

Rapporto provinciale PISA 2006

I dati OCSE-PISA 2006
per il Trentino

a cura di **Maurizio Gentile**

© Editore Provincia Autonoma di Trento - IPRASE del Trentino
Tutti i diritti riservati

Prima pubblicazione settembre 2009

Stampa: Centro Duplicazioni della Provincia Autonoma di Trento

Rapporto provinciale PISA 2006
I dati OCSE-PISA per il Trentino
a cura di Maurizio Gentile

p. 258; cm 297
ISBN 978-88-7702-244-8

Prefazione	
A. Salatin	5
Capitolo 1	
Il Trentino nell'indagine OCSE-PISA 2006: modelli di valutazione delle competenze e risultati principali	
M. Gentile	9
Capitolo 2	
L'influenza dei fattori individuali e di contesto sui risultati della prova di scienze	
M. Gentile, F. Rubino	65
Capitolo 3	
Atteggiamenti e coinvolgimento nei confronti dell'apprendimento delle scienze: un'analisi esplorativa sugli studenti del Trentino	
F. Fraccaroli, F. Pisanu	97
Capitolo 4	
Genere, immigrazione e differenze di performance in scienze, matematica e lettura	
V. Amistadi, A. Bazzanella, C. Buzzi	143
Capitolo 5	
La valutazione delle competenze matematiche in OCSE-PISA e in altre indagini provinciali	
M. Pellerrey	163
Appendice A. Confronti comparativi: Provincia Autonoma di Trento versus Paesi OCSE	183
Appendice B. Confronti comparativi: Provincia Autonoma di Trento versus Regioni italiane	186
Appendice C. Esempi di quesiti per la valutazione della competenza scientifica	189
Executive summary	
L'indagine OCSE-PISA 2006 per l'orientamento delle politiche educative	
M. Gentile	251

Prefazione

Per la seconda volta il Trentino si confronta con i risultati dell'indagine OCSE-PISA. Nell'edizione del 2006 è stato coinvolto un campione di 1757 studenti distribuiti in 60 istituti: 15 Licei, 16 Istituti Tecnici, 7 Istituti Professionali, 22 Istituti di Formazione Professionale. Il campione rappresenta 4317 studenti trentini.

Dopo il rapporto preliminare, pubblicato in occasione del seminario "PISA 2006: le performance dei sistemi educativi di stati e regioni", organizzato dalla Provincia Autonoma di Trento e dall'OCSE, questo rapporto finale presenta diversi approfondimenti: la valutazione delle competenze intellettive secondo il quadro di riferimento OCSE-PISA; l'incidenza dei fattori individuali e di contesto sui risultati della prova di scienze; gli aspetti motivazionali e l'apprendimento delle scienze; la relazione tra genere, immigrazione e risultati nei test PISA; la valutazione delle competenze matematiche in PISA e in altre indagini nazionali e provinciali.

La pubblicazione del rapporto provinciale¹ si inserisce pienamente nel processo di diffusione dei risultati iniziato nel dicembre 2007 per opera delle istituzioni internazionali, nazionali e regionali. Il rapporto internazionale dell'OCSE, infatti, è stato reso pubblico il 4 dicembre e per la prima volta in Italia INVALSI e MIUR hanno tenuto una presentazione ufficiale del pre-rapporto nazionale. A partire dal mese di febbraio 2008 sono stati presentati i pre-rapporti di Lombardia, Veneto, Emilia Romagna, Trento e Bolzano. Il rapporto nazionale è stato pubblicato nel sito INVALSI nel Giugno 2008. Nel secondo semestre del 2008 e in parte nel primo trimestre del 2009 sono stati pubblicati i rapporti finali di Piemonte, Veneto, Emilia-Romagna, Lombardia.

Il quadro di riferimento OCSE-PISA e gli atti di indirizzo dell'Unione Europea sono diventati negli ultimi anni, due importanti punti di riferimento per la valutazione delle performance dei sistemi scolastici e la definizione dei curricula.

In questo quadro, particolare interesse riscuotono i modelli di valutazione delle competenze proposte in OCSE-PISA. Si tratta, infatti, di un sistema di valutazione standardizzato articolato in termini di contenuti disciplinari, livelli di prestazione, tipologie di prove. Esso può essere un possibile punto di riferimento, per la legislazione nazionale, per le leggi e gli atti di indirizzo delle regioni/province autonome, per la progettazione dei curricula e dell'offerta formativa delle scuole secondarie di primo e secondo grado.

Le indagini internazionali, le Raccomandazioni dell'Unione Europea pongono, tuttavia, alcune questioni non ancora del tutto risolte. La prima è quella di garantire

¹ Colgo l'occasione per ringraziare gli autori dei contributi riportati nel Rapporto, i ricercatori IPRASE, il Dipartimento Istruzione della Provincia Autonoma di Trento, il Comitato provinciale di valutazione, l'INVALSI e tutti coloro che a vario titolo hanno collaborato a questo lavoro.

ai giovani il possesso sicuro di strumenti di base “alfabetici” e buone “abilità di vita”, per poter continuare ad apprendere lungo l’arco di tutta la vita. I giovani hanno bisogno di formare solidi competenze di base, che tuttavia da sole non sono sufficienti per garantire un lavoro retribuito e sicuro. Viviamo in un contesto storico-sociale in cui la capacità di astrazione simbolica e di creazione di idee sono le chiavi per accedere ad un buon posto di lavoro, in cui creatività e capacità d’innovazione sono i mezzi per vivere una vita soddisfacente fatta di opportunità e partecipazione.

La seconda questione è quella relativa ai curricoli. I quadri di riferimento delle indagini internazionali (come TIMSS, PIRLS, PISA) possono dare un contributo di discussione e orientamento sul tema dei curricoli. Essi possono favorire infatti la spinta verso l’essenzialità dei saperi scolastici, contrastando la tendenza all’ipertrofia dei contenuti disciplinari, associata alla sequenza tradizionale “dal più semplice al più complesso”, “dai pre-requisiti alle abilità più elevate”. Recenti studi hanno dimostrato come un apprendimento significativo ha luogo invece quando gli alunni acquisiscono le conoscenze e le abilità di base proprie di ciascuna disciplina, imparando, allo stesso tempo, come pensare e risolvere problemi complessi. Difficilmente si possono insegnare conoscenze e procedimenti senza impegnare gli studenti in processi di pensiero (come applicare la conoscenza in situazione), e viceversa. Conoscenze (fatti e procedure) e pensiero (analisi, applicazione, soluzione, astrazione) sono strettamente uniti e formano una buona base cognitiva per lo sviluppo di competenza.

In OCSE-PISA la competenza funzionale di base (*literacy*) è stata pensata come la capacità di utilizzare le conoscenze e le competenze in contesti di vita reale. L’interesse dei docenti e dei sistemi scolastici dovrebbe essere focalizzato proprio su questo punto. Creare nella scuola un ambiente fondato non sulla mera trasmissione di saperi, ma sulla loro finalizzazione applicativa e formativa. A noi sembra che questo sia il messaggio più importante da cogliere: la necessità di consegnare alla scuola e ai giovani le chiavi per il passaggio dalla trasmissione delle conoscenze al loro utilizzo nel contesto sociale quotidiano, personale, professionale e culturale.²

Una seconda dimensione di efficacia per la scuola è il curricolo inteso come combinazione necessaria di conoscenze fattuali e procedurali proprie di ogni disciplina, unite alle competenze funzionali di base e alle abilità di pensiero. Tali elementi possono orientare la definizione dei percorsi formativi, gli standard di apprendimento, le politiche di formazione dei docenti.

Gli ultimi due aspetti rilevanti richiamati nel presente Rapporto ci sembrano l’uso della valutazione sia a scopi formativi e sia a scopi di *accountability*. Nel primo caso

² L’OCSE stessa auspica ciò quando prevede, fra le ricadute di PISA, una pubblicazione contenente una significativa quantità delle sue prove commentate da utilizzarsi non tanto come esercizio per i test (*teaching for test*), quanto come piste di lavoro didattico. Per tale ragione lo scritto offre ai lettori un’ampia sezione dove si riportano 53 quesiti usati nella rilevazione del 2006. Tali prove fanno riferimento a contenuti, competenze e conoscenze scientifiche, focus dell’edizione 2006. I quesiti possono costituire degli spunti utili per organizzare percorsi progettuali, compiti di prestazione, verifiche intermedie o finali nel corso dell’anno scolastico.

gli insegnanti e gli studenti monitorano il processo e i progressi di apprendimento ai fini di un miglioramento continuo. Nel secondo caso le scuole e i sistemi educativi assicurano che il massimo numero di studenti riceva ciò di cui hanno bisogno per riuscire. Entrambe le questioni richiederanno, per essere affrontate validamente, un forte impegno nello sviluppo e nella progettazione di prove e di sistemi di valutazione più avanzati. Su questo terreno l'IPRASE sta lavorando da tempo, attraverso un progetto ad hoc, che sarà ulteriormente sviluppato anche sulla base della prossima pubblicazione dei risultati dell'indagine PISA 2009.

Arduino Salatin
direttore dell'IPRASE del Trentino

CAPITOLO 1

Il Trentino nell'indagine OCSE-PISA 2006: modelli di valutazione delle competenze e risultati principali¹

Maurizio Gentile - IPRASE, Trento²

Estratto. Il capitolo presenta i modelli che l'indagine OCSE-PISA ha elaborato per valutare il livello di competenza scientifica, matematica e nella comprensione dei testi. La rilevazione del 2006 è stata focalizzata sulla competenza scientifica. Per le *scienze*, con una media di 521 punti, gli studenti trentini si collocano in ottava posizione precedendo gli alunni italiani, tedeschi, inglesi, cechi, svizzeri e francesi. A *livello 6* - il grado più alto di competenza - si collocano l'1,2 % di studenti; mentre sotto il *livello 2* si raggruppa il 29,9% di studenti. L'indice di status socio-economico e culturale (ESCS) ha un impatto limitato sui risultati ottenuti nella prova di scienze. Per la *matematica*, con una media di 508 punti, il Trentino si colloca in dodicesima posizione, precedendo in tal modo circa 1/3 dei Paesi OCSE. Al *livello 6* - il grado più alto di competenza - troviamo il 3,5% di studenti; a *livello 2 o inferiore* si collocano il 37,0% degli studenti trentini. Tra il 2003 e il 2006 è emersa una riduzione dei risultati pari a 39 punti. Per la *lettura*, con una media di 508 il Trentino occupa la settima posizione. A *livello 5* - il grado più alto di competenza - troviamo il 9,8% di studenti, mentre sul *livello pari o inferiore a 2* si attesta il 34,3% di allievi. Con il 16% di studenti presenti nel livello più basso della scala di valutazione della lettura, la Provincia Autonoma di Trento è allineata al *benchmark europeo: entro il 2010 non oltre il 17% di studenti europei deve trovarsi al livello 1 o inferiore della scala di valutazione.*

Parole chiave: Analisi quantitativa - Competenza scientifica - Competenza matematica - Competenza di lettura-comprensione - Comparazioni - Status socio-economico - OCSE - Italia

1. CHE COS'È L'INDAGINE OCSE-PISA

Dal 1997 l'OCSE³ ha avviato il *Program for International Student Assessment (PISA)*, con lo scopo di rilevare le competenze di un campione mondiale di studenti

¹ Il presente capitolo è basato sul rapporto preliminare presentato in occasione del seminario "PISA 2006: le performance dei sistemi educativi di stati e regioni", organizzato dalla Provincia Autonoma di Trento e dall'OCSE. Si ringrazia il Prof. Dario Zuccarelli per la collaborazione nelle elaborazioni statistiche e nella predisposizione dei grafici.

² Per chiedere notizie o scambiare opinioni su questo capitolo, l'autore può essere contattato al seguente indirizzo: IPRASE del Trentino, Via Gilli n. 3 - 38100 Trento, maurizio.gentile@iprase.tn.it

³ L'*Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE)* si occupa di istruzione in conseguenza di due importanti innovazioni. La prima è stata il crescente sviluppo di indagini comparative che hanno permesso un confronto dei risultati ottenuti, tra un Paese e l'altro, combinando i dati delle prestazioni cognitive degli allievi con quelle dei diversi sistemi scolastici. L'altra importante linea innovativa è quella che, fin dal 1990, ha portato l'ONU a elaborare l'ISU, l'Indice di Sviluppo

15enni scolarizzati, cioè allievi che si collocano, nel sistema italiano, tra la fine del primo ciclo d'istruzione (scuola primaria e secondaria di primo grado) e i due anni di obbligo. Tale periodo segna l'inizio degli studi della scuola secondaria superiore o dei percorsi di formazione professionale.

L'indagine valuta i livelli di alfabetizzazione in tre aree: *scienza, matematica e lettura*. I test misurano la capacità di utilizzare conoscenze e competenze al fine di portare a termine e risolvere compiti concreti (*di realtà*). Il grado di alfabetizzazione è valutato secondo diversi livelli. Ne sono previsti 5 per la lettura, 6 per la matematica e la scienza. Ciascun livello è descritto sia in termini *quantitativi* (il punteggio minimo che può ottenere ciascuno studente) e *qualitativi* (ciò che ciascuno studente conosce e sa fare a ciascun livello). Pertanto, la *literacy* così come le specifiche competenze e conoscenze che la costituiscono, non sono esaminate secondo il criterio assenza/presenza. Esse si possono possedere, e sviluppare, secondo gradi diversi di padronanza.

Visto nel suo insieme, PISA offre dati per valutare in che misura i sistemi scolastici sono in grado di favorire l'acquisizione di adeguati livelli di *literacy*. Tali *saperi irrinunciabili*⁴ possono influire sulla piena partecipazione alla vita sociale ed economica. La prospettiva è quella dell'apprendimento permanente (*lifelong learning*). I livelli di padronanza sviluppati nei primi 10 anni di scuola (l'attuale *obbligo d'istruzione*), in ciascuno dei tre ambiti considerati dall'indagine, sono ritenuti, infatti, una base irrinunciabile su cui costruire un processo di apprendimento lungo l'arco di tutta la vita.

L'indagine produce, inoltre, i risultati in relazione ad un insieme di fattori personali e di contesto che possono influire sugli esiti delle prove. Laddove è possibile, l'analisi dei dati suggerisce linee politiche utili per l'innovazione dei processi educativi e per intervenire su ostacoli e fattori di svantaggio.

Tale quadro di riferimento sta diventando un importante termine di confronto per l'Unione Europea⁵ e per molti governi quanto a contenuti di insegnamento (*curricolo*) e modalità di certificazione (*valutazione*).⁶

Umano. Tale indice ha aiutato molte classi dirigenti a capire che i livelli di competenza delle popolazioni sono un fattore decisivo dello sviluppo economico-produttivo. Si veda per maggiori dettagli: T. De Mauro, *Tutte le scuole del mondo*, in "Internazionale", 2008, 727, pp. 30-31.

⁴ Espressione utilizzata nell'ambito del *Regolamento sull'Obbligo d'Istruzione*.

⁵ DG Education and Culture, Unit A6, *Detailed analysis of progress towards the Lisbon objectives in education and training. 2006 Report. Analysis based on indicators and benchmark*, 2006. [Disponibile su: http://www.indire.it/eurydice/content/index.php?action=read_notizie&id_cnt=1670].

⁶ In riferimento a quest'ultimo punto, l'indagine è richiamata all'interno del paragrafo "Valutazione certificazione" contenuto nelle "Linee Guida" relative alla sperimentazione del decreto del 22 Agosto, 2007: *Regolamento recante norme in materia di adempimento dell'obbligo di istruzione*. OCSE-PISA è citato come uno dei modelli, cui guardare, per la sperimentazione di strumenti di certificazione delle competenze, in funzione della validità e del riconoscimento dei titoli e dei crediti su tutto il territorio nazionale, e in vista della messa a regime del nuovo assetto del secondo ciclo, nell'anno scolastico 2009/2010. Due le finalità principali della sperimentazione proposta dal Ministero: a) *coniugare*

L'uso di PISA, dunque, esprime le sue potenzialità al di là di un repertorio organizzato di dati statistici. Le soluzioni valutative contenute nell'indagine (*modelli di literacy, struttura delle prove, contenuto dei quesiti, scale di valutazione, format di presentazione dei risultati*) possono costituire degli esempi per la costruzione di un impianto nazionale di valutazione, da assumere come modalità di certificazione degli esiti in uscita dei primi 10 anni di formazione dei nostri giovani.

Il programma di ricerca ha una ciclicità triennale (2000, 2003, 2006⁷). Per ciascun ciclo è prevista la focalizzazione su uno dei tre ambiti. Nell'indagine del 2006, è stato condotto lo studio principale sulla *literacy scientifica*, ma sono state indagate anche le competenze di lettura e matematiche, che erano state al centro dell'indagine rispettivamente del 2000 e del 2003. In termini pratici questo significa che il numero di prove, dedicate a lettura e matematica, è stato minore.

Nella rilevazione del 2006 hanno partecipato 400.000 studenti di 57 paesi (30 facenti parte dell'OCSE, più 27 aggregati). Questo campione rappresenta quasi 20 milioni di quindicenni scolarizzati nonché l'87% dell'economia mondiale.

In Italia PISA è condotto da un centro nazionale situato presso l'INVALSI. Il centro nazionale ha il compito di coordinare e gestire gli aspetti tecnici e istituzionali legati all'indagine. Tra questi si rivelano centrali, per la buona riuscita dell'iniziativa, sia il coinvolgimento e sia lo scambio con le regioni/province che sono state coinvolte in PISA 2006.⁸ A tal proposito il centro nazionale definisce specifiche convenzioni con ciascuno dei soggetti tecnici, ivi compreso l'IPRASE, a cui le regioni/province assegnano il compito di coordinare e portare a termine la rilevazione.

2. IL TRENINO NELL'INDAGINE OCSE-PISA

Per la seconda volta, dopo il 2003,⁹ la provincia di Trento si confronta con i risultati dell'indagine, nell'intento di analizzare le tendenze in atto e di collocare i livelli di alfabetizzazione (*literacy*) in scienza, matematica e lettura, dei propri studenti quindicenni, nel quadro nazionale ed internazionale.

l'accertamento dei livelli di conoscenza disciplinare con la verifica dei livelli di competenza acquisiti dagli studenti, b) predisporre uno strumento che consenta la "lettura" trasparente delle competenze acquisite.

⁷ La prossima rilevazione è prevista per la primavera del 2009. Il focus di questa edizione è sulla competenza di lettura-comprensione dei testi. È di imminente esecuzione la somministrazione delle prove.

⁸ Nel rapporto nazionale si trovano ampi riferimenti a questa collaborazione. Nello scritto si sottolinea il ruolo attivo svolto dalle regioni/province e dai referenti regionali/provinciali.

⁹ M.T. Siniscalco e D. Zuccarelli, a cura di, *Il livello di competenza dei quindicenni italiani in matematica, lettura, scienze e problem solving PISA 2003. Risultati del Trentino*, IPRASE del Trentino, Trento, 2003.

I risultati offerti possono essere una fonte importante per valutare in termini comparativi e diacronici il possesso di un insieme di *competenze, conoscenze e atteggiamenti* ritenuti essenziali.

2.1. La struttura del campione trentino

La ricerca ha coinvolto cinque filiere scolastiche e formative:

1. Licei
2. Istituti Tecnici (IT)
3. Istituti Professionali (IP)
4. Scuola Media (il campione trentino non comprende questi studenti)
5. Formazione Professionale (FP)

Per il Trentino è stato predisposto, sulla base delle regole che il *Consortio internazionale* ha fornito ai Paesi coinvolti e dei dati acquisiti in sede provinciale, un campione di 1757 studenti distribuiti in **60 istituti**. La Tabella 1.1. mostra i numeri assoluti e le percentuali di studenti per indirizzo scolastico. Nelle tre colonne di destra si riportano invece i valori relativi alla popolazione stimata. Per l'elaborazione dei dati finali dell'indagine il *Consortio internazionale* ha fornito dei pesi che consentono una stima di popolazione. Sulla popolazione stimata sono elaborate le statistiche presentate nel rapporto internazionale.

Tabella 1.1 - Dato campionario a confronto con dato di popolazione (popolazione stimata)

Indirizzo scolastico	Campione			Popolazione stimata		
	Numero di istituti	Numero di studenti	Percentuale studenti	Numero di istituti	Numero di studenti	Percentuale studenti
Licei	15	496	28,2	20	1811	42,0
Istituti Tecnici	16	508	28,9	16	1261	29,2
Istituti Professionali	7	195	11,1	7	345	8,0
Formazione Professionale	22	558	31,8	25	899	20,8
Totali	60	1757	100	68	4317	100

Insieme alla Liguria (22 centri) e a Bolzano (19 centri), il Trentino ha incluso gli allievi della FP: 22 scuole professionali pari 558 allievi, 31,8% del campione provinciale. Altre 3 regioni su un campione totale italiano di 13 raggruppamenti geografici,¹⁰ hanno incluso i quindicenni di questa filiera formativa:

- Basilicata (7 centri)
- Lombardia (5 centri)
- Veneto (6 centri).

¹⁰ In realtà i raggruppamenti geografici sono 17, ma i dati sono comparabili solo in relazione a 13 regioni/province. Si veda per maggiori dettagli: INVALSI, *Risultati di PISA 2006. Un primo sguardo d'insieme*, INVALSI, Roma, 2007.

La struttura campionaria dei singoli gruppi regionali/provinciali si può assumere come uno dei criteri di lettura e discussione dei risultati. Come si vedrà nei capitoli successivi, sia su scala nazionale e sia regionale, sono i Licei che configurano i trend verso i livelli più alti di risultato.

Ciò detto, potrebbe risultare fuorviante, comparare i risultati ottenuti in un determinato ciclo con quelli di una regione/provincia collocata o meno nella macro-area geografica di appartenenza. Questo perché l'assenza di lunghe serie storiche (*time series*), insieme a strutture campionarie non sempre comparabili,¹¹ dovrebbe essere un importante richiamo all'esercizio della cautela, nella definizione regione per regione dei trend di crescita. Si suggerisce, dunque, di assumere una certa prudenza, soprattutto quando si operano o si richiedono dei confronti tra i risultati degli studenti che fanno parte o meno della stessa macro-area geografica. PISA, con la ricchezza di dati che mette a disposizione, permette analisi su aspetti più rilevanti, come ad esempio la qualità del funzionamento organizzativo e didattico degli istituti oppure l'effetto compensativo della scuola in rapporto allo status socio-economico e culturale degli studenti.

2.2. Un primo sguardo d'insieme ai risultati

I risultati ottenuti dagli studenti 15enni della provincia di Trento possono essere letti a partire da varie angolature. L'analisi è stata, in primo luogo, centrata sui dati relativi all'*ambito scientifico*. In particolare sono stati esaminati:

- la media dei risultati ottenuti nella prova di scienze, considerata nella sua globalità, nelle tre competenze specifiche e nelle tre categorie di conoscenze scientifiche esaminate;
- il grado con cui lo status socio-economico e culturale (ESCS) degli studenti ha inciso sulle prestazioni ottenute nella prova di valutazione;
- l'impatto delle variabili soggettive (interesse per la scienza, atteggiamenti, concetto di sé, senso di efficacia, ecc.) sulla prestazione;
- la percentuale di varianza che spiega, all'interno e tra le scuole, i risultati degli studenti trentini nei quesiti scientifici.

Un secondo blocco di elaborazioni ha riguardato, invece, una visione trasversale dei risultati conquistati in *scienze, lettura e matematica*. In riferimento a ciò, abbiamo orientato la discussione sui seguenti aspetti:

- la percentuale di studenti collocata nei differenti livelli di padronanza, nel confronto con il Nord-Est, l'Italia e i paesi partecipanti all'indagine;

¹¹ Ad esempio, nel 2000 nessuna delle regioni aveva chiesto un sovra-campionamento. Nel 2003 solo cinque regioni richiesero un sovra-campionamento. Nel 2006, dei 17 raggruppamenti geografici, solo 13 hanno avuto i requisiti per il sovra-campionamento. La provincia di Trento ha disponibili i risultati di soli due cicli (2003 e 2006), che non configurerebbero una serie storica rilevante. Inoltre, come specificato il sotto-campione della FP non era presente nel 2003.

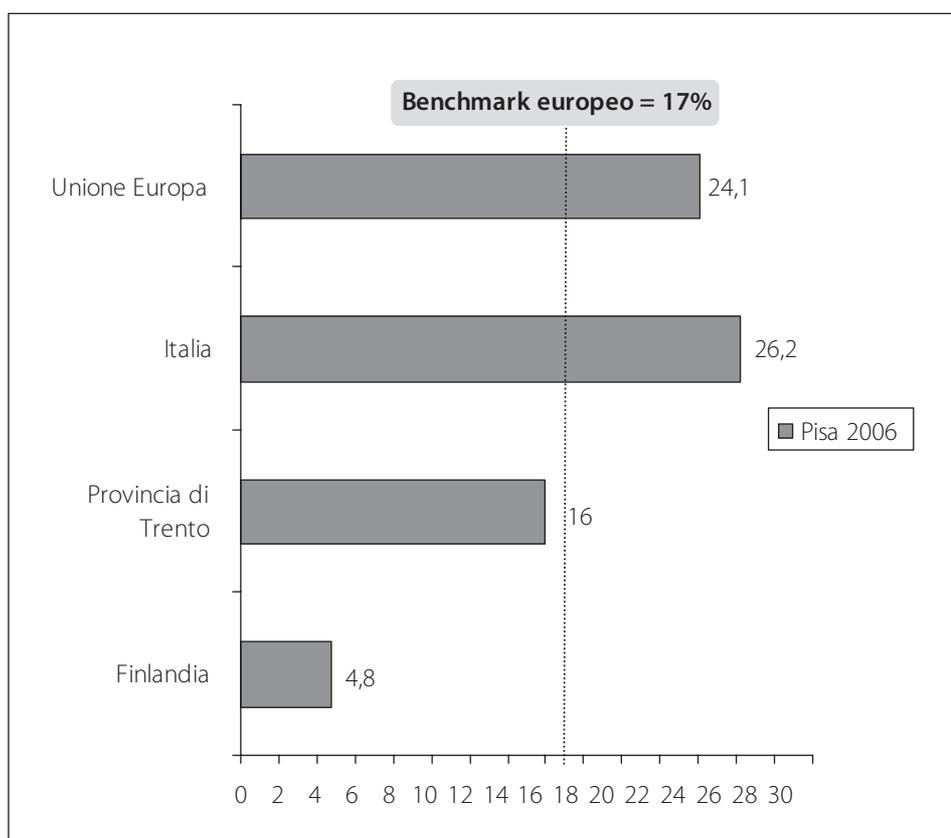
- i risultati ottenuti dai singoli indirizzi scolastici;
- le posizioni relative occupate dagli studenti della provincia di Trento a livello nazionale e internazionale;
- la variazione dei risultati come effetto delle differenze di genere;
- i cambiamenti osservati nei livelli di *literacy*, in lettura e matematica, nel confronto tra la rilevazione del 2003 e quella del 2006.

2.2.1. Le tendenze principali

Se guardiamo a quanto emerso da una *prospettiva macro-regionale*, è possibile osservare come il Nord-Est mostri i livelli di prestazioni migliori in tutte e tre le aree di *literacy* esaminati, rispetto alle altre regioni italiane. Come è ovvio aspettarsi, la provincia di Trento, partecipa allo stesso profilo tendenziale.

Secondo, il Trentino con il 16% di studenti presenti nel livello più basso della scala di valutazione della lettura, è allineata con il *benchmark europeo*, fissato nel contesto dell'Agenda di Lisbona: entro il 2010 al massimo il 17% di studenti europei può trovarsi al livello 1 o inferiore della scala di valutazione della lettura (Figura 1.1.)

Figura 1.1 - Percentuale di studenti a livello 1 o inferiore della scala di valutazione PISA della competenza di lettura



Un terzo risultato interessante riguarda le *differenze di genere*. In scienze non vi sono differenze significative tra maschi e femmine. Nella lettura, i risultati delle ragazze sono significativamente migliori di quelli dei ragazzi. La differenza è di 45 punti. La situazione è contraria in matematica: la differenza è di 22 punti a favore dei maschi. Tale differenza è significativa e rappresenta la più alta dei paesi partecipanti all'indagine, fatta eccezione dell'Austria (23 punti di differenza).

In Italia gli studenti che scelgono di frequentare i Licei presentano i risultati migliori. Anche in provincia di Trento vale questa circostanza. È stata osservata, tuttavia, una significativa eccezione che riguarda gli IT. Nel confronto con le medie italiane ottenute in questa filiera, negli IT trentini sono stati rilevati i migliori risultati: lettura 522, matematica 547, scienze 548. Il Trentino, appare al momento, come l'unica realtà in cui, per matematica, la differenza di punteggio medio tra Licei e IT è a favore di questi ultimi (3 punti in più). Inoltre, sia per lettura e sia per scienze, le differenze di punteggio, questa volta a favore dei Licei o è la più piccola (lettura 43 punti), o quasi la più piccola (scienze 17 punti).

Un quarto profilo di risultato su cui ci è sembrato utile porre l'attenzione, riguarda l'interazione tra risultati e status socio-economico e culturale dei quindicenni. Gli studenti trentini si collocano nel gruppo di paesi e regioni con risultati alti nella prova di scienze, cui si associa un *impatto limitato dello status socio-economico e culturale*. È emerso che, l'incremento di un punto di deviazione standard dell'ESCS è correlato ad un incremento di 30 punti sulla scala di scienze. Tale incremento è più basso rispetto a quello italiano (31 punti) e alla media dei paesi OCSE (40 punti). Questo andamento potrebbe suggerire che il sistema offre un sufficiente livello di equità tra studenti con ESCS diverso. Possiamo concludere che la scuola trentina è inclusiva? Sarebbero certamente necessarie, da un lato, delle indagini complementari, e dall'altro, l'accesso a ulteriori basi di dati. Questo al fine di raccogliere un numero di evidenze maggiori a supporto di tale ipotesi. Ciò che possiamo concludere è che le scuole della provincia di Trento, riescono a favorire alte prestazioni, e nel contempo, ad attenuare l'impatto del fattore economico e socio-culturale.

L'analisi preliminare ha messo in evidenza, anche, una serie di *criticità*. Vi sono, ad esempio, differenze significative nei livelli di alfabetizzazione raggiunti dagli studenti nei singoli indirizzi scolastici. Gli allievi della FP fanno registrare notevoli difficoltà nel confronto con gli altri indirizzi scolastici. Lo scarto è evidente tra le medie degli indirizzi scolastici (Licei, IT e IP) e quelle della FP: in lettura (139 punti in meno), in matematica (119 punti in meno), in scienze (125 punti in meno). Infine, è il livello di *literacy matematica* che ha mostrato un certo arretramento rispetto ai risultati del 2003. Questa tendenza è stata riscontrata in tutti gli indirizzi scolastici.

2.2.2. I risultati del 2003 a confronto con quelli del 2006

Il confronto tra i diversi cicli è un modo consueto di analizzare i dati in sede internazionale e nazionale. Anche in questo lavoro abbiamo scelto questa linea di approfondimento. Per la provincia di Trento, tuttavia, tale confronto è possibile solo

tra gli anni 2003 e 2006, in quanto, alcune difficoltà burocratiche impedirono la partecipazione all'indagine del 2000. Inoltre, come anticipato nelle pagine precedenti, i confronti devono essere circoscritti solo in relazione alla lettura e alla matematica. Non è attendibile, la comparazione tra PISA 2003 e 2006 per la *literacy scientifica*. Il corpo di item (prove) utilizzato in quest'ultimo ciclo, sia per modello, struttura e contenuto, non è comparabile. Per una stima credibile dell'andamento diacronico si dovranno attendere i risultati della rilevazione del 2009.

**Tabella 1.2. - Lettura: differenze di punteggio
nel confronto tra i cicli 2006-2003-2000**

	Differenze di punteggio		
	2003-2000	2006-2003	2006-2000
Corea	9	22	31
Polonia	17	11	29
Provincia di Trento	--	-34	--
Spagna	-12	-20	-32
Italia	-12	-7	-19
Francia	-9	-8	-17

Nota: i valori statisticamente significativi sono indicati in grassetto

Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

Per la **lettura** è possibile utilizzare tutti e tre i cicli. La Tabella 1.2 illustra la situazione riguardante i Paesi che, dal 2000 al 2006, hanno mostrato i maggiori cambiamenti. Ad esempio la Corea ha migliorato la sua media di 9 punti nel 2003 e di 22 punti ulteriori nel 2006. Anche gli studenti polacchi hanno incrementato le loro prestazioni di 17 punti nel 2003 e di 11 punti nel 2006: complessivamente migliorano di 29 punti.

Nella Tabella 1.2 abbiamo anche inserito Paesi che dal 2000 al 2006, hanno fatto registrare una riduzione in negativo dei risultati. Le medie dei punteggi in lettura, di Spagna, Italia e Francia sono diminuite rispettivamente di 32, 19 e 17 punti. Il punteggio medio del Trentino è passato da 542 punti del 2003 a 508 punti del 2006 (-34). Tutti gli aumenti e tutti e decrementi di punteggio evidenziati da PISA 2006 rispetto a PISA 2003, sono statisticamente significativi.

Per **matematica** il confronto è possibile unicamente tra 2003 e 2006 (Tabella 1.3). Due Paesi più di altri hanno ottenuto notevoli miglioramenti: Messico (20 punti) e Grecia (14). Francia (-15), Giappone (-11), Stati Uniti (-9) e Italia (-4) hanno peggiorato la loro situazione. Anche per gli studenti trentini si evidenzia un arretramento. Il punteggio medio di matematica passa da 547 punti del 2003 a 508 punti (-39) del 2006. Tutte le differenze di punteggio tra PISA 2003 e PISA 2006 sono statisticamente significative. Fa eccezione l'Italia: i 4 punti in meno, possono essere l'esito del caso.

