidride Carbonica) + Ossigeno + Acqua → Zucchero + Energia.

Ⓓ Zucchero + Diossido di carbonio (Anidride Carbonica) + Energia → Ossigeno + Acqua.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 12

Figura 1

Figura 2

Dell'acqua ghiacciata viene collocata in una brocca di vetro in una giornata calda (Figura 1).
Poco dopo, sull'esterno della brocca appare del liquido (Figura 2).

Quale processo causa l'apparizione del liquido all'esterno della brocca? Descrivi il processo.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 13

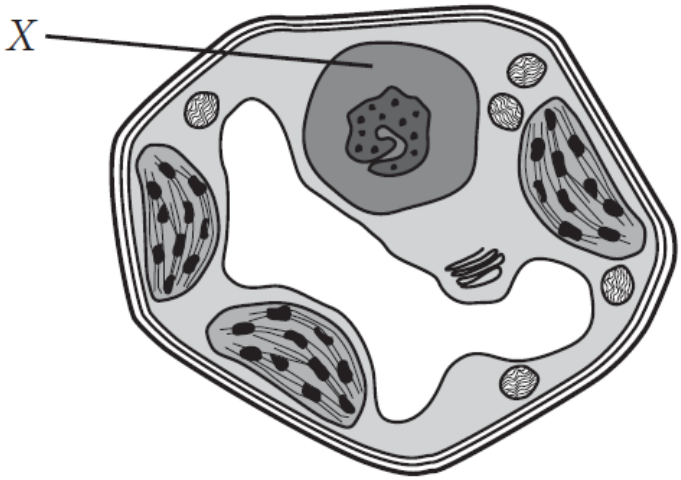
Quando un liquido si trasforma in un gas, quali caratteristiche o proprietà cambiano e quali rimangono le stesse?

In ciascuna riga della tabella, metti una X nella colonna appropriata.

| | **Cambia** | **Rimane uguale** |
|---|---|---|
| Densità | | |
| Massa | | |
| Volume | | |
| Dimensioni delle molecole | | |
| Velocità delle molecole | | |

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 14




La figura mostra la cellula di una pianta.

Qual è la funzione della parte della cellula indicata con *X*?

Ⓐ Immagazzina acqua.

Ⓑ Produce nutrimento.

Ⓒ Assorbe energia.

Ⓓ Controlla le attività.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 15

Quale delle seguenti affermazioni descrive meglio lo scopo della respirazione cellulare?

Ⓐ Fornire energia per le attività delle cellule.

Ⓑ Produrre zuccheri da accumulare nelle cellule.

Ⓒ Rilasciare ossigeno per la respirazione.

Ⓓ Fornire diossido di carbonio (anidride carbonica) per la fotosintesi.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 16

Che cosa accade alle molecole di un liquido quando il liquido si raffredda?

Ⓐ Rallentano.

Ⓑ Accelerano.

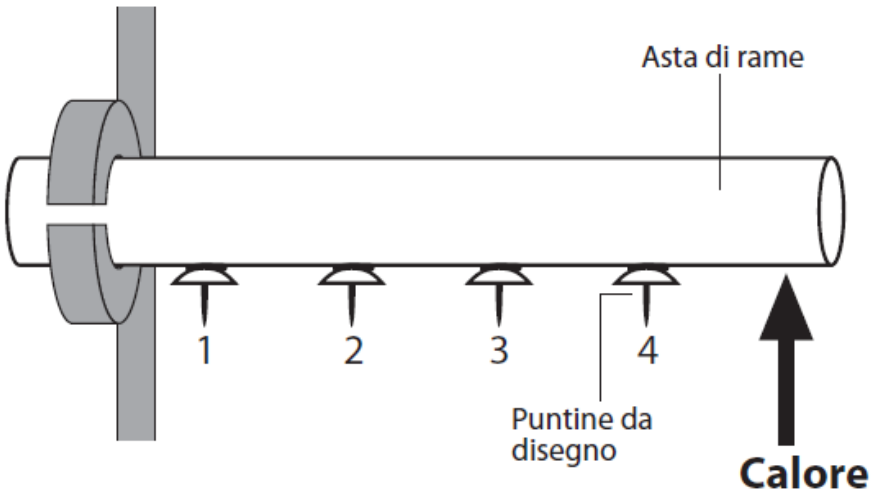
Ⓒ Diminuiscono di numero.

Ⓓ Si rimpiccioliscono.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** ☐ **Sì** ☐ **No**

## 17

Uno studente fissa quattro puntine da disegno a un'asta di rame usando la cera per candele, come mostrato in figura. L'asta viene poi scaldata a un'estremità e le puntine cadono nell'ordine 4, 3, 2, 1.




A causa di quale processo il calore raggiunge le puntine?

Ⓐ L'espansione

Ⓑ La radiazione

Ⓒ La conduzione

Ⓓ La convezione

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** ☐ **Sì** ☐ **No**

## 18

Chiara ed Emiliano stanno studiando le piante. Hanno imparato che caratteristiche come l'altezza delle piante e il colore dei frutti sono ereditarie.

Osservano alcuni peperoni verdi e rossi.

Peperoni verdi

Peperoni rossi

Chiara pensa che siano tipi diversi di peperoni, perché hanno colori diversi.

Emiliano pensa che siano lo stesso tipo di peperone e che i peperoni rossi siano rossi perché sono stati lasciati sulla pianta più a lungo e sono maturati.

Descrivi come preparare un'indagine per decidere chi tra Chiara ed Emiliano ha ragione.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 19

Molti semi possono germinare alla luce o al buio.
Indica due condizioni necessarie per la germinazione.

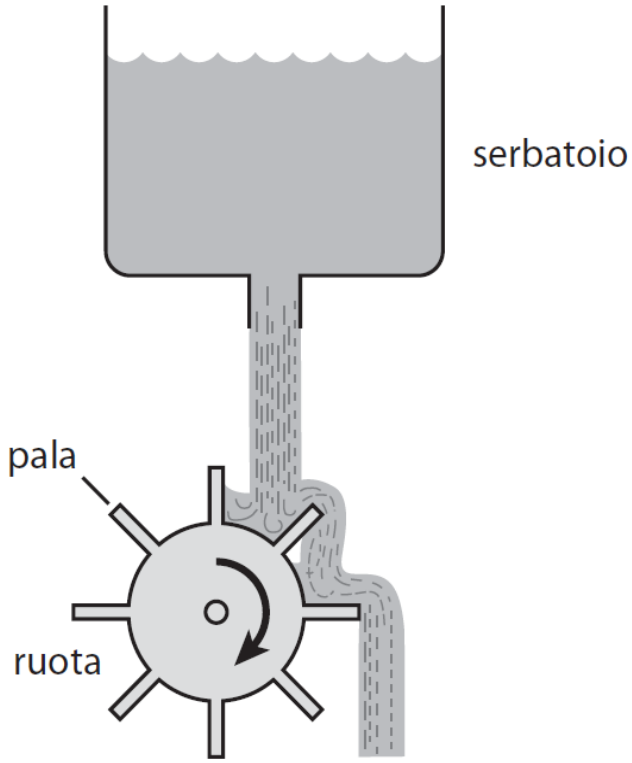
1.

2.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 20

La figura mostra dell'acqua che scorre da un serbatoio e fa girare una ruota.




**20.A** Che tipo di energia possiede l'acqua quando si trova nel serbatoio?

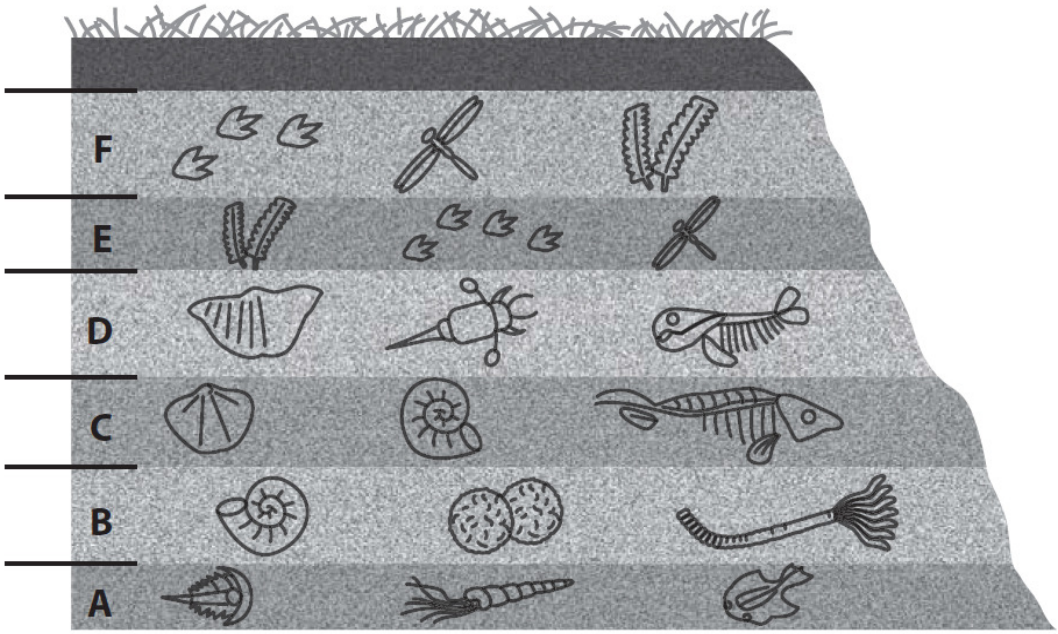
**20.B** Che tipo di energia possiede l'acqua subito prima di colpire la ruota?

**20.C** Scrivi un cambiamento al sistema che può far girare più velocemente la ruota.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

**21**

La figura che segue mostra strati geologici di roccia che contengono fossili. Lo strato F è lo strato più superficiale mentre lo strato A è lo strato più profondo.




Quale di queste affermazioni riguardo all'età dei fossili è più probabile che sia corretta?

Ⓐ I fossili nello Strato A sono i più antichi, perché si trovano nello strato più profondo.

Ⓑ I fossili nello Strato C sono i più recenti, perché hanno un aspetto simile a organismi che esistono ancora.

Ⓒ I fossili nello Strato D sono più antichi dei fossili nello Strato A, perché i fossili nello Strato D sono più grandi.

Ⓓ I fossili nello Strato E hanno la stessa età di quelli nello Strato F, perché hanno lo stesso aspetto.

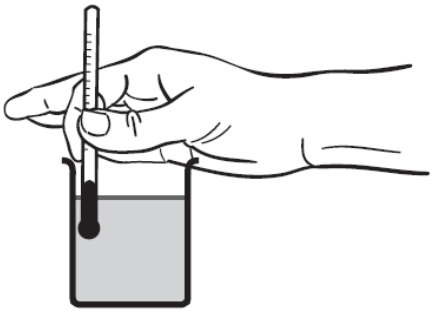
**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

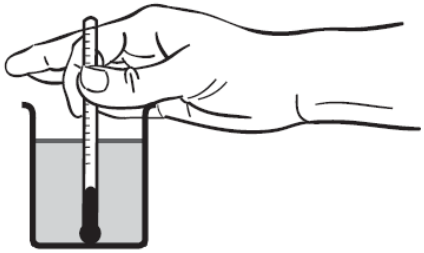
## 22

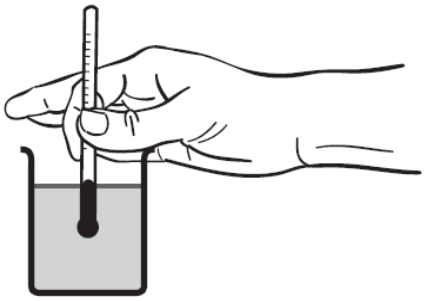
Normalmente, nel laboratorio di scienze sono disponibili due fonti di calore: un fornello elettrico e un becco Bunsen. Giacomo ha progettato un'indagine per verificare quale fonte riscalda più in fretta l'acqua.

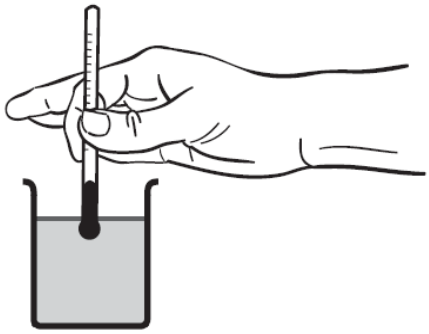
Ha versato 200 ml d'acqua in ognuno di due recipienti identici e ha registrato la temperatura iniziale dell'acqua in ogni recipiente.

**22.A** Dove deve collocare il termometro Giacomo per prendere le misure con precisione durante l'indagine?

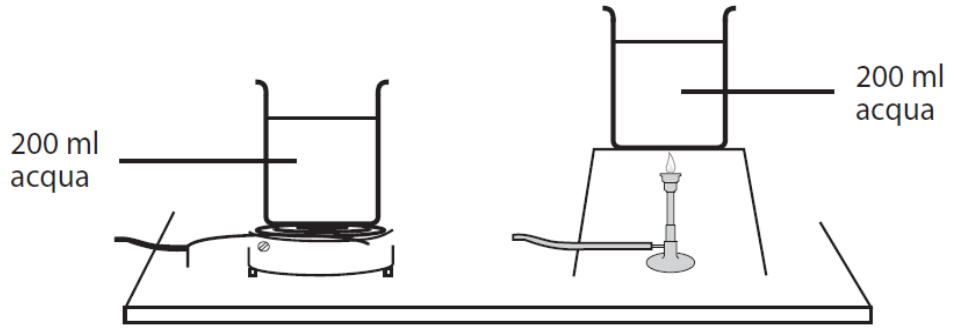
Ⓐ 

Ⓑ 

Ⓒ 

Ⓓ 

Poi, Giacomo ha collocato un recipiente su un fornello e l'altro su un becco Bunsen, come mostrato di seguito.