**Tabella 1.3 - Matematica: differenze di punteggio
nel confronto tra i cicli 2006-2003**

	Differenza di punteggio 2006-2003
Messico	20
Grecia	14
Provincia di Trento	-39
Francia	-15
Giappone	-11
Stati Uniti	-9
Italia	-4

Nota: i valori statisticamente significativi sono indicati in grassetto
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

2.2.3. Differenze di punteggio per indirizzo scolastico: confronti diacronici

Se le differenze di punteggio tra le indagini PISA 2003 e 2006 le analizziamo disaggregando i dati per indirizzo scolastico,¹² emergono diverse indicazioni (Figura 1.2.).

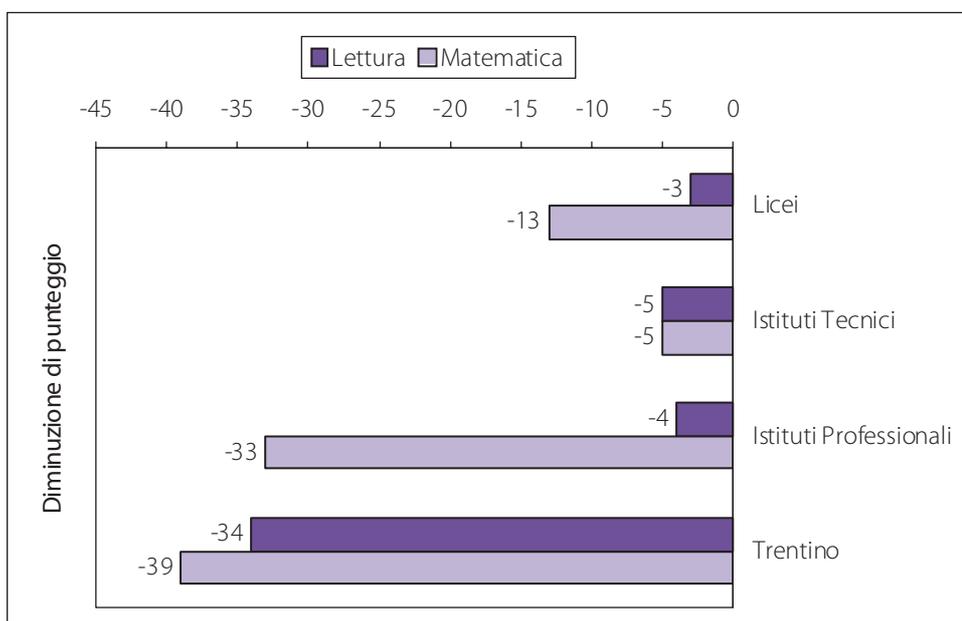
1. Per lettura, la diminuzione del punteggio è esigua: 3 punti in meno nei licei, 5 negli Istituti Tecnici e 4 negli Istituti Professionali.
2. Per matematica, gli Istituti Tecnici perdono solo pochi punti (-5), al contrario dei licei (-13) e, soprattutto, degli Istituti Professionali (-33).
3. Gli studenti trentini, nel complesso, perdono 34 punti in lettura e 39 punti in matematica. Come abbiamo visto, su buona parte di questo arretramento può avere, ampiamente, pesato la presenza degli allievi della FP. Senza la FP, i cui risultati modesti riducono significativamente le medie generali, le differenze tra i dati delle due indagini, sarebbero lievi e non sempre significative.

In sintesi, gli studenti trentini si collocano sempre nelle posizioni di vertice, a livello nazionale e internazionale, in tutti e 3 i campi dell'indagine:

- mai al di sotto del quarto posto nelle comparazioni con le altre regioni italiane;
- mai al di sotto dell'ottavo posto nelle comparazioni internazionali con gli altri Paesi OCSE (guidati dalla Finlandia e dalla Corea).

¹² Nella Figura 1.2. non sono rappresentati né i risultati della FP, né quelli della Scuola Media. Gli studenti della FP nel 2003 non erano stati inclusi nel campione. Gli studenti quindicenni frequentanti la Scuola Media, invece, non hanno fatto parte del campione né nel 2003, né nel 2006.

**Figura 1.2. - Differenze di punteggio per tipo di istruzione.
Confronti dei risultati per i cicli 2003-2006**



Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

Nel 2003 gli studenti trentini ottenevano un risultato di 547 punti, mentre, in PISA 2006 hanno ottenuto una media pari a 508. La provincia di Trento rispetto alle 13 regioni italiane coinvolte nell'indagine, fa registrare la riduzione più ampia (-39). Tale differenza è statisticamente significativa.

Nel confronto internazionale emerge una distanza rispetto al migliore paese OCSE (Finlandia, 548), pur conservando un risultato che è 10 punti sopra rispetto alla media OCSE. Nel confronto diacronico i ragazzi sembrano in maggiore difficoltà (-51), rispetto alle ragazze (-31). Nel calo complessivo gioca robustamente la perdita di punti della IP (-33 punti, da 473 del 2003 a 440 del 2006).

Lo stesso andamento si riscontra in lettura. Nel 2003 con una media di 542, gli studenti quindicenni del Trentino si collocavano al livello dei Paesi con i risultati migliori, al di sopra della media dell'OCSE (494) e ancor più di quelli medi dell'Italia (476). Anche in questo ambito sono i ragazzi a far registrare il maggiore arretramento (-46), rispetto alle compagne (-20).

3. LA VALUTAZIONE DELLA LITERACY SCIENTIFICA IN PISA 2006¹³

Nel 2006 le scienze hanno costituito l'ambito di rilevazione principale. La definizione di *literacy scientifica* è stata rielaborata rispetto a quella utilizzata nel 2000 e nel 2003. In PISA 2006 per *literacy scientifica* di un individuo si è inteso:¹⁴

- l'insieme delle sue conoscenze scientifiche e l'uso di tali conoscenze per identificare domande scientifiche, per acquisire nuove conoscenze, per spiegare fenomeni scientifici e per trarre conclusioni basate sui fatti riguardo a questioni di carattere scientifico;
- la sua comprensione dei tratti distintivi della scienza intesa come forma di sapere e d'indagine propria degli esseri umani;
- la sua consapevolezza di come scienza e tecnologia plasmino il nostro ambiente materiale, intellettuale e culturale;
- la sua volontà di confrontarsi con temi e problemi legati alle scienze, nonché con le idee della scienza, da cittadino che riflette (OCSE, 2007, p. 29).

Nel primo punto si sottolinea l'importanza di possedere una rete robusta di conoscenze. Senza di esse difficilmente c'è sviluppo del pensiero (Donovan Bransford, 2005; NRC, 2005).¹⁵ Nel secondo e terzo punto si dà enfasi all'importanza che lo studente giunga a delle comprensioni personali e significative con cui interagisce (Wiggins e Mc Tighe, 1998). Nell'ultimo punto, invece, si sottolinea come lo sviluppo di una cultura scientifica di fondo sia fortemente influenzato dal sistema del sé (Eccles *et al.*, 1989), ovvero dai processi volitivi, dagli atteggiamenti personali, dalle preferenze motivazionali, dalle concezioni e dalle teorie implicite di scienza, fino al senso personale di sentirsi cittadini connessi ad altri individui, alla propria comunità e al mondo (Bereiter, 2002).

Tale definizione trae origine dalla seguente domanda: *che cosa è importante che uno studente conosca, a cosa deve attribuire valore e che cosa è essenziale che sia in grado di fare in situazioni che richiedono il ricorso alla scienza e alla tecnologia o che sono in qualche modo da esse influenzate?* Traendo origine da queste considerazioni il concetto di alfabetizzazione scientifica è stato perfezionato rispetto alle versioni

¹³ Buona parte delle informazioni contenute in questo paragrafo sono una rielaborazione parziale dei contenuti tratti dal seguente volume: OCSE, *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando, Roma, 2007. La traduzione italiana dell'opera è stata curata dall'Istituto per la Valutazione del Sistema Educativo di Istruzione e di Formazione (INVALSI), Frascati. Il Titolo Originale dell'Opera (pubblicata nel 2006, in inglese e francese a cura dell'OCSE, Parigi) è: *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A framework for PISA 2006 - Compétences en sciences, lecture et mathématique. Le cadre d'évaluation de PISA 2006*.

¹⁴ OCSE, 2007, p. 29.

¹⁵ Si veda per maggiori dettagli i seguenti volumi: National Research Council, *How people learn. Brain, mind, experience, and school*, National Academic Press, Washington DC, 2005; M.S. Donovan and J.D. Bransford, *How Students Learn. History, mathematics, and science in the classroom*, National Academic Press, Washington DC, 2005.

precedenti. Nelle due passate rilevazioni (2000 e 2003), nelle quali la scienza non era l'ambito di valutazione principale, la *literacy scientifica* era stata definita come “la capacità di utilizzare conoscenze scientifiche, di identificare domande e di trarre conclusioni basate sui fatti, per comprendere il mondo della natura e i cambiamenti ad esso apportati dall'attività umana e aiutare a prendere decisioni al riguardo”. (OCSE, 2007, p. 32)

3.1. Le conoscenze scientifiche

Un'importante precisazione da fare a questo riguardo è il concetto di conoscenza scientifica come terminologia assunta nel quadro di riferimento elaborato per PISA 2006. Con l'espressione “**conoscenze scientifiche**” si intende sempre un duplice significato: la *conoscenza della scienza* e la *conoscenza sulla scienza*.

- La *conoscenza della scienza* è il possesso di cognizioni relative al mondo naturale. Tali conoscenze sono mutuate dai seguenti ambiti disciplinari: fisica, chimica, scienze biologiche, scienze della Terra e dell'Universo, tecnologia. Questo ha permesso di articolare i contenuti della prova in quattro sotto-categorie: *sistemi chimici e fisici, sistemi viventi, sistemi della terra e dell'Universo, sistemi tecnologici*.
- La *conoscenza sulla scienza*, invece, riflette la conoscenza dei mezzi della ricerca scientifica e degli scopi del lavoro scientifico, ovvero offrire spiegazioni di carattere scientifico. Le sotto-categorie di questa seconda tipologia di conoscenza sono: l'indagine scientifica e le spiegazioni di carattere scientifico.

3.2. Le competenze che qualificano la *literacy scientifica*

Gli aspetti distintivi del concetto di *literacy scientifica* sono le competenze. Nel quadro di riferimento di PISA 2006 ne sono state individuate tre:

1. Individuare questioni di carattere scientifico
2. Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni
3. Usare prove basate su dati scientifici

Tabella 1.4 - Competenze e processi mentali

Competenze	Processi mentali
Individuare questioni di carattere scientifico	<ul style="list-style-type: none"> · Riconoscere questioni che possono essere indagate in modo scientifico. · Individuare le parole chiave che occorrono per cercare informazioni scientifiche. · Riconoscere le caratteristiche essenziali della ricerca scientifica.
Dare una spiegazione scientifica dei fenomeni	<ul style="list-style-type: none"> · Applicare conoscenze scientifiche in una situazione data. · Descrivere e interpretare scientificamente fenomeni e predire cambiamenti. · Individuare descrizioni, spiegazioni e previsioni appropriate.
Usare prove basate su dati scientifici	<ul style="list-style-type: none"> · Interpretare dati scientifici e prendere e comunicare decisioni. · Individuare i presupposti, gli elementi di prova e il ragionamento che giustificano determinate conclusioni. · Riflettere sulle implicazioni sociali degli sviluppi della scienza e della tecnologia.

Adattato da: OCSE, *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando, Roma, 2007, p. 37

Ciascuna competenza è stata articolata, poi, in condotte cognitive (processi o operazioni mentali). L'enfasi è stata posta sui processi di pensiero di ordine superiore (*high order thinking*) e sul ragionamento formale di tipo induttivo e deduttivo. Le competenze articolate in processi mentali qualificano il lavoro e l'impegno in ambito scientifico. La Tabella 1.4 propone le tre dimensioni di competenza con associate le operazioni mentali.

3.3. Gli atteggiamenti nei confronti della scienza

La novità principale di PISA 2006 è stata la decisione di valutare gli atteggiamenti degli studenti di fronte a questioni e temi di carattere scientifico. La raccolta di questi dati è stata fatta non solo mediante uno dei questionari di contesto compilato dagli studenti,¹⁶ ma con ulteriori domande affiancate alle prove cognitive riguardanti gli stessi argomenti. È stata posta, infine, una maggiore attenzione al processo di comprensione, da parte degli studenti, della natura e dei metodi propri della scienza (ovvero delle loro conoscenze sulla scienza) e del ruolo della tecnologia fondata sulla scienza.

Secondo l'OCSE uno degli obiettivi dell'insegnamento scientifico è quello di far sì che gli studenti maturino atteggiamenti favorevoli verso il lavoro scientifico. La convinzione è che la *literacy scientifica* sia alimentata da atteggiamenti, orientamenti

¹⁶ Agli studenti è stato proposto di rispondere ad un questionario di contesto (*backgrounds questionnaire*) della durata di circa 30 minuti. Alcune delle dimensioni che la ricerca indaga mediante il questionario di contesto sono le seguenti: retroterra familiare, atteggiamenti, strategie cognitive, preferenze motivazionali, senso di efficacia e sicurezza nell'affrontare le scienze, aspetti relativi alla didattica.

motivazionali, senso di autoefficacia, valori e azioni. Non si è trattato, comunque, di una rilevazione degli atteggiamenti degli studenti nei confronti dei curricula di scienze o nei confronti dei docenti. Anche se tali risultati potrebbero offrire informazioni rilevanti sul problema della diminuzione delle iscrizioni alle facoltà scientifiche.

La scelta di svolgere una rilevazione degli atteggiamenti si fonda su una vasta discussione e approfondite ricerche pubblicate nella letteratura di settore sin dagli anni '70.¹⁷ L'idea è che un complesso di convinzioni favorevoli nei confronti della scienza orienti gli studenti ad apprendere e utilizzare le conoscenze scientifiche e tecnologiche a vantaggio proprio e della società.

PISA 2006 ha valutato gli atteggiamenti degli studenti in tre aree: *interesse per la scienza, sostegno alla ricerca scientifica e responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente*.

1. *L'interesse per la scienza* è stato scelto per il rapporto ormai riconosciuto che lo lega al rendimento, alla scelta dei corsi, alle scelte professionali e all'apprendimento lungo l'arco della vita.
2. *Il sostegno alla ricerca scientifica* è comunemente considerato un obiettivo fondamentale dell'insegnamento scientifico e fa quindi parte della rilevazione. Questa dimensione contiene atteggiamenti di apprezzamento e sostegno nei confronti della ricerca scientifica. L'ipotesi è che lo studente, nel momento in cui si trova ad affrontare situazioni reali connesse alla scienza, dia importanza alle forme del lavoro scientifico: raccolta dei dati, pensiero creativo, ragionamento logico, pensiero critico ecc.
3. *La responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente* non soltanto è causa di preoccupazione a livello internazionale, ma riveste anche un'importanza di tipo economico.

L'insieme dei risultati relativi agli atteggiamenti e le correlazioni con gli esiti della prova cognitiva potrebbero offrire informazioni importanti per i responsabili delle politiche educative. Questi dati dovrebbero produrre nuove conoscenze riguardo alle disposizioni degli studenti nei confronti del sapere e delle questioni scientifiche. Sarà interessante capire come l'interesse per la scienza, il sostegno alla ricerca scientifica e la responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente si correlino con le prestazioni nelle prove di contenuto scientifico. Resta da vedere, inoltre, in che misura e come le variabili motivazionali, il senso di auto-efficacia, il concetto di sé, gli orientamenti personali futuri, l'impegno nelle scienze e i comportamenti legati alla scienza - tutte misure ottenute attraverso il questionario studente - si correlano con le prestazioni.

3.4. Il ruolo delle situazioni-stimolo nella valutazione della *literacy scientifica*

L'ipotesi di lavoro sottostante al modello di valutazione delle competenze usato in PISA 2006, parte dal presupposto che l'attivazione delle competenze, da parte

¹⁷ Per maggiori approfondimenti si consulti il volume: OCSE, 2007, p. 45ss e la sezione *Bibliografia*.

degli studenti, dipende dalle conoscenze scientifiche e dai loro atteggiamenti nei confronti delle questioni scientifiche. L'interazione tra competenze, conoscenze e atteggiamenti fa da sfondo all'esercizio del proprio sapere scientifico in situazioni, circostanze, problemi, questioni che hanno a che fare con la scienza e la tecnologia.

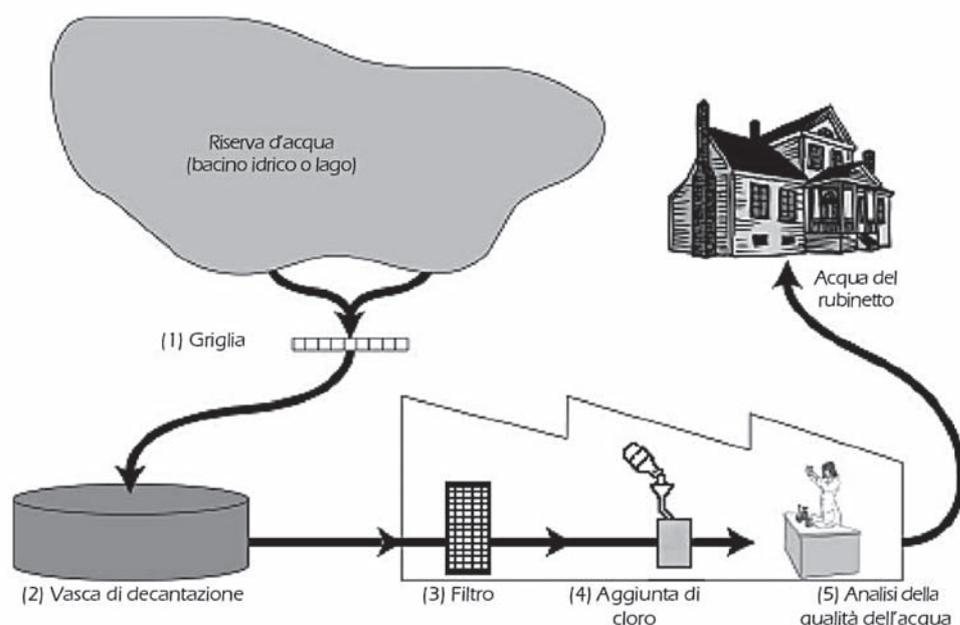
Le situazioni proposte agli studenti, all'interno delle prove, riguardano ambiti quali la *salute*, le *risorse naturali*, l'*ambiente*, i *rischi*, le *frontiere della scienza* e della *tecnologia*. Le prove sono state costruite in modo tale da incrociare ciascun ambito con tre livelli di rilevanza:

- *personale* (sé, famiglia o gruppo di pari);
- *sociale* (la comunità, il territorio di riferimento);
- *globale* (mondo).

Figura 1.3. - Esempio di situazione-stimolo proposto in un quesito (Domanda 1.1.)

L'acqua potabile

Unità 1



Questa figura illustra come venga resa potabile l'acqua fornita alle case nelle città.

Domanda 1.1.

È importante avere una riserva di acqua potabile di buona qualità. L'acqua che si trova sottoterra si chiama acqua sotterranea.

Fornisci una ragione per cui ci sono meno batteri e particelle inquinanti nelle acque sotterranee che nelle acque di superficie, come i fiumi e i laghi.

Adattato da: OCSE, *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Roma, Armando, 2007, p. 137.

L'intreccio tra ambiti e livelli contenuti ha permesso ai progettisti di proporre situazioni-stimolo di particolare interesse. Ad esempio vi possono essere quesiti che, dentro l'ambito delle **risorse naturali**, pongono gli studenti di fronte ad una situa-

zione che ha rilevanza **globale**. Si legga l'esempio riportato nella Figura 1.3. relativo al tema dell'acqua potabile.

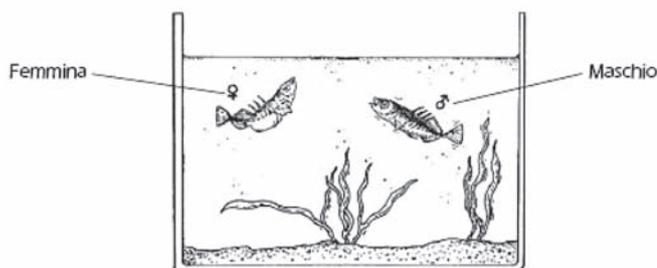
La Figura 1.4 propone una seconda situazione-stimolo nell'ambito delle **frontiere della scienza e della tecnologia**. Si tratta di un esperimento che uno studente conduce per comprendere il comportamento antagonista di un pesce allevato in acquario. La situazione è classificata come una circostanza di rilevanza **personale**.

Figura 1.4. - Esempio di situazione-stimolo proposto in un quesito (Domande 5.2)

Il comportamento dello spinarello

Unità 5

Lo spinarello è un pesce facile da allevare in acquario.

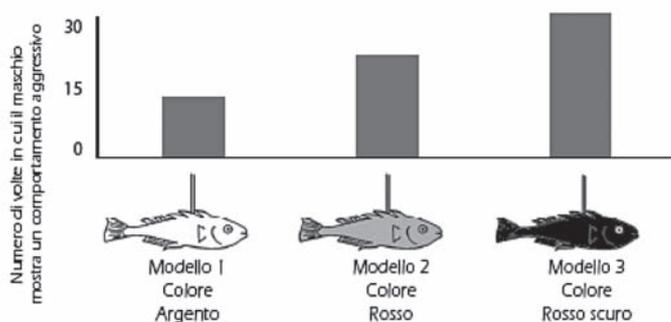


- Durante il periodo della riproduzione, la pancia dello spinarello maschio da argentata diventa rossa.
- Lo spinarello maschio attacca qualunque maschio rivale entri nel suo territorio e cerca di cacciarlo via.
- Se una femmina argentata si avvicina, il maschio tenta di guidarla al suo nido per farle deporre là le uova.

Attraverso un esperimento, uno studente vuole indagare che cosa provoca nello spinarello maschio un comportamento aggressivo.

Uno spinarello maschio è solo nell'acquario. Lo studente ha costruito tre modelli di cera attaccati a del filo di ferro. Egli li appende uno per volta nell'acquario per lo stesso periodo di tempo. Alla fine, lo studente conta il numero di volte in cui lo spinarello maschio ha reagito in modo aggressivo scagliandosi contro la sagoma di cera.

I risultati di questo esperimento sono illustrati qui sotto.



Domanda 5.1.

Qual è la domanda alla quale questo esperimento sta cercando di dare risposta?

Adattato da: OCSE, *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Roma, Armando, 2007, p. 152-153.

I due esempi illustrano due tipologie di situazione utilizzate nei quesiti di PISA 2006. Come abbiamo visto, ciascun quesito descrive problemi reali e chiedendo agli studenti di offrire, rispettivamente, spiegazioni scientifiche e di individuare questioni di carattere scientifico.

3.5. Il formato delle prove

Gli item per valutare la *literacy scientifica* sono di quattro tipi.

- Un terzo circa degli item è costituito da quesiti a scelta multipla (semplici) che richiedono la scelta di un'unica risposta fra le quattro proposte.
- Un ulteriore terzo richiede risposte aperte univoche, oppure è costituito da quesiti a scelta multipla complessi. Allo studente si chiede di rispondere a una serie di domande "Sì/No" collegate fra loro).
- L'ultimo terzo è costituito da quesiti a risposta aperta articolata che richiedono allo studente una risposta relativamente estesa per iscritto o in formato grafico.

In più della metà delle prove cognitive, per un totale di circa l'11% del tempo totale di rilevazione, sono stati integrati dei quesiti di atteggiamento. Il rapporto fra i quesiti che rilevano la conoscenza della scienza e quelli che rilevano la conoscenza sulla scienza è di circa 3:2, mentre ciascuna delle tre competenze scientifiche viene rilevata da almeno il 25% dei quesiti. Ciò dovrebbe consentire di costruire scale separate - con la descrizione dei livelli di competenza - per ciascuna delle competenze e per i due tipi di conoscenza.

3.6. La scala di valutazione

Nell'approccio adottato nell'indagine PISA la *literacy* (così come ciascuna competenza che caratterizza uno specifico ambito) non è valutata in termini bimodali - assente/presente - ma in termini scalari, ovvero lungo un *continuum* espresso in livelli. Poiché nella rilevazione del 2006 le scienze hanno avuto il ruolo principale con un numero di quesiti maggiore rispetto agli altri ambiti, è stato possibile descrivere con precisione i 6 livelli di *literacy scientifica* sotto forma di livelli di padronanza in senso ascendente da 1 a 6: il primo livello rappresenta il livello di padronanza più basso (*i compiti più facili*), mentre il sesto livello rappresenta quello più alto (*i compiti più complessi*).

Il **Livello 1** della scala parte dal punteggio 334,9 (si veda la Tabella 1.5). Gli studenti con un punteggio inferiore a tale valore vengono classificati "sotto il livello 1". Ciò non significa che questi studenti siano del tutto privi di *literacy*, ma che si sono dimostrati incapaci di utilizzare le loro limitate conoscenze e competenze scientifiche per svolgere i quesiti più semplici della prova. Un livello di competenza di sapere scientifico così basso può essere considerato come un serio ostacolo per la piena

partecipazione alla società e all'economia. Mentre, il **Livello 2** (il cui limite inferiore è fissato a 409,5 punti) corrisponde alla *soglia* minima sufficiente, che dovrebbe consentire agli studenti di confrontarsi in modo efficace con situazioni di vita reale che coinvolgano la scienza e la tecnologia. In sintesi, la padronanza tipica di ogni livello della scala può essere descritta in base alle competenze e alle conoscenze scientifiche che si devono possedere per raggiungere quel determinato livello, cioè per risolvere correttamente i quesiti associati a quel livello.

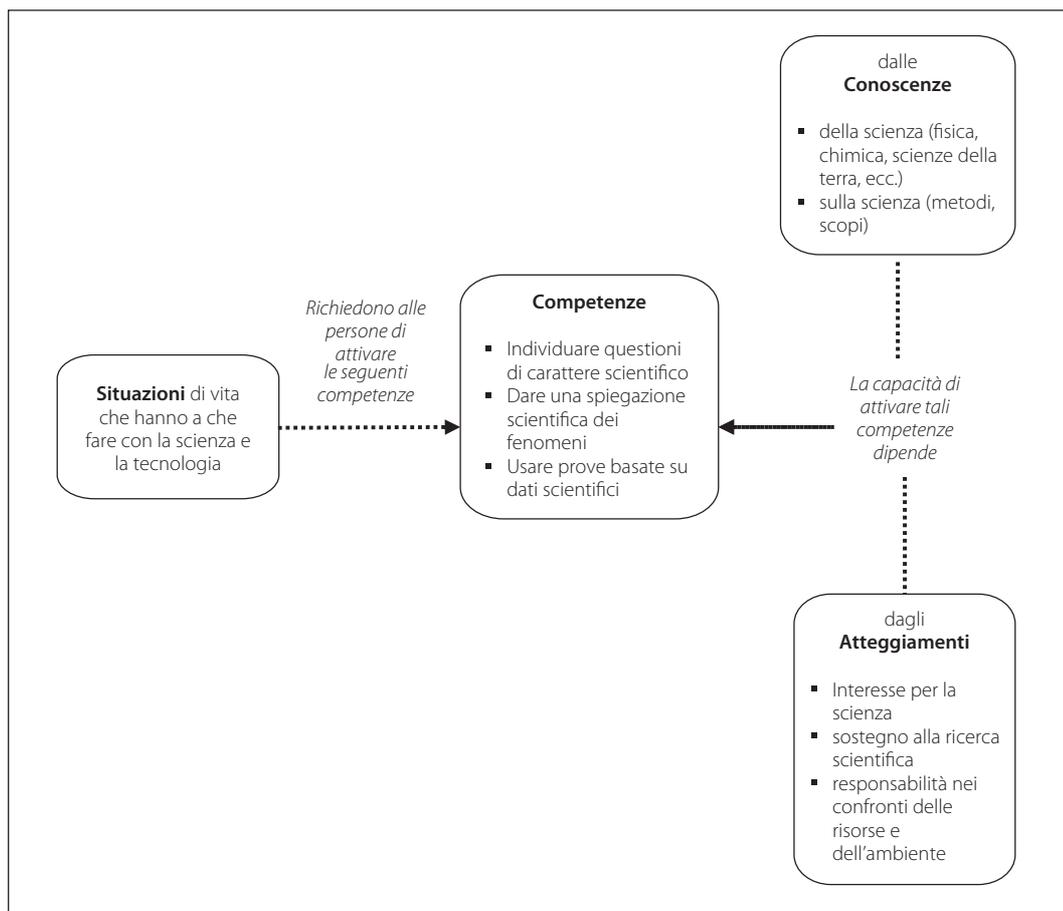
Tabella 1.5 - Descrizione dei 6 livelli di *literacy* sulla scala complessiva di scienze e posizionamento in termini percentuali degli studenti trentini

Livello della scala	Percentuale di studenti capaci di portare a termine correttamente le prove di ciascun livello o di un livello inferiore (medie del Trentino)	Che cosa sono in grado di fare gli studenti a ciascun livello
<p>6</p> <p><i>Punteggio minimo</i></p> <p>707,9</p>	<p>L'1,2% di studenti trentini è in grado di rispondere correttamente ai quesiti che si trovano al livello 6 della scala</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Uno studente sa individuare, spiegare e applicare in modo coerente conoscenze scientifiche e conoscenza sulla scienza in una pluralità di situazioni di vita complesse. · È in grado di mettere in relazione fra loro fonti d'informazione e spiegazioni distinte e di servirsi scientificamente delle prove raccolte attraverso tali fonti per giustificare le proprie decisioni. · Dimostra in modo chiaro e coerente capacità di pensiero e di ragionamento scientifico ed è pronto a ricorrere alla propria conoscenza scientifica per risolvere situazioni scientifiche e tecnologiche non familiari. · Uno studente, a questo livello, è capace di utilizzare conoscenze scientifiche e di sviluppare argomentazioni a sostegno di indicazioni e decisioni che si riferiscono a situazioni personali, sociali o globali.
<p>5</p> <p><i>Punteggio minimo</i></p> <p>633,3</p>	<p>Il 9,6 di studenti trentini è in grado di rispondere correttamente a quesiti che si trovano al livello 5 della scala</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Uno studente sa individuare gli aspetti scientifici di molte situazioni di vita complesse, sa applicare sia i concetti scientifici sia la conoscenza sulla scienza a tali situazioni e sa anche mettere a confronto, scegliere e valutare prove fondate su dati scientifici adeguate alle situazioni di vita reale. · Uno studente, a questo livello, è in grado di servirsi di capacità d'indagine ben sviluppate, di creare connessioni appropriate fra le proprie conoscenze e di apportare un punto di vista critico. · È capace di costruire spiegazioni fondate su prove scientifiche e argomentazioni basate sulla propria analisi critica.
<p>4</p> <p><i>Punteggio minimo</i></p> <p>558,7</p>	<p>Il 26,0% di studenti trentini è in grado di rispondere correttamente a quesiti che si trovano al livello 4 della scala</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Uno studente sa destreggiarsi in modo efficace con situazioni e problemi che coinvolgono fenomeni esplicitamente descritti che gli richiedono di fare inferenze sul ruolo della scienza e della tecnologia. · È in grado di scegliere e integrare fra di loro spiegazioni che provengono da diverse discipline scientifiche o tecnologiche e di mettere in relazione tali spiegazioni direttamente all'uno o all'altro aspetto di una situazione di vita reale. · Uno studente, a questo livello, è capace di riflettere sulle proprie azioni e di comunicare le decisioni prese ricorrendo a conoscenze e prove di carattere scientifico.

3 <i>Punteggio minimo</i> 484,1	Il 30,7% di studenti trentini è in grado di rispondere correttamente a quesiti che si trovano al livello 3 della scala	<ul style="list-style-type: none"> · Uno studente sa individuare problemi scientifici descritti con chiarezza in un numero limitato di contesti. · È in grado di selezionare i fatti e le conoscenze necessarie a spiegare i vari fenomeni e di applicare semplici modelli o strategie di ricerca. · Uno studente, a questo livello, è capace di interpretare e di utilizzare concetti scientifici di diverse discipline e di applicarli direttamente. · È in grado di usare i fatti per sviluppare brevi argomentazioni e di prendere decisioni fondate su conoscenze scientifiche.
2 <i>Punteggio minimo</i> 409,5	Il 19,8% di studenti trentini è in grado di rispondere correttamente a quesiti che si trovano al livello 2 della scala	<ul style="list-style-type: none"> · Uno studente possiede conoscenze scientifiche sufficienti a fornire possibili spiegazioni in contesti familiari o a trarre conclusioni basandosi su indagini semplici. · È capace di ragionare in modo lineare e di interpretare in maniera letterale i risultati di indagini di carattere scientifico e le soluzioni a problemi di tipo tecnologico.
1 <i>Punteggio minimo</i> 334,9	Il 10,1% di studenti trentini è in grado di rispondere correttamente a quesiti che si trovano al livello 1 della scala	<ul style="list-style-type: none"> · Uno studente possiede conoscenze scientifiche tanto limitate da poter essere applicate soltanto in poche situazioni a lui familiari. · È in grado di esporre spiegazioni di carattere scientifico che siano ovvie e procedano direttamente dalle prove fornite.