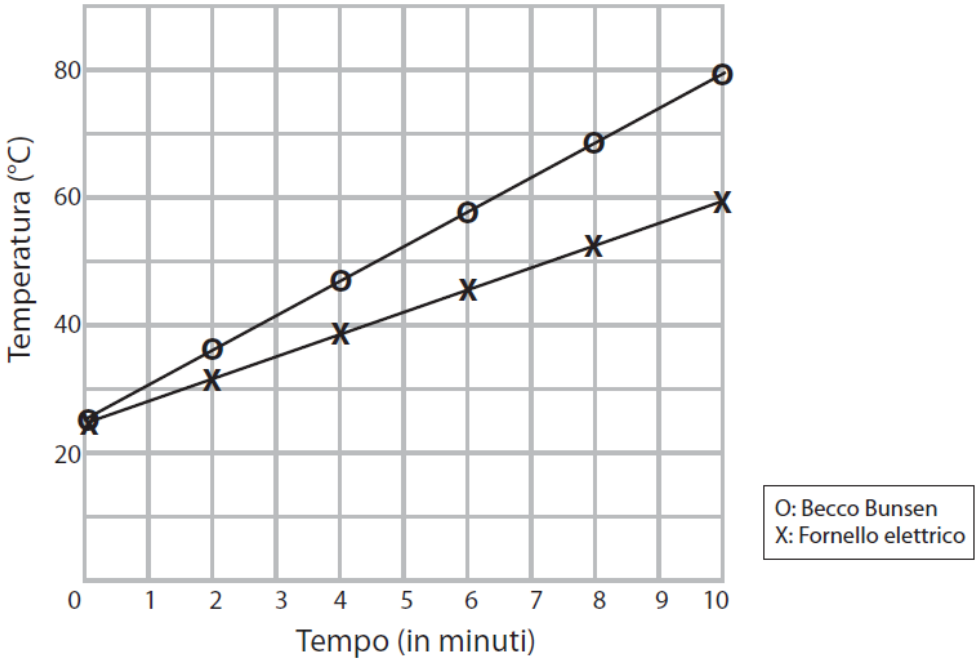



**Preparazione con il fornello elettrico** **Preparazione con il becco Bunsen**

Ha registrato la temperatura dell'acqua in ciascuna preparazione ogni due minuti per dieci minuti.

**22.B** Elenca una variabile che Giacomo ha controllato nell'indagine.

**22.C** Giacomo ha usato i suoi risultati per disegnare un grafico, come mostrato di seguito.




Usa le informazioni contenute nel grafico per spiegare quale fonte di calore ha riscaldato l'acqua più in fretta.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 23

I seguenti rifiuti sono sotterrati in un interramento.
Quale materiale si decompone più velocemente?

Ⓐ L'acciaio

Ⓑ La plastica

Ⓒ Il vetro

Ⓓ La carta

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 24

La figura che segue mostra un campo su un pendio che viene coltivato con il sistema del terrazzamento.

Scrivi un vantaggio che si ha utilizzando il sistema di coltivazione che si vede nella figura.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 25

Le figure mostrano due blocchi di ghiaccio. Il Blocco 2 è avvolto in un foglio di giornale.

Blocco di ghiaccio 1

Blocco di ghiaccio 2
avvolto in un foglio di giornale

Quale blocco di ghiaccio si scioglie prima?

(Segna una sola casella)

☐ Il Blocco 1

☐ Il Blocco 2

Spiega la risposta che hai dato.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** ☐ **Sì** ☐ **No**

## 26

Hai una torcia elettrica alimentata a batteria. Quali delle seguenti trasformazioni di energia si verifica al suo interno?

Ⓐ Elettrica → meccanica → luminosa

Ⓑ Chimica → meccanica → luminosa

Ⓒ Chimica → elettrica → luminosa

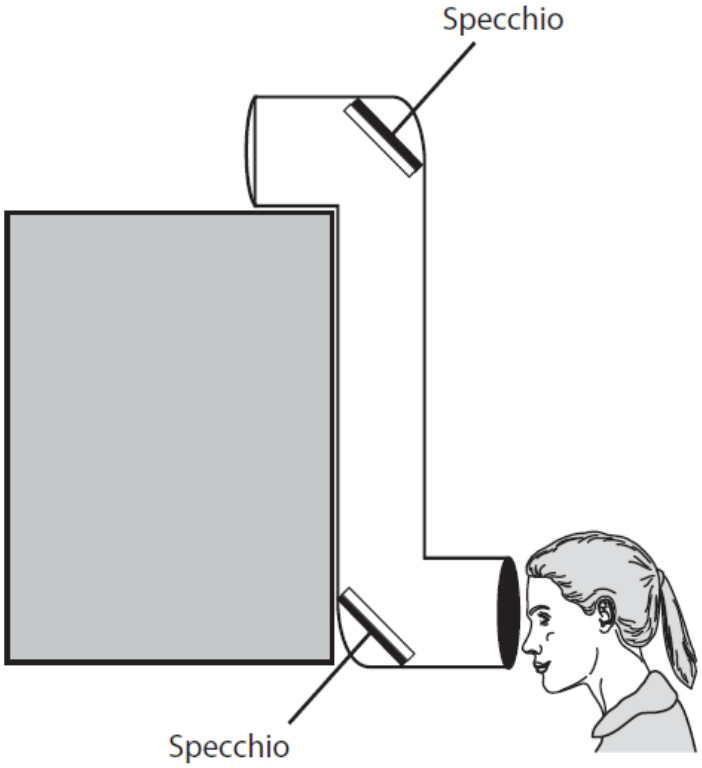
Ⓓ Nucleare → elettrica → luminosa

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** ☐ **Sì** ☐ **No**

## 27

La figura seguente mostra un periscopio. Maria lo sta usando per guardare oltre un muro.

Disegna il percorso di un raggio luminoso nel periscopio. Mostra la direzione del raggio luminoso usando delle frecce.




**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 28

Attraverso quale di questi mezzi la luce viaggia più veloce?

Ⓐ L'aria

Ⓑ Il vetro

Ⓒ L'acqua

Ⓓ Il vuoto

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 29

Tamara si sta preparando per scalare una delle montagne più alte della Terra. Sa che le condizioni atmosferiche cambieranno durante la scalata della montagna.

Nella tabella seguente riporta due condizioni atmosferiche che cambieranno durante la scalata della montagna da parte di Tamara. Indica che cosa Tamara deve portare con sé per sopravvivere in tali condizioni alle altitudini elevate.

| | Cambiamento della condizione atmosferica | Che cosa Tamara deve portare con sé |
|---|---|---|
| 1. | | |
| 2. | | |

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 30

Il suolo cambia sia a causa di processi naturali sia a causa dell'attività umana. Quale dei seguenti cambiamenti del suolo è dovuto solo a cause naturali?

Ⓐ La degradazione delle sostanze nutritive causata dai pesticidi.

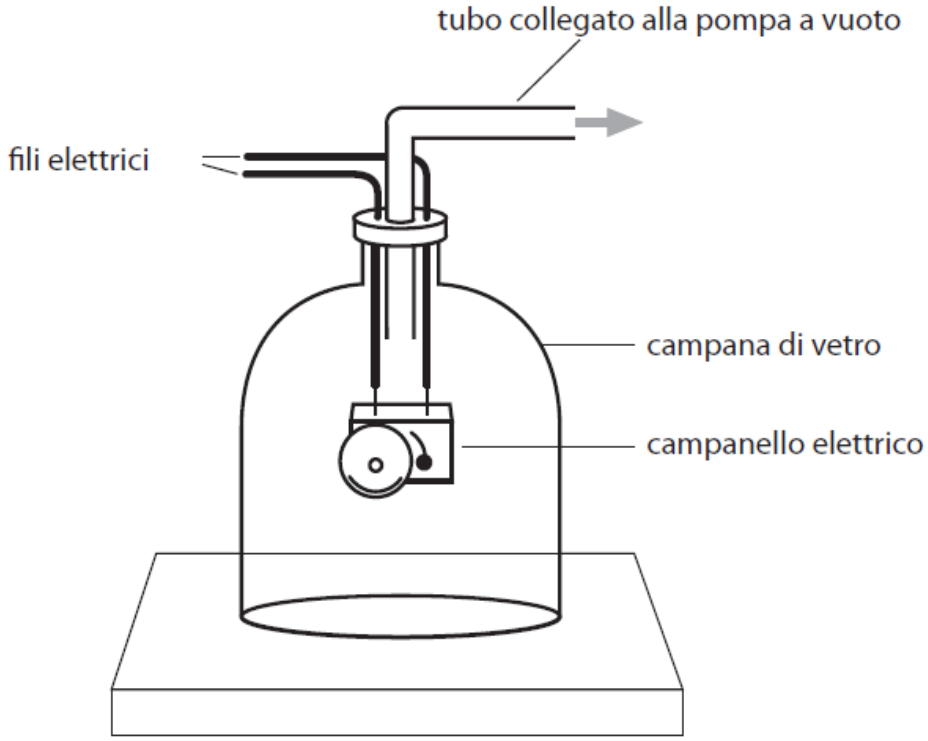
Ⓑ La formazione di deserti causata dall'abbattimento degli alberi.

Ⓒ Le inondazioni causate dalla costruzione di dighe.

Ⓓ L'eliminazione delle sostanze nutritive causate dalle forti piogge.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

## 31




La figura mostra un campanello elettrico all'interno di una campana di vetro. Il campanello elettrico viene attivato e si sente un suono squillante. L'aria viene quindi estratta dalla campana.

Che cosa accade al suono del campanello quando l'aria viene estratta dalla campana? Spiega la risposta che hai dato.

**Hai mai studiato questo argomento a scuola?** □ **Sì** □ **No**

La prova è terminata. Se hai finito prima del tempo, torna indietro e controlla di aver dato una risposta a tutte le domande.

GRAZIE DI AVER PARTECIPATO!

# Allegato G: Questionario insegnante usato

# nello studio principale

Etichetta identificativa

# TIMSS 2011

# Questionario insegnante

## Matematica e Scienze

## Scuola secondaria di I grado classe terza

INVALSI – Istituto nazionale per la valutazione del sistema educativo di istruzione e formazione

Via Borromini, 5 – Villa Falconieri
00044 Frascati (RM)

TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education, Boston College

© IEA, 2011

## Informazioni generali

**1**

**Complessivamente, alla fine del corrente anno scolastico, per quanti anni avrà insegnato?**

_____ anni

*Numero di anni di insegnamento (**arrotondare** al numero intero più vicino).*

**2**

**Sesso**

*Segnare **un solo** cerchietto.*

Femmina --- ◯

Maschio --- ◯

**3**

**Età**

*Segnare **un solo** cerchietto.*

Meno di 25 anni --- ◯

25–29 --- ◯

30–39 --- ◯

40–49 --- ◯

50–59 --- ◯

60 anni o più --- ◯

**4**

**Qual è il titolo di studio <u>più elevato</u> che ha conseguito?**

*Segnare **un solo** cerchietto.*

Diploma di scuola superiore (scuola secondaria di 2° grado) --- ◯

Qualifica regionale professionale di 2° livello --- ◯

Diploma di Accademia delle belle arti, Accademia di arti drammatiche, Istituto Superiore di Design, Conservatorio (specializzazione) --- ◯

Laurea --- ◯

Titolo di studio superiore alla Laurea (dottorato di ricerca, scuola di specializzazione o corso di perfezionamento, master dopo la Laurea) -- ◯

**5**

**Se ha proseguito gli studi dopo il diploma di scuola secondaria superiore, verso quale area (o aree) di studio <u>principale</u> si è indirizzato/a?**

*Segnare **un** cerchietto per ogni riga.*

| | Sì | No |
|---|---|---|
| a) Matematica | ◯ | ◯ |
| b) Biologia | ◯ | ◯ |
| c) Fisica | ◯ | ◯ |
| d) Chimica | ◯ | ◯ |
| e) Scienze della Terra | ◯ | ◯ |
| i) Altro | ◯ | ◯ |

## Argomenti insegnati in scienze

**Le domande 36–37 riguardano gli argomenti e i contenuti affrontati durante l'insegnamento delle scienze agli studenti della terza secondaria di I grado della classe TIMSS.**

### 36

**Il seguente elenco comprende gli argomenti principali affrontati dalle prove di scienze TIMSS. Indichi, segnando le risposte appropriate, quando è stato insegnato ciascuno dei seguenti argomenti agli studenti di questa classe. Se un argomento è stato insegnato in un anno precedente alla terza secondaria di I grado, indichi "Insegnato soprattutto in un anno precedente". Se un argomento è stato insegnato durante la prima metà dell'anno scolastico, ma non è stato ancora completato, indichi "Insegnato soprattutto quest'anno". Se un argomento non è presente nel curricolo, indichi "Non ancora insegnato o appena introdotto".**

*Segnare **un** cerchietto per ogni riga.*

| | Insegnato soprattutto in un anno precedente | Insegnato soprattutto quest'anno | Non ancora insegnato o appena introdotto |
|---|---|---|---|
| **A. Biologia** | | | |
| a) Organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi (struttura/funzione, processi vitali che mantengono stabili le condizioni corporee) | ○ | ○ | ○ |
| b) Cellule e loro funzioni, comprese la respirazione e la fotosintesi come processi cellulari | ○ | ○ | ○ |
| c) Riproduzione (sessuata ed asessuata) ed ereditarietà (trasmissione di tratti, caratteristiche ereditate rispetto a quelle acquisite/apprese) | ○ | ○ | ○ |
| d) Ruolo della variazione e dell'adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie in un ambiente che cambia | ○ | ○ | ○ |
| e) Interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema (ad es.: flusso di energia, reti alimentari, competizione tra animali, relazione preda/predatore) ed effetti dei cambiamenti sull'ambiente fisico della popolazione (ad es.: clima, riserva idrica) | ○ | ○ | ○ |
| f) Motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo (ad es.: progresso della medicina, norme igieniche) e gli effetti della crescita della popolazione sull'ambiente | ○ | ○ | ○ |
| g) Salute umana (cause di malattie infettive, metodi di trasmissione dell'infezione, prevenzione, immunità) e importanza della dieta e dell'esercizio fisico per mantenere la salute | ○ | ○ | ○ |
| **B. Chimica** | | | |
| a) Classificazione, composizione e struttura delle particelle della materia (elementi, composti, miscele, molecole, atomi, protoni, neutroni, elettroni) | ○ | ○ | ○ |
| b) Soluzioni (solvente, soluto, concentrazione/diluizione, effetto della temperatura sulla solubilità) | ○ | ○ | ○ |
| c) Proprietà e usi di acidi e basi comuni | ○ | ○ | ○ |
| d) Trasformazioni chimiche (trasformazioni di reagenti, prova della trasformazione chimica, conservazione della materia, comuni reazioni di ossidazione: combustione, arrugginimento, opacizzazione) | ○ | ○ | ○ |

## 36

**Il seguente elenco comprende gli argomenti principali affrontati dalle prove di scienze TIMSS. Indichi, segnando le risposte appropriate, quando è stato insegnato ciascuno dei seguenti argomenti agli studenti della classe TIMSS. Se un argomento è stato insegnato in un anno precedente alla terza secondaria di I grado, indichi "Insegnato soprattutto in un anno precedente". Se un argomento è stato insegnato durante la prima metà dell'anno scolastico, ma non è stato ancora completato, indichi "Insegnato soprattutto quest'anno". Se un argomento non è presente nel curricolo, indichi "Non ancora insegnato o appena introdotto".**

*Segnare **un** cerchietto per ogni riga.*

| | Insegnato soprattutto in un anno precedente | Insegnato soprattutto quest'anno | Non ancora insegnato o appena introdotto |
|---|---|---|---|
| **C. Fisica** | | | |
| a) Stati fisici e cambiamenti della materia (spiegazioni di proprietà in termini di movimento/distanza tra le particelle; cambiamento di fase, espansione termica e cambiamento del volume e/o della pressione) | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Tipi di energia, trasformazioni, calore e temperatura | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Proprietà fondamentali/comportamento della luce (riflessione, rifrazione, luce e colore, percorsi semplici dei raggi) e del suono (trasmissione attraverso un mezzo, intensità, tono, ampiezza, frequenza, velocità relativa della luce e del suono) | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) Circuiti elettrici (flusso della corrente, tipi di circuiti: parallelo/in serie; relazione tra tensione e corrente) e proprietà e usi dei magneti permanenti e degli elettromagneti | ◯ | ◯ | ◯ |
| e) Forze e moto (tipi di forze, descrizione generale del moto, effetti della densità e della pressione) | ◯ | ◯ | ◯ |
| **D. Scienze della Terra** | | | |
| a) Struttura e caratteristiche fisiche della Terra (crosta terrestre, mantello e nucleo; composizione e distribuzione relativa dell'acqua e composizione dell'aria) | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Processi, cicli e storia della Terra (ciclo delle rocce, ciclo dell'acqua, il tempo e la meteorologia, principali eventi geologici, formazione di fossili e combustibili fossili) | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Uso e conservazione delle risorse naturali della Terra (risorse rinnovabili/non rinnovabili, uso del suolo e delle risorse idriche da parte dell'uomo) | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) La Terra nel sistema solare e nell'Universo (fenomeni sulla Terra: giorno/notte, marea, fasi lunari, eclissi, stagioni; caratteristiche fisiche della Terra rispetto ad altri corpi celesti; il Sole come stella) | ◯ | ◯ | ◯ |

## 37

**Alla fine di quest'anno scolastico, quale percentuale di tempo avrà dedicato approssimativamente all'insegnamento di ognuno dei seguenti contenuti di scienze per gli studenti di questa classe?**

*Scrivere la percentuale per ognuno di loro.*

a) Biologia (ad es.: struttura/funzione; processi vitali, riproduzione/ereditarietà, selezione naturale, ecosistemi, salute dell'uomo) ---------- _____%

b) Chimica (ad es.: classificazione, composizione e proprietà della materia; trasformazioni chimiche) ---------- _____%

c) Fisica (ad es.: stati fisici e trasformazioni nella materia; energia; luce; suono; elettricità e magnetismo; forze e moto) ---------- _____%

d) Scienze della Terra (ad es.: struttura della Terra; processi e risorse; il sistema solare e l'universo) ---------- _____%

e) Altro ---------- _____%

**Totale = 100%**

## 43

**Quanto si sente preparato/a ad insegnare i seguenti argomenti di scienze?**
**Se uno dei seguenti argomenti non è presente nel curricolo di <u>terza secondaria di I grado</u>, metta una crocetta su "Non pertinente".**

*Segnare **un** cerchietto per ogni riga.*

| | Non pertinente | Molto preparato/a | Abbastanza preparato/a | Non ben preparato/a |
|---|---|---|---|---|
| **A. Biologia** | | | | |
| a) Organi principali e sistemi di organi negli esseri umani e in altri organismi (struttura/funzione, processi vitali che mantengono stabili le condizioni corporee) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Cellule e loro funzioni, comprese la respirazione e la fotosintesi come processi cellulari | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Riproduzione (sessuata ed asessuata) ed ereditarietà (trasmissione di tratti, caratteristiche ereditate rispetto a quelle acquisite/apprese) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) Ruolo della variazione e dell'adattamento nella sopravvivenza/estinzione delle specie in un ambiente che cambia | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| e) Interdipendenza tra organismi viventi in un ecosistema (ad es.: flusso di energia, reti alimentari, competizione tra animali, relazione preda/predatore) ed effetti dei cambiamenti sull'ambiente fisico della popolazione (ad es.: clima, riserva idrica) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| f) Motivi dell'aumento della popolazione umana nel mondo( ad es.: progresso della medicina, norme igieniche) e gli effetti della crescita della popolazione sull'ambiente | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| g) Salute umana (cause di malattie infettive, metodi di trasmissione dell'infezione, prevenzione, immunità) e importanza della dieta e dell'esercizio fisico per mantenere la salute | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| **B. Chimica** | | | | |
| a) Classificazione, composizione e struttura delle particelle della materia (elementi, composti, miscele, molecole, atomi, protoni, neutroni, elettroni) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Soluzioni (solvente, soluto, concentrazione/diluizione, effetto della temperatura sulla solubilità) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Proprietà e usi di acidi e basi comuni | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) Trasformazioni chimiche (trasformazioni di reagenti, prova della trasformazione chimica, conservazione della materia, comuni reazioni di ossidazione: combustione, arrugginimento, opacizzazione) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |

## 43

**Quanto si sente preparato/a ad insegnare i seguenti argomenti di scienze?**
**Se uno dei seguenti argomenti non è presente nel curricolo di <u>terza secondaria di I grado</u>, metta una crocetta su "Non pertinente".**

*Segnare* **un** *cerchietto per ogni riga.*

| | Non pertinente | Non ben preparato/a | Abbastanza preparato/a | Molto preparato/a |
|---|---|---|---|---|
| **C. Fisica** | | | | |
| a) Stati fisici e cambiamenti della materia (spiegazioni di proprietà in termini di movimento/distanza tra le particelle cambiamento di fase, espansione termica e cambiamento del volume e/o della pressione) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Tipi di energia, trasformazioni, calore e temperatura | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Proprietà fondamentali/comportamento della luce (riflessione, rifrazione, luce e colore, percorsi semplici dei raggi) e del suono (trasmissione attraverso un mezzo, intensità, tono, ampiezza, frequenza, velocità relativa della luce e del suono) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) Circuiti elettrici (flusso della corrente, tipi di circuiti: parallelo/in serie; relazione tra tensione e corrente) e proprietà e usi dei magneti permanenti e degli elettromagneti | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| e) Forze e moto (tipi di forze, descrizione generale del moto, effetti della densità e della pressione) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| **D. Scienze della Terra** | | | | |
| a) Struttura e caratteristiche fisiche della Terra (crosta terrestre, mantello e nucleo; composizione e distribuzione relativa dell'acqua e composizione dell'aria) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| b) Processi, cicli e storia della Terra (ciclo delle rocce, ciclo dell'acqua, il tempo e la meteorologia, principali eventi geologici, formazione di fossili e combustibili fossili) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| c) Uso e conservazione delle risorse naturali della Terra (risorse rinnovabili/non rinnovabili, uso del suolo e delle risorse idriche da parte dell'uomo) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| d) La Terra nel sistema solare e nell'Universo (fenomeni sulla Terra: giorno/notte, marea, fasi lunari, eclissi, stagioni; caratteristiche fisiche della Terra rispetto ad altri corpi celesti; il Sole come stella) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |

Le domande poste fin qui sono state estratte, senza alcuna modifica, dal questionario insegnanti utilizzato nell'indagine TIMSS 2011.
Le domande che seguono, al contrario, sono state formulate appositamente per questa sperimentazione e mirano ad approfondire alcuni aspetti specifici della mia ricerca.
Ancora una volta, con un po' di pazienza, dovrebbe indicare se e quando ha insegnato a questa classe ciascuno degli argomenti elencati (insegnato in un anno precedente, insegnato quest'anno, o non ancora insegnato). In questo caso le chiedo di aggiungere anche una stima del tempo di lezione che ha scelto di dedicare a ciascun argomento (1-2 ore, 2-3 settimane, 1-2 mesi, 3 o più mesi).

| | Insegnato in un anno precedente | Insegnato quest'anno | Non ancora insegnato | Trattato in 1-2 ore di lezione | Trattato in 2-3 settimane di lezione | Trattato in 1-2 mesi di lezione | Trattato in 3 o più mesi di lezione |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| b) BIOLOGIA: LE CELLULE E LE LORO FUNZIONI: | | | | | | | |
| Gli organismi viventi sono costituiti da cellule che svolgono le funzioni vitali e operano la divisione cellulare. | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| I tessuti, gli organi e gli apparati sono formati da gruppi di cellule con strutture e funzioni specializzate. | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Cellule vegetali e animali. Strutture e funzioni delle strutture cellulari (es. parete e membrana Cellulare, nucleo, cloroplasto, vacuolo). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Il processo di fotosintesi (la necessità della luce, il diossido di carbonio, l'acqua e la clorofilla; la produzione di nutrimento e il rilascio di ossigeno). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Il processo di respirazione cellulare (la necessità dell'ossigeno, la trasformazione del cibo per produrre energia e il rilascio di diossido di carbonio). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| c) BIOLOGIA: CICLI DI VITA, RIPRODUZIONE ED EREDITARIETÀ: | | | | | | | |
| Cicli vitali di differenti organismi (ad es. esseri umani, piante, insetti, uccelli). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Riproduzione sessuata e asessuata: funzionamento e conseguenze per la specie. | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Ereditarietà e trasmissione del materiale genetico (es: distinguere le caratteristiche ereditate da quelle acquisite o apprese). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| d) BIOLOGIA: DIVERSITÀ, ADATTAMENTO E SELEZIONE NATURALE: | | | | | | | |
| Estinzione, selezione naturale (adattamento e successo riproduttivo di specie e popolazioni in ambienti che cambiano). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| I fossili come prova dell'evoluzione nel tempo degli organismi viventi (es. batteri, invertebrati, vertebrati). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