Adattato da: OECD, PISA 2006. *Science competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*, OECD Publishing, Paris, 2007, p. 43

Figura 1.5. - Interazione tra situazioni, competenze, conoscenze e atteggiamenti



Adattato da: OECD, PISA 2006. *Science competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*, OECD Publishing, Paris, 2007, p. 33

3.7. L'interazione tra conoscenze, competenze e atteggiamenti: una *forma mentis* integrata

La Figura 1.5 propone una sintesi del processo che è sollecitato dalle prove PISA 2006. La relazione tra le diverse dimensioni da un'idea delle possibili interazioni tra situazioni-stimolo, competenze, conoscenze e atteggiamenti. Questo ci dice che la *literacy scientifica* non può essere esercitata in astratto; deve essere necessariamente alimentata da situazioni e problemi reali. Ciò che si può intravedere in questo approccio è che la *literacy* è un "apprendimento complesso" che ha una forte caratterizzazione operativa e personale. Si compone di un sistema di operazioni intellettive (competenze) la cui maturazione può dipendere dalle esperienze di apprendimento, da una serie di *variabili soggettive* tali come la motivazione, gli atteggiamenti, le convinzioni e dalle conoscenze pregresse e accumulate. Sviluppare *literacy*, potrebbe significare, nell'ambito di un percorso formativo, trasformare un insieme di singoli elementi in una *forma mentis* integrata. Quando un individuo gestisce con fluidità ed efficacia di risultato i diversi elementi del suo sapere scientifico si può concludere che nel suo operare vi sono ampie evidenze di uno sviluppo alto della *literacy*.

3.8. Il livello di *literacy scientifica* nella scuola trentina

In questa terza parte del capitolo, oltre a presentare il livello generale di *literacy scientifica* e le percentuali di studenti trentini presenti in ciascun livello, saranno proposte una serie di analisi e statistiche in rapporto alle seguenti fonti di variazione:

- risultati per le tre competenze considerate;
- risultati per categorie di "conoscenze scientifiche";
- risultati di scienze per macro-aree geografiche;
- risultati per indirizzi scolastici.

3.8.1. Variazioni nel livello generale di *literacy*

L'Appendice B presenta le medie dei risultati di scienze dei 57 Paesi partecipanti. I Paesi che appaiono nella tabella sono posti in ordine decrescente della media dei risultati e distinti tra appartenenti all'OCSE e Paesi partner. Inoltre, i dati sono distinti per genere e riportano nell'ultima colonna a destra, la differenza di punteggio tra i generi. Il numero tra parentesi che appare accanto alle medie è l'errore standard.¹⁸

La Finlandia ancora una volta guida la graduatoria (563 punti), seguita da un gruppo di Paesi le cui prestazioni, pur inferiori alla Finlandia, sono pur sempre ragguardevoli: Canada (534), Giappone (531), Nuova Zelanda (530) e Australia (527). Tra i Paesi partner si distinguono Hong Kong-Cina (542), Taipei-Cina (532) ed Estonia (531).

¹⁸ È una misura della variabilità.

L'Italia tra i Paesi OCSE, precede unicamente Portogallo, Grecia, Turchia e Messico e il suo punteggio (475), è significativamente inferiore alla media OCSE (500). Il Trentino (521 punti), invece, si situa a ridosso dei Paesi migliori, in ottava posizione, precedendo non solo l'Italia, ma anche moltissimi Paesi tra cui la Germania (516), il Regno Unito (515), la Repubblica Ceca (513), la Svizzera (512) e la Francia (495).

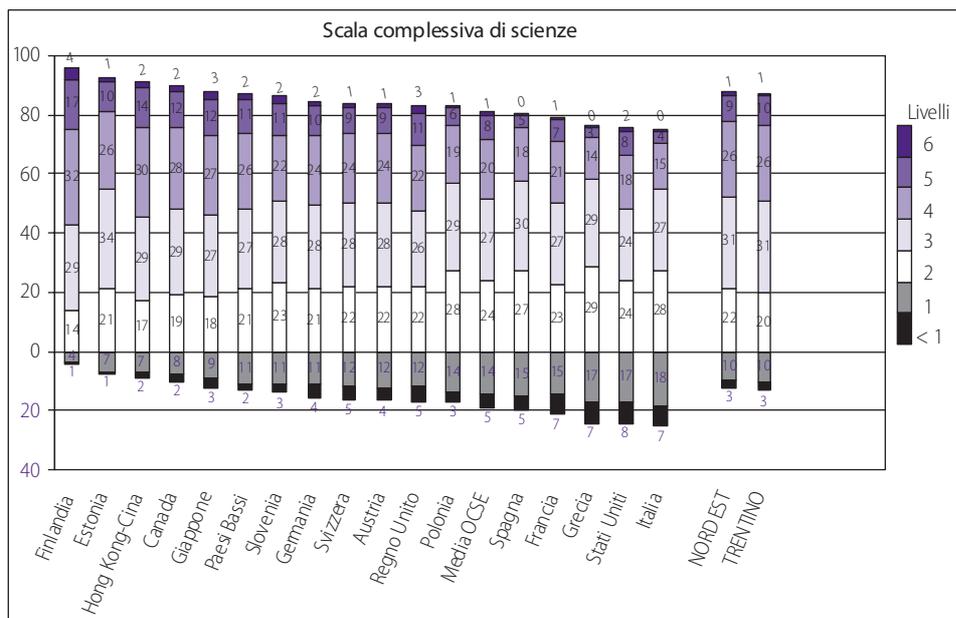
Tra i Paesi OCSE le differenze di genere tendono ad essere lievi. Solo Regno Unito, Lussemburgo, Danimarca, Olanda, Messico e Svizzera mostrano un piccolo vantaggio per i maschi (da 6 a 10 punti), al contrario di Turchia e Grecia nei quali il vantaggio è a favore delle femmine (da 11 a 12 punti). Negli altri Paesi OCSE, Italia e Trentino compresi (rispettivamente 3 e 2 punti di scarto a favore dei maschi), le differenze di genere non sono statisticamente significative.

3.8.2. Percentuali di studenti per ciascun livello di literacy

Un aspetto importante di PISA riguarda la possibilità di distinguere vari livelli di competenza degli studenti, ciascuno dei quali è caratterizzato da una certa difficoltà nel rispondere alle domande che in esso ricadono, e da un certo livello di abilità necessario per affrontarle.

Per scienze sono stati individuati 6 diversi livelli di competenza, gerarchicamente organizzati dal primo al sesto, in modo che i quesiti che si collocano ad un livello superiore presuppongono che lo studente, con un certo livello di probabilità, sia in grado di rispondere correttamente ai quesiti dei livelli inferiori. Ai suddetti 6 livelli se ne aggiunge un altro, al di sotto del primo, nel quale si raccolgono gli studenti con punteggio inferiore a 334 punti; studenti che non sono stati all'altezza di utilizzare le loro scarse capacità scientifiche nelle situazioni problematiche presentate dai quesiti.

Figura 1.6 - Percentuale di studenti per livello sulla scala complessiva di scienze



Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

La Figura 1.6 presenta un quadro delle prestazioni degli studenti in scienze. La lunghezza di ciascuna barra indica la percentuale di studenti che si colloca a ciascun livello della scala. Le barre sono allineate all'altezza del livello 2; infatti, in PISA 2006, il livello 2 è stato individuato come il livello base in cui gli studenti iniziano a dimostrare le competenze scientifiche sufficienti per permettere loro di partecipare effettivamente e proficuamente a situazioni di vita reale collegate alla scienza ed alla tecnologia.

In Italia il 25,3% degli studenti non riesce a raggiungere questo livello, quello della sufficienza, mentre la media OCSE è pari al 19,3% e quello della Finlandia è pari al 4,1%.

All'altro estremo della scala, quello dell'eccellenza, la percentuale di studenti italiani che si colloca al livello 5 o 6 è pari al 4,6%, a fronte di analoghe percentuali del 9% media OCSE e del 20,9% della Finlandia.

Gli analoghi dati del Trentino sono pari al 12,7% per l'insufficienza e all'11,8% per l'eccellenza.

3.8.3. Risultati per le tre competenze considerate

Oltre alla scala complessiva di scienze sono state individuate tre distinte sotto-scale specifiche:¹⁹

1. individuare questioni di carattere scientifico (IQCS);
2. dare una spiegazione scientifica dei fenomeni (DASSF);
3. usare prove basate su dati scientifici (UPROS).

Tabella 1.6 - Punteggio medio e differenze di genere - Scienze, IQS, DASSF, UPROS

	Scala di Scienze		IQCS		DASSF		UPROS	
	Media	Differenza Maschi Femmine	Media	Differenza Maschi Femmine	Media	Differenza Maschi Femmine	Media	Differenza Maschi Femmine
Media OCSE	500	2	499	-17	500	15	499	-3
Italia	475	3	474	-17	480	15	467	-2
Nord Est	520	13	518	-7	524	29	518	-6
Trentino	521	2	525	-14	525	16	516	-6

Nota: I valori statisticamente significativi sono indicati in grassetto

Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

La Tabella 1.6 permette di fare alcune considerazioni. L'andamento del punteggio medio in ciascuna della 4 scale è abbastanza simile. Il *trend* del Trentino è analogo a quello del Nord Est anche se la sua media è leggermente più alta nella scala IQCS (+7 punti) e leggermente più bassa nella scala UPROS (-2 punti).

¹⁹ Nella versione inglese le tre sotto-scale sono state identificate con le seguenti espressioni: *identifying scientific issues* (ISI), *explaining phenomena scientifically* (EPS), *using scientific evidence* (USE).

Come detto precedentemente, le differenze di punteggio medio nella scala complessiva di scienze tra i generi sono sempre piccole e spesso non significative. Fa eccezione il Nord Est la cui differenza di genere è significativa e a favore dei maschi (+13 punti).

Si notano andamenti discordi nel confronto tra scala IQCS e DASSF. Nella prima le differenze sono sempre a favore delle femmine e sono pure significative (ad eccezione del Nord Est: -7 punti); nella seconda, il vantaggio di genere è significativo e a favore dei maschi.

3.8.4. Risultati per categorie di “conoscenze scientifiche”

È possibile calcolare non solo la media dei punteggi della complessiva scala di scienze, ma anche le medie dei punteggi relative a tre categorie di contenuto afferenti alla tipologia *conoscenze della scienza*.²⁰ Li richiamiamo qui brevemente:

1. Sistemi della Terra e dell’Universo
2. Sistemi viventi
3. Sistemi chimici e fisici

Le tabelle 1.7, 1.8 e 1.9 presentano i risultati delle tre aree sopra descritte.

Tali risultati, probabilmente, rispecchiano sia la diversa importanza che viene assegnata alle discipline scientifiche nell’organizzazione dei curricula scolastici, sia la maggior presenza di laureati in Scienze Biologiche e Naturali tra i docenti responsabili dell’insegnamento delle scienze.

Tabella 1.7 - Punteggio medio nella scala: sistemi della terra e dell’universo
OCSE-Italia, Regioni Italia Settentrionale

	Media
Piemonte	515
Lombardia	506
Liguria	489
Trentino	530
Alto Adige - Südtirol	533
Veneto	528
Friuli Venezia Giulia	549
Emilia Romagna	510
Italia	474
OCSE	500

Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

²⁰ La scala relativa al dominio *conoscenza della scienza* è costruita sulla base del calcolo della media aritmetica dei punteggi sulle sotto-scale relative alle tre sotto-categorie di contenuto: *sistemi fisici*, *sistemi viventi* e *sistemi della Terra e dell’Universo*. La quarta categoria di contenuto *sistemi Tecnologici* non è stata inclusa nel calcolo della media a causa del numero troppo limitato di quesiti.

**Tabella 1.8 - Punteggio medio nella scala: sistemi viventi
OCSE-Italia, Regioni Italia Settentrionale**

	Media
Piemonte	516
Lombardia	509
Liguria	498
Trentino	525
Alto Adige - Südtirol	543
Veneto	530
Friuli Venezia Giulia	543
Emilia Romagna	519
Italia	488
OCSE	502

Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

**Tabella 1.9 - Punteggio medio nella scala: sistemi chimici e fisici
OCSE-Italia, Regioni Italia Settentrionale**

	Media
Piemonte	500
Lombardia	493
Liguria	484
Trentino	520
Alto Adige - Südtirol	515
Veneto	516
Friuli Venezia Giulia	524
Emilia Romagna	506
Italia	472
OCSE	500

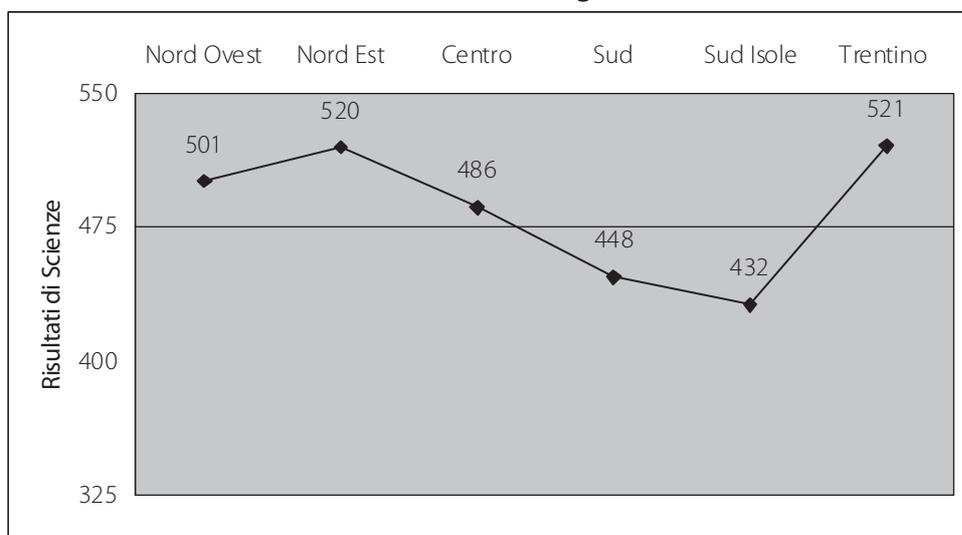
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

3.8.5. Risultati per macro-aree geografiche

Pur in presenza di un sistema educativo centralizzato che dovrebbe assicurare una sostanziale omogeneità di esiti, l'Italia mostra, invece, il consueto quadro diversificato tra Nord, Centro e Sud.

La situazione evidenziata dalla Figura 1.7 è la seguente: il Nord Ovest (501 punti) si allinea alla media OCSE (500); il Nord Est (520) e il Trentino (521) superano ampiamente la media OCSE; il Centro (486) è sotto la media OCSE, ma sopra la media complessiva italiana (475); Sud (448) e Sud Isole (432) sono notevolmente sotto sia alla media OCSE, sia alla media Italia.

**Figura 1.7 - Punteggio medio di Scienze: Trentino
versus macro-area regionale**



Fonte: base dati: OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

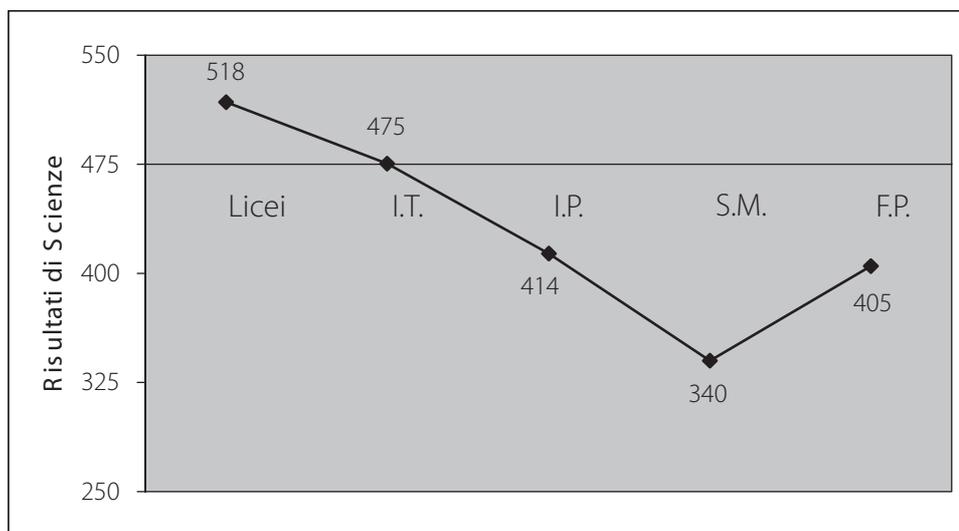
3.8.6. Risultati per indirizzi scolastici

La Figura 1.8 evidenzia la consueta stratificazione dei risultati tra i vari indirizzi scolastici previsti in PISA 2006. I licei (518) capeggiano la graduatoria con un punteggio che supera ampiamente la media OCSE (500) e la media Italia (475). A seguire gli Istituti Tecnici il cui punteggio (475) corrisponde esattamente alla media Italia, ma è inferiore alla media OCSE. Seguono ancora l'Istruzione Professionale (414) e la Formazione Professionale (405) entrambe sotto media OCSE e media Italia. Da notare che la differenza di punteggio tra Istruzione e Formazione Professionale (9 punti) non è statisticamente significativa.

Infine, in fondo alla graduatoria con notevole distacco dagli altri indirizzi scolastici, si colloca la Scuola Media (340). Considerando che questo sottogruppo del campione è formato da studenti in forte ritardo rispetto alla normale "carriera" scolastica, non poteva essere altrimenti.

Dato che il campione di PISA riguarda non gli studenti di una stessa classe, bensì i quindicenni scolarizzati, è possibile individuare alunni quindicenni anche nella classe terza della scuola secondaria di primo grado.

**Figura 1.8- Punteggio medio di scienze per tipo di indirizzi scolastici:
dato nazionale**

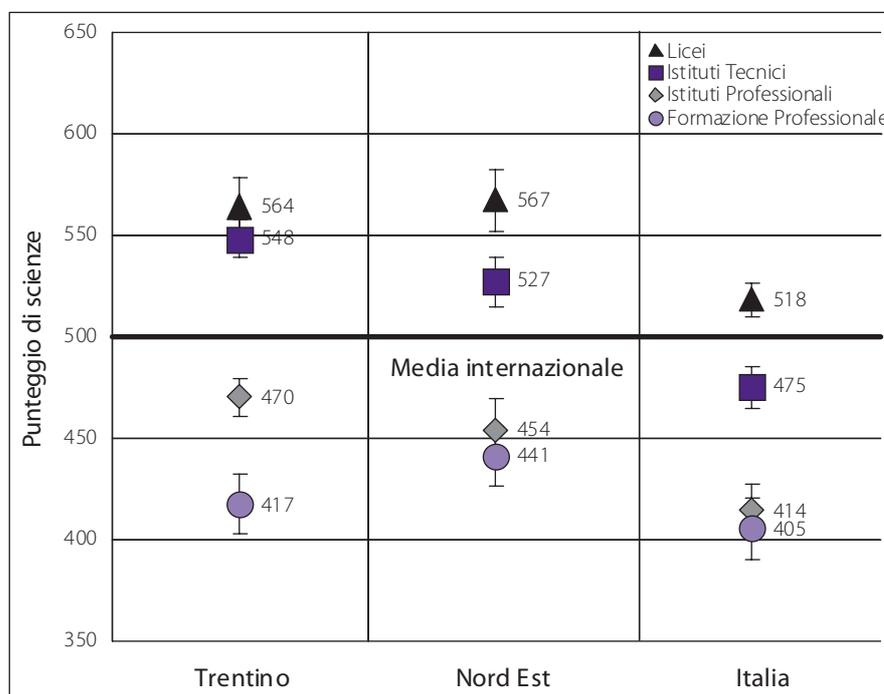


Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

La figura 1.9 permette di confrontare i dati dell'Italia con quelli del Trentino e del Nord Est. Alcune considerazioni sono possibili:

1. la prima, la più ovvia: i risultati di Trentino e Nord Est sono sempre superiori a quelli italiani per tutti i tipi di istruzione;
2. la media dei licei del Nord Est (567) è leggermente superiore a quella del Trentino (564), ma non in modo significativo;
3. gli Istituti Tecnici del Trentino (548) mostrano una performance decisamente migliore rispetto al Nord Est (527). Gli Istituti Tecnici trentini, infatti, sono risultati i migliori non solo rispetto all'Italia, bensì anche rispetto all'Alto Adige ed alle altre 11 Regioni italiane partecipanti all'indagine PISA 2006;
4. la Formazione Professionale del Trentino (417) è superiore all'Istruzione Professionale dell'Italia (414), ma, nello stesso tempo, è piuttosto staccata dall'analogo dato del Nord Est (441).

Figura 1.9 - Punteggio medio di scienze per tipo di istruzione: Trentino versus macro-area Nord-Est e Italia



Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

3.9. Variabili soggettive e prestazione in scienze

Con il *Questionario studenti* l'indagine ha raccolto un'ampia gamma di misure, sulla base delle quali sono state costruite una serie di variabili relative agli atteggiamenti nei confronti delle scienze e alla percezione di sé nell'ambito dell'apprendimento dei saperi scientifici.

3.9.1. Percezione di sé, motivazione e livelli di prestazione nella prova di scienze

La Tabella 1.10 che segue analizza due indici di percezione di sé dello studente e cinque variabili che riguardano l'interesse per la scienza e la motivazione ad impegnarsi in questo campo di studi nella scuola e nella vita. Le prime due variabili riguardano la misura in cui lo studente si ritiene in grado di superare le difficoltà nell'apprendimento delle scienze e di portare a termine con successo i compiti proposti (autoefficacia), e la concezione che l'alunno ha di se stesso circa la propria capacità di riuscire a scuola nelle scienze (concetto accademico di sé).

Le rimanenti cinque, tutte legate ad aspetti motivazionali, sono nell'ordine: l'interesse generale per le scienze, il piacere che lo studente ricava dallo studio di esse, la tendenza ad impegnarsi nello studio per ragioni prevalentemente utilitaristiche, l'inclinazione a dedicarsi in una futura attività scientifica e la partecipazione ad attività legate ad interessi scientifici. Le sette variabili sono state standardizzate in modo

che la media, calcolata rispetto ai paesi membri dell'OCSE, sia posta eguale a 0 e la deviazione standard sia pari ad 1.

Tabella 1.10 Percezione di sé e fattori motivazionali degli studenti e relazione con la prestazione in scienze

Variabile	1 Media indice	2 Diff. di genere (F - M)	3 Variazione punteggio per unità dell'indice	4 Correlazione con il punteggio in scienze
Autoefficacia in scienze	-0,25	-0.18	39,4	0,35
Concetto di sé in scienze	0,00	-0,34	26,1	0,25
Interesse generale per le scienze	0,11	-0,09	34,1	0,32
Motivazione intrinseca allo studio delle scienze	0,04	-0,22	34,6	0,33
Motivazione strumentale allo studio delle scienze	0,06	-0.21	24.5	0.22
Propensione a dedicarsi in futuro alla scienza	0,07	-0,23	22,4	0,24
Partecipazione ad attività di tipo scientifico	0,23	-0.16	30,6	0,28

Nota: I valori in grassetto sono statisticamente significativi ($p \leq 0,05$)

Come si può vedere dalla Tabella 1.10, le medie dei primi due indici, presentati nella tabella “Autoefficacia in scienze” e “Concetto di sé in scienze”, riguardano la convinzione di essere in grado di affrontare con successo l'apprendimento delle scienze. I successivi cinque indici “Interesse generale per le scienze”, “Motivazione intrinseca allo studio delle scienze”, “Motivazione strumentale allo studio delle scienze”, “Propensione a dedicarsi in futuro alla scienza”, “Partecipazione ad attività di tipo scientifico”, si riferiscono, quasi esclusivamente, alla sfera dell'interesse e della motivazione nei confronti delle scienze.

Le medie degli indici (colonna 1) sono abbastanza prossime alla media OCSE (0) e sono tutti leggermente superiori alla stessa. Fa eccezione “Autoefficacia in scienze” che, oltre ad essere negativo (-0,25), è pure quello che maggiormente si discosta dalla media OCSE. Le differenze di genere (colonna 2) sono tutte, in modo più o meno ampio, a favore dei maschi e statisticamente significative.

Come si può rilevare dalla colonna 3, la variazione in positivo del punteggio di scienze all'aumento unitario dell'indice è più forte nel caso di “Autoefficacia in scienze” (+39,4 punti), seguita da “Motivazione intrinseca allo studio delle scienze” (+34,6) e da “Interesse generale per le scienze” (34,1). Tutti gli incrementi si riferiscono alla variazione unitaria dell'indicatore, considerato singolarmente. Le correlazioni tra gli indicatori ed il punteggio di scienze, pur modeste, sono significative (colonna 4).

3.9.2. Atteggiamenti degli studenti verso la scienza

Nella Tabella 1.11 appaiono altri sei indicatori. I primi quattro “Consapevolezza ambientale”, “Percezione della gravità dei problemi ambientali”, “Ottimismo ambientale”, “Responsabilità ambientale”, cercano di catturare gli atteggiamenti degli studenti verso i problemi ambientali. Gli ultimi due “Valore personale della scienza” e “Valore generale della scienza”, tentano di misurare l’importanza personale e generale che riveste la scienza per gli studenti.

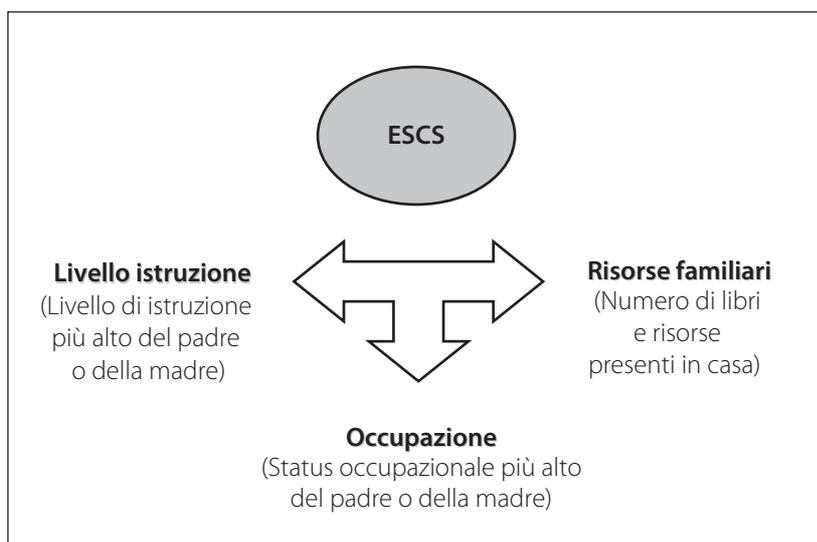
Le medie degli indici (colonna 1) si discostano di poco dalle analoghe medie OCSE (0). L’“Ottimismo ambientale”, il “Valore generale della scienza” e la “Consapevolezza ambientale” sono gli indici che si discostano maggiormente da essa: i primi due in negativo (-0,15 e -0,13 rispettivamente) ed il terzo in positivo (0,12). Questi tre indicatori, all’aumento di una deviazione standard, determinano le variazioni di punteggio maggiori: 17,5 punti in meno il primo, 36,3 punti in più il secondo e 45,8 punti in più il terzo (colonna 3). Le correlazioni con il punteggio in scienze non sono elevate, tuttavia, ad eccezione di “Percezione della gravità dei problemi ambientali”, sono significative.

Tabella 1.11 - Importanza della scienza, atteggiamento verso i problemi ambientali in relazione ai risultati in scienze

Variabile	1 Media indice	2 Variazione punteggio per unità dell’indice	3 Correlazione con il punteggio in scienze
Consapevolezza ambientale	0,12	45,8	0,43
Percezione della gravità dei problemi ambientali	-0,03	6,5	0,06
Ottimismo ambientale	-0,15	-17,5	-0,18
Responsabilità ambientale	0,06	33,4	0,29
Valore personale della scienza	0,06	27,8	0,24
Valore generale della scienza	-0,13	36,3	0,34

I valori in grassetto sono statisticamente significativi ($p \leq 0,05$)

Figura 1.10 - Elementi che definiscono l'indice di status socio-economico e culturale



3.10. Impatto dello status socio economico sulla *literacy scientifica*

In PISA l'indice socio-economico e culturale (ESCS) è stato utilizzato per esaminare la relazione tra lo *status socio-economico* e i risultati nella prova di scienze. Per *status socio-economico* si intende il complesso di risorse economiche, materiali e sociali a disposizione dello studente e della sua famiglia. Tale misura è costituita da tre elementi: livello di istruzione più alto raggiunto dai genitori, lo status occupazionale più alto associato al tipo di lavoro dei genitori e risorse a disposizione della famiglia (numero di automobili, numero di televisori, numero di libri ecc., si veda la Figura 1.10).

Il motivo della scelta di queste variabili dipende dal fatto che lo status socio-economico è normalmente determinato dallo status occupazionale, dall'istruzione e dalla ricchezza. Dato che il questionario studenti non raccoglie direttamente informazioni relative al reddito, queste variabili vengono usate come alternative alla determinazione dello stesso. I punteggi associati a ciascun studente sono calcolati attraverso una tecnica di analisi fattoriale definita *Principal Component Analysis*. I valori sono stati standardizzati con media 0 e deviazione standard 1.

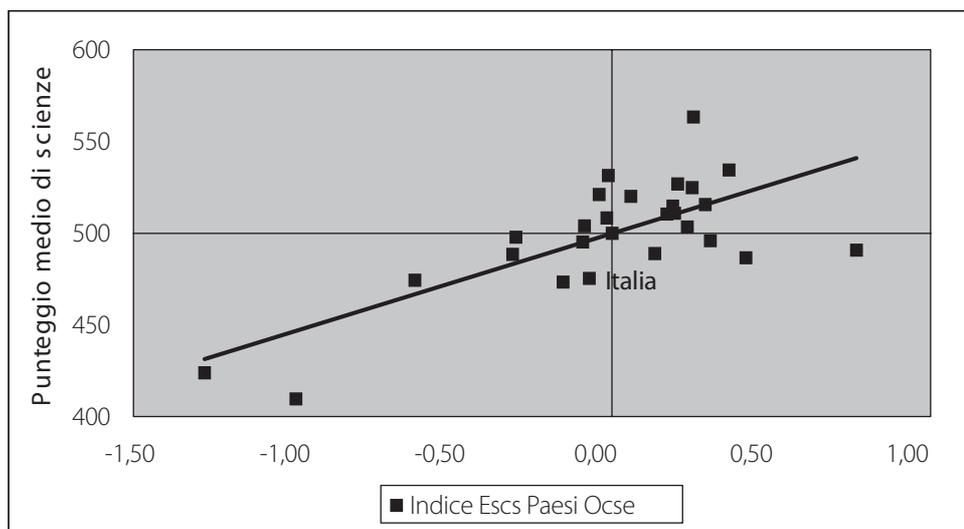
**Tabella 1.12- Indice dello status socio-economico e culturale:
 confronto con Paesi OCSE, Trentino, Italia**

1 Paesi	2 Indice ESCS	3 Punteggio medio di scienze
Islanda	0,77	491
Norvegia	0,42	487
Canada	0,37	534
Danimarca	0,31	496
Germania	0,29	516
Finlandia	0,26	563
Olanda	0,25	525
Svezia	0,24	503
Australia	0,21	527
Austria	0,20	511
Regno Unito	0,19	515
Belgio	0,17	510
Stati Uniti	0,14	489
Giappone	-0,01	531
Irlanda	-0,02	508
Italia	-0,07	475
Ungheria	-0,09	504
Francia	-0,09	495
Grecia	-0,15	473
Polonia	-0,30	498
Spagna	-0,31	488
Portogallo	-0,62	474
Messico	-0,99	410
Turchia	-1,28	424
Media OCSE	0,00	500
Nord Est	0,06	520
Trentino	-0,04	521

La Tabella 1.12 presenta l'andamento della distribuzione dell'indice socio-economico e culturale in ordine decrescente in alcuni Paesi dell'OCSE, a confronto con il Trentino e con il Nord Est. Nel caso del Trentino questo indice ha un valore medio negativo (-0.04) di pochissimo superiore a quello medio dell'Italia (-0.07) e sostanzialmente uguale a quello medio dei Paesi OCSE (0.00).

Osservando la Figura 1.11 è possibile individuare una tendenza abbastanza precisa (linea scura): all'aumentare dell'indice ESCS (asse orizzontale), tende pure ad aumentare il punteggio medio di scienze (asse verticale) ottenuto dagli studenti dei singoli Paesi.

Figura 1.11 - Andamento della prestazione in scienze e ESCS - Paesi OCSE



3.10.1. Status socio-economico e prestazione: la scuola trentina coniuga equità ed eccellenza?

L'ESCS può essere utilizzato per esaminare la relazione tra il *background* socio-economico degli studenti e i loro risultati nella scala di scienze. La Figura 1.12, presenta una statistica definita gradiente socio-economico. Il gradiente è la linea con il miglior adattamento ai dati, che indica la relazione tra risultati e status. Ogni puntino rappresenta uno studente quindicenne appartenente al campione trentino. L'asse verticale mostra il punteggio di scienze. L'asse orizzontale mostra i valori ESCS. L'indice ha media 0 e deviazione standard 1. La linea nera è il *gradiente socio-economico*.

Per interpretare la linea nera, è opportuno a fare riferimento ai seguenti elementi.