| | Insegnato in un anno precedente | Insegnato quest'anno | Non ancora insegnato | Trattato in 1-2 ore di lezione | Trattato in 2-3 settimane di lezione | Trattato in 1-2 mesi di lezione | Trattato in 3 o più mesi di lezione |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a) FISICA: STATI FISICI E TRASFORMAZIONI DELLA MATERIA: | | | | | | | |
| Il modello particellare della materia e le proprietà fisiche dei solidi, dei liquidi e dei gas (volume, forma, densità, comprimibilità). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Cambiamenti di stato dovuti all'aggiunta o rimozione di calore: fusione, congelamento, ebollizione, evaporazione, condensazione, dilatazione termica, ecc. | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| b) FISICA: TRASFORMAZIONI DI ENERGIA, CALORE E TEMPERATURA: | | | | | | | |
| Forme di energia (ad es. meccanica, luminosa, sonora, elettrica, termica, chimica). Conservazione e sue trasformazioni dell'energia (ad es. combustione, energia elettrica per accendere la luce, da energia luminosa a energia chimica nella fotosintesi, energia idroelettrica, da energia cinetica a energia potenziale). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Calore, temperatura, conducibilità termica dei materiali, metodi di trasmissione del calore (conduzione, convezione, irraggiamento). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Relazione tra temperatura, velocità delle particelle e cambiamenti di volume e/o pressione. | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| c) FISICA: LUCE E SUONO: | | | | | | | |
| Proprietà e caratteristiche fondamentali della luce (trasmissione attraverso mezzi diversi, velocità della luce, riflessione, rifrazione, assorbimento, scomposizione della luce bianca nei colori che la compongono, percezione dei colori, ecc.). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Proprietà e caratteristiche fondamentali del suono (intensità, tonalità, ampiezza, frequenza, necessità di un mezzo di trasmissione, riflessione e assorbimento da parte delle superfici e velocità relativa nei diversi mezzi). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

| | Insegnato in un anno precedente | Insegnato quest'anno | Non ancora insegnato | Trattato in 1-2 ore di lezione | Trattato in 2-3 settimane di lezione | Trattato in 1-2 mesi di lezione | Trattato in 3 o più mesi di lezione |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| a) SCIENZE DELLA TERRA: STRUTTURE E CARATTERISTICHE FISICHE DELLA TERRA: | | | | | | | |
| Struttura della Terra (crosta, mantello, nucleo); fenomeni osservabili (terremoti e vulcani); caratteristiche e formazione delle rocce, dei minerali e del suolo. | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Idrosfera: stato fisico, movimento, composizione e distribuzione dell'acqua sulla Terra. | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Atmosfera: composizione e abbondanza relativa degli elementi, in relazione ai cambiamenti delle condizioni atmosferiche e con l'altitudine. | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| c) SCIENZE DELLA TERRA: RISORSE DELLA TERRA, LORO USO E CONSERVAZIONE: | | | | | | | |
| Risorse rinnovabili e non rinnovabili; fonti di energia; gestione dei rifiuti; problematiche ambientali contemporanee (inquinamento, surriscaldamento globale, deforestazione, desertificazione). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |
| Effetti delle pratiche agricole e dell'uso del suolo da parte dell'uomo (ad es. erosione del suolo, terrazzamento, disboscamento, estrazione mineraria, consumo idrico). | ○ | ○ | ○ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |

# Allegato H: Guida alla correzione degli item selezionati

**Domanda 1)**

**Note:** Per un punteggio pieno la spiegazione deve riguardare il mimetismo (confondersi con l'ambiente o simili) con o senza un esplicito riferimento alla protezione dai predatori (Codice 20 o 21). Un credito parziale viene dato alle risposte che riguardano esclusivamente il fatto di non essere visti o mangiati dai predatori, senza parlare di mimetismo (Codice 10). Le risposte che spiegano **solo** che nella foresta è buio o che è molto luminoso nei campi senza ulteriori spiegazione (Codice 70).

| Codice | Risposta | Item: S032451 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **20** | Spiegazioni che si riferiscono **SIA** al mimetismo (confondersi con l'ambiente o simili) **SIA** alla protezione da uccelli, predatori, nemici, ecc<br>*Esempi:*<br>*Le chiocciole nella foresta hanno un guscio scuro perchè si mimetizzano con i colori scuri della foresta. Le specie che vivono nei campi si mimetizzano con i colori chiari. In entrambe i casi i predatori le troveranno con più difficoltà.*<br>*Le chiocciole che vivono nella foresta hanno un guscio scuro così gli uccelli non possono vederle e mangiarle.*<br>*Il guscio aiuta le chiocciole a confondersi con il loro habitat in modo che non vengano individuate facilmente.*<br>*Le chiocciole con il guscio scuro nella foresta usano questo colore per proteggersi e non farsi vedere dalla gente.*<br>*Si nascondono dai loro nemici.* | |
| **21** | Spiegazioni che fanno riferimento **solo** al mimetismo, confondersi con l'ambiente o simili. [La protezione dai predatori non viene esplicitamente menzionata]<br>*Aiuta la chiocciola a mimetizzarsi con l'ambiente.*<br>*Permette loro di confondersi con l'ambiente circostante.*<br>*I diversi colori del guscio le aiutano a mimetizzarsi e ad adattarsi all'ambiente per sopravvivere* | |
| **29** | Altre risposte corrette | |
| | **Risposta parzialmente corretta** | |
| **10** | Spiegazione che si riferisce **solo** al fatto di non essere visti o mangiati dai predatori. [Il mimetismo non viene menzionato]<br>*Così gli uccelli non le mangeranno.*<br>*Si possono nascondere dagli uccelli.*<br>*Li protegge dai predatori* | |
| **19** | Altre risposte corrette | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | Scrive **solo** che nella foresta è buio e nel campo è luminoso. [Non menziona esplicitamente il mimetismo, la protezione dai predatori o simili]<br>*La foresta è più buia del campo.*<br>*Alle chiocciole scure piace stare nella foresta buia*<br>*La luce è più intensa nel campo quindi la chiocciola e più chiara.* | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

## Domanda 3

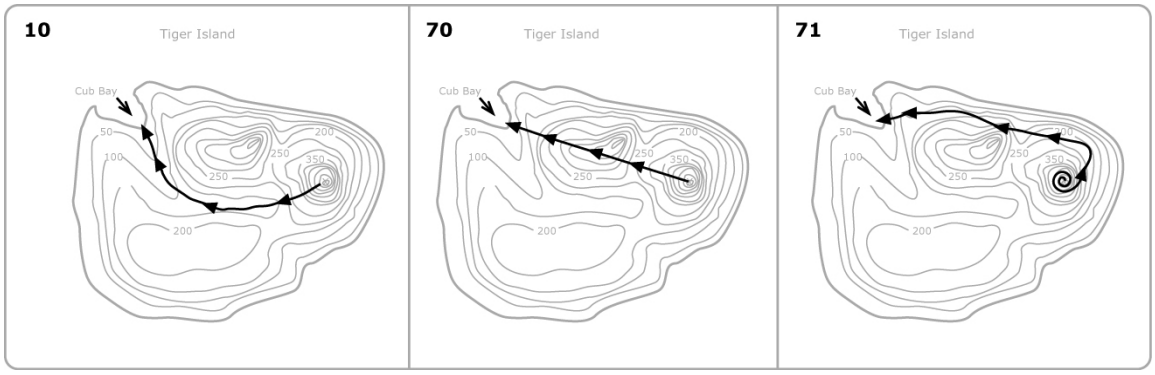
### 3A)

| Codice | Risposta | Item: S032651A |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Identifica la X come una montagna, collina, picco, cima, punto più alto, vulcano o simili. | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | Identifica la X come un cratere, valle, buco o simili (idea sbagliata che le curve di livello indichino un'elevazione decrescente) | |
| **71** | Identifica la X come un elemento di acqua<br>*Esempi:*<br>*Stagno, lago, vortice, cascata, fiume, onda di marea, etc.* | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati)<br>*Esempi:*<br>*Un isola.* | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

### 3B)

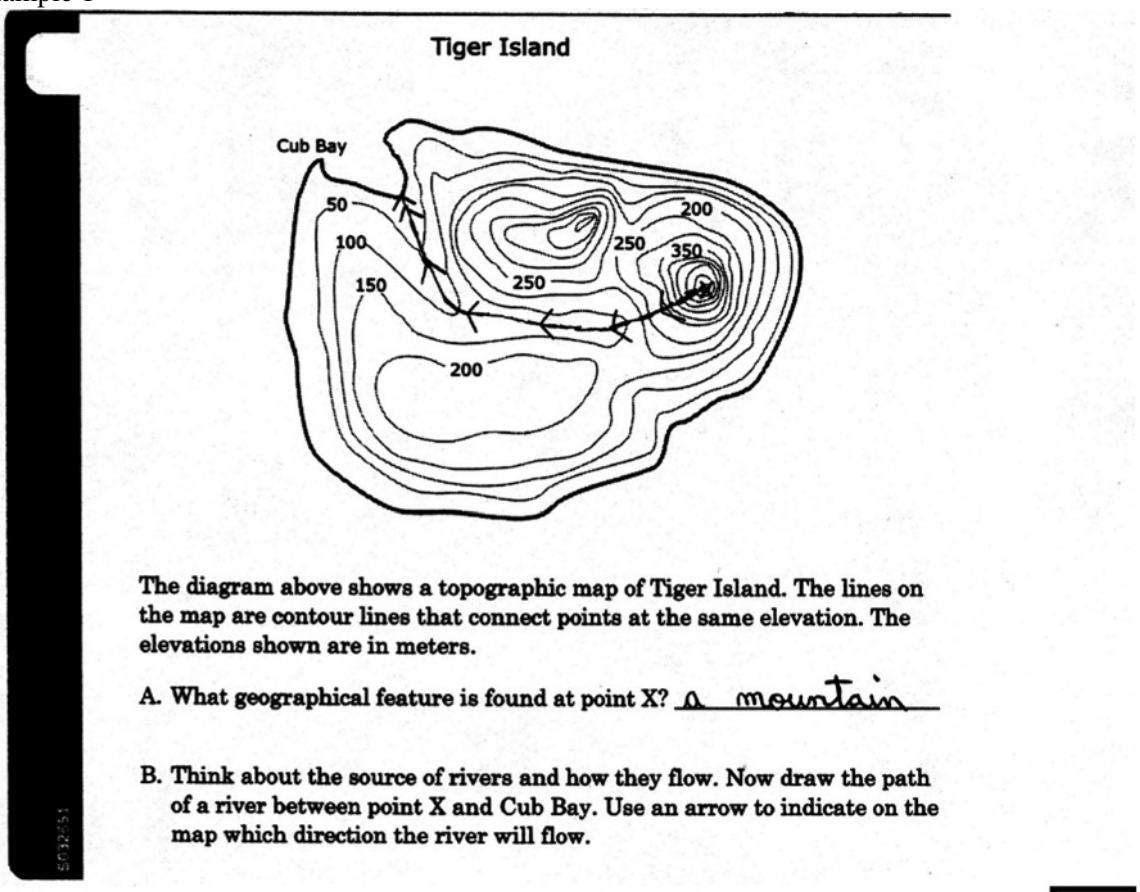
**Note:** Per ricevere il credito il percorso deve andare in modo chiaro dal punto X in discesa verso la Baia del Cucciolo con una freccia che indichi lo scorrere del fiume dalla montagna al mare. Il percorso esatto può subire delle variazioni, ma deve soddisfare le condizioni descritte per il Codice 10 per avere il credito. Il credito viene dato anche se il percorso è corretto ma senza frecce o con frecce dirette nella direzione opposta (dimostrando di sapere che i fiumi scorrono dalla montagna al mare ma di non avere chiaro l'uso delle frecce direzionali). Data l'imprecisione del disegno manuale, bisognerebbe essere tolleranti nel decidere se il percorso sia in discesa in ogni punto. In ogni modo un percorso che attraversa CHIARAMENTE una curva di livello più alta deve essere considerato sbagliato.

| Codice | Risposta | Item: S032651B |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Disegna un percorso corretto CON la freccia che indica la direzione corretta (vedi figura sotto) [Il percorso va dal punto X in discesa fino alla Baia del Cucciolo, passando tra le piccole colline. La freccia indica la direzione di scorrimento dalla montagna al mare.] | |
| **11** | Disegna un percorso corretto (come nel Codice 10) ma la freccia è nel verso opposto (dal mare alla montagna) | |
| **12** | Disegna un percorso corretto (come nel Codice 10) ma nessuna freccia. | |
| **19** | Altre risposte corrette | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | Disegna in percorso diretto che passa sopra la collina adiacente con o senza frecce (vedi figura sotto) | |
| **71** | Disegna un percorso che gira intorno alle colline seguendo le curve di livello, con o senza frecce (vedi figura sotto) | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |



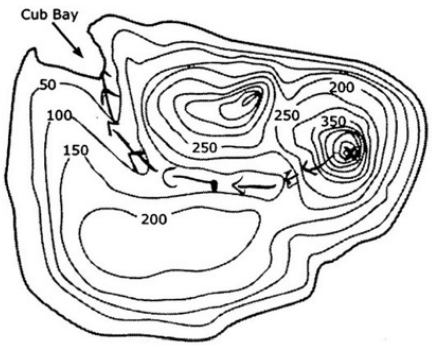

[Esempi di risposte sono forniti nelle pagine seguenti.]

Example 1



Example 2

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

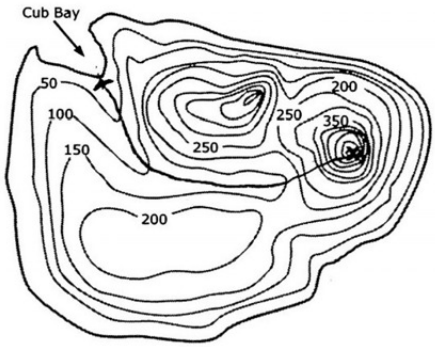
A. What geographical feature is found at point **X**? highest point

B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point **X** and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

**10**

Example 3

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

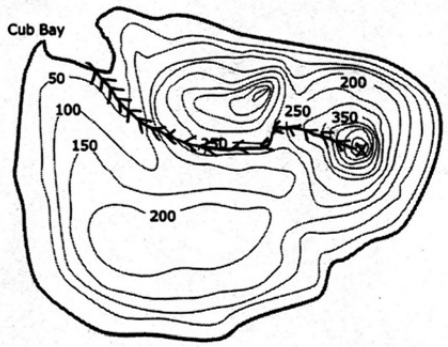
A. What geographical feature is found at point **X**? A mountain

B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point **X** and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

**10**

Example 4

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

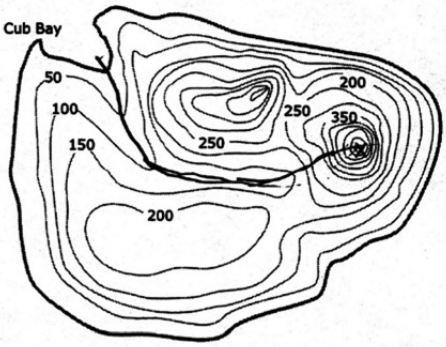
A. What geographical feature is found at point X? The highest point

B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point X and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

**10**

example 5

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

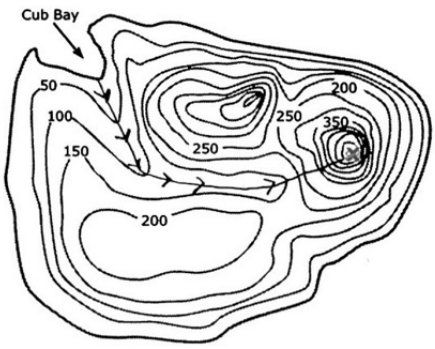
A. What geographical feature is found at point X? a hill

B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point X and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

**12**

Example 6

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

A. What geographical feature is found at point **X**? mountain

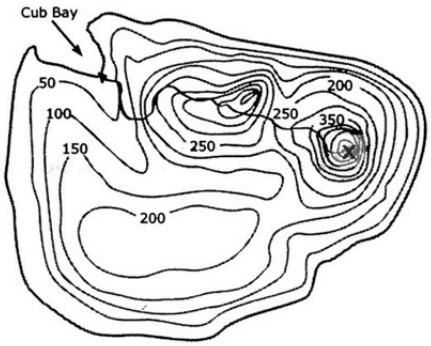
B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point **X** and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

S032651

**11**

Example 7

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

A. What geographical feature is found at point **X**? _____

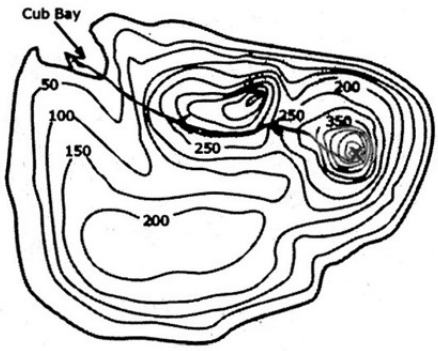
B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point **X** and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

S032651

**70**

Example 8

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

A. What geographical feature is found at point **X**? a big hill

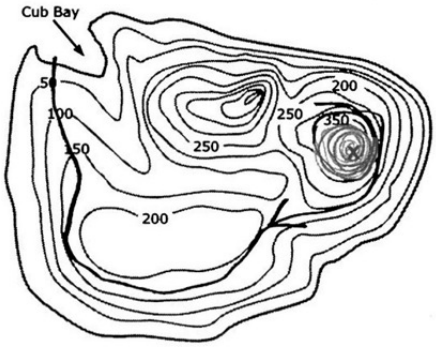
B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point **X** and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

5032651

**70**

Example 9

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

A. What geographical feature is found at point **X**? the peak of a mountain

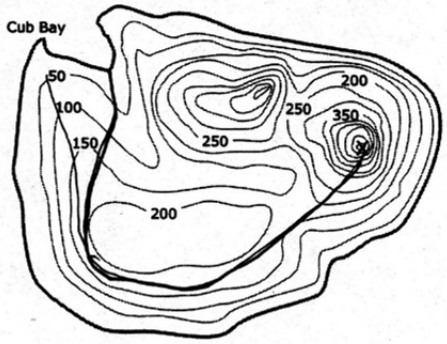
B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point **X** and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

5032651

**71**

Example 10

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

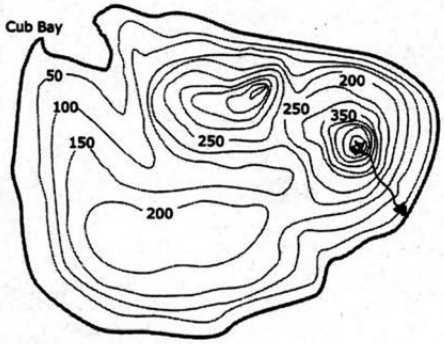
A. What geographical feature is found at point X? Mountain or Hill

B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point X and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

**79**

Example 11

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

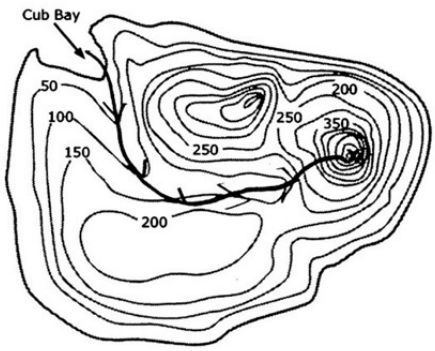
A. What geographical feature is found at point X? Hill

B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point X and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

**79**

Example 12

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

A. What geographical feature is found at point **X**? the highest point

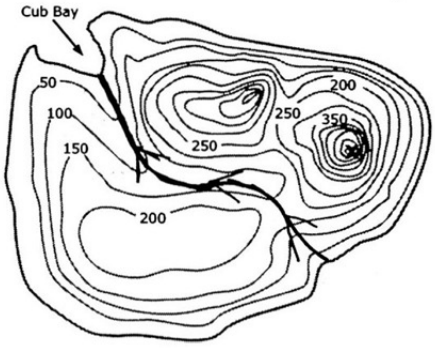
B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point **X** and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

5032651

**79**

Example 13

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

A. What geographical feature is found at point **X**? a mountain

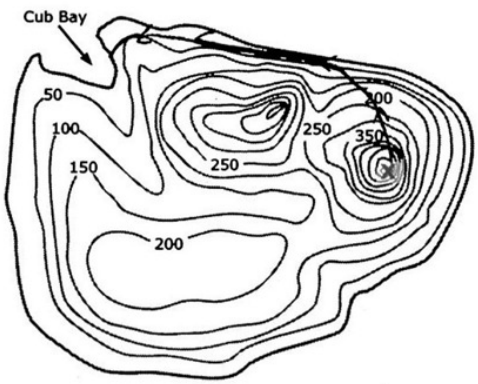
B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point **X** and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

5032651

**79**

Example 14

Tiger Island




The diagram above shows a topographic map of Tiger Island. The lines on the map are contour lines that connect points at the same elevation. The elevations shown are in meters.

A. What geographical feature is found at point **X**? Mountain

B. Think about the source of rivers and how they flow. Now draw the path of a river between point **X** and Cub Bay. Use an arrow to indicate on the map which direction the river will flow.

S032651

**79**

**Domanda 4)**

| Codice | Risposta | Item: S042022 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | **Si** con una spiegazione che si riferisce al fatto che la CO2 è necessario per (c'è bisogno per, è usata durante) la fotosintesi. La spiegazione può includere o meno uno specifico riferimento al grafico.<br>*Esempi:*<br>*CO2 è necessario per la fotosintesi. Più alta è la concentrazione di CO2 più alta è la velocità di fotosintesi.*<br>*La fotosintesi per avvenire ha bisogno di CO2.*<br>*Si, all'intensità di luce 3 la velocità di fotosintesi è 1,2 al 40% e 0,3 a 0,03%. Questo perché per avvenire la fotosintesi ha bisogno di CO2.*<br>*Le piante usano CO2 e la luce del sole per fare la fotosintesi, quindi più CO2 influenzerà sia la velocità di crescita che la fotosintesi.* | |
| **11** | **Si** con una spiegazione che fa riferimento solo al grafico (esplicitamente o implicitamente)<br>*Esempi:*<br>*Quello con lo 0,03% di CO2 è più lento di quello con lo 0,4% di CO2.*<br>*Si, a intensità di luce 3 la velocità di fotosintesi è 1,2 al 40% e 0,3 a 0,03%.*<br>*La velocità di fotosintesi aumente all'aumentare della concentrazione di CO2.*<br>*Si, le piante fanno la fotosintesi più velocemente.* | |
| | **Risposta errata** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 5)**

**Nota:** Per ricevere il credito la risposta deve indicare DUE e riportare una spiegazione corretta. Il credito viene assegnato sia alle risposte che si riferiscono esplicitamente all'eredità genetica (Codice 10) sia alle risposte che si basano sul fatto che gli essere umani (normalmente) hanno due reni alla nascita (Codice 11) . Alle risposte che indicano DUE senza spiegazione o con una spiegazione errata non viene dato alcun credito (Codice 70).

| Codice | Risposta | Item: S032614 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | **DUE** con una spiegazione basata sul fatto che la rimozione di un rene non è un carattere ereditario (o simili)**.**<br>*Esempi:*<br>*La rimozione del suo rene non è nei suoi geni, quindi non verrà trasmessa.*<br>*Non è ereditario*<br>*I geni del figlio non cambiano se il rene di suo padre è stato rimosso.*<br>*Non c'è nessun effetto genetico* | |
| **11** | **DUE** con una spiegazione basata sul fatto che gli esseri umani hanno (normalmente) due reni alla nascita. [Non menzionano esplicitamente l'eredità genetica]<br>*Esempi:*<br>*Tutti nascono con due reni a meno che non abbiano una malattia.*<br>*Suo figlio avrebbe sempre il numero normale che è 2.*<br>*Quando nasci hai sempre due reni.*<br>*La malattia del padre non è una malattia contagiosa.*<br>*Il corpo umano ha due reni.*<br>*Solo perché gli è rimasto un rene non significa che suo figlio avrà solo un rene.*<br>*Il suo rene è stato rimosso ma non quello di suo figlio.*<br>*Questo è quello che ha la maggior parte della gente.*<br>*Questo non avrà effetti direttamente suo figlio.* | |
| **19** | Altre risposte corrette | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | **DUE** senza spiegazione o con una spiegazione sbagliata<br>*Esempi*:<br>*La madre ha sempre due reni, e questo è dominante.*<br>Il figlio ha ereditato due reni dalla madre.<br>*Perché il rene è stato tolto quando il padre era giovane.* | |
| **71** | **Uno** con o senza spiegazione**.** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 7)**

| Codice | Riposte | Item: S032272 |
|---|---|---|
| | **Riposte corretta** | |
| **10** | PIU' ALTO DI X (1) con una spiegazione corretta che si riferisce all'aria che si espande quando viene scaldata o a un aumento di volume o pressione (o simili).<br>*Esempi:*<br>*Quando la sfera viene scaldata l'aria si espande e spinge l'acqua su per il tubo.*<br>*La pressione farà risalire l'acqua.*<br>*Il volume occupato dall'acqua aumenta, quindi il livello dell'acqua nella sfera deve diminuire, questo fa sì che venga spinto più in alto nel tubo.*<br>*L'aria si espande è occupa più spazio.* | |
| **19** | Altre risposte corrette | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | PIU' ALTO DI X (1) senza spiegazione o con una spiegazione sbagliata.<br>*Esempi:*<br>*L'acqua si espande.*<br>*Quando la sfera di vetro viene riscaldata, il vetro si espande e questo ha causato l'innalzamento dell'acqua.*<br>*Un po' di acqua è evaporata nella sfera quindi il livello è sceso.*<br>*Il calore spinge l'acqua indietro nel tubo.*<br>*Perché l'aria calda sale e quindi non c'è aria a fare pressione sull'acqua.*<br>*L'aria calda sale su per il tubo come nel termometro.* | |
| **71** | PIU' BASSO DI X (3) senza spiegazione o con una spiegazione sbagliata.<br>*Esempi:*<br>*L'aria calda sale e lascia nella sfera più spazio all'acqua per espandersi.*<br>*Scaldare causa la condensazione e abbassa il livello dell'acqua.*<br>*Il calore crea vapore e l'acqua evapora* | |
| **72** | UGUALE A X (3) senza spiegazione o con una spiegazione sbagliata.<br>*Esempi:*<br>*E' esattamente la stessa quantità di acqua e aria, quindi il livello non cambierà.*<br>*Si formerà vapore che non potrà andare da nessuna parte, quindi si ricondensa e torna indietro.* | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 10)**