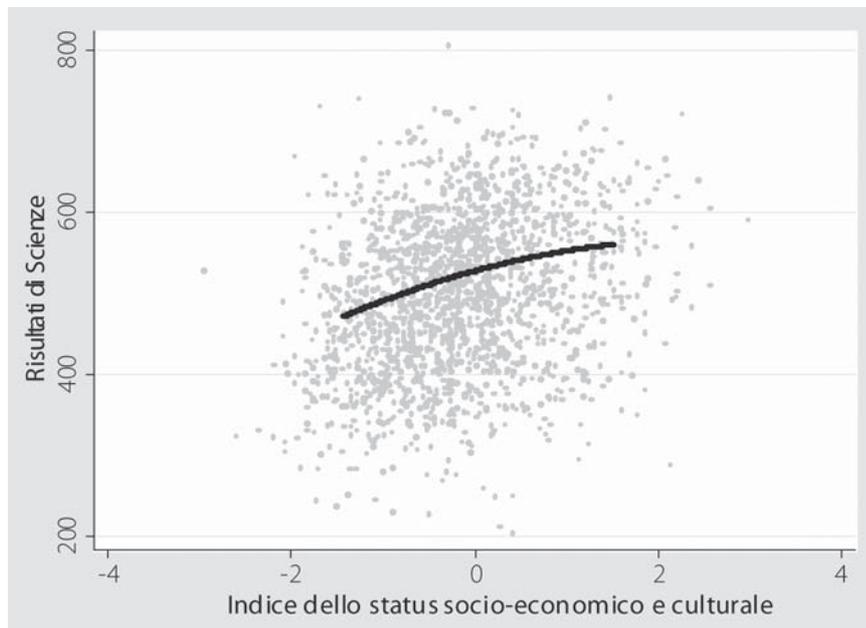
1. *La pendenza della linea del gradiente.* Indica il grado di *ineguaglianza* delle prestazioni in scienze attribuibile ai fattori socio-economici. Nel caso trentino, la pendenza misura quanta variazione nei punteggi in scienze è associata ad un incremento unitario dello status socio-economico in Trentino. Un gradiente più ripido indica un maggior impatto del *background* socio-economico sulla prestazione dello studente, o in altre parole, indica una situazione di minor equità. Un gradiente meno ripido, invece, indica un minor impatto economico, sociale e culturale sulla prestazione dello studente, o, in altre parole, indica una situazione più equa. Nella provincia di Trento la pendenza è pari a 30 punti nella scala delle scienze. In altre parole, un aumento di una unità²¹ di ESCS è associato ad un aumento di 30 punti della presta-

²¹ Si noti che la deviazione standard dello status socio-economico e culturale tra i Paesi OCSE è uguale a 1. Perciò, la pendenza del gradiente può essere interpretata come il cambiamento nella prestazione degli studenti all'aumento o alla diminuzione di 1 deviazione standard dell'indice di status socio-economico e culturale.

zione. Quest'ultimo dato è al di sotto degli analoghi aumenti relativi all'Italia (31 punti) e ai Paesi OCSE (40 punti). Ciò potrebbe suggerire che, nel sistema scolastico trentino, esiste una sufficiente equità tra studenti di differente *background* socio-economico.

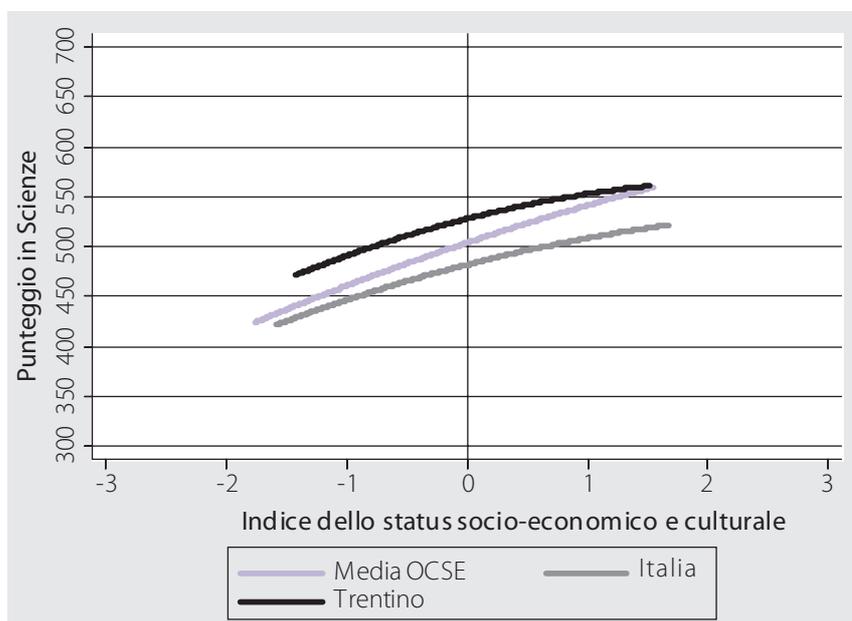
2. *La forza della relazione tra la prestazione in scienze e il background socio-economico.* Tale elemento si riferisce a quanto la prestazione individuale di uno studente varia sopra o sotto la linea del gradiente e può essere misurata con la statistica R^2 . Questa statistica sintetizza la forza della relazione indicando la quota della variazione osservata nei punteggi degli studenti che può essere attribuita alla relazione mostrata dalla linea del gradiente. Se R^2 è basso, una relativamente piccola parte della varianza nella prestazione dello studente è associata allo status socio-economico; se, al contrario, R^2 è alto anche la quota della varianza associata alla prestazione è più ampia. Nel campione trentino solo l'8,5% della varianza nella prestazione degli studenti in scienze è associata all'ESCS. Questo suggerisce che la relazione tra ESCS e prestazione in scienze non sempre è determinante. Infatti, molti studenti socialmente svantaggiati che appaiono sulla sinistra della figura, ottengono un punteggio superiore a quello predetto dalla linea del gradiente; nello stesso tempo un'importante parte di studenti con uno status alto, ottengono punteggi inferiori a quelli previsti dal loro status socio-economico. Queste analisi fanno pensare ad altri fattori intervenienti, che spiegano tali variazioni.
3. *La forma che assume l'andamento della funzione tra status socio-economico e prestazioni in scienze (curvilinearità).* Se il gradiente è lineare, c'è un'influenza costante dell'ESCS sulla prestazione degli studenti. Se, invece, è curvilineo, l'effetto dello status aumenta o diminuisce, quando un determinato livello dell'indice è raggiunto. La Figura 1.12 mostra l'andamento del gradiente socio-economico in Trentino. Esso suggerisce che il divario nella prestazione in scienze tra gli studenti di alto e basso status non sia costante. Infatti, il fatto che esso sia curvilineo ed abbia la concavità rivolta verso il basso, indica che ad alti livelli di status le prestazioni aumentino più lentamente di quanto aumentino a bassi livelli di status.

Figura 1.12 - Relazione tra prestazioni e *background* socio-economico degli studenti - Trentino



La Figura 1.13 presenta il gradiente socio-economico e culturale per la provincia di Trento, l'Italia e i paesi aggregati dell'area OCSE. Come si può notare, tutti e tre i gradienti sono curvilinei. In ordine troviamo prima il gradiente dell'area OCSE la cui curvilinearità è meno accentuata (indice di curvilinearità: -1,39), segue il gradiente dell'Italia (-4,57) e, infine, il gradiente del Trentino (-6,05). Il calcolo del gradiente sembra dimostrare che i giovani 15enni scolarizzati risentano meno dell'influenza dello status socio-economico.

**Figura 1.13 - Relazione tra prestazioni e *background* socio-economico degli studenti
Confronto del Trentino con OCSE e ITALIA**

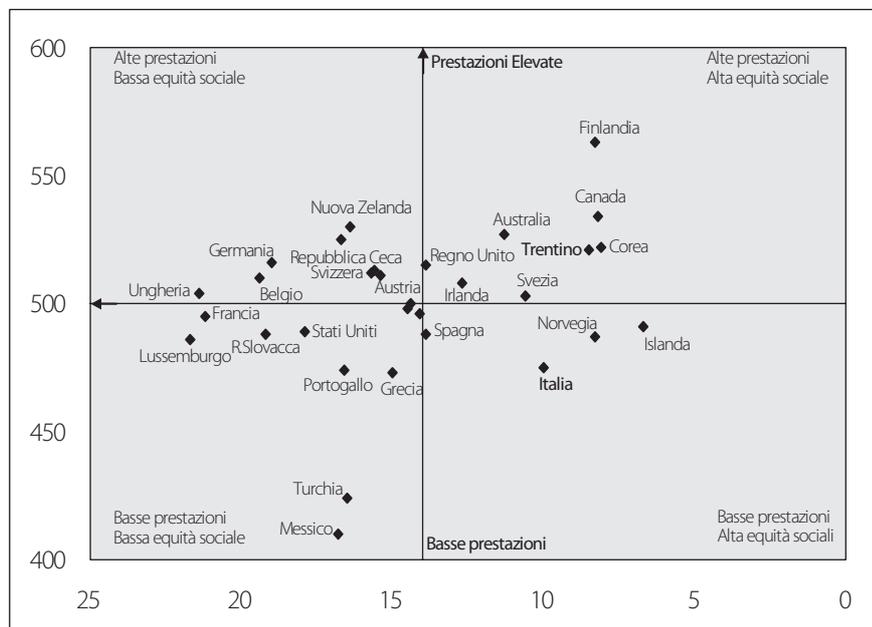


La Figura 1.14 presenta i risultati degli studenti sulla scala di scienze (asse verticale) e l'impatto del *background* rappresentato dalla percentuale di varianza nei risultati, spiegata dall'ESCS (asse orizzontale). I dati vanno letti con cautela, tenendo presente che si sta confrontando una provincia italiana con interi Paesi, ma risultano comunque indicativi per avere un quadro della scuola trentina e della sua peculiarità rispetto all'Italia e al contesto internazionale.

Trento si colloca nel riquadro in alto a destra della figura, nel quale vi sono i Paesi caratterizzati da prestazioni medie elevate degli studenti e, insieme, da un impatto ridotto dello status. Tali Paesi - tra i quali vi sono Australia, Canada, Finlandia, Corea - riescono a coniugare risultati elevati con una maggiore equità complessiva del sistema. Nel riquadro in alto a sinistra vi sono i Paesi - quali Germania, Nuova Zelanda e Repubblica Ceca - caratterizzati da prestazioni elevate degli studenti che si accompagnano però ad un impatto elevato del *background* socio-economico e culturale. Nella parte bassa a destra della figura vi sono Paesi - quali Italia, Islanda, Spagna e Norvegia - che hanno prestazioni mediamente inferiori alla media internazionale, accompagnate da un impatto ridotto del *background* socio-economico. Nel riquadro in basso a sinistra, infine, vi sono Paesi, quali Lussemburgo, Francia, Stati Uniti e Portogallo, nei quali risultati inferiori alla media non escludono un impatto superiore alla media del *background* familiare.

I dati sembrano dunque indicare che nel caso del Trentino l'impatto del *background* sui risultati di scienze degli studenti sia abbastanza contenuto, in presenza di risultati elevati.

Figura 1.14 - Varianza dei risultati in scienze spiegata dall'ESCS
Posizionamento della provincia di Trento nei quadranti
prestazioni/equità nel confronto con i Paesi OCSE



3.10.2. Un'analisi preliminare dell'"effetto scuola" e dell'interazione con l'ESCS

Abbiamo visto come l'ESCS sia un'importante fonte di variazione dei risultati. Se scontiamo l'impatto dello status socio-economico dagli esiti finali, possiamo ottenere una prima statistica preliminare, relativa all'"effetto scuola" sui risultati. Per ottenere indicazioni in questa direzione abbiamo contrastato le *varianze entro le scuole e tra le scuole* prodotte da vari Paesi OCSE nel confronto con l'Italia e la provincia di Trento.

La varianza²² è un indice di dispersione che riflette, soprattutto, le differenze dei risultati degli studenti nei singoli Paesi. È possibile distinguere la varianza totale in due parti:

- la prima, relativa alla componente legata alle differenze tra le scuole all'interno dei diversi Paesi (varianza tra scuole);
- la seconda, relativa alla componente legata alle differenze tra studenti all'interno delle scuole (varianza entro le scuole).

Nella Figura 1.15 la varianza tra scuole è rappresentata dal segmento della barra a sinistra della linea centrale e la varianza entro le scuole dal segmento a destra della barra.²³

²² La varianza è il quadrato della deviazione standard.

²³ La varianza di ciascun Paese è espressa in termini di percentuale rispetto alla varianza media (dei Paesi dell'OCSE) dei risultati degli studenti. Il totale teorico sarebbe 100 in ciascun Paese se ciascuno

La provincia di Trento ha una varianza complessiva, nei risultati di scienze, pari a 8,538, che è inferiore a quella totale dell'OCSE²⁴ (8,971), ed è più bassa di quella dell'Italia (9,045), la cui varianza invece è più alta di quella dell'OCSE, rappresentando il 101% di quest'ultima.

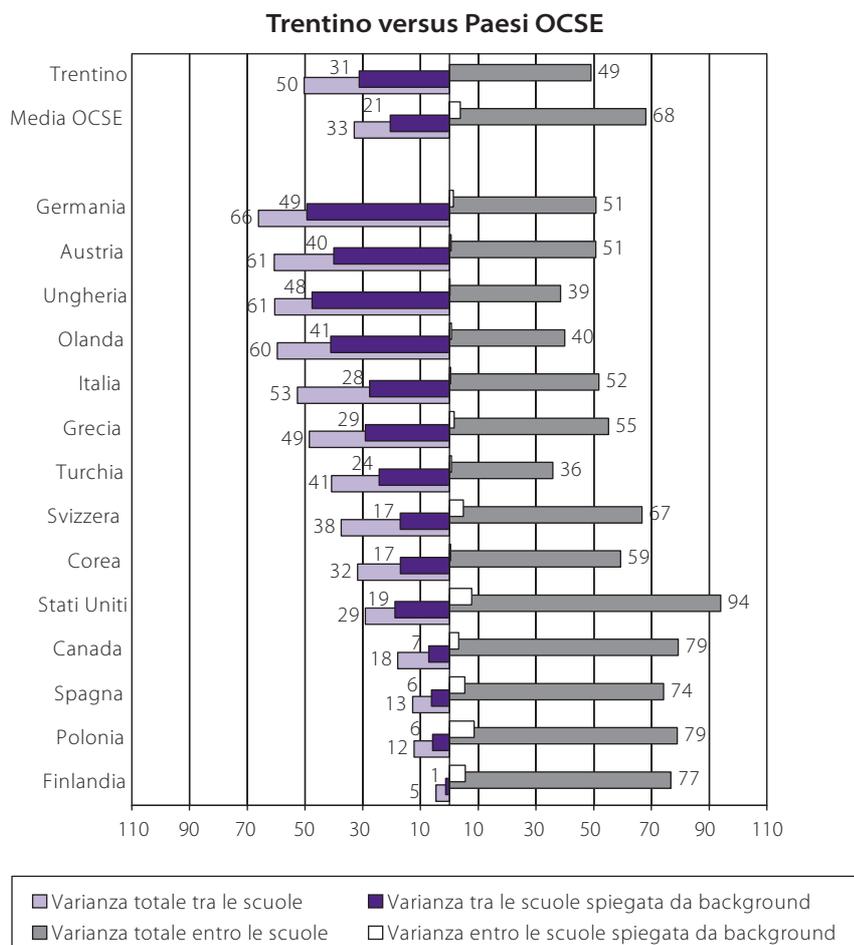
La varianza tra le scuole trentine è pari al 50% della varianza totale media dell'OCSE, un valore inferiore a quello italiano (53%), ma superiore alla varianza tra scuole dell'OCSE (33%). Vi è una distanza evidente con Paesi come Finlandia, Islanda, Norvegia, Svezia, Polonia nei quali, la varianza tra scuole è più contenuta: dal 5% al 12% della varianza totale spiegata in area OCSE. Questo significa che i risultati degli studenti sono tendenzialmente più indipendenti dalle scuole frequentate. Detto con altre parole, sistemi meno canalizzati, hanno maggiori probabilità di produrre, in termini più omogenei, dei tassi di alfabetizzazione scientifica più elevati. Al contrario, una varianza elevata tra scuole può essere indice del fatto che gli istituti raggruppano studenti che hanno risultati di livello relativamente simile. Ciò può avvenire come nel caso dell'Italia (o ad esempio di Austria e Germania) per la presenza di un sistema che canalizza le carriere scolastiche dei quindicenni, raggruppando mediante processi di selezione impliciti o espliciti, studenti differenziati sia nei livelli di alfabetizzazione e sia nello status socio-economico.

Infine, mentre nel caso dell'Italia la varianza entro le scuole rappresenta il 52% della varianza totale dei risultati dell'Italia, nel caso del Trentino la varianza entro le scuole rappresenta il 49% della varianza totale dei risultati della provincia.

di essi contribuisse esattamente nello stesso modo alla varianza totale OCSE. In realtà, la varianza totale di certi paesi è più di 100 (ad esempio Giappone 109, Germania 110; Italia 101; Svizzera 111; Stati Uniti 125). In altri Paesi, con sistemi scolastici più omogenei, la varianza totale è meno di 100 (Messico 72, Finlandia 81, Canada 89). La lunghezza totale delle barre della Figura 1.13 indica queste differenze.

²⁴ Per varianza totale dell'OCSE si intende la media della varianza totale dei Paesi dell'OCSE.

Figura 1.15 - Varianza dei risultati in scienze tra scuole ed entro le scuole:



4. LA LETTURA NEL QUADRO DI RIFERIMENTO PISA 2006²⁵

La *literacy in lettura* non è più considerata un sapere che si acquisisce esclusivamente durante i primi anni di scolarizzazione. È, al contrario, un insieme di conoscenze, processi, strategie in continua evoluzione, che gli individui possono perfezionare nel corso della vita.

Nell'indagine PISA la *lettura* è definita come la capacità di *comprendere, utilizzare e riflettere su testi scritti al fine di raggiungere i propri obiettivi, di sviluppare le proprie conoscenze e le proprie potenzialità e di svolgere un ruolo attivo nella società*. Non si tratta, dunque, di una mera codificazione dei segni testuali. La definizione propone, invece, un'interpretazione più ampia che implica la comprensione, l'uso e la riflessione sull'informazione scritta per una varietà di scopi differenti. Si tiene

²⁵ Buona parte delle informazioni proposte in questo paragrafo sono una rielaborazione parziale dei contenuti tratti dal seguente volume: OCSE, *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando, Roma, 2007.

conto del ruolo attivo del lettore nell'elaborare il significato dal testo scritto e di una pluralità di situazioni nelle quali la lettura può giocare un ruolo importante nella vita di un individuo.

L'indagine tenta di valutare e mettere in relazione una serie di fattori che intervengono nel processo di lettura. Gli aspetti che vengono considerati sono: la situazione di lettura, la struttura del testo e le caratteristiche dei quesiti relativi al testo. Questi fattori sono stati presi in considerazione nella costruzione dei quesiti.

4.1. Testi continui e discontinui

La distinzione fra testi continui e discontinui è al centro della rilevazione PISA. *I testi continui* sono normalmente costituiti da frasi raggruppate in paragrafi. Questi ultimi, a loro volta, possono far parte di strutture più ampie come sezioni, capitoli e libri. La classificazione più seguita per definire i testi continui fa riferimento alla loro struttura, ovvero agli elementi informativi essenziali che costituiscono un testo. A tal riguardo si distinguono testi di tipo *narrativo, informativo, descrittivo, argomentativo, conativi o di istruzione, atti ufficiali e ipertesti*.

I testi discontinui richiedono quindi un diverso approccio di lettura. In PISA 2006 i testi non continui sono stati classificati in base a loro formato. Pertanto nella rilevazione sono state incluse le seguenti tipologie: *grafici, tabelle, figure, mappe, moduli, fogli informativi, annunci e pubblicità, ricevute (biglietti, fatture e buoni)*.

Nella rilevazione del 2006 i quesiti relativi ai testi continui rappresentano circa i 2/3 di tutta la prova.

4.2. Le competenze di lettura valutate in PISA 2006

PISA rileva i seguenti cinque processi (o competenze) di comprensione dei testi. Gli studenti devono dimostrare la piena padronanza di ciascuna di queste competenze durante la lettura di un testo continuo o non continuo. I cinque aspetti analizzati sono brevemente descritti di seguito:

1. *Individuare informazioni.* Lo studente deve concentrarsi su parti indipendenti ed isolate del testo localizzando e selezionando l'informazione che serve.
2. *Comprendere il significato generale del testo.* Lo studente legge il testo con lo scopo di dimostrare, identificandone l'argomento principale o il messaggio, o individuandone lo scopo generale o la funzione.
3. *Sviluppare un'interpretazione.* Lo studente elabora una comprensione dettagliata della lettura esaminando il modo con cui le informazioni sono organizzate all'interno del testo.
4. *Riflettere sul contenuto del testo e valutarlo.* Lo studente valuta le informazioni contenute nella lettura con il proprio bagaglio di conoscenze al fine di collegare le informazioni presenti nel testo con informazioni presenti che provengono da altre fonti.

5. *Riflettere sulla forma del testo e valutarla.* Per dimostrare padronanza nella lettura dei testi non basta solo capire il contenuto, è necessario giudicare il testo nella forma e nella struttura. Questo implica, ad esempio, giudicare l'efficacia di un testo in base alle sfumature linguistiche, all'uso degli aggettivi, alla coerenza tra elementi testuali e scopo comunicativo.

I cinque processi non costituiscono un insieme gerarchico di competenze che si sviluppa in modo sequenziale. Per quanto siano collegati tra loro, un buon risultato in uno di essi non è necessariamente legato al successo negli altri.

Due situazioni testuali principali permettono di identificare i cinque processi, e conseguentemente di predisporre quesiti per la loro valutazione. La prima caratteristica è definita dalla misura in cui il lettore debba servirsi di informazioni ricavate direttamente dal testo o debba piuttosto attingere anche a conoscenze extratestuali. Nel primo caso sono sollecitate le seguenti competenze: individuare informazioni, comprendere il significato generale, sviluppare un'interpretazione. Nel secondo entrano in gioco il riflettere sul contenuto e sulla forma.

Dopo la prova pilota (*field-trial*) condotta nella rilevazione del 2000, è emerso che in base alle domande formulate non era strettamente possibile distinguere i cinque processi in cinque sotto-scale (Nardi, 2002). Le analisi empiriche producevano invece tre sotto-scale:

1. individuare informazioni;
2. interpretare il testo (in questa seconda scala sono confluiti i due processi del "comprendere il significato" e dello "sviluppare un'interpretazione");
3. riflettere e valutare (in questa scala sono confluiti il "riflettere sul contenuto", e il "riflettere sulla forma").

Questa organizzazione è rimasta stabile sia nella rilevazione del 2000 che in quella del 2006.

4.3. Percentuali di quesiti presenti nella prova e formati di domanda

La categoria di quesiti più rappresentata, con il 50% del totale, è costituita dal processo di *interpretazione*. In essi si chiede allo studente di concentrarsi sulle relazioni fra le informazioni contenute, al fine di comprendere il significato generale del testo oppure di sviluppare un'interpretazione. La categoria successiva quanto a numero di quesiti, comprende un 29% del totale. Tali quesiti richiedono allo studente di dimostrare la propria abilità nell'*individuare singole informazioni*. Il restante 21% di quesiti sollecita lo studente a *riflettere* sul contenuto, sulle informazioni fornite dal testo e sulla forma.

I quesiti della prova di lettura sono di vario tipo.

- *A scelta multipla semplice.* Si richiede allo studente di scegliere una risposta da un elenco dato. Le domande in questa categoria sono il 29% sul totale dei quesiti della prova.

- *A scelta multipla complessa.* Lo studente è chiamato a scegliere più di una risposta. Le domande in questa categoria sono il 7% sul totale dei quesiti della prova.
- *A risposta aperta univoca.* Si richiede allo studente di scrivere un'unica risposta piuttosto che sceglierne una da un elenco dati. Le domande di questa tipologia sono il 21% sul totale dei quesiti della prova.
- *A risposta aperta articolata.* Si richiede allo studente di scrivere una risposta relativamente estesa. Le domande in questa categoria sono il 43% sul totale dei quesiti della prova.

4.4. I contenuti della lettura

I testi utilizzati nella valutazione della *lettura* si riferiscono ad un varietà di situazioni. Questa scelta è stata dettata dalla necessità di offrire agli studenti una massima eterogeneità di contenuti. Una certa attenzione, inoltre, è stata posta sulle fonti dei testi. Il proposito è stato quello di raggiungere un equilibrio fra la definizione *literacy in lettura* adottata da PISA e la diversità linguistica e culturale dei paesi partecipanti. Tale eterogeneità culturale ha contribuito, comunque, a far sì che nessun gruppo linguistico o culturale in particolare fosse avvantaggiato o svantaggiato rispetto ai contenuti del test.

PISA propone quattro tipi di situazione.

1. *Lettura ad uso privato (personale).* Questo tipo di lettura ha lo scopo di soddisfare i propri interessi personali di carattere sia pratico sia intellettuale. Si tratta di lettere personali, narrativa, biografie e testi informativi letti per curiosità, come attività ricreative o di svago. I quesiti che propongono questo tipo di contenuti sono il 21% della somma totale.
2. *Lettura ad uso pubblico.* Questo tipo di lettura è funzionale per la partecipazione ad attività sociali. Comprende la lettura di documenti ufficiali così come quella di informazioni che riguardano eventi pubblici. I quesiti che propongono questo tipo di contenuti sono il 25% della somma totale.
3. *Lettura a fini lavorativi (professionale).* È stato ritenuto importante valutare la preparazione degli studenti nell'affrontare contenuti del mondo del lavoro poiché, nella maggior parte dei paesi, più di metà di loro entrerà a far parte della popolazione attiva entro un anno o due. Le letture di questa categoria sono definite "letture per fare" in quanto legate all'esecuzione di un compito concreto. I quesiti che propongono questo tipo di contenuti sono il 25% della somma totale.
4. *Lettura a fini di studio (scolastica).* I testi di questa categoria non sono scelti dal lettore, ma assegnati dal docente. Il contenuto è strettamente legato ai curricula e ai compiti scolastici. I quesiti che propongono questo tipo di contenuti sono il 29% della somma totale.

4.5. Difficoltà dei quesiti e livelli di *literacy* valutati

Ogni quesito della prova rappresenta un determinato livello di padronanza generale della *literacy in lettura*. Ogni item dunque è rappresentativo di un livello di *literacy* rispetto al quale ciascun studente si posiziona. Questo significa che i quesiti che si collocano nei livelli più bassi di ciascuna sotto-scala sono marcatamente diversi da quelli che occupano le posizioni più alte.

I criteri che gli esperti di PISA hanno scelto per valutare la difficoltà di un quesito si possono riassumere nel seguente elenco: lunghezza del testo, struttura (informativa, argomentativa, ecc.), complessità del contenuto. Questi tre elementi hanno la maggiore incidenza nella determinazione del livello di difficoltà del quesito, e di conseguenza, nella probabilità di valutare il livello di *literacy* con l'insieme degli *item* contenuti nella prova. Un quarto elemento, complementare a quelli già evidenziati è la richiesta posta all'interno del quesito. Un testo può essere semplice nei contenuti e nella struttura, tuttavia, richiedere un'operazione mentale che ne può complicare la natura, riducendo la probabilità di risposta corretta. Nella determinazione del livello di difficoltà entra in gioco l'interazione tra testo e processi sollecitati.

Ad esempio, le difficoltà che gli studenti possono incontrare nel processo "individuare informazioni", possono dipendere dal numero di informazioni richieste e dai criteri che devono soddisfare e dalla necessità di ordinarle secondo una particolare sequenza. Nel caso invece dei processi "interpretare il testo" e "riflettere e valutare", la difficoltà del quesito è determinata dalla lunghezza del testo, dalla familiarità con l'argomento, dal bagaglio di conoscenza extra-testuali (*background knowledge*) necessarie per rispondere.

Tenendo conto dei criteri discussi, sono stati definiti cinque livelli di *literacy*. A ciascuno livello corrisponde:

- un punteggio minimo e massimo (secondo la scala standardizzata con media 500 e deviazione standard 100);
- la descrizione di ciò che uno studente sa fare a ciascun livello in relazione ai tre processi di base analizzati;
- delle proprietà statistiche associate a ciascun livello.²⁶

L'articolazione dei livelli risulta uno strumento utile per valutare la progressione della *literacy in lettura*. Tale analisi può essere svolta sia in relazione alle tre sotto-scale sia guardando all'ambito nella sua globalità. La Tabella 1.13 propone i punteggi minimi e massimi previsti per ciascun livello di padronanza.

²⁶ Si veda per maggiori dettagli: OCSE, *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando, Roma, 2007, p. 73-75.

Tabella 1.13 - Livelli di *literacy in lettura* e punteggi minimi e massimi

Livello	Punteggio minimo	Punteggio massimo
1	335	407
2	408	480
3	481	552
4	553	625
5	più di 625	

Adattato da: OCSE, *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando, Roma, 2007, p. 73

4.6. Analisi e discussione dei risultati relativi alla lettura

In questa parte del capitolo saranno discussi i seguenti risultati che gli studenti trentini hanno ottenuto in questo ambito di padronanza. In particolare saranno analizzati:

- il livello generale di *literacy in lettura* e la differenziazione tra maschi e femmine;
- le percentuali di studenti trentini presenti in ciascun livello e come tali valori si distribuiscono in alcuni paesi dell'area OCSE e nel Nord Est;
- i risultati in relazione alle macro-aree geografiche nel confronto con i risultati ottenuti dagli studenti trentini, la media OCSE e il paese risultato migliore;
- la variazione dei risultati medi in relazione agli indirizzi scolastici.

4.6.1. Punteggi medi e differenze di genere

La tabella 1.14 presenta, in ordine decrescente, i risultati in lettura di alcuni Paesi appartenenti all'OCSE. Corea (556 punti), Finlandia (547) e Canada (527) sono ai primi posti di questa graduatoria. Il dato italiano (469) è notevolmente al di sotto della media OCSE (492); l'Italia precede unicamente la Repubblica Slovacca, la Spagna, la Grecia, la Turchia e il Messico, mentre il Trentino (508) occupa la settima posizione.

Come si può notare (si veda l'ultima colonna a destra), le studentesse ottengono prestazioni superiori ai maschi in tutti i 57 Paesi partecipanti. Non solo, ma la differenza di punteggio tra i generi è sempre statisticamente significativa. Questo profilo di risultato vale anche per il Trentino in cui le ragazze (531) precedono i maschi (486) di 45 punti.

Tabella 1.14 - Punteggio medio in lettura e differenze di genere

	Maschi e Femmine	Differenze di genere		
	Punteggio medio	Maschi	Femmine	Differenza
	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Differenza (M-F)</i>
Corea	556	539	574	-35
Finlandia	547	521	572	-51
Canada	527	511	543	-32
Nuova Zelanda	521	502	539	-37
Irlanda	517	500	534	-34
Australia	513	495	532	-37
Trentino	508	486	531	-45
*****	***	***	***	***
Italia	469	448	489	-41
Repubblica Slovacca	466	446	488	-42
Spagna	461	443	479	-35
Grecia	460	432	488	-57
Turchia	447	427	471	-44
Messico	410	393	427	-34
OCSE media	492	473	511	-38

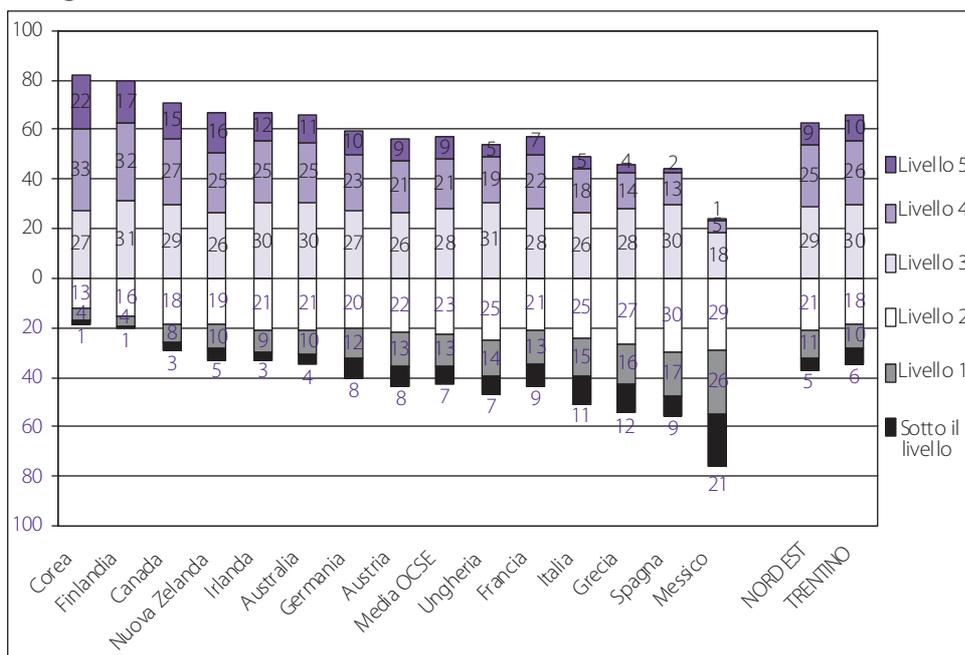
Nota: i valori statisticamente significativi sono indicati in grassetto

Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

4.6.2. Variazioni nel livello generale di *literacy in lettura*

La Figura 1.16 mostra un profilo della prestazione degli studenti in lettura. Le barre sono posizionate all'altezza del livello 3 (livello soglia) per indicare che sotto tale livello si evidenzia un'insufficiente capacità di utilizzare la lettura in relazione alle richieste ed alle necessità espresse in contesto lavorativo e sociale.

Figura 1.16 - Percentuale di studenti a ciascun livello della scala di lettura



Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

Sia la Figura 1.16, sia la Tabella 1.15 permettono di fare alcune considerazioni. Oltre la metà del campione degli studenti italiani si colloca sotto il livello 3 (50,9%) superando la media OCSE (42,8%). Trentino (34,3%) e Nord Est (36,2%) hanno percentuali migliori, pur con valori doppi rispetto a quelle della Corea, primo Paese per capacità di lettura con solo il 18,2% dei suoi studenti a livello insufficiente.