**Nota:** Le risposte includono una delle seguenti funzioni vitali:
Liberarsi dei rifiuti (gli scarti avvelenerebbero la cellula)
Riproduzione (le specie altrimenti si estinguerebbero)
Assorbire ossigeno/respirare (necessità di produrre energia)
Rispondere agli stimoli (muoversi verso il cibo)
Digestione (scomporre le sostanze nutritive)

| Codice | Risposta | Item: S042261 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Indica una funzione vitale come nella lista sottostante.<br>*Esempi:*<br>*Deve espellere i prodotti di scarto.*<br>*Si riproduce dividendosi.*<br>*Assorbe ossigeno.*<br>*Respirazione*<br>*Deve scambiare gas per diffusione.*<br>*Deve nuotare per trovare cibo* | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | Si riferisce all'assorbire acqua.<br>*Esempi:*<br>*Deve anche assorbire acqua.*<br>*Acqua* | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati), comprese le seguenti:<br>*Esempi:*<br>*Assorbe cibo*<br>*Nutrimento* | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 12)**

| Codice | Risposta | Item: S042404 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **20** | Descrive il processo di condensazione riferendosi al vapore acqueo (nell'aria) che si condensa sulla superficie esterna fredda della brocca.<br>*Esempi:*<br>*Le goccioline d'acqua provengono dal vapore acqueo nell'aria che si condensa in liquido quando tocca una superficie fredda. La superficie della brocca è fredda perché cede calore all'acqua ghiacciata.*<br>*Viene dal vapore acqueo che si condensa sulla superficie fredda della brocca.* | |
| | **Risposta parzialmente corretta** | |
| **10** | Descrive il processo di condensazione riferendosi al vapore acqueo (nell'aria) che si condensa senza menzionare il freddo della brocca.<br>*Esempi:*<br>*Il liquido viene dal vapore acqueo che si condensa.* | |
| **11** | Indica la condensazione senza riferimenti al vapore acqueo.<br>*Esempi:*<br>*Condensazione.*<br>*Si condensa dall'atmosfera* | |
| | **Risposta errata** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati)<br>*Esempi:*<br>*Il liquido viene dall'atmosfera.*<br>*Viene dalle nuvole.* | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 13)**

**Note:** Ogni riga viene corretta separatamente. Il punteggio per la densità viene riportato nella prima serie di caselle; il punteggio per la massa viene riportato nella seconda serie di caselle; etc. Quattro o cinque righe corrette riceveranno punteggio 2, due o tre righe corrette riceveranno punteggio 1, e una o nessuna riga corretta riceve punteggio 0.

<table>
<tr><th colspan="2">Codice</th><th>Risposta</th><th>Item: S042173A,B,C,D,E</th></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Risposta corretta</td></tr>
<tr><td>10</td><td colspan="3">Posiziona le X correttamente come mostrato di seguito:<br><br>
<table>
<tr><td></td><td>Cambia</td><td>Rimane uguale</td></tr>
<tr><td>Densità</td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td>Massa</td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td>Volume</td><td>X</td><td></td></tr>
<tr><td>Dimensioni delle Molecole</td><td></td><td>X</td></tr>
<tr><td>Velocità delle Molecole</td><td>X</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Risposta errata</td></tr>
<tr><td>79</td><td colspan="3">Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati)</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="3">Nessuna risposta</td></tr>
<tr><td>99</td><td colspan="3">Vuoto</td></tr>
</table>

**Domanda 18)**

| Codice | Risposta | Item: S042297 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **20** | Indica una delle seguenti possibilità<br>pianta (semi di) peperoni verdi e rossi E osserva il colore dei frutti OPPURE<br>pianta (semi di) peperoni verdi e vede se il frutto diventa rosso.<br><br>*Esempi:*<br>*Io prenderei un seme da ciascun peperone e li pianterei contemporaneamente nelle stesse condizioni. I peperoni iniziano a crescere oopo lo stesso tempo. Se i peperoni rossi diventano rossi e i peperoni verdi nonlo fanno vuol dire che i peperoni rossi e verdi sono di due tipi diversi.*<br>*Crescere le piante dal seme del peperone verde e del peperone rosso e aspettare di vedere di che colore vengono i peperoni.*<br>*Piantare i semi di entrambe le piante, impollinarle, aspettare che escano i peperoni.*<br>*Piantare un peperone verde. Quando la pianta cresce e fa i frutti si lascianosulla pianta e si vede se diventano rossi.* | |
| **29** | Altre risposte corrette | |
| | **Risposta parzialmente corretta** | |
| **10** | Dice SOLO di piantare (semi di) peperoni verdi/rossi.<br>*Esempi:*<br>*Si possono far crescere i semi da ciascun peperone.*<br>*Farli crescere insieme contemporaneamente.* | |
| **19** | Altre risposte corrette | |
| | **Risposta errata** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 19)**

**Note:** Ciascuna delle due risposte va codificata separatamente. Lo stesso Codice di risposta corretta può essere usato una sola volta. Se le risposte sono sostanzialmente identiche alla seconda risposta va dato il Codice 79. Per esempio, se una risposta indica sia aria che ossigeno, alla prima viene dato Codice 12 e alla seconda Codice 79. Se viene data solo una risposta alla seconda va dato il Codice 99. Altre risposte corrette per specifiche condizioni nazionali sono possibili, come ad esempio incendi naturali, siccità, etc. A queste risposte va dato Codice 19.
Due risposte corrette avranno 2 punti, una risposta corretta avrà 1 punto.

| Codice | Risposta | Item: S032530A,B |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Acqua (umidità, pioggia, o simili)<br>*Esempi:*<br>*Ambiente umido*<br>*Essere bagnati*<br>*Clima piovoso*<br>*Suolo inumidito* | |
| **11** | Temperatura adatta (caldo, tepore) o simili.<br>*Esempi:*<br>*Una temperatura accettabileper i semi per crescere*<br>*Caldo circa 27°C*<br>*Clima caldo*<br>*Calore dal sole* | |
| **12** | Ossigeno (aria)<br>*Esempi:*<br>*Hanno bisogno di ossigeno.*<br>*Deve esserci aria.* | |
| **19** | Altre risposte corrette | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | Terreno o simili<br>*Esempi:*<br>*Suolo fertile.*<br>*Nutrienti nel terreno*<br>*Molti semi hanno bisogno di terra.* | |
| **71** | Sole, luce del sole o luce (non indica esplicitamente caldo, tepore o simili)<br>*Esempi:*<br>*Luce del sole*<br>*Sole* | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 20)**

**A)**

| Codice | Risposta | Item: S052165A |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Energia potenziale (gravitazionale) o energia immagazzinata | |
| | **Risposta errata** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**B)**

| Codice | Risposta | Item: S052165B |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Energia cinetica (con o senza energia potenziale o gravitazionale o immagazzinata) | |
| | **Risposta errata** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**C)**

| Codice | Risposta | Item: S052165C |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Dà un motivo legato all'aumento del flusso di acqua, di seguito viene riportata una lista di risposte accettabili:<br>● Mettere più acqua nel serbatoio.<br>● Utilizzare un serbatoio d'acqua più alto.<br>● Fare il foro di uscita più ampio / più grande.<br>● Fare un altro foro di uscita.<br>● Aumentare la distanza tra la ruota e il serbatoio.<br>● Fare la ruota più piccola.<br>● Fare le pale più ampie / più grandi / più lunghe<br>● Aumentare il numero di pale | |
| | **Risposta errata** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati), comprese le risposte che non spiegano come cambiare il sistema.<br>*Esempi:*<br>*Aumentare il flusso d'acqua.*<br>*Aumentare la pressione* | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 22)**

**B)**

**Nota:** Le variabili da controllare sono le seguenti:
Il recipiente (uguale, stessa forma,stessa dimensione, stesso materiale)
L'acqua (stesso volume, dallo stesso posto)
Il termometro (stesso tipo, stessa posizione per misurare la temperatura)
Ambientazione dell'esperimento (stesso posto, stessa stanza)

| Codice | Risposta | Item: S042238B |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Indica una delle variabili elencate nella lista sovrastante | |
| | **Risposta errata** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati)<br>*Esempi:*<br>*La temperatura iniziale.*<br>*Controllare la temperatura.*<br>*Tenere il tempo.* | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**C)**

| Codice | Risposta | Item: S042238C |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Afferma che il becco di Bunsen ha scaldato l'acqua più velocemente del fornello.<br>*Esempi:*<br>*Il becco di Bunsen ha scaldato più velocemente perchè la temperatura dell'acqua dopo 10 minuti era più alta.*<br>*Il becco di Bunsen scalda l'acqua a una velocità maggiore del fornello.*<br>*Il becco di Bunsen è stato molto più veloce del fornello a scaldare l'acqua*<br>*Il becco di Bunsen.* | |
| | **Risposta errata** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 24)**

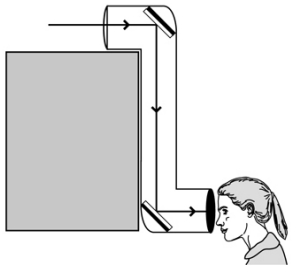
| Codice | Risposta | Item: S052106 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Scrive un vantaggio di utilizzare il metodo terrazzamento,di seguito viene riportata una lista di risposte accettabili.<br>● Consente all'agricoltura di essere fatta su un pendio (utilizzare più terra)<br>● Rallentare il cedimento (previene le colture dal franare)<br>● Previene l'erosione del suolo (smottamento, sbriciolamento delle rocce)<br>● Possibilità di far crescere più colture<br>● Trattiene l'acqua così i raccolti sono più rigogliosi, bisogna irrigarli meno.<br>*Esempi:*<br>*È possibile coltivare in luoghi scoscesi.*<br>*Aiuta ad evitare il dilavamento di coltivazioni sulle colline.*<br>*Riduce l'erosione del suolo.*<br>*Si possono piantare diverse colture su diversi livelli.* | |
| | **Risposta errata** | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 25)**

| Codice | Risposta | Item: S042407 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | **Blocco 1** con una spiegazione che si riferisce al calore OPPURE all'aria circostante (aria calda, sole) che raggiungono il blocco 1 più facilmente del blocco 2<br>*Esempi:*<br>*Il blocco 1 riceve calore dall'aria circostante. Il blocco 2 non riceve così tanto calore perchè è avvolto nel giornale.*<br>*Il giornale aiuta a bloccare un po' di calore.*<br>*L'aria circostante può raggiungerlo più facilmente del blocc2 che è coperto dal giornale.*<br>*Il ghiaccio nel blocco 2 è protetto dall'aria, mentre il ghiaccio nel blocco 1 è esposto all'aria aperta.*<br>*E' più esposto all'aria calda* | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | **Blocco 2** con una spiegazione che si riferisce implicitamente o esplicitamente al fatto che il blocco di ghiaccio è reso più caldo dal giornale<br>*Esempi:*<br>*Il giornale agisce come una coperta e scalda il ghiaccio.*<br>*Perché il giornale lo tiene caldo.*<br>*Perché è più caldo.* | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati)<br>*Esempi:*<br>*Blocco 1- la carta tiene dentro il freddo.* | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 27)**

**Nota:** i) se viene disegnato più di un raggio questi raggi devono essere approssimativamente paralleli
ii) se lo studente ridisegna la figura il punteggio viene dato alla figura disegnata.

| Codice | Risposta | Item: S042278 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Disegna un percorso della luce corretto con la freccia che indica la direzione come mostrato qui sotto | |
| |  | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | Disegna un percorso corretto del raggio ma mancano le frecce. Non è sufficiente il disegno della sorgente luminosa. | |
| **71** | Disegna un percorso corretto del raggio ma la direzione delle frecce è invertita. | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati), compreso il caso in cui il percorso è incompleto, storto o le linee non sono parallele. | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

## Domanda 29)

**Note:** Ciascuna delle due risposte viene codificata separatamente. Ciascun Codice di risposta corretta (10, 11, 12) va usato una sola volta. Se le risposte sono essenzialmente le stesse la seconda risposta va considerata sbagliata (Codice 70). Ad esempio, se una risposta menziona ossigeno e aria, alla prima risposta va dato Codice 11, alla seconda va dato Codice 79. Se viene data una sola risposta alla seconda va dato Codice 99.
Alle risposte viene dato il credito se indicano come le condizioni atmosferiche *cambiano* in funzione dell'altitudine. Per valutare le risposte devono essere usate le informazioni fornite in entrambe le colonne. Viene dato il beneficio del dubbio alle risposte che danno una indicazione generica delle condizioni atmosferiche se queste sono accompagnate da una descrizione dell' equipaggiamento che dimostra la direzione del cambiamento. Per esempio, Temperatura/vestiti caldi implica che la temperature scende, oppure aria/bombola di ossigeno implica che il livello di ossigeno si abbassa. Se viene indicata solo la condizione senza l'equipaggiamento, il credito viene dato solo se la direzione del cambiamento è chiara.
Due risposte corrette ricevono 2 punti e una risposta corretta riceve 1 punto.