Tabella 1.15 - Percentuale studenti ai livelli di insufficienza e di eccellenza nella scala di lettura

	Livello pari o inferiore a 2 (insufficienza)	Livello 5 (eccellenza)
Trentino	34,3	9,8
Nord Est	36,2	9,2
Italia	50,9	5,2
Media OCSE	42,8	8,6
Corea	18,2	21,7

Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

Nel livello 5, quello dell'eccellenza, l'Italia (5,2%) è sotto la media OCSE (8,6%), mentre il Trentino (9,8%) e il Nord Est (9,2%), pur superiori all'Italia presa nel suo complesso, sono ben lontani dall'analogo dato coreano (21,7%).

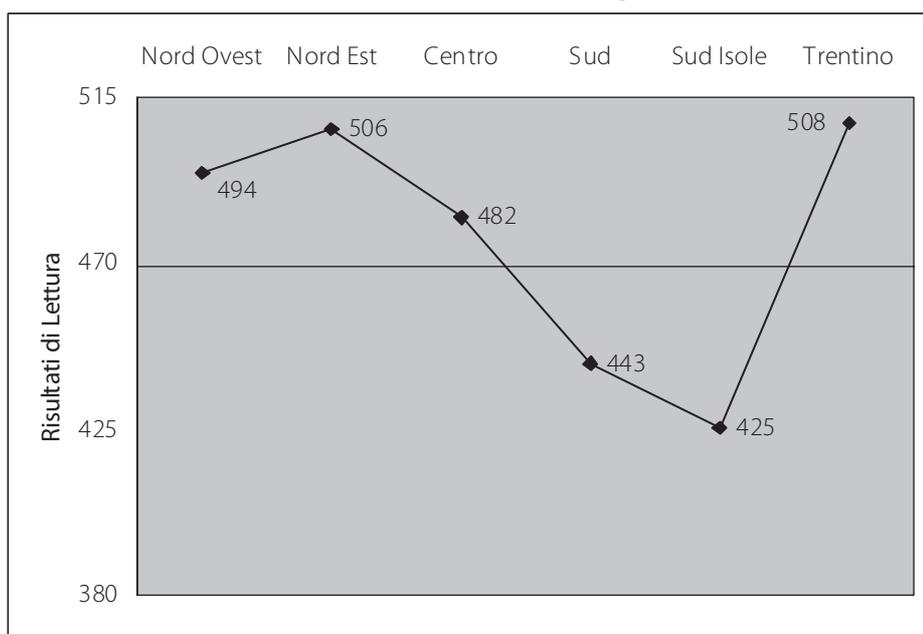
Il dato trentino è simile a quello del Nord Est, area geografica che esprime i migliori risultati in Italia. Vi sono tuttavia degli elementi di criticità. Più di 1/3 dei quindicenni del campione trentino si posiziona su livelli giudicati di insufficienza.

4.6.3. Risultati per macro-aree geografiche e indirizzi scolastici

La Figura 1.17 mostra l'andamento dei punteggi medi di lettura distinti per area geografica. La linea orizzontale all'interno del grafico segnala la media dell'Italia (469 punti).

Anche per lettura si può osservare lo stesso andamento emerso nella *literacy scientifica*. L'Italia si presenta secondo questa stratificazione. Il Nord Est (506) raggiunge il punteggio più alto, e, al suo interno, il Trentino è un po' superiore (508); seguono il Nord Ovest (494) ed il Centro (482): tutte queste tre aree geografiche sono sopra la media italiana. Sud (443) e Sud Isole (425) sono, invece, decisamente sotto la media dell'Italia.

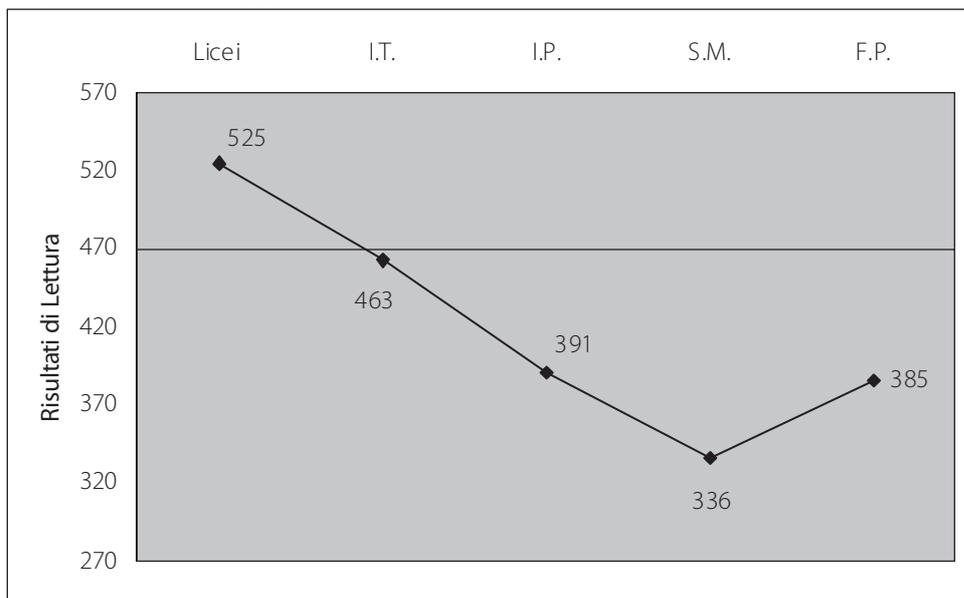
**Figura 1.17 - Punteggio medio di lettura, per area geografica:
Trentino versus macro-aree regionali**



Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

L'andamento dei punteggi medi distinti per tipo di istruzione (Figura 1.18), vede i licei (525) ben sopra la media italiana (rappresentata dalla retta al centro del grafico in corrispondenza a 469 punti), a cui seguono gli Istituti Tecnici (463) che già si situano, sebbene di poco, sotto la media nazionale. Seguono gli Istituti Professionali (391) e la Formazione Professionale (385) quasi alla pari ed, infine, la Scuola Media con un punteggio assai distante alla media nazionale (336).

Figura 1.18 - Punteggio medio in lettura per tipo di istruzione: dato nazionale

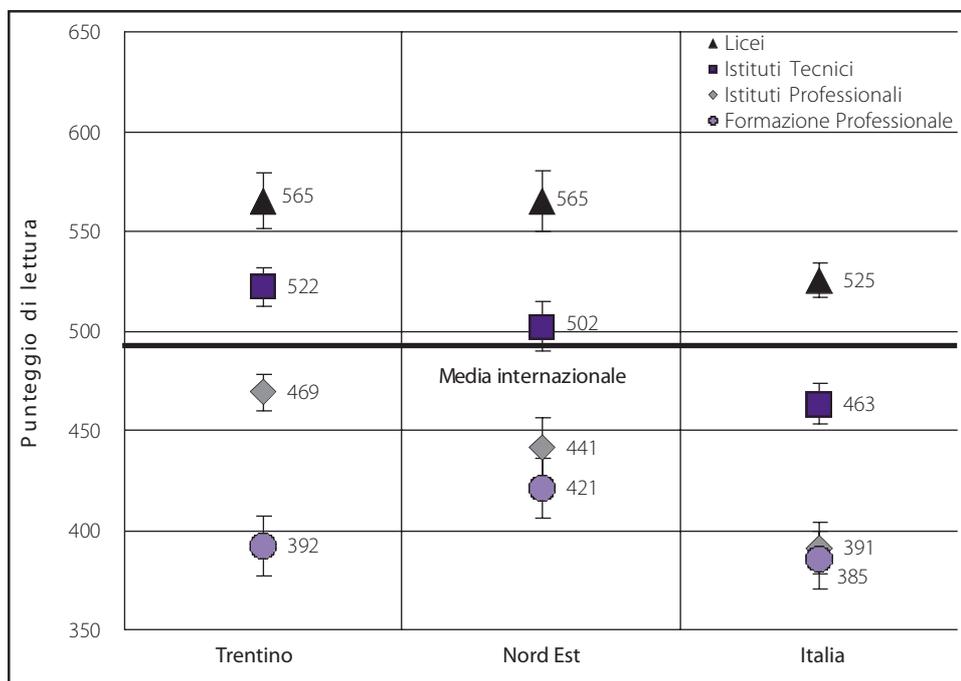


Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

La Figura 1.19 permette di confrontare i dati del Trentino con quelli del Nord Est e dell'Italia. Alcune brevi considerazioni rispetto alle prestazioni della scuola trentina vista nei diversi indirizzi scolastici.

1. I risultati del Trentino e del Nord Est sono sempre superiori a quelli dell'Italia per tutti i tipi di istruzione.
2. I licei del Trentino e del Nord Est ottengono lo stesso punteggio medio (565).
3. Gli Istituti Tecnici trentini (522) totalizzano 20 punti in più del Nord Est (502) e ben 59 punti nei confronti dell'Italia (463).
4. Gli Istituti Tecnici del Trentino con un punteggio pari a 522 si posizionano al livello più alto precedendo l'Alto Adige e le altre 11 Regioni italiane.
5. Il punteggio dell'Istruzione Professionale (469) è superiore al punteggio degli Istituti Tecnici dell'Italia.
6. La Formazione Professionale trentina esprime un livello molto debole di *literacy* (392) rispetto a quello registrato nell'area geografica del Nord Est (421).

**Figura 1.19 - Punteggio medio di lettura per tipo di istruzione:
Trentino versus Nord-Est e Italia**



Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

5. LA LITERACY MATEMATICA NEL QUADRO DI RIFERIMENTO PISA 2006²⁷

In PISA la *literacy matematica* è definita come la capacità degli studenti di analizzare, ragionare e comunicare in modo efficace idee e problemi matematici presenti in una molteplicità di situazioni. La padronanza del sapere matematico si esprime nella capacità di un individuo di comprendere il ruolo che la matematica ha nel mondo reale, di formulare valutazioni fondate e di usare le conoscenze matematiche per rispondere alle esigenze della vita reale.

In questa prospettiva la rilevazione è stata focalizzata su problemi del mondo reale. È stato evitato, così, di proporre problemi e situazioni che generalmente si affrontano a scuola. Viaggiando, preparando da mangiare, tenendo la propria contabilità o valutando questioni politiche, un cittadino si trova spesso a interagire con situazioni nelle quali il pensare in termini quantitativi o spaziali può aiutare a chiarire, formulare o superare un problema. Certamente una base per la riuscita in questi compiti è data dalla scuola, tuttavia essi richiedono la capacità di usare conoscenze e competenze in circostanze meno strutturate, in cui le istruzioni sono meno chiare

²⁷ Buona parte delle informazioni proposte in questo paragrafo sono una rielaborazione parziale di contenuti tratti dalla seguente pubblicazione: OCSE, *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando Roma, 2007.

e in cui è lo studente a dover decidere quali conoscenze siano pertinenti e in che modo esse possano essere utilmente applicate.

5.1. Il modello di valutazione della *literacy matematica*

In PISA la valutazione della *literacy matematica*, è basata su tre distinte componenti.

1. Le *situazioni* in cui sono inseriti i problemi. Sono quattro le situazioni tipo utilizzate per creare all'interno dei quesiti un contesto di lavoro funzionale allo svolgimento di operazioni matematiche: situazioni personali, scolastico/occupazionali, pubbliche, scientifiche.
2. La *conoscenza matematica* (o contenuti) che deve essere usata per risolvere il problema. Essa è classificata in relazione a quattro idee chiave (o fondamentali):
 - a. *modelli di spazio e forma*,
 - b. *cambiamento e relazioni*,
 - c. *quantità*,
 - d. *incertezza*.
3. Le *competenze* che devono essere attivate al fine di mettere in relazione la situazione del mondo reale, i problemi a cui danno origine e le conoscenze matematiche. Ovviamente tali competenze sono finalizzate a risolvere i problemi proposti nei singoli quesiti. L'ambito è stato organizzato per competenze specifiche²⁸ e raggruppamenti. Questi ultimi sono tre: *competenze di riproduzione*, *competenze di connessione*, *competenze di riflessione*.

La scelta di raggruppare specifiche competenze in *cluster* è dettata da diverse ragioni. Primo, è stata osservata una notevole sovrapposizione tra le diverse competenze. Durante la soluzione di un problema, è generalmente necessario attivare simultaneamente molte di queste. Pertanto, qualsiasi tentativo di valutarle separatamente porterebbe alla costruzione di quesiti artificiali, associata ad una scarsa capacità del test di descrivere e presentare in modo produttivo i livelli di padronanza raggiunti dagli studenti. Secondo, il profilo di competenze è personale. In ciascun individuo possono essere osservati combinazioni diverse delle stesse competenze, tanto da poter stabilire, almeno su un piano teorico, un bilancio di punti di forza e di debolezza per ciascun studente. Questo poiché l'apprendimento della matematica, così come in generale il processo di costruzione della conoscenza, segue un andamento idiosincratico, sottratto, da un lato, a una standardizzazione lineare, e dall'altro, aperto all'esperienza, all'interazione, al coinvolgimento, alla negoziazione sociale.

²⁸ Le competenze considerate sono le seguenti: pensare e ragionare, argomentare, comunicare, modellizzare, formulare e risolvere problemi, rappresentare, uso del linguaggio simbolico, formale e tecnico delle operazioni, uso di sussidi e strumenti.

Per tali ragioni era necessario, in una prospettiva internazionale, rendere comprensibili le scelte valutative di fondo. La soluzione pensata è consistita nel descrivere raggruppamenti di competenza secondo il seguente criterio: la natura delle richieste cognitive che sono necessarie per risolvere i diversi problemi matematici.

Figura 1.20 - Descrizione sintetica dei sei livelli di padronanza della scala di matematica

L6	Può concettualizzare, generalizzare, utilizzare informazioni basate su indagini e modellizzazioni per situazioni e problemi complessi.	➔	669.3
L5	Può sviluppare e lavorare con modelli applicati per situazioni complesse, identificare vincoli e assunti specifici.	➔	607.0
L4	Può lavorare con modelli espliciti per situazioni complesse che implicano vincoli o possono richiamare assunzioni specifiche.	➔	544.7
L3	Può eseguire procedure descritte chiaramente, incluse quelle che implicano decisioni sequenziali.	➔	482.4
L2	Può interpretare e riconoscere situazioni in contesti che richiedono algoritmi di base, formule, procedure e convenzioni.	➔	420.1
L1	Può rispondere a domande che implicano contesti noti familiari nei quali l'informazione rilevante è presente e i problemi sono chiaramente definiti.	➔	357.8

Adattato da: OECD, *PISA 2006. Science competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*, OECD Publishing, Paris, 2007, p. 312.

5.2. Formati di domanda

La struttura dei quesiti, in indagini complesse ed estese come PISA, possono avere un impatto considerevole sulle risposte degli studenti. Per tale ragione diventano particolarmente rilevanti i formati di domanda utilizzati nella costruzione dei quesiti.

Tabella 1.16 - Punteggio medio in matematica e differenze di genere

	Maschi e Femmine	Differenze di genere		
	Punteggio medio	Maschi	Femmine	Differenza
	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Differenza M-F</i>
Finlandia	548	554	543	12
Corea	547	552	543	9
Olanda	531	537	524	13
Svizzera	530	536	523	13
Canada	527	534	520	14
Giappone	523	533	513	20
Nuova Zelanda	522	527	517	11
Belgio	520	524	517	7
Australia	520	527	513	14
Danimarca	513	518	508	10
Repubblica Ceca	510	514	504	11
Trentino	508	520	497	22
*****	***	***	***	***
Italia	462	470	453	17
Grecia	459	462	457	5
Turchia	424	427	421	6
Messico	406	410	401	9
OCSE media	498	503	492	11

Nota: i valori statisticamente significativi sono indicati in grassetto
 Fonte: base dati OCSE PISA 2006

PISA rileva la *literacy matematica* per mezzo di un insieme di quesiti a risposta aperta articolata, a risposta aperta univoca e a scelta multipla. Un numero pressappoco uguale di ciascun tipo di quesiti viene utilizzato nella costruzione degli strumenti di rilevazione.

Il formato a scelta multipla è in genere considerato il più adatto per i quesiti che intendono rilevare le competenze dei raggruppamenti della *riproduzione* e delle *connessioni*. I quesiti a risposta aperta e articolata richiedono una risposta più lunga da parte dello studente. Tale risposta implica operazioni cognitive di livello superiore. Siamo dunque nel raggruppamento di competenza della riflessione: riflettere sui processi matematici richiesti mediante ragionamenti e uso consapevole del proprio sapere. Tali quesiti richiedono non soltanto di produrre una risposta, ma anche di rendere evidenti i passaggi eseguiti o di spiegare come si è giunti alla risposta. Con i quesiti a risposta aperta articolata lo studente può dimostrare il proprio livelli di *literacy* fornendo soluzioni a diversi gradi di complessità matematica.

La scala di valutazione è articolata su sei livelli. La Figura 1.20 riporta una descrizione essenziale di ciascun livello con il punteggio minimo associato.

5.3. Analisi e discussione dei risultati in ambito matematico

Nella Tabella 1.16 vengono presentati i risultati in matematica di alcuni Paesi OCSE. In testa alla graduatoria si colloca la Finlandia (548 punti), seguita dalla Corea (547) e dall'Olanda (531). L'Italia, invece, è il primo Paese tra gli ultimi. Infatti, la sua media (462) che è nettamente inferiore alla media OCSE (498), le permette di superare unicamente Grecia (459), Turchia (424) e Messico (406). Il Trentino si posiziona in 12^a posizione, precedendo in tal modo circa 1/3 dei Paesi OCSE.

Per quanto concerne le differenze di genere, le prestazioni dei maschi sono superiori a quelle delle femmine. Fa eccezione l'Islanda; infatti, già in PISA 2003 le studentesse di questo Paese si erano dimostrate più brave dei loro compagni, non solo in lettura, ma anche in matematica. Inoltre, al contrario di quanto evidenziato in lettura, le differenze di punteggio tra i generi, questa volta a favore dei maschi, non sempre sono significative e, a volte, possono essere frutto del caso.

In Trentino, non solo la differenza di genere è significativa (22 punti), ma si rivela la più alta tra i Paesi OCSE, fatta eccezione per l'Austria (23 punti).

Tabella 1.17 - Percentuale studenti ai livelli di insufficienza e di eccellenza nella scala di matematica

	Livello pari o inferiore a 1 (insufficienza)	Livello 6 (eccellenza)
Trentino	17,8	3,5
Nord Est	18,8	3,1
Italia	32,8	1,3
Media OCSE	21,3	3,3
Finlandia	6,0	6,3

Fonte: base dati OCSE PISA 2006/ IPRASE del Trentino

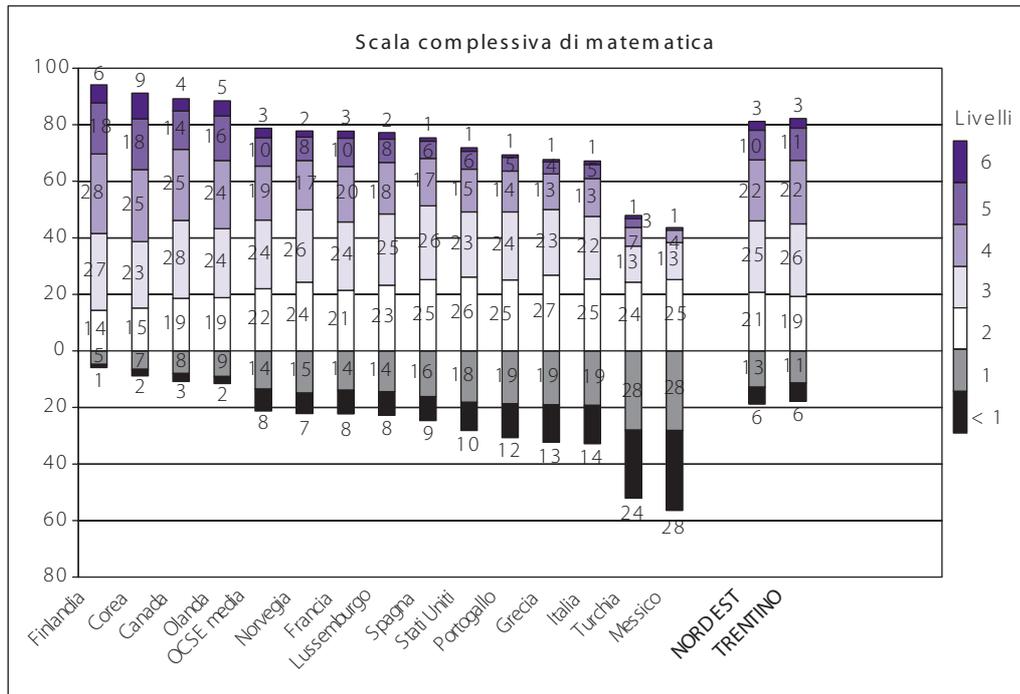
5.3.1. Variazioni dei livelli generali di *literacy matematica*

La Figura 1.21 indica il profilo delle prestazioni degli studenti in matematica. Le barre sono allineate in corrispondenza del livello 2 in quanto, secondo il quadro di riferimento PISA, solo a partire da questo livello si evidenzia una competenza matematica sufficiente. È piuttosto evidente la differenza (50 punti) tra le percentuali dei livelli pari o inferiore a 1, cioè dell'insufficienza, di Finlandia (6%) e Messico (56%).

In Italia (Tabella 1.17) circa 1/3 degli studenti del campione si situa al livello considerato dell'insufficienza (32,8%): 10 punti e più rispetto alla media OCSE (21,3). Nord Est (18,8%) e Trentino (17,8%) esprimono prestazioni migliori, inferiori alla media OCSE, ma lontanissime dalle prestazioni del Paese leader, la Finlandia (6%).

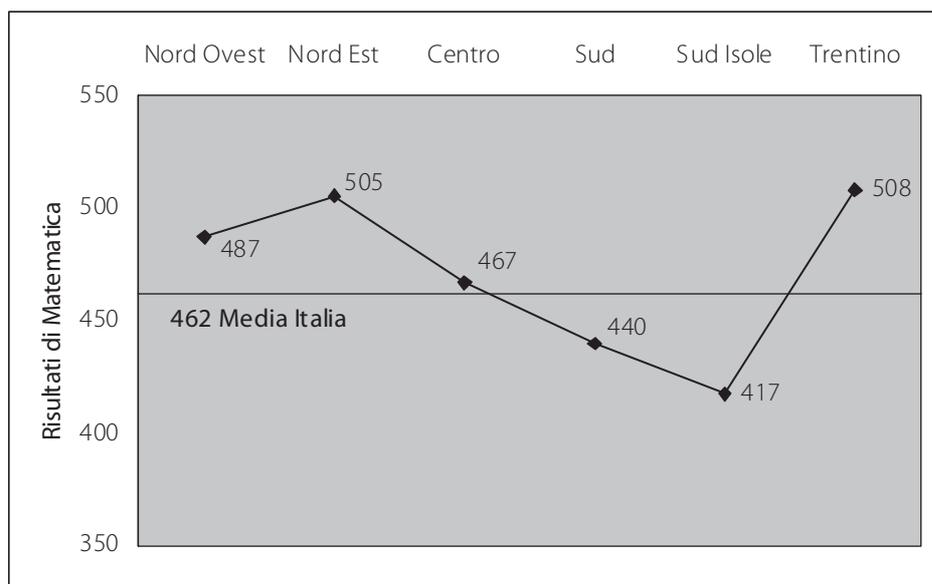
Nel campo dell'eccellenza, cioè del livello 6, il dato italiano è esiguo (1,3%), mentre media OCSE (3,3%), Nord Est (3,1%) e Trentino (3,5%) raggiungono risultati più o meno simili, comunque pari a circa la metà di quelli della Finlandia (6,3%).

Figura 1.21 - Percentuale di studenti a ciascun livello della scala generale di matematica



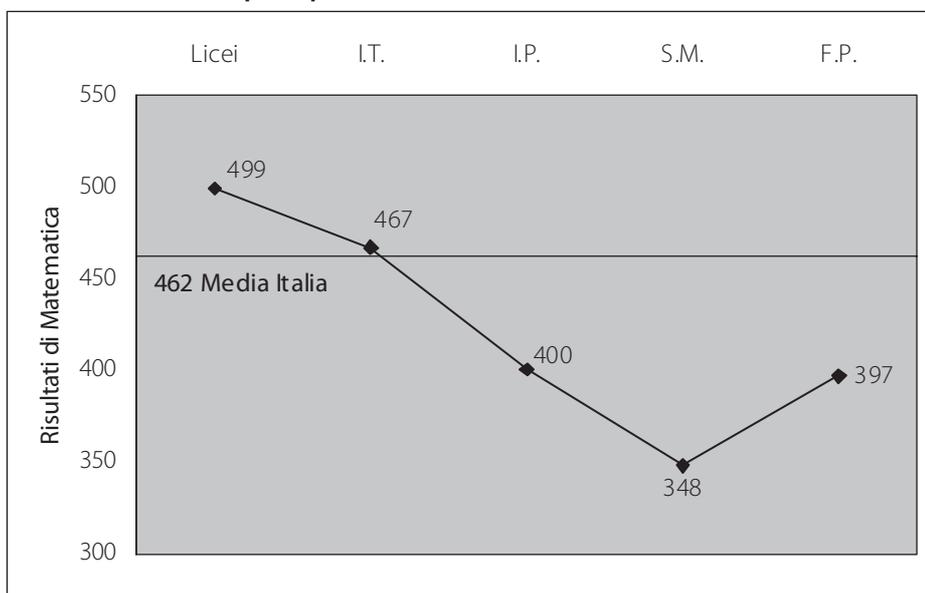
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

Figura 1.22 - Punteggio medio di matematica, per area geografica: Trentino versus macro-aree regionali



Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

**Figura 1.23 - Punteggio medio di Matematica,
per tipo di istruzione: dato nazionale**



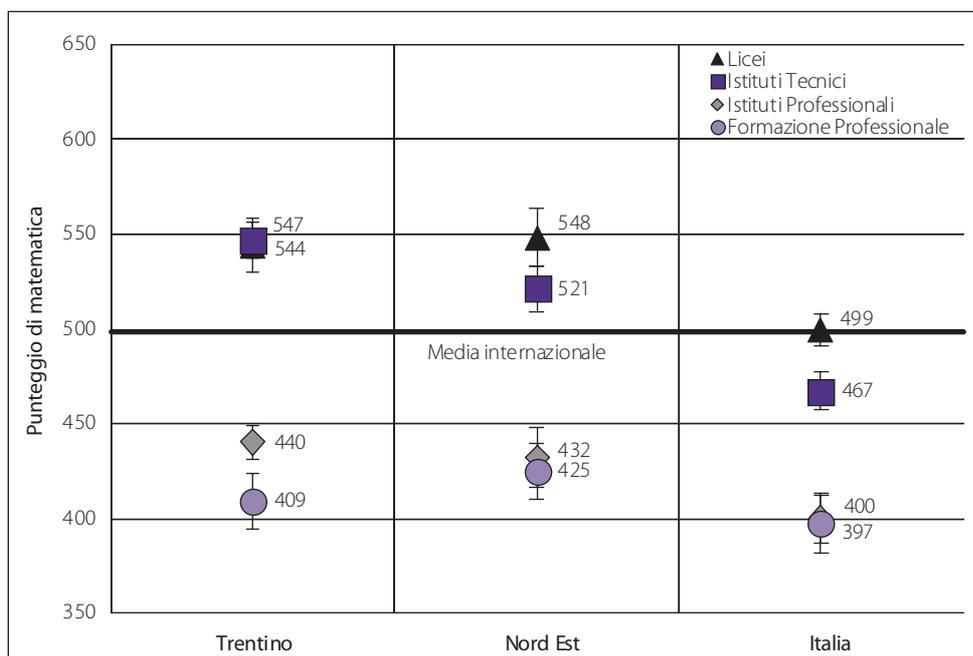
Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

5.3.2. Risultati per macro-aree geografiche e indirizzi scolastici

Si ripete ancora una volta lo schema di risultati osservato fino adesso nel campione italiano (Figura 1.22). Il Nord Est (505 punti) comprendente il Trentino (508) è ampiamente sopra la media italiana (462). Anche il Nord Ovest (487) ed il Centro (467) superano la stessa media, al contrario del Sud (440) e soprattutto del Sud Isole (417) che si situano fortemente al di sotto dell'Italia nel suo complesso.

I licei (499), precedono gli Istituti Tecnici (467), i quali, per matematica, ottengono una prestazione al di sopra della media italiana (462). Gli Istituti Professionali (440) e la Formazione Professionale (397) ottengono punteggi notevolmente inferiori all'Italia, ma, un po' sorprendentemente, quasi uguali tra loro. Segue, infine, la Scuola Media, il cui punteggio (348) è alquanto modesto (Figura 1.23).

**Figura 1.24 - Punteggio medio di matematica per tipo di istruzione:
Trentino versus Nord-Est e Italia**



Fonte: base dati OCSE PISA 2006/IPRASE del Trentino

La figura 1.24 mette a confronto il Trentino con il Nord Est e con l'Italia.

1. I licei del Nord Est (548) ottengono un risultato lievemente superiore a quello del Trentino (544).
2. In Trentino, gli Istituti Tecnici (547), anche se di poco (3 punti), hanno prestazioni migliori rispetto ai licei e precedono gli stessi istituti del Nord Est (521) di 23 punti.
3. Relativamente all'Italia, non c'è quasi alcuna differenza tra Istituti Professionali (400) e Formazione Professionale (397).
4. La Formazione Professionale trentina (409) ottiene un punteggio alquanto inferiore a quello del Nord Est (425).

BIBLIOGRAFIA

- Agenzia Scuola** (2007), *Il nuovo obbligo d'istruzione. Cosa cambia nella scuola?* MPI, Firenze
- Bereiter C.** (2002), *Education and mind in the knowledge age*, Erlbaum, Mahwah NY
- De Mauro T.** (2008), *Tutte le scuole del mondo*, in "Internazionale", 727, pp. 30-31
- DG Education and Culture, Unit A6** (2006), *Detailed analysis of progress towards the Lisbon objectives in education and training. 2006 Report. Analysis based on indicators and benchmarks* [Disponibile su: http://www.indire.it/eurydice/content/index.php?action=read_notizie&id_cnt=1670]
- Donovan M.S. and Bransford J.D.** (2005), *How Students Learn. History, mathematics, and science in the classroom*, National Academic Press, Washington, DC
- Eccles J.S., Wigfield A., Flanagan C.A., Miller C., Reuman D.A. e Yee D.** (1989), *Self-concepts, domain values, and self esteem: Relations and changes at early adolescence*, "Journal of Personality", 57, 283-310
- INVALSI** (2007), *Risultati di PISA 2006. Un primo sguardo d'insieme*, INVALSI, Roma [Disponibile su http://www.invalsi.it/download/Primirisultati_PISA2006.pdf]
- Nardi E.** (2002), *Il progetto OCSE-PISA 2000. Rapporto Nazionale*, INVALSI, Roma
- National Research Council** (2005), *How people learn. Brain, mind, experience, and school*, National Academic Press, Washington DC
- OCSE** (2007), *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando, Roma [Edizione italiana a cura di INVALSI]
- OECD** (2007), *PISA 2006. Science competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*, OECD Publishing, Paris
- Siniscalco M.T. e Zuccarelli D.** (a cura di) (2007), *Il livello di competenza dei quindicenni italiani in matematica, lettura, scienze e problem solving PISA 2003. Risultati del Trentino*, IPRASE del Trentino, Trento
- Wiggins G. e McTighe J.** (1998), *Understanding by design*, ASCD, Alexandria VA

CAPITOLO 2

L'influenza dei fattori individuali e di contesto sui risultati della prova di scienze¹

Maurizio Gentile - IPRASE, Trento²

Francesco Rubino - IPRASE, Trento

Estratto. Il capitolo esamina, mediante una procedura di analisi multilivello, i molteplici fattori che possono incidere sui risultati ottenuti nella prova di scienze. Le ragazze sembrano fare meglio dei ragazzi sebbene tale differenza sia modesta (-6,5 punti). Ad un più alto indice ESCS (status socio-economico e culturale) non corrisponde una prestazione più alta. Il coefficiente di tale relazione è pressoché trascurabile (-3,7 punti). Essere immigrati di prima e seconda generazione può incidere negativamente sui risultati della prova (-15,8 punti). La scienza e l'ambiente come valore collettivo ha un'influenza maggiore sui risultati di prestazione se messo a confronto con il valore personale attribuito ad entrambi (rispettivamente +9,0 e +12,8 punti). Gli studenti i cui genitori orientano verso carriere di tipo scientifico fanno registrare punteggi più alti (+12,1 punti). Più si usa il computer per compiti complessi più questo ha un'influenza sullo sviluppo di competenza scientifica (+9,6 punti). Gli studenti non in regola con il percorso scolastico sono coloro che hanno le maggiori difficoltà nell'affrontare la prova di scienze (-27,7 punti). Un concetto di sé alto può incrementare il risultato di prestazione (+14,6 punti). L'uso da parte delle scuole di *benchmark* provinciali o nazionali può migliorare i risultati di prestazione (+ 24,0 punti). La conoscenza scientifica a breve termine (appresa a scuola nell'anno corrente della prova) costituisce una risorsa rilevante per affrontare e risolvere il test PISA (+7,0 punti). Non emergono delle differenze significative tra i risultati ottenuti dagli studenti liceali e dagli iscritti ai tecnici. Gli allievi iscritti agli Istituti Professionali e ai corsi triennali della Formazione Professionale presentano una prestazione inferiore (rispettivamente -16,8 e -25,5 punti). Il curriculum di scienze e le strategie d'insegnamento non sembrano incidere significativamente sui risultati. Gli studenti più preparati e con abitudini di studio più mature tendono a scegliere percorsi scolastici più impegnativi. Le risorse umane e materiali sembrano non determinare in termini significativi i buoni risultati ottenuti dagli studenti trentini.

Parole chiave: Regressioni multilivello - Competenza scientifica - Fattori di scuola - Influenza dei genitori - Atteggiamenti - Variabili individuali - Contesto.

¹ Si ringrazia il dott. Carlo di Chiacchio e l'INVALSI per aver introdotto gli autori all'uso delle sintassi di programma per l'elaborazione dei dati PISA in ambiente SPSS. Si ringraziano, infine, il dott. Roberto Ricci (INVALSI), la dott.ssa Angela Martini (INVALSI) e la dott.ssa Lucia Tramonte (CRISP, Canada) per la ricchezza di conoscenze contenuta nei lavori che tali autori hanno dedicato alle analisi multilivello sui dati PISA.

² Per chiedere notizie o scambiare opinioni su questo capitolo, l'autore può essere contattato al seguente indirizzo: IPRASE del Trentino, Via Gilli n. 3 - 38100 Trento, maurizio.gentile@iprase.tn.it

1. CENNI PRELIMINARI SULLA PROCEDURA DI ANALISI

I dati riportati di seguito hanno lo scopo di individuare gli effetti netti che le caratteristiche degli studenti, delle scuole e del contesto esterno possono esercitare sui risultati della prova di scienze. Nel 2006, come nel 2003, sono stati elaborati modelli di spiegazione dei dati ricorrendo alla tecnica delle *regressioni multilivello* (Vasquez, 2007).³ Il calcolo proposto in questo scritto tiene conto di alcune indicazioni metodologiche presenti in letteratura e dei modelli esplicativi elaborati nell'ambito di analisi svolte su dati regionali italiani (Borrione e Donato, 2008; Martini e Zaccarin, 2008; Mantovani e Ricci, 2008). Tali riferimenti hanno guidato l'elaborazione dei modelli esplicativi costruiti mediante l'articolazione dei numerosi fattori in gioco.⁴

Va al di là degli scopi del capitolo presentare in dettaglio i presupposti statistici e metodologici dell'analisi multilivello. Il lettore può fare riferimento ad un'ampia letteratura nazionale e internazionale sull'argomento (Mantovani e Ricci, 2008; Martini e Ricci, 2007; Martini e Zaccarin, 2008; Raudenbush e Bryk, 2002; Tramonte e Vasquez, 2005; Vasquez, 2007). Lo scopo di questa parte è illustrare brevemente una serie di premesse che potrebbero aiutare a comprendere meglio gli esiti di tali analisi.

I dati delle indagini a larga scala si presentano solitamente con una struttura annidata (*nested*). Se la prima unità di analisi corrisponde ai singoli studenti, ne segue che ciascuno studente è collocato in una classe, le classi appartengono a scuole, le scuole a regioni, le regioni a interi paesi. L'indagine PISA insistendo sui 15enni scolarizzati, sfrutta le proprietà di tale popolazione. In essa ogni campione è costruito secondo la tecnica a due stadi (*two stage sampling*). In una prima fase, all'interno di ciascun paese partecipante, si selezionano le scuole con probabilità proporzionale alla loro dimensione, mentre nella seconda fase, si estraggono 35⁵ studenti tra il gruppo di tutti i 15enni iscritti, con lo stesso grado di probabilità in ciascuna scuola campionata (Mantovani e Ricci, 2008).

Le tecniche di regressione lineare ignorano, solitamente, la struttura gerarchica dei dati.⁶ Con essi difficilmente si riescono a stimare gli effetti prodotti dal fatto che

³ Si vedano per maggiori dettagli i dati della rilevazione del 2003 focalizzati sulla competenza di *matematica e problem solving* (Siniscalco e Zuccarelli, 2007).

⁴ Allo scopo di rendere la matrice dei dati il più possibile compatta nei fattori aventi valori mancanti (*missing value*) entro il 5% - livello soglia consigliato in ambito internazionale - il dato è stato sostituito con la media di scuola quando si è trattato di fattori di Livello 1 (studenti), o con la media provinciale quando si è trattato di fattori di Livello 2 (scuola/contesto). Nel caso di valori mancanti oltre il 5% è stata creata una variabile dicotomica (*dummy variable*) con i seguenti valori: 0 uguale al "dato disponibile", 1 uguale al "dato mancante". Quest'operazione ha permesso di controllare l'effetto sulle prestazioni di variabili con dati mancanti sopra la soglia del 5%.

Nel corso del capitolo, per semplicità espositiva, si utilizzeranno anche i termini: variabile, regressore, predittore, indice come sinonimi di fattore.

⁵ Qualora nelle scuole vi fosse un numero inferiore a 35 si selezionano tutti gli studenti 15enni della scuola (OECD, 2007).

⁶ Le regressioni lineari solo in alcuni casi riescono a fornire una rappresentazione corretta dei dati.

gli studenti sono raggruppati in scuole diverse. Sui risultati di apprendimento, infatti, possono incidere fattori che non possono essere ignorati poiché possono determinare esiti ampiamente differenziati tra le scuole. Al contrario, le regressioni multilivello tengono in debito conto la struttura gerarchica dei dati, riuscendo così a stimare gli effetti positivi e negativi di ogni singolo fattore considerato. Questo permette di stimare con cura le proprietà di un sistema scolastico regionale o nazionale.

Nel caso del campione trentino le regressioni sono state impostate per eseguire analisi a due livelli. Le unità di primo livello (Livello 1) sono gli studenti 15enni scolarizzati, mentre le unità di secondo livello (Livello 2) sono i 60 istituti scolastici che essi frequentano. La metodologia seguita fa riferimento alla procedura *two-step* (Mantovani e Ricci, 2008). In primis, sono stati creati diversi “blocchi tematici” contenenti, di volta in volta, un numero variabile di fattori.⁷ Di ciascuno dei fattori è stato stimato singolarmente l'effetto sui risultati di prestazione. Questo procedimento è stato applicato sia nel caso dei fattori di Livello 1 sia di Livello 2.

Nella seconda fase, sono stati combinati, per entrambi i livelli, solo le variabili che avevano ottenuto un coefficiente statisticamente significativo. Al fine di comprendere meglio gli effetti di ciascun regressore⁸ di Livello 2, i modelli ottenuti da questa seconda serie di analisi, sono caratterizzati dalla presenza di tutti i fattori di Livello 1 e dall'inserimento progressivo di tutti i predittori statisticamente significativi di Livello 2. L'analisi si è conclusa con il calcolo di un modello finale costituito da tutti i fattori di Livello 1 e 2 con coefficienti statisticamente significativi.

2. LE VARIABILI INSERITE NEI DIVERSI MODELLI E IL CALCOLO DEL MODELLO NULLO

Prima di discutere in dettaglio i risultati della procedura di analisi è bene fornire alcune informazioni preliminari al fine di facilitare la comprensione dei dati in esame.

1. **Intercetta.** Il valore del modello nullo (detto anche modello 0, cfr. Tabella 2.2) esprime il punteggio mediamente ottenuto da uno studente trentino in scienze. Negli altri modelli il valore medio dell'intercetta si modifica in base ai fattori che sono stati di volta in volta presi in esame. In tutti i modelli di Livello 1 e 2 il valore dell'intercetta segna il grado di competenza media in scienze di uno studente tipo che, rispetto alle variabili considerate, si colloca

Esse «si rivelano adeguate quando la relazione tra le variabili «oggetto d'interesse è la stessa all'interno di ogni gruppo o se i gruppi sono formati all'interno da unità perfettamente omogenee». In tali casi «la struttura gerarchica dei dati può essere ignorata» (Mantovani e Ricci, 2008, p. 198).

⁷ Nel caso trentino il numero minimo di fattori considerati è stato di 2 (si veda il blocco *orientamento verso le carriere lavorative ti tipo scientifico*), mentre, il numero massimo è stato di 13 (si veda il blocco *curricolo di scienze*).

⁸ Semplificando possiamo dire che i regressori sono le variabili indipendenti incluse in un modello di regressione. Il regressore informa di quanto il valore dell'intercetta varia al variare della variabile indipendente inclusa nell'analisi.

nella categoria “0” nel caso di variabili dicotomiche e assume un valore pari alla media generale nel caso delle variabili quantitative.

2. **Coefficienti.** Si tratta degli effetti stimati associati ad ogni singolo regressore. Questi parametri sono valori che suggeriscono di quanti punti - in positivo o in negativo - la competenza in scienze di uno studente tipo cambia rispetto al valore dell'intercetta quando il valore del predittore viene sottoposto a un incremento unitario.⁹
3. **Varianza entro i gruppi.** Questo valore indica se la variabilità nel livello di competenza scientifica è da associare a differenze legate ai singoli studenti.
4. **Varianza tra i gruppi.** Questo valore segna quanta variabilità è da associare alla scuola che frequenta lo studente.
5. **Coefficiente di correlazione intra-classe.** Il coefficiente è calcolato solo in corrispondenza del modello nullo (Modello 0). Con esso si individua la percentuale di varianza attribuibile alle unità di Livello 2 (le scuole).
6. **Riduzione della varianza di Livello 1 e 2.** Nel passaggio dal Modello 0 ai successivi, è specificata la misura in cui la variabilità della competenza in scienze è stata ridotta in seguito all'introduzione dei modelli tematici in esame.

Le variabili inserite nei diversi blocchi tematici (modelli) sono di due tipologie: *variabili continue* e *variabili categoriali*. Le variabili continue sono corrispondenti ad indici standardizzati con media uguale a “0” e deviazione standard uguale a \pm (più o meno) “1”. Di essi è stata conservata la denominazione attribuita dal consorzio internazionale.¹⁰ Le variabili categoriali possono assumere solo due valori. Con “0” si identifica la condizione di base (*baseline*) con “1” la variazione di condizione rispetto a quella di base.¹¹

Il calcolo dei coefficienti relativi ai regressori di ciascun blocco tematico è stato preceduto dall'analisi di un modello privo di fattori di Livello 1 e 2, detto modello “nullo” o “vuoto”.¹² Il modello nullo informa sul fatto che la competenza di un

⁹ Per esempio: prendiamo nella tabella 2.2 la variabile JOYSCIE nel modello 2. Possiamo osservare che ad ogni punto di incremento della variabile il valore medio di uno studente espresso dall'intercetta (nel modello 2 è uguale a 496,8) aumenta di 11,5 punti.

¹⁰ I nomi delle variabili con le rispettive etichette sono riportate nel data set nazionale e internazionale. L'Appendice A1 del rapporto internazionale (OECD, 2007) offre una dettagliata descrizione di ciascun indice con le relative modalità di costruzione. Tali denominazioni possono variare in seguito a ri-codificazioni delle variabili. Le ri-codificazioni sono state effettuate mediante le stringhe di comando (sintassi) reperibili nell'area risorse del sito internazionale dedicato all'indagine OCSE-PISA. Si veda per maggiori dettagli l'Appendice A9 del rapporto internazionale (OECD, 2007).

¹¹ Si ricorda che gli indici, così come le variabili categoriali sono state costruite a partire dalle risposte che studenti, dirigenti scolastici e genitori hanno fornito ai singoli item contenuti nei rispettivi questionari. Al seguente indirizzo è possibile prendere visione di tali strumenti: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2006.php?page=pisa2006_it_05.

¹² Il programma utilizzato per lo svolgimento di tale elaborazione è SPSS 17.0. L'intercetta è stata centrata sul valore plausibile *pvIscie*. Per il calcolo del modello nullo, dei successivi modelli tematici

15enne trentino scolarizzato dipende dalla media generale della popolazione di riferimento, da una componente di errore relativa alla scuola di appartenenza e da una componente di errore associata al singolo studente. Il modello consente di valutare quanta parte della variabilità nei risultati di prestazione in scienze sia dovuta alle variabili individuali (*varianza entro le scuole* - “*within*”) e quanto sia associata alla scuola frequentata (*varianza tra le scuole* - “*between*”). L'esito dell'analisi del modello nullo informa sul fatto che il 50,9% della variabilità complessiva dei risultati di prestazione ottenuti dagli studenti trentini è dovuta alla scuola frequentata, mentre il 49,1% è ascrivibile a caratteristiche individuali (Tabella 2.3).

3. FATTORI INDIVIDUALI E RISULTATI CONSEGUITI NELLA PROVA DI SCIENZE

La tabella 2.1. riporta in dettaglio la descrizione di ciascuna variabile inserita nelle analisi di Livello 1. Per ciascun regressore è stato riportato il blocco tematico in cui è stato inserito, l'etichetta, la tipologia di variabile, la codificazione numerica, la fonte su cui è basata. La Tabella 2.2, invece, descrivere i valori relativi al Modello 0 e sintetizza i dati elaborati in relazione a ciascun blocco tematico preso in esame. Di seguito sono discussi i risultati ottenuti in relazione a ciascun modello e come gli stessi predittori modificano i loro coefficienti quando sono introdotti nel modello riassuntivo, definito anche modello saturo (Modello 8).

e dei modelli saturi sono state eseguite le sintassi messe a disposizione dall'INVALSI nell'ambito del seminario “Analisi dati PISA con uso del software SPSS” (Roma, 15-18 Settembre, 2008).

Tabella 2.1. - Variabili di Livello 1 (studente): descrizione per blocchi tematici

Blocco tematico	Descrizione	Etichetta	Tipo	Codifica	Fonte
Variabili socio-demografiche	Genere	GENDER	Categoriale	0 = maschio 1 = femmina	Questionario studente
	Indice di status socio-economico e culturale	ESCS	Continua ¹³		Questionario studente e genitore
	Indice quadratico di status socio-economico e culturale	ESCS2	Continua		Data set internazionale ¹⁴
	Status migratorio	IMMIG	Categoriale	0 = italiano 1 = straniero	Questionario studente
	Lingua parlata in famiglia	SAMELANGN MSAMELANG ¹⁵	Categoriale	0 = italiano 1 = altra lingua e dialetto 0 = dato disponibile 1 = dato mancante	Questionario studente
	Risorse educative presenti in famiglia (scrivania, computer, software didattici, dizionario, ecc.)	HEDRES	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Beni culturali presenti in famiglia (libri di letteratura classica, opera d'arte, libri di poesia)	CULTPOSS	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
Il sistema del sé e l'apprendimento dei contenuti scientifici	Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici	INTSCIE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Divertimento nell'imparare contenuti scientifici	JOYSCIE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Motivazione strumentale nell'imparare contenuti scientifici	INSTSCIE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche	SCIEFUT	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico (riconoscere questioni scientifiche, spiegare perché alcuni terremoti sono più frequenti in alcuni territori, ecc.)	SCIEEFF	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico (imparare rapidamente, imparare concetti complessi, ecc.)	SCSCIE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
Atteggiamenti nei confronti della scienza e dei temi ambientali	Valore generale attribuito alla scienza	GENSCIE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Valore personale attribuito alla scienza	PERSCIE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Frequenza con cui lo studente svolge attività di tipo scientifico (guardare programmi TV relativi a temi scientifici, acquistare libri su temi scientifici, leggere riviste a contenuto scientifico, ecc.)	SCIEACT	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali (effetto serra, OGM, piogge acide, ecc.)	ENVAWARE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente

¹³ Le variabili continue sono indicatori composti con media uguale a 0 e deviazione standard uguale a 1.

¹⁴ Il fattore è stato calcolato a partire dall'indice ESCS presente nel data set nazionale a cui si applica una procedura automatica di calcolo dell'indice quadratico (si veda OECD, 2007, Annex A9).

¹⁵ La variabile "Lingua parlata in famiglia" registra un dato mancante (*missing value*) ben oltre il 5% della soglia consigliata - precisamente l'11,4% tra risposte invalide e mancanti - si è provveduto alla costruzione di una variabile dicotomica (*dummy variable*) con i seguenti valori: 0 uguale al "dato disponibile" 1 uguale al "dato mancante".

	Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali (carenza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	ENVPERC	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali (carenza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	ENVOPT	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme (controllo emissioni gas, smaltimento rifiuti, fonti rinnovabili, ecc.)	RESPDEV	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
Orientamento verso le carriere lavorative di tipo scientifico	Livello di informazione posseduta sulle carriere scientifiche	CARINFO	Continua		Questionario studente
	La professione futura avrà una relazione con le scienze	SRC_S	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario studente
Familiarità con le TIC	Frequenza con cui si usa Internet per svago (giocare, scaricare software, giochi, musica, ecc.)	INTUSE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Frequenza con cui si usa il PC per scrivere testi, creare fogli di calcolo, scrivere programmi, ecc.	PRGUSE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Abilità percepita nell'uso di Internet per chattare, ricercare informazioni, scaricare programmi, musica, inviare e-mail, ecc.	INTCONF	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Abilità percepita nell'uso del PC per compiti complessi (usare un foglio elettronico per creare disegnare un grafico, elaborare una pagina web, creare una presentazione multi-mediale, ecc.)	HIGHCONF	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Anni di uso del PC	TIMEPC	Categoriale	0 = ≤ 3 anni 1 = ≥ 3 anni	Questionario studente
Influenza dei genitori	Frequenza con cui lo studente all'età di 10 è stato esposto ha contenuti scientifici (guardare programmi TV relativi a contenuti scientifici, leggere libri relativi a scoperte scientifiche, ecc.)	PQSCIACT	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario genitore
	Importanza attribuita dai genitori all'apprendimento di conoscenze e abilità scientifiche per il lavoro e la professione.	PQSCIMP	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario genitore
	Aspettativa dei genitori e motivazione degli studenti per professioni a carattere scientifico	PQSCCAR	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario genitore
	Importanza generale attribuita dai genitori alla scienza	PQGENSCI	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario genitore
	Importanza personale attribuita dai genitori alla scienza	PQPERSCI	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario genitore
	Preoccupazione dei genitori per una serie di problemi ambientali	PQENPERC	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario genitore
	Ottimismo dei genitori per la soluzione di una serie di problemi ambientali	PQENVOPT	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario genitore
Studio della scienza e anno di scolarità	Ore extra dedicate all'apprendimento di materie scientifiche (lezioni di recupero, ripetizioni, ecc.)	TSEXTRA	Continua		Questionario studente
	Studio e compiti a casa di materie scientifiche	TSHOME	Continua		Questionario studente
	Anno di scolarità (lo studente è iscritto al 10° o al 9° anno di scolarità)	GRADE	Categoriale	0 = in regola (10° anno) 1 = in ritardo (9° anno)	Questionario studente

3.1. Fattori socio-demografici

All'interno di questo primo blocco di fattori si osserva una differenza statisticamente significativo tra maschi e femmine. Le ragazze fanno meglio rispetto ai ragazzi; il vantaggio osservato è pari a 10,1 punti ($p < 0,01$). Il dato è stato ulteriormente confermato all'interno del modello finale che include congiuntamente variabili di primo e secondo livello (si veda la Tabella 2.5).

Per quanto riguarda lo status socio-economico e culturale ad un incremento unitario dell'ESCS non v'è una crescita corrispondente nella prestazione. Se tale indice è trasformato in un regressore quadratico (ESCS2), ovvero se si simula la possibilità teorica di un progressivo incremento di tale fattore, emerge che un maggiore livello di status-socio economico può influire in termini negativi, sebbene l'ampiezza di tale influenza sia trascurabile ($-3,06$; ($p < 0,01$)). Il coefficiente è confermativo rispetto a quanto riscontrato con la tecnica del calcolo del gradiente. La relazione non è lineare bensì curvilineare e convessa.¹⁶ Sembra in altri termini, che almeno a livello individuale, i risultati ottenuti risentano meno dell'influenza dello status socio-economico e culturale.

Di difficile interpretazione risulta il coefficiente relativo alla lingua. Sembrerebbe non aver un'influenza consistente il fatto di parlare in famiglia italiano o una lingua madre diversa dall'italiano (incluso il dialetto). Se si considera, tuttavia, la variabile dicotomica relativa ai dati mancanti (MSAMELANG) - il cui coefficiente di regressione è alto, statisticamente significativo e di segno negativo - l'interpretazione dell'impatto del fattore linguistico appare contraddittoria in presenza di un'informazione incompleta circa il dato linguistico. Un dato simile a quello del campione trentino è stato riscontrato in Veneto. Tutti gli alunni per cui non è stato possibile registrare correttamente la "lingua parlata a casa" hanno mostrato un punteggio significativamente più basso rispetto a chi ha dato una risposta corretta.

È interessante osservare come il dato veneto sia omologo al dato trentino. Martini e Zaccarin (2008) fanno notare che buona parte di risposte mancanti in questa variabile sono state codificate come "non valide". Infatti, i dati codificati come "non validi" in contesto trentino sono pari al 9,6%, mentre le risposte "mancanti" sono pari all'1,8%. Secondo gli autori si può ipotizzare che questo gruppo di allievi sia composto per la maggior parte di studenti immigrati i quali hanno avuto difficoltà a codificare la risposta più adeguata alla propria situazione linguistica.

¹⁶ Cfr. capitolo 1, figura 1.12.

Tabella 2.2. - Effetti netti delle variabili di Livello 1 (studente) sui risultati in scienze

	Modello 0	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4	Modello 5	Modello 6	Modello 7	Modello 8
Intercepta	492,8	510,6	496,8	494,8	490,8	491,9	501,8	427,9	480,54
Blocco tematico									
GENERE		10,1***							-1,9
ESCS		-9							-5,4**
ESCS²		-3,06***							-3,3**
IMMIG		-22,5***							-20,1***
SAMELANG		9,1							
MSAMELANG		-24,3***							-23,3***
HEDRES		5,3***							1,7
CULTPOSS		-0,3							
INTSCIE			-2						
JOYSIE			11,5***						4,2
INSTSCIE			-2,0						
SCIEFUT			-7						
SCIEFF			15,6***						8,2***
SCSCIE			8,8***						11,4***
GENSCIE				12,4***					6,7***
PERSIE				-2,8					
SCIEACT				4,5**					1,6
ENVAWARE				17,7***					12,8***
ENVPERC				-1,0					
ENVOPT				-6,8***					-5,5***
RESPDEV				6,0***					3,4
CARINFO					-4,1**				-13,0***
SRC_S					9,8**				
INTUSE						-15,5***			-8,6***
PRGUSE						-4,8**			-8,1***
INTCONF						10,5***			10,8***
HIGHCONF						8,5***			,5
TIMEPC						9,2**			4,5
POSCIACT							4,0*		2,5
POSCIMP							-3,3		
POSCCAR							16,1***		10,2***
POGENSCI							6,9***		4,1
POPERSCI							-2,2		
POENPERC							,6		1,0
POENVOPT							-4,3**		
TSEXTRA								-91,2***	-41,9***
TSHOWE								71,3***	48,8***
GRADE								-41,8***	-28,7***
Componenti casuali									
Varianza di Livello 1	4500,2	4070,5	3813,2	3901,9	4431,6	4123	4178,8	4111,4	2900,3
Varianza di Livello 2	4667,0	3879,1	3773,9	3034,7	4378,5	3792,2	3569,8	1306,8	418,9
Coefficiente di correlazione									
intra-classe (ρ)	50,9								
Riduzione % di varianza entro		9,5	15,2	13,2	1,5	8,3	7,1	8,6	35,5
Riduzione % di varianza tra		16,8	19,4	34,9	6,1	18,7	23,5	72,0	91,0

*** p ≤ 0,01 - ** 0,01 < p ≤ 0,05 - * 0,05 < p ≤ 0,10

Alla luce di quanto discusso si è ritenuto opportuno porre maggiore attenzione - nell'ambito della prossima rilevazione prevista per Aprile 2009 - alla compilazione di questo dato. Gli insegnanti referenti della somministrazione, infatti sono stati sensibilizzati ad "accompagnare" gli studenti stranieri nella formulazione delle risposte al questionario affinché il dato linguistico sia il più ampio e corretto possibile. Infatti, se lo status migratorio pesa negativamente sui risultati finali ($-22,5; p < 0,01$), un'interazione tra status e lingua può essere fonte di effetti ulteriormente negativi. In ultimo, andrebbe stabilito con maggiore attenzione se il percorso scolastico di un 15enne immigrato, indipendentemente dall'indirizzo scolastico a cui è iscritto, è tendenzialmente compensativo rispetto ad uno svantaggio socio-culturale e linguistico di partenza.

3.2. Il sistema del sé e l'apprendimento dei contenuti scientifici

Il sistema del sé può racchiudere in un'unica classificazione le variabili auto-percettive, motivazionali ed emotive che possono influire sui processi di apprendimento e di sviluppo delle competenze (Markus, Cross e Wurf, 1990).¹⁷ Le relazioni di segno positivo riguardano solo tre fattori: divertimento (JOYSCIE), senso di efficacia (SCIEEFF) e concetto di sé (SCSCIE). L'effetto netto più consistente, all'interno del modello tematico, è attribuibile al senso di efficacia.

Un più alto senso di efficacia - misurato in termini di incremento unitario - corrisponde una crescita di oltre 15,6 punti ($p < 0,01$). Il senso di efficacia, a differenza del concetto di sé, è un'auto-percezione valutativa centrata su azioni, circostanze, compiti specifici. Un individuo può sentirsi efficace in un'attività e non in un'altra, pur facendo parte entrambe di uno stesso dominio operativo o conoscitivo. Il senso di efficacia riflette, pertanto, la convinzione di poter svolgere con successo compiti specifici (Bandura, 2000). Il concetto di sé in ambito scolastico, al contrario, è una stima sulla capacità generale di apprendere nell'ambito di un medesimo dominio di conoscenza ("concetto di sé matematico", "concetto di sé linguistico", "concetto di sé scientifico", "concetto di sé in storia", ecc.) (Marsh, Byrne e Shavelson, 1992). Sebbene non sia nota la relazione di causa effetto - ovvero se sono i risultati di apprendimento che generano buone auto-percezioni di sé o il contrario (OECD, 2007)¹⁸ - si può ipotizzare che l'effetto netto maggiore prodotto dal senso di efficacia possa essere spiegato con la distinzione proposta prima. Più è specifica la formulazione di un

¹⁷ Per un'ampia disamina del ruolo del sistema del sé nei processi di apprendimento si può fare riferimento ai seguenti autori: McCombs e Marzano (1990); Pierson e Connel (1992).

¹⁸ Tale relazione è stata ampiamente documentata da studi focalizzati sulla struttura multidimensionale e gerarchica del concetto di sé. Ad esempio è stato osservato che il rendimento scolastico nell'ambito di discipline a contenuto strettamente linguistico (grammatica, lettura, scrittura, ecc.) ha un impatto consistente e diretto sul concetto di sé linguistico. Questo schema si ripete anche in relazione alla matematica. Un alto rendimento in discipline caratterizzate da contenuti matematici ha un effetto consistente e diretto sul concetto di sé matematico. Si veda per maggiori dettagli (Marsh, Byrne e Shavelson, 1992).

giudizio sulle capacità personali, più alta è la probabilità di una relazione associativa di segno positivo tra risultati ottenuti e la stima delle proprie abilità.

È interessante, infine, notare quanto, in un processo di apprendimento scientifico, giochi un ruolo positivo la componente energetica, ossia l'emozione positiva associata all'apprendimento di contenuti scientifici. L'effetto netto stimato (oltre 11 punti) è di segno positivo e statisticamente significativo. Questo significa che, a parità di condizioni, ad ogni incremento unitario di questo indice corrisponde un incremento di prestazione di 11,5 punti ($p < 0,01$).

3.3. Atteggiamenti nei confronti della scienza e dei temi ambientali

All'interno di questo blocco tematico si osservano le seguenti relazioni. A livello individuale il valore personale che uno studente 15enne conferisce alla scienza non si associa positivamente ai risultati di apprendimento. Al contrario quando il giudizio si riferisce al valore collettivo che la scienza può assumere, la relazione è statisticamente significativa. Ad ogni incremento unitario di tale fattore si osserva un incremento netto nella prestazione di scienze pari a 12,4 punti ($p < 0,01$). Su questa falsa riga, si osserva una relazione positiva tra il livello di informazione che un giovane trentino possiede sui temi ambientali e la prestazione nella prova in ambito scientifico. Ad ogni incremento unitario di questo indice è associata una variazione di punteggio netto pari a 17,7 punti ($p < 0,01$). In questo terzo blocco tematico è il fattore che produce l'effetto netto più alto.

La relazione tra l'ottimismo nei confronti di una serie di problemi ambientali e i risultati in scienze è di segno negativo, sebbene l'effetto netto possa essere considerato trascurabile. Tale risultato è in apparente contraddizione rispetto alla tendenza osservata nelle altre variabili (la maggiore parte delle relazioni sono di segno positivo e statisticamente significative). Sembra che tra i 15enni intervistati convivano simultaneamente due atteggiamenti, con due schemi di relazione opposti: da un lato, una maggiore consapevolezza sui problemi ambientali si lega a un incremento della prestazione in scienze; dall'altro, un basso livello di ottimismo sulla risoluzione di una serie di problemi ambientali, rende più probabile una riduzione del punteggio nella prova di scienze.

Concludiamo questa parte con due ultime annotazioni. La frequenza con cui lo studente svolge attività di tipo scientifico (SCIEACT) ha una relazione di segno positivo ma un effetto netto del tutto trascurabile (4,5 punti; $p < 0,05$). Su questa falsa riga anche il grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme (RESPDEV), sebbene ampia una relazione statisticamente significativa con i risultati di prestazione ($p < 0,01$), la quantificazione di tale effetto è pari a 6,0 punti in più sulla scala di valutazione.

Ciò che emerge all'interno di questo blocco tematico, in continuità con quanto osservato nel precedente, suggerisce la misura con cui variabili non strettamente conoscitive si correlano significativamente alla prestazione scolastica. Una cura di

tali aspetti in termini didattici e/o formativi potrebbe avere effetti di rinforzo o di promozione di più alti livelli di competenza in ambito scientifico.

3.4. Orientamento verso le carriere di tipo scientifico

In relazione al quarto blocco tematico, si osserva che il livello di informazione posseduta sulle carriere scientifiche non si associa positivamente con i risultati conseguiti nella prova di scienze, mentre è di quasi 10 punti ($p < 0,05$) l'effetto netto stimato sul rendimento del fattore SRC_S. L'indice codifica l'orientamento futuro da parte degli allievi verso una professione che avrà a che fare con le scienze.

3.5. Familiarità con le TIC

Il quinto blocco tematico contiene i fattori volti a rilevare la familiarità che i giovani trentini hanno con le tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Il regressore con l'effetto netto più elevato risulta la "frequenza con cui si usa Internet per svago" (INTUSE). Un incremento unitario di questo indice fa perdere -15,5 ($p < 0,01$) punti di prestazione. L'uso di internet per giocare, scaricare software, giochi, musica, ecc., si associa a risultati più poveri. Un secondo coefficiente negativo (-4,8; $p < 0,05$) è associato alla frequenza con cui si usa il computer per scrivere testi, creare fogli elettronici, scrivere codici di programma, ecc. (PRGUSE). Questa tipologia d'uso delle tecnologie non si associa positivamente con i risultati di prestazione in scienze.

Il dato sembra del tutto controintuitivo. L'esperienza comune suggerisce che l'uso del computer su queste tipologie di operazioni informatiche dovrebbe caratterizzare, soprattutto, studenti con un orientamento maggiore verso discipline di tipo tecnico-scientifico. Seguendo una linea di interpretazione proposta da Mantovani e Ricci (2008) si è osservato che il valore medio dell'indice è diversamente distribuito nei vari indirizzi scolastici. Nei Licei l'indice è pari a -0,01, fra gli studenti degli Istituti Tecnici è uguale a +0,26, fra gli allievi degli Istituti Professionali è pari a +0,17, in ultimo, fra gli allievi dei Centri di Formazione Professionale è pari a -0,008. I valori medi dicono che questa tipologia d'uso è diffusa maggiormente tra gli allievi iscritti agli Istituti Tecnici e Professionali. Il coefficiente negativo è, probabilmente, influenzato dagli allievi degli Istituti Professionali, i quali, hanno un livello medio di prestazione sotto la media OCSE. Allo stesso tempo, tale coefficiente non risulta alto, poiché il gruppo di studenti iscritti agli Istituti Tecnici, la cui prestazione è al contrario sopra la media OCSE, verosimilmente, esercita un effetto compensativo sul coefficiente, tale da non renderlo eccessivamente esteso. Il dato conferma, ulteriormente, gli ottimi livelli di competenza (rispetto alla media internazionale) dei 15enni iscritti agli Istituti Tecnici.

I risultati in scienze risultano più elevati se gli studenti dichiarano di utilizzare il computer da almeno tre anni (+9,2 punti; $p < 0,05$) oppure se ritengono di possedere le abilità necessarie per l'uso di Internet (+10,5 punti; $p < 0,01$) e per svolgere compiti quali creare un foglio elettronico e generare un grafico, elaborare una pagina

web, scrivere una presentazione multi-mediale, ecc. (+8,5 punti; $p < 0,01$). Il quadro appare piuttosto chiaro. Gli studenti che tendono ad utilizzare il computer per attività di svago hanno prestazioni inferiori, al contrario, una consuetudine d'uso e lo svolgimento di attività complesse promuove risultati di apprendimento più elevati.