| Codice | Risposta | Item: S032650A, B |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **10** | Indica che la temperatura diminuisce (o simili)<br>*Esempi:*<br>*La temperatura sarà più fredda. [Più vestiti]* | |
| **11** | Indica che ci sarà meno ossigeno (aria) o una pressione atmosferica più bassa (o simili).<br>*Esempi:*<br>*L'aria sarà più rarefatta. [maschera di ossigeno]*<br>*La pressione atmosferica diminuisce [Bombola di aria]*<br>*Diventerà difficile respirare. [bisogno della tanica di aria]*<br>**Nota:** Se una risposta afferma che la pressione atmosferica **aumenta** ad altitudini elevate, va considerata sbagliata (Codice 71) anche se l'equipaggiamento corrispondente è una tanica di ossigeno o simili. | |
| **12** | Indica l'aumento di precipitazioni (neve, pioggia) o nuvole (o simili).<br>*Esempi:*<br>*Diventerà ghiacciato. [portare scarpe a neve]*<br>*Ci sarà più pioggia. [impermeabile]* | |
| **19** | Altre risposte corrette<br>*Esempi:*<br>*I raggi solari sono più forti. [lozione solare e occhiali da sole]*<br>*Raffiche di vento. [giacca a vento]* | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | Dice il tipo di equipaggiamento, ma non indica chiaramente come cambiano le condizioni atmosferiche.<br>*Esempi:*<br>*Le condizioni atmosferiche cambiano durante la scalata della montagna. [Portare taniche]* | |
| **71** | Dice il che la pressione atmosferica **aumenta** con o senza indicazioni di equipaggiamento. | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati) | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

**Domanda 31)**

**Nota:** Per un punteggio pieno deve far riferimento al suono che si affievolisce (o simili) **E** dare una spiegazione relativa al fatto che il suono di ha bisogno di un mezzo per diffondersi (o simili).
Un credito parziale viene dato alle risposte che parlano del suono che si affievolisce senza ulteriori spiegazioni (Codice 10) o che danno solo una minima spiegazione riguardo il vuoto o l'assenza di aria nella campana di vetro. (Codice 11). Risposte che parlano solo della scomparsa del suono (o simili) con una spiegazione sbagliata che indica la non conoscenza delle modalità di produzione e propagazione del suono sono considerate errate (Codice 70).

| Codice | Risposta | Item: S032369 |
|---|---|---|
| | **Risposta corretta** | |
| **20** | Si riferisce al suono che si attenua E spiega che il suono ha bisogno di un mezzo per propagarsi .<br>*Esempi:*<br>*Il suono morirà perchè se non c'è aria allora non può trasmettere il suono.*<br>*Il suono svanirà. Le onde sonore hanno bisogno di un mezzo per propagarsi.*<br>*Il suono è trasportato dall'aria. Quindi non c'è niente che trasporta il suono e lui va via.* | |
| **29** | Altre risposte corrette | |
| | **Risposta parzialmente corretta** | |
| **10** | Si riferisce al suono che svanisce (o simili) SENZA ulteriori spiegazioni<br>*Esempi:*<br>*Il suono sparisce* | |
| **11** | Si riferisce al suono che svanisce con una minima spiegazione riguardante solo il vuoto o l'assenza di aria. [ Non si riferisce esplicitamente alla necessità del suono di un mezzo per propagarsi]<br>*Esempi:*<br>*Svanisce perchè tutta l'aria è andata via.*<br>*Diventa più debole a causa del vuoto.*<br>*Il vuoto non ti fa sentire il suono* | |
| **19** | Altre risposte corrette<br>*Le onde non si propagano* | |
| | **Risposta errata** | |
| **70** | Si riferisce al suono che scompare (o simili) con una spiegazione non corretta che dimostra un'idea sbagliata riguardo la produzione/propagazione del suono.<br>*Esempi:*<br>*Le onde sonore vengone aspirate insieme all'aria.*<br>*Non c'è più aria che muove il campanello.*<br>*Smette di suonare perché è l'aria che produce il suono squillante* | |
| **71** | Si riferisce al suono che diventa più forte, chiaro o simili, con o senza altre spiegazioni.<br>*Esempi:*<br>*Diventa più forte perché non c'è più aria ad assorbire il suono.* | |
| **79** | Altre risposte errate (comprese risposte cancellate o sbarrate, illeggibili, fuori tema o segni isolati)<br>*Le onde non si propagano* | |
| | **Nessuna risposta** | |
| **99** | Vuoto | |

# Allegato I: Trascrizione sintetica delle interviste agli studenti

| **Item 1** | |
|---|---|
| **S18** | A ottobre aveva sbagliato (70), perché non aveva fatto riferimento né al mimetismo né ai predatori; ma probabilmente aveva chiaro il concetto di mimetizzazione. Durante l'intervista, infatti, lo esplicita, ma senza riferimenti ai predatori: "è per la mimetizzazione". Non svolto a scuola, ma "uno ci arriva." "Come ci arrivi?" "Vabbè, uno ci pensa!" "tu chiaramente sai che cosa vuol dire mimetizzarsi; come lo sai?" "Nei documentari". |
| **S17** | Saltata in entrambi. Conoscere il concetto di mimetizzazione non basta per rispondere alla domanda: "mmh, no, non ho mai studiato questo argomento […] Mi manca proprio la base per sapere perché" [..] "Per curiosità, sai che significa *mimetizzarsi*? Conosci questa parola?" "Sì […]" |
| **S9** | Giusta in entrambi. A dicembre non fa riferimento scritto ai predatori , ma lo fa nella spiegazione orale: "… erano più facili da individuare e quindi venivano mangiate dagli uccelli…" "Ti chiedo di dirmi prima che argomento è secondo te e poi di dirmi se l'hai fatto o no" "Ok [..] Biologia" "Più precisamente?" "La teoria dell'evoluzione. [..] Lo so perché io partecipo a un corso della LIPU e poi sono venuti degli esperti alle scuole medie." "Quindi non l'hai fatto proprio con i tuoi insegnanti?" "No, cioè abbiamo fatto l'evoluzione però sinteticamente |
| **S4** | Giusta in entrambi. Non fa riferimento ai predatori nella risposta scritta, ma a voce mostra di aver capito il concetto: "Ciò ha portato a un cambiamento nel guscio; per quella che viveva nella foresta, più scuro per cercare di nascondersi nell'oscurità della foresta; mentre l'atra [...] per nascondersi nel campo, che comunque ha colori chiari" e fa riferimento esplicito ai predatori: "Ciò aiuta le chiocciole a sopravvivere perché è più difficile per gli uccelli, o comunque per i predatori, da cacciarle". "Sul libro non c'era scritto proprio quest'argomento qui, però la nostra professoressa ce ne ha parlato [...] alle medie" |

| **Item 2** | |
|---|---|
| **S18** | Giusto in entrambi i test. "Sì, questo l'ho studiato" "Quando?" "Alle elementari". |
| **S17** | Sbagliata a ottobre, giusta a dicembre. "Penso che sia nell'acqua, perché noi alle elementari lo abbiamo fatto a scienze. Alle medie abbiamo fatto unplugged, quindi non abbiamo fatto scienze." "Unplugged era quel programma in cui facevate…" "Droghe, fumo..." "Per tutti e tre gli anni?" "No, i primi due anni avevamo fatto pochissime cose perché pensavamo più alla matematica" |
| **S9** | Giusto in entrambi i test. "Comunque sì, questo l'ho studiato a scuola". |
| **S4** | Stranamente, lo aveva sbagliato a ottobre (terreno), mentre a dicembre risponde con sicurezza: "[…] perché i primi organismi erano cellule che vivevano nel brodo primordiale, che era un miscuglio di acqua e Sali minerali… e l'abbiamo studiato sempre in terza media..." |

| **Item 3A** | |
|---|---|
| **S18** | Giusta in entrambi. "Ah, questa l'ho sbagliata! […] è la vetta, giusto?" "Perché dici che l'hai sbagliata?" "Boh, l'abbiamo fatto, però io non l'ho capito quest'argomento" "Quando?" "In terza media, però in tipo due giorni," "Per che materia?" "Tecnica." |
| **S17** | Sbagliata in entrambi (mette i metri). |
| **S9** | Giusta in entrambi. |
| **S4** | A ottobre aveva sbagliato (600m). A dicembre si ripone il problema: "Che caratteristica geografica sarebbe l'altitudine?" "… è importante che tu risponda per come la capisci" "ok, io metterei come altitudine 600m, quindi è una collina, una piccola montagna" e scrive entrambe le cose: altitudine e montagna. |

| **Item 3B** | |
|---|---|
| **S18** | Sbagliata in entrambi i casi; incredibilmente, il disegno è quasi lo stesso! Evidentemente ha ripetuto lo stesso ragionamento, anche se non lo ha esplicitato. “Perché decidi di farlo passare lì?” “Perché è 250, cioè 350, 250…” “Quindi la logica qual è?” “La logica decrescente”. “Hai mai studiato? Eh, sì.” |
| **S17** | Saltata a ottobre e sbagliata a dicembre. Si scoraggia anche questa volta: "No, quest'argomento non l'ho fatto". Poi disegna il percorso praticamente giusto, ma mette la freccia nel verso sbagliato: "Scorre così" "Quindi parte dal mare, il fiume?" […] "Non avevo capito che la Baia del Cucciolo era mare" [...] |
| **S9** | Sbagliata (di poco) in entrambi. "L'ho fatto, credo, in prima media, in geografia" |
| **S4** | Giusta, più o meno, in entrambi, anche se in realtà tende a tagliale un po' le isoipse in alto. "L'abbiamo studiato alle elementari […] in geografia. […] Alle medie non credo" |

| **Item 7** | |
|---|---|
| **S18** | Sbagliata in entrambi. È indecisa tra la 1 e la 3: "se riscaldo l'aria, qui comprime, mi pare, c'è più pressione, penso, no? [...] però io penso questa (indicando la 3). […] Non so se, quando riscaldo l'aria, essa comprime di più, cioè esercita più pressione... Se l'esercita, allora non è questa (indicando la 3). Se non l'esercita,... Cioè o questa o questa" [...] Boh, scelgo la 3, perché penso che, se scaldo l'aria, non cambia nulla. Questo proprio non lo so". Mette la croce sul NO (svolto)... "Se ti dicessi che l'argomento è la dilatazione termica, hai mai sentito parlare della dilatazione termica?" "No." |
| **S17** | Giusta in entrambi. Prima fa confusione tra aria e acqua, pensa che sia l'acqua ad essere scaldata. Gli faccio rileggere il testo, si accorge dell'errore e risponde bene senza esitazioni, ma la spiegazione è poco convincente e lui stesso preferisce poi non scriverla: "Visto che l'aria spinge un altro tipo di aria, spinge anche l'acqua..." Dice di non aver svolto l'argomento.. |
| **S9** | Giusta in entrambi. "Fatto in scienze, alle medie, credo in seconda". |
| **S4** | A ottobre aveva indovinato la selezione, con spiegazione era del errata: "Perché l'aria riscaldata fa evaporare l'acqua, abbassandone il livello". A dicembre seleziona subito la scelta corretta, ma quando spiega dice che "l'aria riscaldata aumenta di densità, quindi occupando più spazio [...] e quindi spingerà l'acqua verso il basso". Probabilmente confonde densità e pressione. "Non l'ho mai studiato questo" "Allora come fai a saperlo?" "Perché io ho un oggetto simile a casa che serve a vedere come sarà il meteo [...] e quando fa molto caldo la sfera è praticamente vuota d'acqua e il tubo invece è pieno, mentre quando fa più freddo l'acqua nella sfera è molto alta [...] mio padre me l'ha portato dal Giappone" |

| **Item 10** | |
|---|---|
| **S18** | giusta in entrambi i casi (riprodursi). Leggendo la domanda, "Indica un'altra funzione vitale che il paramecio deve svolgere per sopravvivere… Cioè per continuare la specie?" "sopravvivere" "[…] Io penso che deve riprodursi, cioè, se si intende la specie [...] Le cellule le abbiamo fatte noi, quest'anno e alle medie." "Alle medie ti ricordi quando?" "Seconda media, penso. [...] Che per vivere bisogna riprodursi" "L'avete ripetuto anche quest'anno?" "No, le cellule ancora abbiamo fatto... finora principalmente chimica". |
| **S17** | Saltata in entrambi. La prima reazione è ancora una volta: "No, questa non saprei proprio rispondere, perché non so neanche cos'è un paramecio." […] "Cosa ti serve sapere per rispondere?" "Quali funzioni deve svolgere per rimanere in vita, però non le so" [...] "Ha preso come esempio un paramecio, ma poteva prendere benissimo un cane, un gatto, un bambino" "Ah, nutrirsi forse! Io avevo capito in un altro senso" [...] "Però qua nutrirsi non va bene perché te l'ha già detto, serve un'altra cosa..." "Crescere, coprirsi, cioè se ha freddo; però lui... Un paramecio..." Poi non si convince e non scrive nulla. L'argomento aveva dichiarato di non averlo fatto perché pensava al paramecio. Considerando le funzioni vitali, dice: "Fatto male, in prima media, seconda media, boh?" |
| **S9** | Giusta in entrambi. "Fatto alle medie, in scienze. […] Biologia, organismi e cellule" |
| **S4** | Giusta in entrambi (riproduzione). Parlando si pone il problema che la riproduzione non serve per la sopravvivenza dell'individuo, ma per quella della specie. Svolto alle medie "perché abbiamo studiato gli organismi unicellulari […] e anche in storia, all'inizio, dalle prime cellule fino all'uomo". |

| **Item 16** | |
|---|---|
| **S18** | Giusta in entrambi. "Sì, l'ho studiato, ne ho sentito parlare." "Quando esattamente? Dove?" "A scienze, quest'anno." "Alle medie no?" "No." |
| **S17** | Giusta in entrambi. "Questo argomento l'ho fatto al liceo, quindi saprei rispondere, però alle medie no". |
| **S9** | Giusta in entrambi. "Questo l'abbiamo fatto quest'anno" "Se questo test l'avessi fatto a maggio dell'anno scorso, avresti saputo rispondere?" "Mh… Forse ci sarei arrivato per esclusione". |
| **S4** | Giusta in entrambi. Studiato sia al liceo (forse a scienze già prima di ottobre), sia alle medie, in scienze. |

| **Item 17** | |
|---|---|
| **S18** | Giusta in entrambi. Ma "Allora, questo non l'ho studiato." […] "Prova ad arrivarci." […] "Penso espansione o conduzione. La radiazione non penso, quindi… L'espansione… L'espansione del calore? No… Quindi, forse conduzione?" |
| **S17** | Saltata a ottobre, sbagliata a dicembre. "Non lo so perché non so che significa la radiazione, conduzione e convezione" "Li hai mai sentiti questi nomi?" "No" |
| **S9** | Giusta in entrambi. Ci pensa un attimo, ma poi risponde bene: "Qua mi sembra che avevo messo la conduzione. […] No, espansione, radiazione, conduzione e convezione non l'ho fatti. […] Cioè alle medie, sempre in tecnologia, avevamo studiato le proprietà dei metalli, quindi so che conducono il calore, però non l'avevamo fatto nello specifico." |
| **S4** | Giusta in entrambi. È in dubbio tra espansione e conduzione. "Comunque l'abbiamo studiato anche quest'anno, in scienze, questa cosa della conduzione del calore; ma anche alle medie" |

| **Item 19** | |
|---|---|
| **S18** | Parzialmente giusta a ottobre, giusta a dicembre. "Faccio acqua. Germinazione… La germinazione è la nascita di piante, diciamo?" "Secondo te?" "Penso che è quando nascono i fiori, cioè nasce una pianta… Allora acqua […] e ossigeno, penso. […] Allora, hai mai studiato questo argomento a scuola? Più o meno... Cioè le piante sì, l'abbiamo studiate alle medie |
| **S17** | Saltata a ottobre e giusta a dicembre. "Che cos'è la germinazione?" "Lo sai che non posso risponderti…" […] "Ma quando germogliano?... Hanno bisogno dell'acqua… e di… calore […] Non mi ricordo, forse l'ho fatto alle elementari, però sempre male; però questa è una cosa... naturale, che... quasi tutti dovrebbero sapere che una pianta ha bisogno di acqua e calore." |
| **S9** | Sbagliata in entrambi: a ottobre scrive nutrimento + ossigeno (quindi parzialmente corretta); a dicembre sostanze nutritive. Su questo non sembra avere dubbi: "Deve avere sostanze nutritive e… Non lo so, non mi ricordo" […] "Questo l'avevo fatto in prima media [...] le proprietà delle radici..." Non ha mai fatto l'esperimento di crescere un seme. |
| **S4** | Giusta a ottobre (acqua e calore); incompleta a dicembre (acqua). "anche qua, qui nel compito mi ero... perché non pensavo che potessero nascere delle piante al buio sinceramente, ma evidentemente […] Abbiamo fatto la vita e la riproduzione delle piante […] quindi che una pianta ha bisogno di acqua, di un certo clima… Quindi sì, l'ho studiato [...] credo anche alle elementari" "Hai fatto mai esperienze?" "No, avevo delle piante io, ma non ho mai provato a farle crescere al buio [...] a partire dai semi ho fatto crescere la pianta del fagiolo". è confuso dalla questione della luce e del buio: "Ma la luce e il buio sono inclusi oppure...?" |

| **Item 20 A-B** | |
|---|---|
| **S18** | Saltate a ottobre, giuste a dicembre. Risponde subito "Potenziale […] Cinetica" "Quando l'hai fatto questo argomento?" "Al liceo, alle medie non l'avevo fatto" "ti ricordi se prima o dopo il test dell'11 ottobre?" "Sì, prima, proprio all'inizio inizio" |
| **S17** | Saltate a ottobre, giusta la A e saltata la B a dicembre. "L'ho fatto qui al liceo, ho fatto energia potenziale, cinetica; però l'abbiamo fatto all'inizio dell'anno […] e me lo sono scordato perché l'energia non l'avevo capita proprio bene." |
| **S9** | Giusta in entrambi. È molto veloce e sicuro. "Cioè, sì, l'abbiamo studiato; però, quando ho fatto il test la prima volta, non l'avevo studiato" "Sei sicuro di questo?" "Sì, l'abbiamo studiato da poco, adesso. […] Io questo lo sapevo perché, per esperienza [...] me l'ha spiegato mio padre, mi sa." |
| **S4** | Giusta in entrambi. "Questi argomenti li abbiamo fatti anche qua al liceo, in scienze" "Se avessi fatto questo test a maggio dell'anno scorso?" "Abbiamo fatto l'energia potenziale anche alle medie, con la professoressa di tecnica, però è arrivata alla fine dell'anno, nell'ultima settimana di scuola [...] In scienze avevamo parlato dell'energia in generale, ma..." |

| **Item 22 A** | |
|---|---|
| **S18** | Sbagliata in entrambi (D). Ma è indecisa tra C (giusta) e D: "La A no perché, secondo me, i lati del recipiente sono, diciamo, caldi; poi… La B per lo stesso motivo; tra C e D, una delle due…Penso la D, perché quello che rileva il calore è solo il pomello alla fine." |
| **S17** | Sbagliata in entrambi (B). "Non saprei rispondere, quindi ho detto proviamo ad azzeccarci […] non so perché, per intuito" |
| **S9** | Giusta in entrambi. È sicuro e spiega perché escludendo le altre possibilità. |
| **S4** | Giusta in entrambi. Spiega perché escludendo le altre possibilità. Afferma con certezza di aver studiato l'argomento: "So che il recipiente si riscalda prima del liquido in esso contenuto […] l'ho fatto a scuola". |

| **Item 22 B** | |
|---|---|
| **S18** | Sbagliata (temperatura) in entrambi. "eh… Una variabile… La temperatura". Finite le domande 22 le dico "Scusa, ti posso chiedere che cosa vuol dire, secondo te, *elenca una variabile che Giacomo ha controllato?*" "Ehm,,, Cioè nell'indagine cos'è che cambia." |
| **S17** | Saltata in entrambi. "Non saprei rispondere." "Spiegami perché." "Perché non so cos'è la variabile." |
| **S9** | Sbagliata (temperatura) in entrambi. "perché lui misura la temperatura […] La variabile indipendente è il tempo e quella dipendente è la temperatura." […] "Cosa vuol dire quel *controllato?"* "Verificato, cioè misurato." |
| **S4** | Saltata a ottobre e sbagliata a dicembre: "Ogni due minuti l'acqua si riscalda regolarmente di un certo numero di gradi." Afferma di aver studiato l'argomento: "Questa cosa delle variabili non l'avevo studiata prima, alle medie, però l'ho studiata adesso al liceo, con il supplente della professoressa di fisica". |

| **Item 22 C** | |
|---|---|
| **S18** | Giusta in entrambi. "Eh, io penso il becco Bunsen. Perché, per esempio, dopo 4 minuti […] È sempre il grafico, l'ho studiato, quindi…" (mette la croce sul Sì) "In questo caso forse io avrei dovuto ripetere la domanda *hai mai studiato questo argomento a scuola?* per 3 volte (A, B e C). C'è qualcosa che vuoi aggiungere?" "Allora questa (22A) no, non l'abbiamo... No, come misurare la temperatura no. Poi... La variabile sì, come il grafico." |
| **S17** | Sbagliata a ottobre, giusta a dicembre. "In che senso? Perché partono tutte e due dallo stesso punto..." "Non ti posso aiutare, riguarda meglio il grafico, ci sono alcune indicazioni che ti fanno capire." A questo punto parte con osservazioni e ragionamenti perfettamente logici e consequenziali, arriva alla risposta giusta e la spiega. "Hai studiato l'argomento? Il grafico sì, però la temperatura no." "E le altre due?" "No, la variabile no, e quest'esperimento non l'ho mai fatto". |
| **S9** | Giusta in entrambi. Legge bene il grafico e trae la conclusione senza difficoltà. "E questo sì, l'abbiamo studiato a scuola" "Cosa?" "Innanzitutto la temperatura… E comunque, appunto, i grafici." "E le altre due domande?" "Questa (22A) non ho capito bene che argomento è, cioè sono andato un po' a deduzione." "E diresti che l'hai fatto a scuola?" "No... [...] E questa sì, la variabili dei grafici sì." |
| **S4** | Giusta in entrambi. Legge il grafico senza difficoltà e spiega di aver trattato l'argomento più volte a scuola: "Questo grafico l'avevamo fatto sia alle medie che adesso al liceo con il professore di fisica". |

| **Item 25** | |
|---|---|
| **S18** | Sbagliata in entrambi. Risponde subito "Il blocco 2 […] perché il calore del giornale si trasferisce al corpo del ghiaccio e quindi velocizza il processo di scioglimento." […] "Hai studiato questo argomento a scuola? Il calore che si trasmette sì, però proprio questo questo no, cioè quale si scioglie prima, se il calore viene trasmesso" "Quando l'hai fatto" "Adesso al liceo, alle medie no" |
| **S17** | Sbagliata a ottobre, giusta a dicembre, ma senza spiegazione. È molto indeciso: "Quello avvolto nel giornale… No, no, si scioglie prima il blocco di ghiaccio […] perché, avvolto in un foglio di giornale, si bagnerebbe… No, non lo so […] Ho messo il blocco 1 perché si scioglierebbe più facilmente. [...] O è il 2 perché il giornale dà più calore, però penso di no perché diventerebbe acqua... Non lo so." "A ottobre che avevi fatto?" "Avevo visto dal mio compagno." Argomento non fatto. |
| **S9** | Giusta a ottobre (con spiegazione perfetta) e sbagliata a dicembre. "Forse il blocco 2... Sono molto indeciso […] perché così al primo impatto direi il blocco 1 perché è quello più esposto all'aria, però è vero anche che il giornale dà comunque un po' più calore, cioè come quando noi ci copriamo con una coperta, fa più calore e quindi è più facile che si scioglie. [...] Vabbè direi il blocco 2... Perché il giornale esercita calore sul blocco. E questo l'ho studiato a scuola." "Che argomento?" "I passaggi di stato" |
| **S4** | Saltata a ottobre e giusta a dicembre. Indovina subito a intuito la risposta, ma non sa perché e come giustificarla; poi si sforza e ci riesce. Dice di non aver svolto l'argomento " |

| **Item 31** | |
|---|---|
| **S18** | Parzialmente giusta a ottobre e saltata a dicembre. È molto perplessa. Non sa rispondere e si fa alcune domande "Perché viene estratta l'aria? Vabbè, perché sì […] Che cosa accade... Al suono?" Poi è confusa dalla parola squillante "Secondo me il suono è più... non acuto [...] cioè o diventa più squillante o diventa meno squillante" [...] "Secondo me diventa più basso; non so neanche se ho messo diventa più basso o diventa più alto" Cerca ancora di pensare e viene fuori che pensa che il suono esca dal tubo collegato alla pompa a vuoto. Alla fine, dovendo scegliere, dice "Forse diventa più acuto" |
| **S17** | Saltata in entrambi. "Secondo me no, l'aria rimane sempre là. […] Succede che esce un rumore, si sente un rumore del campanello, visto che suona e quando suona esce anche l'aria, quindi quando esce l'aria si sentirà anche il…" Lo porto un po' a ragionare e a un certo punto dice "Quindi non si sentirà più questo rumore squillante", ma ci arriva per deduzione, non sa spiegare il perché. Non ha mai svolto l'argomento a scuola. |
| **S9** | Giusta in entrambi. Spiega perfettamente: "Il suono non si propaga, cioè non si sente più il campanello perché quando hanno… Cioè si è creato il vuoto, quindi hanno estratto l'aria dalla campana, il suono non ha più niente in cui propagarsi. […] Fatto, sì, sì. Le onde sonore." |
| **S4** | Saltata a ottobre e giusta a dicembre. "Non me la ricordavo questa domanda". Fatica a capire la domanda, perché inizialmente pensa che il tubo estragga il suono, ma poi, una volta riletta la domanda, spiega perfettamente il fenomeno: "il suono è diminuito dalla mancanza d'aria perché il suono è dovuto alla vibrazione dell'aria." "Come fai a saperlo se non l'hai fatto a scuola?" "Perché noi abbiamo parlato anche in terza media, e anche quest'anno del fatto che il suono è dovuto alla vibrazione dell'aria, cioè ce l'ha detto anche ieri un professore di musica durante l'autogestione [...] Lo sapevo perché alle medie la professoressa ce ne aveva parlato parlando dei sensi e di come le vibrazioni arrivano al timpano [...] Però non so se senza l'aria il suono c'è comunque..." |