3.6. Influenza dei genitori sullo studio della scienza e valore attribuito ai temi ambientali

I fattori inseriti nel sesto modello tematico codificano l'influenza dei genitori sullo studio della scienza e il valore attribuito dalla famiglia ai temi ambientali. Com'era ragionevole aspettarsi non tutti gli indici si correlano positivamente con il livello di competenza valutato dalla prova di scienze. Il fattore che incide in termini maggiori è l'aspettativa dei genitori e la motivazione degli studenti ad intraprendere carriere lavorative in ambito scientifico (PQSCCAR). Un incremento unitario di questo indice equivale ad un incremento di 16,1 punti ($p < 0,01$) sui risultati della prova.

In riferimento agli atteggiamenti dei genitori nei confronti della scienza e dei temi ambientali, si riscontra il medesimo schema di risultati osservato nel blocco tematico dedicato agli atteggiamenti degli studenti nei confronti della scienza e dell'ambiente. Il modello evidenzia una relazione associativa di segno positivo tra i risultati della prova e il valore collettivo che i genitori attribuiscono alla scienza (+16,1 $p < 0,01$), mentre quando si chiede di valutare la scienza su un piano di importanza personale, il modello rileva una relazione negativa (-2,2), sebbene tale associazione non sia statisticamente significativa. Lottimismo per la soluzione dei problemi ambientali non si correla positivamente con i risultati di prestazione (-4,3; $p < 0,05$), mentre si può osservare un coefficiente positivo, sebbene a limite della significatività statistica, tra la frequenza con cui lo studente all'età di 10 anni è stato esposto a contenuti di tipo scientifico e i risultati ottenuti nella prova di scienze (+4; $p < 0,1$). Tale dato suggerisce che un'esposizione precoce, nell'ambiente familiare, a libri, programmi TV, riviste che trattano di scoperte o di attività scientifiche non sia, probabilmente, così determinante nella formazione di conoscenze e competenze scientifiche.

3.7. Studio della scienza e anno di scolarità

Quest'ultimo blocco di fattori presenta coefficienti molto alti e statisticamente significativi. In generale si osserva un'elevata capacità esplicativa del Modello 7. La varianza spiegata di Livello 2 è pari al 72%. Due di questi fattori esercitano effetti penalizzanti. Tra i 15enni trentini il 18,5% dichiara di essere in ritardo di un anno scolastico (GRADE). A parità di altre condizioni, per questo gruppo di studenti una carriera scolastica irregolare ha un effetto netto negativo di 41,8 punti ($p < 0,01$). La condizione di ritardo scolastico non è l'unico fattore che incide negativamente sulle prestazioni nella prova di scienze. Le ore extra dedicate di lezione (TSEXTRA), intese come lezioni di recupero o di ripetizione, si associano in termini consistentemente negativi ai risultati. Il coefficiente corrisponde a quasi un'intera scala della prova di scienze: -91,2 ($p < 0,01$).

Se si calcola il valore medio dell'indice - come nel caso del fattore PRGUSE (*frequenza con cui si usa il PC per scrivere testi, creare fogli di calcolo, scrivere programmi, ecc.*) - sono gli allievi iscritti ai corsi di Formazione Professionale a dichiarare una frequenza maggiore di ore extra dedicate. La media è di 0,49, con un valore massimo pari a 1,23. Al contrario, tra gli studenti iscritti ai Licei, il valore medio è pari a 0,36, a cui è associato un valore massimo di 0,85. Il valore medio nel caso degli studenti iscritti sia alle scuole Professionali e sia alle scuole tecniche è uguale a 0,43. Se si contrastano le medie dell'indice per ciascun indirizzo scolastico emergono differenze statisticamente significative tra i gruppi ($F = 74,84; p < 0,01$). Vi è una differenza significativa tra gli studenti iscritti ai Licei e gli allievi che frequentano gli altri tre indirizzi, mentre non si rilevano differenze tra gli iscritti ai Professionali e ai Tecnici. Si possono descrivere, infine, sistematiche differenze, statisticamente significative, tra gli iscritti ai corsi triennali della Formazione Professionale e gli altri tre indirizzi. I dati appena discussi rilevano che il ricorso a lezioni di recupero sono più frequenti laddove i livelli formativi sono più bassi. Pur dichiarando un numero maggiore di ore, questo gruppo di allievi, come abbiamo avuto modo già di osservare, è tra coloro che riportano le valutazioni più basse nella prova di scienze. Il coefficiente, probabilmente, si associa ad una situazione di svantaggio accumulato, sul quale le lezioni di recupero e approfondimento non sembrano produrre effetti compensativi.

Se, infine, si prende in esame l'effetto stimato del regressore TSHOME (*le ore dedicate a casa allo studio delle materie scientifiche*) emerge un'influenza positiva di tale fattore sui risultati di scienze. Un incremento unitario nell'indice corrisponde ad un incremento piuttosto consistente: 71,3 punti ($p < 0,01$). In questo caso sono i 15enni degli Istituti Tecnici a dedicare mediamente più ore di studio a casa nell'arco di una settimana ($M = 2,26; DS = 0,42$), seguono gli studenti dei Licei ($M = 2,18; DS = 0,72$), gli allievi delle scuole Professionali ($M = 1,3; DS = 0,36$), gli allievi dei Centri di Formazione Professionale ($M = 1,0; DS = 0,28$). Se si contrastano le medie dell'indice per ciascun indirizzo emergono differenze statisticamente significative tra i gruppi ($F = 1225,23; p < 0,01$).

I 15enni che frequentano i Tecnici e i Licei dedicano più ore di studio autonomo rispetto agli allievi delle scuole Professionali e dei corsi triennali. La differenza, probabilmente, è da ricondurre ad una presenza maggiore tra i primi due gruppi di studenti con abili mentali funzionali alla gestione autonoma del tempo di apprendimento. È come se gli indirizzi scolastici con un curriculum più impegnativo sollecitassero, evidentemente, un impegno di studio maggiore contrariamente a quanto sembrano fare le scuole Professionali. È pur vero che gli studenti con un livello di preparazione più alto in uscita dal primo ciclo si iscrivono a scuole più impegnative.¹⁹ Queste due condizioni (*curricoli più impegnativi per studenti scolasticamente più preparati*) determinano, probabilmente, processi di selezione e auto-selezione i cui effetti si proiettano sui risultati della prova.

¹⁹ Nel data set di PISA 2006 non è disponibile una misura che sintetizza il livello di preparazione in uscita dal primo ciclo. Tale informazione dovrebbe essere recuperata dall'anagrafe provinciale riferita

3.8. Modello riassuntivo di Livello 1

Le caratteristiche socio-demografiche degli alunni insieme ai fattori esplicativi considerati si configurano insieme nel Modello 8. Il modello riassume i risultati principali ottenuti nella prima fase di analisi. I fattori di primo livello, che sono risultati statisticamente significativi nelle fasi precedenti, riducono la varianza tra gli studenti all'interno delle scuole del 35,5%, mentre la riduzione della variabilità tra le scuole è pari al 91%. Il modello, dunque, ha un'elevata capacità esplicativa. Questo vuol dire che il livello di competenza complessiva, presente tra gli studenti delle diverse scuole, può essere ampiamente spiegato con l'influenza delle variabili soggettive sui risultati di prestazione. Con la prossima serie di calcoli si verificherà se e quali fattori di secondo livello possono spiegare, ulteriormente, la variabilità tra studenti e scuole trentine in termini di livelli medi di competenza.

4. FATTORI DI SCUOLA E RISULTATI CONSEGUITI NELLA PROVA DI SCIENZE

La Tabella 2.3 riporta le descrizioni dei modelli tematici e dei fattori ad essi associati. Sono stati presi in esame 7 blocchi di variabili:

1. *contesto esterno* (territorio, aspettative dei genitori, competizione tra scuole);
2. *caratteristiche strutturali delle scuole* (scuole paritarie, indirizzi scolastici);
3. *popolazione studentesca* (numero di studenti iscritti, status socio-economico medio, percentuale di ragazze iscritte);
4. *risorse umane e materiali della scuola* (carenza di docenti qualificati, rapporto alunni/insegnante, disponibilità di computer);
5. *autonomia scolastica* (gestione del corpo docente, allocazione delle risorse economiche, autonomia curricolare);
6. *accountability* (uso dei dati di rendimento per operazioni di comunicazione esterna, comunicazioni ai genitori, allocazione delle risorse);
7. *curricolo di scienze* (strategie d'insegnamento, ore curricolari dedicate allo studio della scienza, svolgimento di materie scientifiche, attenzione della scuola sui temi scientifici).

La Tabella 2.4, invece, descrive i valori di varianza e i coefficienti elaborati in relazione a ciascun blocco tematico preso in esame. Di seguito saranno discussi i dati riferiti a ciascun modello e come gli stessi predittori modificano i loro coefficienti quando sono introdotti nel modello riassuntivo (Modello 16).

agli esami di licenzia media, o come nel caso dell'anno scolastico 2007-2008 dalla IV prova nazionale. È utile comunque ricordare che l'uso dei dati della IV prova potrà rivelarsi utile solo nell'ambito dell'edizione di PISA 2012.

Tabella 2.3. - Variabili di Livello 2 (scuola): descrizione per blocchi tematici

Blocco tematico	Descrizione	Etichetta	Tipo	Codifica	Fonte
Contesto esterno	La scuola è ubicata in un centro piccolo.	RURAL	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
	La scuola è ubicata in un centro grande.	CITY	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
	Competizione con altre scuole.	SCHLCOMP	Categoriale	0 = nessuna scuola con lo stesso bacino d'utenza 1 = uno o più scuole con lo stesso bacino d'utenza	Questionario scuola
	Pressione dei genitori perché la scuola mantenga alti i livelli di rendimento.	PRESSPA	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
	Grado con cui i genitori percepiscono alta la qualità della scuola.	PAHSTAND	Continua	Indice PISA con media = 0 e deviazione standard = 1	Questionario genitori
Caratteristiche strutturali	Tipo di scuola (pubbliche o paritarie).	SCHLTYPE	Categoriale	0 = pubbliche 1 = paritarie	Questionario scuola
	Licei.	LICEO	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario studente
	Istituti Professionali.	VOCINST	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario studente
	Formazione professionale.	VET	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario studente
Popolazione studentesca	Numero totale di iscritti alla data del 1° Febbraio 2006 / 100.	SCHSIZE	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario scuola
	Indice quadratico di numero totale di iscritti / 100.	SCHSIZE ²	Continua	Fattore calcolato sull'indice SCHSIZE	Questionario scuola
	Indice medio di scuola di status socio-economico e culturale.	ESCS_m	Continua	Fattore calcolato sull'indice composito ESCS	Questionario studenti e genitori
	Grado di eterogeneità sociale-economica e culturale.	ESCS_sd	Continua	Fattore calcolato sull'indice composito ESCS	Questionario studenti e genitori
	Proporzione di ragazze presenti a scuola.	HPCGIRLS	Continua	0 = < 70% 1 = ≥ 70%	Questionario scuola
Risorse della scuola	Carenza quantitativa e qualitativa di docenti qualificati.	TCSHORT	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario scuola
	Numero di studenti per insegnante.	STRATIO MSTRATIO ²⁰	Continua Categoriale	Indice PISA 0 = dato disponibile 1 = dato mancante	Questionario scuola
	Qualità delle attrezzature per l'insegnamento.	SCMATEDU	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario scuola
	Rapporto tra numero di PC per la didattica e dimensioni della scuola.	IRATCOMP		Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	
Autonomia scolastica	Autonomia nella gestione del personale (assunzioni, stipendi licenziamenti).	FACS	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario scuola
	Autonomia nella gestione del budget di scuola (definizione e allocazione delle risorse).	FACB	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario scuola
	Autonomia nella gestione del curriculum (offerta di corsi, contenuti, libri di testo).	FACC	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario scuola
Accountability	La scuola informa i genitori dei risultati di rendimento dei loro figli (confronto con studenti della scuola).	ACC1	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola

²⁰ La variabile "Numero di studenti per insegnante" registra un dato mancante (*missing value*) ben oltre il 5% della soglia consigliata - precisamente il 18,8% tra risposte invalide e mancanti. Si è provveduto così alla costruzione di una variabile dicotomica (*dummy variable*) con i seguenti valori: 0 uguale al "dato disponibile" 1 uguale al "dato mancante".

	La scuola informa i genitori dei risultati di rendimento dei loro figli (confronto con standard regionali o provinciali).	ACC2	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
	La scuola informa i genitori dei risultati di rendimento dei loro figli (confronto con studenti di altre scuole).	ACC3	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
	La scuola rende pubblici i dati sul rendimento degli allievi.	ACC4	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
	La scuola usa i dati sul rendimento per valutare i dirigenti.	ACC5	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
	La scuola usa i dati sul rendimento per valutare gli insegnanti.	ACC6	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
	La scuola usa i dati sul rendimento per l'allocazione di risorse.	ACC7	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
	I dati sul rendimento sono seguiti nel tempo da un'autorità amministrativa.	ACC8	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario scuola
Curricolo di scienze	Frequenza con cui si svolgono discussioni su idee personali e argomenti scientifici.	SCINTACT MSCINTACT ²¹	Continua Categoriale	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1 0 = dato disponibile 1 = dato mancante	Questionario studente
	Frequenza con cui si svolgono esperimenti.	SCHANDS MSCHANDS ²²	Quantitativa Categoriale	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1 0 = dato disponibile 1 = dato mancante	Questionario studente
	Frequenza con cui si progettano esperimenti.	SCINVEST MCINVEST ²³	Quantitativa Categoriale	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1 0 = dato disponibile 1 = dato mancante	Questionario studente
	Frequenza con cui si applicano concetti scientifici a problemi reali.	SCAPPLY	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Studio di una materia scientifica nell'A.S. precedente.	ANYSCIE1	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario studente
	Studio di una materia scientifica nell'A.S. in corso.	ANYSCIE2	Categoriale	0 = no 1 = si	Questionario studente
	Quanto la scuola prepara per intraprendere una carriera di tipo scientifico.	CARPREP	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente
	Promuovere l'apprendimento delle scienze.	SCIPROM	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario scuola
	Studio di argomenti legati all'ambiente.	ENVLEARN	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario scuola
	Ore settimanali curriculari di scienze.	TSLESSON	Continua	Indice standardizzato con M = 0 e DS = 1	Questionario studente

4.1. Contesto esterno

Il Modello 9 include variabili di contesto esterno riferite;

- alla *collocazione territoriale* delle scuole;
- alla *presenza di altre scuole nello stesso bacino d'utenza*;
- all'*influenza che i genitori esercitano* per la qualità complessiva dell'offerta formativa;
- alla *percezione della qualità delle scuole* da parte dei genitori dei 15enni trentini.

²¹ Dato mancante pari a 7,4%.

²² Dato mancante pari a 7,5%.

²³ Dato mancante pari a 7,6%.

Tutte le variabili inserite in questo primo blocco tematico non hanno una relazione significativa con i risultati di apprendimento eccetto la *pressione che i genitori esercitano perché la scuola mantenga alti i livelli di rendimento* (PRESSPA). Questo fattore mostra un effetto statisticamente significativo assai elevato (61,5; $p < 0,01$) sebbene tale tendenza si riduca, assumendo un valore di segno contrario non statisticamente significativo nel Modello 16.²⁴

È importante evidenziare che l'incidenza di tale fattore sembra essere legata al tipo di scuola. Secondo i dirigenti scolastici sono prevalentemente i genitori dei Licei e degli Istituti Tecnici a fare pressione sulla scuola. Il dato è distribuito in questi termini: per il 37,4% degli studenti liceali i dirigenti dichiarano un'alta influenza dei genitori; il 36,1% è riferito agli studenti dei Tecnici, il 6,0% agli allievi dei Professionali, il 20% ai triennali degli Istituti di Formazione Professionale.

4.2. Caratteristiche strutturali

Il Modello 10 riassume i risultati di quattro fattori che caratterizzano strutturalmente le 60 scuole coinvolte nel campione trentino.²⁵ In prima istanza i 15enni iscritti ai Licei hanno un vantaggio di 21,6 (la probabilità di errore è stimata al 10%). Tale tendenza non è, tuttavia, confermata nei modelli successivi. Nel modello saturo (Modello 16) la differenza si riduce e non risulta statisticamente significativa. Questo significa che il livello di prestazione degli alunni iscritti ai Licei è pressoché uguale a quello dei pari età iscritti alle scuole tecniche.

Gli effetti netti più consistenti, invece, sono associati ai percorsi della Formazione Professionale. In particolare gli iscritti ai Professionali fanno segnare una riduzione della prestazione di quasi 80 punti (-75,9; $p < 0,01$), mentre i giovani della Formazione Professionale mostrano un livello di prestazione pari -111,1 ($p < 0,01$) rispetto ai coetanei iscritti ai Tecnici. Tale differenza va oltre un intero livello della scala di valutazione della competenza. Entrambi i valori mantengono il loro potere esplicativo sia nel modello saturo e sia nei 4 modelli finali mediante i quali sono stati stimati gli effetti congiunti dei fattori di Livello 1 e 2 (si veda la Tabella 2.5.). In ultimo, la differenza di punteggio tra uno studente che frequenta la scuola pubblica e una paritaria è minima e non statisticamente significativa.

²⁴ Nel Modello 16 (o modello saturo) riflette sono stati inseriti tutti i fattori con coefficienti statisticamente significativi emersi nelle precedenti elaborazioni.

²⁵ Per facilitare la comprensione si ricorda che l'*indirizzo scolastico* (PROGN) è stato trattato come una variabile politomica categoriale articolata, nel caso del campione trentino, in 4 modalità: Liceo, Istituto Tecnico, Istituto Professionale, Formazione Professionale (non sono presenti alunni 15enni di scuola media). Ciascun modalità è stata ricodificata in 3 distinte variabili, prendendo come base di riferimento (*baseline*) gli Istituti Tecnici. In ragione di ciò le variabili Liceo, Istituto Professionale e Formazione Professionale sono variazioni relative alla condizione di base. Per ciascuna variabile, dunque, il valore di "0" corrisponde alla base di riferimento, mentre il valore "1" corrisponde all'indirizzo di scuola di cui si vuole osservare l'effetto netto.

4.3. Popolazione studentesca

Il Modello 11 analizza gli effetti congiunti di una serie di fattori che possono caratterizzare la popolazione studentesca delle 60 scuole campionate. Sono stati presi in esame:

- il *numero di iscritti* (effettivo ed esponenziale);
- la *condizione media di status socio-economico*;
- l'*eterogeneità sociale* che esprime la scuola;
- la *percentuale di ragazze presenti in ciascun istituto*.

Dei fattori considerati, l'effetto netto più ampio e statisticamente significativo è attribuibile allo status medio di scuola. A differenza di quanto osservato a livello individuale, il ruolo di tale variabile è altamente ragguardevole. L'effetto stimato va oltre un intero livello della scala di valutazione della competenza in ambito scientifico (102,3; $p < 0,01$). Tale risultato va, tuttavia, interpretato, con molta cautela,²⁶ in ragione del fatto che il suo potere esplicativo si riduce nell'ambito del modello saturo (28,6 punti; $p < 0,10$) e che tale tendenza si perde quando la variabile viene controllata da ulteriori fattori sia di ordine individuale e sia contestuale (si veda per maggiori dettagli i modelli finali riportati nella Tabella 2.5).

4.4. Risorse della scuola

Tutti i fattori riconducibili alla *dotazione di risorse umane e materiali* non sembrano esercitare un'influenza determinante sui risultati di prestazione. Il Modello 12, infatti, non vanta di un alto potere esplicativo (29,6% di riduzione della varianza spiegata tra scuole). Tale risultato potrebbe essere attribuito a due condizioni. La prima è legata all'alta percentuale di valori mancanti in una delle variabili prese in esame (STRATIO). Di questo si è dovuto tenere conto costruendo un indice dicotomico ad hoc (MSTRATIO).²⁷ In relazione a questo fattore, tuttavia, le risposte mancanti sembrano esercitare un effetto netto del tutto trascurabile e statisticamente non significativo (9,9; $p > 0,1$). Ciò può voler dire che le scuole che hanno omesso di rispondere alle domande riferite a questo regressore non sembrano differenziarsi da quelle che hanno risposto. In secondo luogo, il basso valore esplicativo delle variabili in esame è confermato dai coefficienti presenti nel Modello 16. Nessuna delle due variabili ha conservato una relazione statisticamente significativa con i risultati di scienze.

²⁶ I dati sembrano dirci molto di più rispetto alla carriera scolastica precedente (esito in uscita dal primo ciclo) piuttosto che sulla condizione scolastica presente. Questo può essere spiegato ricorrendo a due ragioni contrapposte. Se da, un lato, PISA tende a sopravvalutare il ruolo dell'indice ESCS, dall'altro, è assente nei dati disponibili una misura che sintetizzi la carriera scolastica in uscita dal primo ciclo. La disponibilità di questo secondo dato potrebbe ridurre il ruolo esplicativo dell'indice ESCS, favorendo ipotesi di spiegazione della variabilità dei livelli di competenza maggiormente attinenti al percorso di ciascun alunno o alle caratteristiche del contesto scolastico di provenienza.

²⁷ La lettera "M" è un prefisso attribuito al nome originario della variabile e sta per "missing value".

Contrariamente a quanto comunemente si crede un rapporto basso alunni/docenti non è necessariamente legato a migliori risultati di apprendimento (Hugonnier, in stampa). In questo caso l'aumento di un'unità del numero medio di studenti fa registrare un effetto netto pari a 10,6 punti ($p < 0,05$). Non sempre un numero minore di alunni per insegnante è una condizione di maggiore efficacia educativa. Anche in questo caso, tuttavia, va esercitata una certa cautela interpretativa. Le scuole in cui è presente il rapporto medio più alto - i Licei e gli Istituti Tecnici (rispettivamente 9,6 e 7 alunni per insegnante)²⁸ - sono caratterizzate, mediamente, da un maggior numero di iscritti e hanno studenti con una preparazione di base migliore. Il risultato va dunque interpretato nel contesto di tali relazioni.

²⁸ Negli Istituti Professionali e nei percorsi di Formazione Professionale tale rapporto è rispettivamente di 5,5 e di 6,8 alunni per insegnante.

Tabella 2.4. - Effetti netti delle variabili di Livello 2 (Scuole) sui risultati di scienze

	Modello 0	Modello 9	Modello 10	Modello 11	Modello 12	Modello 13	Modello 14	Modello 15	Modello 16
Intercetta	492,8	472,1	539,1	541,8	436,2	503,2	486,6	421,9	493,1
Blocco tematico									
RURAL		-23,7							
CITY		21,2							
SCHLCOMP		-8,9							
PRESSPA		61,5***							-4,2
PAHSTAND		-4,2							
SCHLTYPE			-11,3						
LICEO			21,6*						2,8
VOCINST			-75,9***						-55,2***
VET			-111,1***						-65,7***
SCHSIZE				4,7					
SCHSIZE ²				,07					
ESCS_m				102,3***					28,6*
ESCS_sd				-60,3					
HPCGIRLS				-5,1					
TCSHORT					13,7				
STRATIO					10,6**				3,4
MSTRATIO					9,9				
SCMATEDU					12,6				
IRATCOMP					-136,8***				9,9
FACS						-24,6***			-1,7
FACB						18,2**			1,0
FACC						18,4***			5,4
ACC1							-44,7**		-16,0
ACC2							83,5***		19,2*
ACC3							19,2		
ACC4							22,1		
ACC5							14,8		
ACC6							-6,6		
ACC7							-42,6***		-17,6**
ACC8							-11,8		
SCINTACT								2,5	
MSCINTACT								78,4	
SCHANDS								-5,3**	-5,0**
MSCHANDS								-60,2	
SCINVEST								-17,6***	-16,5***
MCINVEST								-5,09	
SCAPPLY								5,5**	6,5***
ANYSIE1								-12,8**	-10,4**
ANYSIE2								16,5**	10,3*
CARPREP								5,94***	5,5***
SCIPROM								13,8	
ENVLEARN								7,2	
TSLESSON								26,0***	7,3*
Componenti casuali									
Varianza di Livello 1	4500,2	4253,0	815,8	4500,2	4667,04	4499,8	4500,3	4220,8	4204,7
Varianza di Livello 2	4667,0	3636,3	180,1	1525,5	3281,83	3427,8	2404,3	2220,9	464,2
Coefficiente di correlazione intra-classe (ρ)	50,9								
Riduzione % di varianza entro		5,4						6,2	6,5
Riduzione % di varianza tra		22,0	82,5	67,3	29,6	26,5	48,4	52,4	90,0

*** $p \leq 0,01$ - ** $0,01 < p \leq 0,05$ - * $0,05 < p \leq 0,10$

In relazione al regressore IRATCOMP, si può osservare che un incremento di un'unità di indice può determinare un effetto netto negativo. Nelle scuole dove i dirigenti dichiarano una carenza di *infrastrutture tecnologiche per la didattica in relazione alle dimensioni della scuola* si osserva un'incidenza negativa sui risultati di apprendimento nella misura di quasi un livello e mezzo della scala di valutazione (-136,8; $p < 0,01$). In altri termini sembra che un basso rapporto tra il numero di PC per la didattica e le dimensioni della scuola incida negativamente sulla prestazione in scienze. Più il valore di tale rapporto è prossimo allo 0 più informa su un adeguato equilibrio tra dimensioni della scuola, e numero di computer per la didattica. Al contrario più tale rapporto è lontano dal valore medio di 0, più informa su un equilibrio non raggiunto tra dimensioni medie della scuola e didattica assistita dalle tecnologie digitali. Va comunque sottolineato che per il 69,6 % di allievi i dirigenti dichiarano che tale rapporto non è "per niente carente". Mentre per il 29,2% di allievi i dirigenti scolastici dichiarano una carenza di una certa misura.

4.5. Autonomia

I tre fattori relativi a questo blocco tematico fanno riferimento all'autonomia scolastica in termini di: *gestione del personale* (assunzioni, stipendi, licenziamenti) (FACS), *budget di scuola* (definizione e allocazione delle risorse economiche) (FACB), *curricolo* (offerta di corsi, definizione dei contenuti disciplinari, libri di testo, pratiche di valutazione) (FACC). Il modello nel suo complesso ha un basso valore esplicativo (26,5% di varianza tra le scuole). I due coefficienti di segno positivo, riferiti rispettivamente al budget di scuola (18,2 punti; $p < 0,05$) e al curricolo (18,4 punti; $p < 0,01$), perdono quasi completamente la relazione associativa con i risultati di scienze nell'ambito del modello saturo. Il dato è in linea con quanto rilevato in sede internazionale (OECD, 2007).²⁹ L'effetto netto più alto è associato alla gestione del personale. E tuttavia di segno negativo e statisticamente significativo (-24,6 punti; $p < 0,01$). È utile osservare che sono gli Istituti di Formazione Professionale ad avere la media più alta sull'indice in esame ($M = 0,24$; $DS = 1,15$). Il coefficiente negativo può essere spiegato in questi termini: laddove è più accentuata l'autonomia gestionale del personale si trovano i 15enni più in difficoltà rispetto alle prove PISA.

4.6. Accountability

Nel questionario scuola, compilato dai dirigenti scolastici, due sezioni sono dedicate alle modalità con cui le scuole utilizzano i dati sul rendimento scolastico. Sono state presi in esame otto modalità raggruppate in tre diversi ambiti: l'uso dei dati

²⁹ Se l'analisi degli effetti viene fatta comparando interi sistemi nazionali d'istruzione si riscontra che in relazione al budget e al curricolo di scuola l'incremento pari al valore di un'unità dell'indice corrisponde ad un miglioramento della prestazione in scienze pari rispettivamente a 20,3 ($p < 0,01$) e a 22,5 ($p < 0,05$).

per *informare i genitori*, l'uso dei dati per *prendere decisioni organizzative a livello di scuola*, il *rendere noto pubblicamente* i risultati ottenuti dagli alunni. Sulla base di questo impianto è stato chiesto ai dirigenti di esprimersi sui seguenti temi:

- se i dati sono utilizzati per *confrontare gli studenti della stessa scuola* (ACC1),
- se il confronto avviene con *standard regionali e nazionali* (ACC2),
- se il confronto è con *studenti di altre scuole* (ACC3),
- se si fa un uso *pubblico dei risultati* (ACC4),
- se la scuola usa i dati di rendimento per *valutare i dirigenti* (ACC5) o gli *insegnanti* (ACC6),
- se l'*allocazione delle risorse* dipende dai risultati di rendimento (ACC7),
- se un'*autorità amministrativa* tiene conto nel tempo dei risultati scolastici (ACC8).

Ci è sembrato interessante verificare quali di questi otto fattori potrebbero cambiare in termini positivi o negativi, i risultati ottenuti nella prova di scienze.

Sono tre i fattori che esercitano in modo diverso un'influenza statisticamente significativa. Il primo effetto rilevato è di segno negativo. Le scuole che utilizzano i dati di rendimento per confronti interni tra gli studenti, incidono in termini negativi sui risultati della prova. L'effetto stimato è pari a $-44,7$ ($p < 0,05$). Prendendo in esame tutto il campione,³⁰ tale modalità investe il 12,2% degli studenti. L'uso di questa strategia è prevalente negli Istituti di Formazione Professionale (16,6%). Gli Istituti Professionali non si avvalgono di tale opzione mentre i Licei e gli Istituti Tecnici usano questa tipologia di resocontazione dei risultati rispettivamente per 8,8% e l'11,7 degli studenti presenti nel campione stimato. Nell'ambito del modello saturo il coefficiente associato alla variabile si riduce di oltre la metà e non mantiene il suo valore esplicativo ($-16,0$ punti; $p > 0,10$). Tale tendenza può essere spiegata con la bassa presenza in tutte le scuole campionate di questa pratica: per l'87,8% della popolazione studentesca i dirigenti dichiarano di non informare i genitori del rendimento dei loro figli ricorrendo a confronti con studenti della stessa scuola.

Il secondo effetto stimato è di segno positivo. Le scuole che riferiscono sulla propria attività utilizzando standard regionali e nazionali sembrano differenziarsi in termini statisticamente significativi dalle scuole che non utilizzano tale modalità di resocontazione. La variabile può incidere di quasi un intero livello della scala di valutazione (83,5; $p < 0,01$). L'uso di questa modalità è prevalente nei Licei (57,1%) e negli Istituti Tecnici (52,3%). Nell'ambito del modello saturo il valore esplicativo del fattore si riduce di oltre tre quarti in termini di effetto netto (19,2; $p < 0,1$) aumentando contestualmente le probabilità di errore statistico. È, anche in questo caso, del 74,6 la percentuale di non utilizzo della modalità in tutte le scuole campionate. È importante osservare l'incremento del valore del coefficiente dell'indice ACC 2 quando questo viene inserito nell'ultima fase di analisi, cioè quella che prende in esame

³⁰ La percentuale è calcolata sulla popolazione stimata.

gli effetti congiunti delle variabili di Livello 1 e 2. L'effetto del regressore - stimato nell'ambito del modello finale (Modello 4F) - oltre ad avere una bassa probabilità d'errore ($p < 0,01$) contribuisce ad un incremento dei risultati pari a 24,0 punti sulla scala di valutazione della competenza scientifica. Il fattore risulta statisticamente significativo ed ha un impatto sulla performance di segno positivo.

Il terzo fattore riguarda l'uso dei dati per l'allocazione delle risorse. Tale pratica di *accountability* interessa il 77,4% dei 15enni iscritti ai percorsi della Formazione Professionale, il 16,2% di studenti che frequentano le scuole Professionali, il 48,8% di iscritti ai Tecnici e il 33,1% dei liceali. In prima istanza l'effetto stimato è di segno negativo (-42,6; $p < 0,01$). Tale tendenza si riduce nel Modello 16 di circa due terzi passando a 17,6 ($p < 0,05$) punti in meno sulla scala di valutazione della competenza scientifica. Un'ulteriore riduzione si osserva anche nell'ambito del modello finale (-11,9; $p < 0,05$). Le scuole che usano i dati di rendimento per prendere decisioni sui budget sembrano differenziarsi dalle scuole che tendono a rilevare un livello di impegno minore su questa pratica. Seguendo una linea di ragionamento simile a quella assunta per interpretare l'effetto dell'autonomia di gestione del personale, gli istituti nei quali la relazione tra rendimento e allocazione di risorse è più accentuata lavorano con 15enni che dimostrano di avere più difficoltà rispetto alle prove PISA. Questa condizione può spiegare il permanere del segno negativo in tutti i modelli considerati.

4.7. Curricolo di scienze

Nel questionario studente è presente una sezione interamente dedicata al tema dell'insegnamento e dell'apprendimento delle scienze. La domanda 34 pone il seguente interrogativo: «*durante le lezioni di scienze a scuola con quale frequenza vengono svolte le seguenti attività?*» Alla domanda sono stati associati 17 opzioni (item) a cui i soggetti rispondono utilizzando una scala Likert impostata su quattro modalità: *in tutte le lezioni, nella maggior parte delle lezioni, in alcune lezioni, mai o quasi mai*. A differenza di quanto riportato nei rapporti internazionale e nazionali, e negli approfondimenti ad oggi svolti sulle regioni italiane (ADI, 2008), si è optato per l'inserimento delle risposte degli studenti come informazioni di Livello 2. A nostro avviso con la domanda 34 gli studenti hanno avuto la possibilità di fornire informazioni sulle pratiche di insegnamento della scienza. In sede di elaborazione statistica, i 17 item (variabili) sono stati ridotti a 4 fattori generali. L'obiettivo di tale riduzione è quello di cogliere gli elementi essenziali di una didattica delle scienze (si veda per maggiori dettagli la Tabella 2.3). I quattro fattori sondano i seguenti aspetti:

1. la *discussione* di idee personali relative ad argomenti scientifici (SCIN-TACT);
2. lo *svolgimento di esperimenti* in laboratorio (SCHANDS);
3. la *progettazione di esperimenti* e lo *svolgimento autonomo di indagini* (SCIN-VEST);

4. il rendere evidente l'applicazione dei concetti scientifici a problemi reali (SCAPPLY).

Oltre agli aspetti prima sottolineati il blocco tematico include ulteriori variabili:

- lo studio delle materie scientifiche prima e durante l'anno di somministrazione delle prove PISA;
- l'impegno della scuola a preparare gli studenti ad intraprendere una carriera scientifica;
- quanto la scuola promuove l'apprendimento delle scienze;
- lo studio a scuola di argomenti legati all'ambiente;
- le ore settimanali curricolari di scienze.

Questo complesso eterogeneo di variabili restituisce un'idea di curricolo molto vicina ad una strategia formativa generale. Tale strategia può tradurre i tratti di un approccio per competenze finalizzato all'organizzazione e alla promozione nella scuola dell'apprendimento dei saperi scientifici. Si tratta di un approccio articolato su più aspetti e basato sul concetto di *opportunità di apprendimento* quali: frequenti occasioni d'uso (in situazione) di conoscenze e abilità relative ad uno specifico dominio.

Va al di là degli scopi di questa analisi stabilire se le scuole trentine lavorino intenzionalmente con un curricolo scientifico così caratterizzato. Il proposito è un altro. È il tentativo di far intravedere l'orchestrazione di un percorso curricolare che non si riduca al solo numero di ore dedicate all'insegnamento delle singole materie scientifiche e alle classi di concorso a cui afferiscono, bensì alla possibilità di progettare un ambiente di apprendimento orientato alla *literacy scientifica*.³¹ Il proposito è più ampio e in relazione alla politica provinciale sui Piani di Studio. Si è voluto, in altre parole, utilizzare la disponibilità dei dati PISA per promuovere un'ulteriore riflessione sul tema del curricolo per competenze secondo quanto discusso sia in ambito europeo che nazionale (Salatin, 2009).

Il fattore che, in prima istanza, sembra influenzare di più i risultati della prova è la *quantità di ore curricolari* dedicate all'insegnamento delle discipline scientifiche (TSLESSON). La variazione di 1 ora a settimana può corrispondere ad un incremento di 26 punti ($p < 0,01$). Il risultato mantiene l'effetto modificativo anche nel Modello 16, riducendo tuttavia il valore finale del coefficiente e aumentando, di converso, la probabilità di errore statistico (7,3 punti; $p < 0,10$). Di minima entità è, invece, l'effetto della scuola nel preparare ad una carriera di tipo scientifico. La variazione di un'unità

³¹ C'è una seconda ragione che ha motivato la costruzione del modello tematico numero 15. Con esso si è voluto dare una prima risposta in merito ai criteri di inserimento delle variabili nei due livelli di analisi previsti dalle procedure di regressione multilivello. L'interrogativo è il seguente: la decisione di inserimento si prende considerando la fonte dell'informazione - ad esempio tutte le risposte al *Questionario Studente* sono, per difetto, variabili di Livello 1 - oppure si deve tenere conto dell'oggetto valutato dai rispondenti. Nel caso del blocco tematico dedicato al curricolo di scienze si è scelto questo secondo criterio.

di deviazione standard dell'indice corrisponde ad un incremento di 5,94 ($p < 0,01$). Tale valore mantiene inalterato anche nel modello riassuntivo (5,5 punti; $p < 0,01$).

Per quanto riguarda lo *svolgimento di materie scientifiche a scuola* (ANYSCIE 1 e 2) si possono cogliere le seguenti tendenze. In primo luogo, vi è una relazione negativa tra la presenza nel curriculum dell'anno prima di una materia scientifica e i risultati ottenuti dai giovani trentini (-12,8; $p < 0,05$). Il coefficiente si riduce di soli due punti nel modello riassuntivo (-10,4; $p < 0,05$) mantenendo invariata la rilevanza statistica. Al contrario, si osserva che lo svolgimento di una materia scientifica durante l'anno della rilevazione porti ad un vantaggio di 16,5 punti ($p < 0,01$). Le evidenze sembrano indicare che abbiano un potere di influenza maggiore la disponibilità di risorse conoscitive nell'anno corrispondente al *testing* piuttosto che l'aver studiato una disciplina scientifica nell'anno precedente. A fare la differenza non è *quanto si è appreso* ma quanto si *sta apprendendo*, come se il lavoro scolastico avesse effetti a breve termine piuttosto che a lungo termine. Non sembra, dunque, rappresentare una risorsa rilevante l'aver svolto una materia scientifica negli anni precedenti. Questo potrebbe mettere in discussione l'idea di un curriculum impostato per accumulo progressivo. Secondo questa impostazione man mano che si procede con gli anni le conoscenze offerte dalla scuola dovrebbero aumentare di numero e di complessità. L'attesa è che gli studenti si adattino cercando - nella loro mente - spazi sempre più ampi di immagazzinamento.

Si presenta un quadro contraddittorio per quanto riguarda le strategie d'insegnamento della scienza. In primo luogo si sottolinea l'alta percentuale di risposte mancanti in tre degli indici considerati (si veda la Tabella 2.3). Una percentuale alta di dati vuoti può essere un indizio del fatto che i ragazzi non hanno compreso i contenuti dell'item o che nel loro vissuto scolastico specifiche esperienze di apprendimento non sono riconoscibili. A supporto di tale riflessione può essere evidenziato il seguente dato. Si prenda a titolo esemplificativo la strategia d'insegnamento definita *progettazione di esperimenti e lo svolgimento autonomo di indagini* (SCINVEST). Se esaminiamo le risposte che gli studenti trentini danno ai singoli item, la percentuale di coloro che dichiarano di avere a scuola questa possibilità di apprendimento è nell'ordine del 12,9-13,9%.³² La scarsa propensione delle scuole ad offrire tale opportunità di apprendimento si riflette anche sul valore medio dell'indice pari a -0,20. Se si confronta, infine, il valore medio in funzione dell'indirizzo scolastico si scopre che sono gli allievi dei corsi di Formazione Professionale ad avere maggiori opportunità di progettare esperimenti e svolgere indagini ($M = 0,30$; $DS = 0,93$), cioè i giovani che - come è stato evidenziato nel capitolo precedente - allo stato attuale dimostrano di avere le maggiori difficoltà nello svolgimento delle prove PISA. Quest'ultima osservazione può spiegare il valore negativo del coefficiente. Tale tendenza di riscontro: nel modello tematico (-17,6 punti; $p < 0,01$), nel modello riassuntivo di Livello 2 (-16,5 punti; $p < 0,01$); nel modello finale (-13,6 punti; $p < 0,01$) (si vedano i dati riportati nella Tabella 2.5).

³² La percentuale tiene conto della somma relativa alle prime due modalità di risposta: "in tutte le lezioni", "nella maggior parte delle lezioni".

Sono di livello minimo gli effetti stimati di altri due fattori: *applicazione dei concetti scientifici a problemi reali* (SCAPPLY) e *svolgimento di esperimenti in laboratorio* (SCHANDS). Entrambi gli indici hanno coefficienti statisticamente significativi. Nel primo caso il valore dell'associazione è pari a 5,5 ($p < 0,05$) nell'ambito del blocco tematico e di 6,5 ($p < 0,01$) nel modello saturo. Mentre in relazione alla seconda variabile la variazione di un'unità del valore dell'indice corrisponde ad un'influenza negativa pari a -5,3 ($p < 0,01$). Il coefficiente si mantiene tale anche nel Modello 16 (-5,0 punti; $p < 0,05$).

Nel caso di SCAPPLY la frequenza di utilizzo da parte dei docenti che gli allievi dichiarano è la più alta nel gruppo di variabili considerate. Essa oscilla da un minimo di 16,2% a un massimo di 31,7%.³³ Un uso più frequente di questa strategia può essere attribuito al fatto che essa, per come viene presentata all'interno di ciascun item, sembra la più vicina ad una consuetudine didattica ben consolidata nella scuola italiana: *la lezione per ascolto*. Il questionario, infatti, chiede ai ragazzi di stabilire se:

- a. *l'insegnante spiega come un'idea appresa attraverso una materia scientifica possa essere applicata a più fenomeni diversi;*
- b. *agli studenti è richiesto di applicare concetti appresi attraverso le materie scientifiche;*
- c. *l'insegnante si serve dei contenuti delle materie scientifiche per aiutare gli studenti a capire il mondo fuori dalla scuola;*
- d. *l'insegnante spiega chiaramente l'importanza delle scienze per la nostra vita.*

4.8. Modello riassuntivo di Livello 2

L'analisi dei risultati relativi all'ultimo modello permette di comprendere che le differenze tra i Licei e gli Istituti Tecnici sono pressoché nulle. Il livello delle competenze scientifiche dei 15enni iscritti a entrambi gli indirizzi si equivalgono. Tale risultato conferma già quanto evidenziato nel capitolo precedente, ovvero la presenza tra i ragazzi iscritti ai Tecnici di un ottimo livello di competenza scientifica. L'analisi associa differenze significative nei risultati medi tra gli iscritti ai Tecnici e i ragazzi che frequentano i percorsi di Istruzione e Formazione professionale.

L'indice ESCS di scuola gioca un ruolo ragguardevole nella spiegazione dei risultati. Nel modello saturo di Livello 1 l'influenza dell'ESCS sembra avere effetti trascurabili sui risultati della prova, al contrario, quando l'indice è calcolato come valore medio di scuola emerge una relazione positiva con i risultati di prestazione. La variazione di un'unità di indice corrisponde ad una variazione di quasi 30 punti sul livello di competenza valutato. Se da un lato la condizione socio-economica media presente in ciascun istituto può giocare un ruolo ragguardevole nella spiegazione dei diversi livelli di competenza, dall'altro potrebbe essere un errore focalizzare le *strategie di politica scolastica* unicamente sul tema dell'equità complessiva del sistema

³³ Anche in questo caso la percentuale tiene conto della somma relativa alle prime due modalità di risposta.

scolastico e formativo provinciale. Come è stato ampiamente discusso, e come sarà evidenziato dai modelli finali, molteplici fattori possono concorrere alla spiegazione dei risultati. Buona parte di essi riflettono le caratteristiche individuali degli studenti trentini, altri sembrano maggiormente attenersi a *caratteristiche ordinamentali* (articolazione dei percorsi di scuola secondaria in quattro indirizzi differenziati); un terzo gruppo fa riferimento a caratteristiche di *funzionamento didattico e organizzativo* (*accountability*, strategie di insegnamento, ore settimanali di studio curricolari).

È da considerare, infine, l'elevata capacità esplicativa del modello 16 che riduce la varianza di Livello 2 del 90,% rispetto al modello nullo (Modello 0).

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le *regressioni multilivello* presentate in questo capitolo hanno avuto lo scopo di comprendere quali variabili soggettive e quali elementi di contesto hanno potuto esercitare un'influenza additiva o sottrattiva sui risultati di prestazione che i quindicenni trentini hanno ottenuto nella prova di scienze. I fattori di Livello 1, statisticamente significativi, spiegano il 91% di varianza tra le scuole. Partendo da questo dato, le analisi di secondo livello (Tabella 2.3) e quelle relative agli effetti congiunti hanno avuto lo scopo di esaminare le ulteriori variabili che entrano in gioco nella definizione dei risultati di prestazione. Di seguito si propone un elenco delle evidenze emerse (si veda per maggiori dettagli la Tabella 2.5).

1. Passando in rassegna l'andamento dei coefficienti lungo i modelli finali, si può rilevare come la variabile GENERE abbia un peso, seppur modesto, sui risultati di prestazione. A parità di condizioni le ragazze sembrano fare meglio dei ragazzi nella soluzione degli item del test PISA. La differenza è di 6,5 punti ($p < 0,10$).
2. Nell'ambito del modello finale, il ruolo esplicativo dell'indice individuale di status socio-economico (ESCS) sembra ulteriormente rafforzato (Tabella 2.2 e Tabella 2.5). Ad un incremento unitario dell'ESCS non corrisponde una crescita della prestazione. Se, poi, anche nel caso del modello finale, si simula la possibilità di un progressivo incremento del valore dell'indice, si evidenzia che un maggiore livello di ESCS non influisce in termini positivi (-3,7 punti; $p < 0,01$). A differenza dell'ESCS individuale, l'ESCS di scuola perde ogni potere esplicativo nell'ambito di tutti i modelli finali proposti.
3. Per quanto riguarda lo status migratorio degli studenti il modello finale conferma quanto riscontrato nei calcoli riassuntivi di Livello 1. Essere immigrati sia di prima che di seconda generazione può incidere negativamente sui risultati della prova. In prima istanza l'effetto negativo è pari a -20,1 punti, che si riduce a -15,8 quando la variabile contribuisce al risultato medio congiuntamente agli altri fattori individuali e di scuola.
4. Gli atteggiamenti nei confronti della scienza e dell'ambiente mantengono una linea di tendenza stabile, lungo tutti i modelli considerati. Gli studenti

- che coltivano un interesse generale per le scienze e i temi ambientali e che sono motivati ad intraprendere carriere di tipo scientifico, fanno registrare effetti finali di tipo migliorativo sui risultati della prova.
5. Nell'ambito della percezione soggettiva della propria competenza si riscontra un incremento dell'effetto in relazione al concetto di sé. La prestazione può aumentare rispetto a quella osservata nel modello riassuntivo di Livello 1. A parità di condizioni la variazione di un'unità di indice può sortire un incremento di punteggio pari a 14,6 punti.
 6. Uno degli effetti più consistenti e statisticamente significativi sono le ore dedicate a casa allo studio delle materie scientifiche. Nel complesso di tutte le variabili prese in esame il fattore genera l'incremento di punteggio più alto: 31,4 punti. In relazione a ciò sono i 15enni degli Istituti Tecnici a dedicare mediamente più ore di studio a casa nell'arco di una settimana.
 7. Gli studenti non in regola con il percorso scolastico sono coloro che hanno le maggiori difficoltà nell'affrontare la prova di scienze. Nell'ambito del modello finale il parametro stimato è di segno negativo e statisticamente significativo (-27,7). Tale tendenza si mantiene stabile, sia nell'ampiezza del coefficiente che nella rilevanza statistica, in tutti i modelli finali considerati.
 8. In relazione agli indirizzi scolastici gli allievi che frequentano i Licei o gli Istituti Tecnici conseguono risultati complessivamente più alti rispetto agli Istituti Professionali e alla Formazione Professionale. Non emergono, tuttavia, differenze statisticamente significative tra i risultati ottenuti dagli studenti liceali e dagli studenti di Istituti Tecnici. Gli allievi iscritti agli Istituti Professionali e ai corsi triennali della Formazione Professionale presentano una prestazione media inferiore di circa 16,8 e 25,5 punti. In termini di varianza, spiegata l'introduzione delle due variabili di indirizzo nel Modello 1F, comprensivo anche di tutti i predittori di primo livello, determina una riduzione di oltre il 94% rispetto al modello vuoto.
 9. Rimanendo sempre a livello di scuola, gli istituti che fanno riferimento a standard regionali e nazionali sembrano differenziarsi in termini statisticamente significativi dalle scuole che non utilizzano tale modalità di resoconfezione. La variabile può avere un effetto incrementale di 24 punti. L'uso di questa modalità di accountability è prevalente nei Licei e negli Istituti Tecnici. In termini di varianza, spiegata l'introduzione delle variabili di accountability nel Modello 3F, comprensivo di tutti i predittori di primo livello, determina una riduzione di oltre il 96% rispetto al modello vuoto.
 10. Tutti gli effetti osservati riferiti alle variabili di curriculum sono di modestissima entità e non hanno significatività statistica. L'indice SCINVEST riduce di 3 punti l'effetto negativo sulla performance mantenendo uguale il livello di significatività. In termini di varianza, spiegata l'introduzione delle variabili di curriculum nel Modello 4F, comprensivo di tutti i predittori di primo livello, conferma la riduzione del 96% riscontrata nel penultimo modello preso in esame.

Tabella 2.5. - Effetti netti finali sui risultati di scienze stimati mediante i modelli di Livello 1 e 2 (solo variabili significative)

	Modello 0 492,8	Modello 8bis 479,8	Modello 1F 525,0	Modello 2F 528,8	Modello 3F 510,6	Modello 4F 502,40
Intercetta						
Variabili di Livello 1 (Studiante)						
GENERE		-4	9	3,0	1,6	6,5*
ESCS		-4,7**	-5,0**	-4,9**	-5,6**	-5,7**
ESCS ²		-4,3**	-3,9**	-3,3**	-3,7**	-3,7**
IMMIG		-19,4***	-19,3***	-20,6***	-18,7***	-15,8***
MSAMELANG		-24,6***	-24,6***	-18,5***	-24,3***	-20,7***
SCIEEFF		10,9***	10,8***	11,7***	10,6***	10,3***
SCSCIE		11,8***	11,9***	11,9***	11,7***	14,6***
GENSCIE		9,3***	9,3***	8,6***	9,1***	9,0***
ENVAVARE		14,0***	13,4***	14,4***	13,7***	12,8***
ENVOPT		-5,3***	-5,4***	-2,9***	-5,5***	-4,6***
CARINFO		-13,1***	-12,8***	-13,0***	-12,3***	-8,7***
INTUSE		-9,8***	-9,9***	-7,7***	-9,8***	-7,0***
PRGUSE		-6,4***	-6,6	-7,8***	-6,5***	-6,0***
INTCONF		11,4***	11,4***	10,3***	10,9***	9,6***
POSCCAR		11,4***	11,2***	11,4***	11,2***	12,1***
TSEXTRA		-41,43***	-15,1	-16,1	-17,8	-13,7
TSHOME		50,7***	27,3***	25,9***	29,8***	31,4***
GRADE		-29,23***	-28,2***	-28,7***	-28,3***	-27,7***
Variabili di Livello 2 (Scuola)						
VOCIN5T			-25,4**	-22,9**	-13,8	-16,8*
VET			-48,0***	-45,7***	-25,9**	-25,5**
ESCS_m				9,3	5,0	2,4
ACC 2					26,7***	24,0***
ACC 7					-12,2**	-11,9**
SCHANDS						-2,7
SCINVEST						-13,5***
SCAPPLY						1,5
ANYSCL1						-4,6
ANYSCL2						7,0
CARPREP						-1,0
TSLESSON						-2,4
Componenti casuali						
Varianza di Livello 1	4500,2	2979,8	2975,8	2881,3	2973,9	2805,9
Varianza di Livello 2	4667,0	422,0	261,5	324,7	154,4	158,4
Coefficiente di correlazione intra-classe (ρ)	50,9					
Riduzione % di varianza entro		33,7	33,8	35,9	33,9	37,6
Riduzione % di varianza tra		90,9	94,4	93,0	96,6	96,6

*** $p \leq 0,01$ - ** $0,01 < p \leq 0,05$ - * $0,05 < p \leq 0,10$

BIBLIOGRAFIA

- ADI (2008), *La cultura scientifica nelle regioni italiane in PISA 2006: risultati, problemi, prospettive in un'analisi comparata. Atti del seminario*. Genova 20-21 giugno 2008. Disponibile su: <http://ospitiweb.indire.it/adi/SemFSP_atti/spa8_frame.htm>. [Accesso 20.02.09]
- Bandura A. (2000), *Autoefficacia. Teoria e applicazioni*, Erickson, Trento
- Borrione P. e Donato L. (2008), *Le competenze in scienze in PISA 2006: una prima esplorazione dei fattori esplicativi*, in Abburrà L. & Mosca S. (Eds), *PISA 2006: Le competenze dei quindicenni in Piemonte a confronto con le regioni italiane e europee*, Istituto di Ricerche Economico Sociali del Piemonte, Torino, pp. 67-81
- Hugonnier B. (in stampa), *Pisa and the performance of educational systems*, "Ricercazione", 1, Centro Studi Erickson, Trento
- Mantovani D. e Ricci R. (2008), *Caratteristiche individuali, caratteristiche delle scuole e competenza in scienze in Emilia-Romagna*, in Gasperoni G. (Ed.), *Le competenze degli studenti in Emilia-Romagna. I risultati di PISA 2006*, Il Mulino, Bologna, pp. 197-226
- Markus H., Cross S. & Wurf E. (1990), *The role of the self-system in competence*, in Sternberg R.J. & Kolligian J. (Eds), *Competence considered* (pp. 205-225), Yale University Press, New Haven MA
- Marsh H.W., Byrne B.M. & Shavelson R.J. (1992), *A multidimensional, hierarchical self-concept*, in Brinthaupt T.M. & Lipka R.P. (Eds), *The self definitional and methodological issues*, Suny, Albany NY, pp. 45-95
- Martini A. e Ricci R. (2007), *I risultati PISA 2003 degli studenti italiani in matematica: un'analisi multilivello per tipologia di scuola secondaria*, "Induzioni", 34(1), 25-45
- Martini A. e Zaccarin S. (2008), *Analisi multilivello dell'influenza delle caratteristiche individuali e di scuola sulle prestazioni in scienze*, in Marangon C. (Ed), *Le competenze degli studenti quindicenni nel Veneto. Rapporto regionale del veneto OCSE PISA 2006*, Cleup, Padova, pp. 195-220
- McCombs B.L., & Marzano R.J. (1990), *Putting the self in self-regulated learning: The self as agent in integrating will and skill*, "Educational Psychologist", 25, 51-59
- OECD (2007), *PISA 2006. Science competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*, Paris, OECD Publishing
- Pierson L.H. & Connel J.P. (1992), *Effect of grade retention on self-system processes, school engagement, and academic performance*, "Journal of Educational Psychology", 84, 300-307
- Raudenbush S.W. & Bryk A.S. (2002), *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Methods*, Sage, London
- Salatin A. (2009), *Le competenze nei curricoli dei Paesi Europei. Relazione presentata al seminario nazionale: Sviluppo delle competenze per una scuola di qualità*, L'Aquila, 26-28, Gennaio 2009, U.S.R. Abruzzo, L'Aquila
- Tramonte L. e Vasquez D.C. (2005), *Un'analisi multilivello sui fattori di scuola ed extra scolastici legati alle performance in matematica e problem solving degli studenti*, in Pedrizzi T. (Ed), *OCSE PISA 2003. Risultati degli studenti lombardi: contesti di apprendimento e scenari di intervento*, Franco Angeli, Milano, pp. 154-163

Vasquez D.C. (2007), *Variabili individuali e del contesto scolastico: un'analisi causale con modelli multilivello*, in Siniscalco M.T. e Zuccarelli D. (Eds), *Il livello di competenza dei quindicenni italiani in matematica, lettura, scienze e problem solving. PISA 2003. Risultati del Trentino*, IPRASE del Trentino, Trento, pp. 253-267

CAPITOLO 3

Atteggiamenti e coinvolgimento nei confronti dell'apprendimento delle scienze: un'analisi esplorativa sugli studenti del Trentino (dati PISA 2006)

Franco Fraccaroli – Dipartimento di Scienze della Cognizione e della Formazione, Università degli Studi di Trento, Polo di Rovereto¹
Francesco Pisanu – IPRASE, Trento

Estratto. Il presente capitolo approfondirà una delle innovazioni di PISA 2006, e cioè l'inserimento di variabili di tipo psicosociale all'interno del *framework* di analisi. Le tre aree che compongono il *framework* PISA 2006 sugli atteggiamenti, che quindi verranno prese in considerazione in questo capitolo, sono: l'interesse per la scienza, il sostegno alla ricerca scientifica e la responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente. Gli obiettivi sono principalmente due: approfondire la tematica degli atteggiamenti nei confronti delle scienze, con particolare focus all'età scolare, attraverso una rassegna della letteratura di settore; esplorare i rapporti tra atteggiamenti in senso generale e livello di *proficiency* nelle scienze attraverso l'analisi del dataset PISA, in particolare modo del campione di studenti trentini. L'organizzazione del lavoro sarà la seguente: una prima parte verrà dedicata al set di fattori, presenti in letteratura, che influenzano gli atteggiamenti degli studenti nei confronti delle scienze; una seconda parte alla presentazione del *framework* PISA 2006 sugli atteggiamenti; una terza parte descriverà gli aspetti principali dei metodi utilizzati per l'analisi dei dati; la quarta parte sarà dedicata alla classica reportistica sull'analisi dei dati sul dataset trentino; una quinta e conclusiva parte ospiterà i commenti e le considerazioni conclusive sullo scenario trentino e sulle euristiche stimulate da questo approfondimento locale.

Parole chiave: Atteggiamenti verso le scienze – *Literacy scientifica* – Azione ragionata – Set valoriale – Pensiero scientifico

1. INTRODUZIONE

Il ruolo giocato da fattori di tipo psicosociale, come gli atteggiamenti, intesi in senso generale, auto-rappresentazioni, intenzioni, coinvolgimento e commitment all'interno del processo di apprendimento, sta acquisendo sempre più rilevanza e presenza nel dibattito scientifico interdisciplinare di questi ultimi decenni. Solo a titolo di esempio, si possono citare alcune teorie psicologiche, che hanno avuto ampia applicazione anche in ambito educativo, che attribuiscono agli atteggiamenti un ruolo fondamentale nella spiegazione delle cognizioni e dei comportamenti:

¹ Per chiedere notizie o scambiare opinioni su questo capitolo, l'autore può essere contattato al seguente indirizzo: Dipartimento di Scienze della Cognizione e della Formazione, Corso Bettini n. 31, 38068 Rovereto (Trento), franco.fraccaroli@unitn.it

innanzitutto la *Self Efficacy Theory* (SET, Bandura, 1977, 2002), alla quale si deve l'approfondimento e l'applicazione del concetto di autoefficacia percepita; la *Self Determination Theory* (SDT, Deci e Ryan, 2002), che approfondisce, tra gli altri, aspetti legati agli interessi personali e ai bisogni di competenza e di autonomia nell'influenzare il comportamento degli individui; la *Theory of Planned Behaviour* (TPB, Ajzen, 1991), che dedica uno spazio particolare al ruolo di atteggiamenti e intenzioni nello spiegare il comportamento sociale. Queste teorie (che, per inciso, non sono delle teorie dell'apprendimento in senso stretto) nelle loro applicazioni in ambito educativo, hanno contribuito ad allargare il set di fattori esplicativi del processo di apprendimento e di sviluppo delle competenze, soprattutto nella fase di *transfer* degli apprendimenti in contesti e situazioni "reali".

Su un altro versante, a cavallo tra la psicologia dello sviluppo e la sociologia interpretativa, riconoscibile frequentemente con l'etichetta "prospettiva socio-costruttivista" (Carugati e Selleri, 2001), si situano i contributi teorici degli "eredi" delle scuole piagetiana e vigotskijana (ad esempio Doise e Mugny, 1981; Engeström, 1987). Anche se spesso concentrate su un livello sociale poco definito, queste prospettive teoriche hanno contribuito al consolidamento di una visione critica del processo di apprendimento come attività esclusivamente intrapsichica, staccata dalle sue radici sociali. Da questo punto di vista lo sviluppo cognitivo è decisamente basato sulle prassi socio-culturali. Queste influenze operano interattivamente attraverso i sottosistemi culturali familiare, dei pari, educativi, dei media, etc.

Visti questi presupposti, e vista la consapevolezza sempre crescente, nel mondo delle istituzioni governative e accademiche, delle transizioni culturali e tecnologiche dei sistemi educativi, non poteva mancare l'introduzione di aspetti psicosociali all'interno dell'indagine PISA 2006, dedicata, com'è noto, alla *literacy scientifica*.² L'importanza delle variabili psico-sociali nello sviluppo delle competenze si rende evidente, infatti, in modo particolare nel rapporto con la scienza e la tecnologia, e nelle questioni che le riguardano da vicino. Il quadro di riferimento di PISA 2006 dichiara esplicitamente che "uno degli obiettivi dell'insegnamento scientifico è quello di far sì che gli studenti sviluppino atteggiamenti che li avvicinino alle questioni di carattere scientifico e che li portino, di conseguenza, ad acquisire ed applicare conoscenze scientifiche e tecnologiche a vantaggio proprio e della società in genere" (OECD, 2007, p. 44). La componente attitudinale (in senso ampio) diventa dunque parte integrante nel modello multidimensionale di valutazione della *literacy scientifica*, concepito per PISA 2006. Non vengono presi in considerazione solamente le caratteristiche dei contesti di applicazione del sapere scientifico, le capacità e le abilità ad essi legate e le relative conoscenze.

² All'interno del *framework* PISA, il termine *literacy* esprime in modo ampio la configurazione di un set di conoscenze e abilità riferite ad una determinata area di contenuto: se è vero che PISA valuta le conoscenze degli studenti, dall'altra parte prende in considerazione anche la loro capacità di riflettere e applicare le proprie conoscenze e la propria esperienza a questioni che si presentano nel mondo reale.

L'aspetto innovativo dell'indagine 2006 di PISA è considerare su più piani il rapporto critico degli individui con la scienza e la tecnologia: il piano personale, della comunità scolastica, nazionale e giungendo fino ad un confronto internazionale. Si tratta, in buona sostanza, di esplorare le dimensioni legate al *transfer* degli apprendimenti in contesti e situazioni, come già detto, "reali", nelle quali il livello di complessità conoscitiva e d'azione richiede un livello di preparazione scientifica non solo legato ai contenuti, ma anche e soprattutto ad aspetti metacognitivi, sociali e applicativi. Questi aspetti sono ottimamente riassunti in uno degli interrogativi iniziali presenti nel *framework* PISA 2006: "che cosa è importante che un cittadino conosca, a che cosa è importante che dia valore, e che cosa è importante che sia in grado di fare in situazioni che richiedono il ricorso alla scienza e alla tecnologia, o che sono in qualche modo da esse determinate?" (*ibidem*, p. 26). Conoscenze, sistemi valoriali e azioni in contesti reali (possibilmente ad alto tasso tecnologico-scientifico) possono, dunque, essere considerate le parole chiave di questo nuovo approccio alla valutazione delle cosiddette *literacy*.

La finalità di questo capitolo è approfondire il ruolo delle variabili psicosociali presenti nel sistema di valutazione di PISA 2006, con una specifica attenzione sul dataset relativo al campionamento trentino. Gli obiettivi si situano, dunque, su due livelli: il primo è strettamente legato all'analisi dei dati trentini e alla relativa reportistica; il secondo è maggiormente interpretativo e, anche se basato su analisi di tipo principalmente esplorativo, rivolto ad un approfondimento del rapporto tra atteggiamenti nei confronti della scienza e livelli di *proficiency*, con un'attenzione particolare al ruolo giocato dalle diverse agenzie educative sullo sviluppo degli studenti.

L'organizzazione del lavoro sarà la seguente: una prima parte verrà dedicata al set di fattori, presenti in letteratura, che influenzano gli atteggiamenti degli studenti nei confronti delle scienze; una seconda parte alla presentazione del *framework* PISA 2006 sugli atteggiamenti; una terza parte descriverà gli aspetti principali dei metodi utilizzati per l'analisi dei dati; la quarta parte sarà dedicata alla classica reportistica sull'analisi dei dati sul dataset trentino; una quinta e conclusiva parte ospiterà i commenti e le considerazioni conclusive sullo scenario trentino e sulle euristiche stimulate da questo approfondimento locale.

2. DEFINIZIONE E PRINCIPALI FATTORI CHE INFLUENZANO GLI ATTEGGIAMENTI VERSO LE SCIENZE

La ricerca sugli atteggiamenti nei confronti delle scienze non ha seguito, ad oggi, delle traiettorie definite. I primi lavori di Klopfer (1971), su cui si basa buona parte della struttura concettuale di PISA 2006, considerano una serie di comportamenti "affettivi" nell'educazione delle scienze, come la manifestazione di atteggiamenti favorevoli nei confronti della scienza e degli scienziati, l'accettazione dell'indagine scientifica come un vero e proprio modo di pensare, il divertimento e la partecipazione nelle esperienze di apprendimento delle scienze, etc.

Successivamente, Gardner (1975) apre nuove strade di ricerca attraverso la distinzione tra “atteggiamenti verso la scienza” e “atteggiamenti scientifici”. Distinzione non di poco conto, se si pensa che questi ultimi possono essere considerati come un complesso mix di ricerca di significati, un approccio interrogativo nell'affrontare qualsiasi tematica di riflessione, una ricerca di dati e del loro significato, una tendenza alla confutazione (o alla conferma della veridicità) delle asserzioni, un rispetto della logica, etc.. Osborne, Simon e Collins (2003) associano questi aspetti “naturalmente cognitivi” al pensiero scientifico. Ben diversi sono gli atteggiamenti verso la scienza, che possono essere considerati come i sentimenti, le credenze e i valori rivolti verso un oggetto, che può essere lo scopo di una scienza, la scienza scolastica, l'impatto della scienza nella società o gli scienziati stessi. Questa ultima sequenza riassume la maggior parte dei fattori attitudinali delineati da Klopfer (1971).

Dopo i primi lavori di Gardner, la ricerca sugli atteggiamenti sulle scienze si è come divisa in due blocchi. Il primo blocco ha concepito questa tipologia di atteggiamenti non come un costrutto unitario, ma costituito da una serie di costrutti inferiori, ciascuno dei quali contribuisce in maniera variabile agli atteggiamenti complessivi individuali. Questi studi (Breakwell, Beardsell, 1992; Brown, 1976; Crawley, Black, 1992; Gardner, 1975; Haladyna, Olsen e Shaughnessy, 1982; Keys 1987; Kobbala Jr., 1995; Oliver, Simpson, 1988; Ormerod, Duckworth, 1975; Piburn, 1993; Talton, Simpson, 1986, 1987; Woolnough, 1994) hanno utilizzato una lunga lista di componenti degli atteggiamenti. Tra le principali: la percezione dell'insegnante di scienze; il livello di ansietà percepita sulle scienze; il valore delle scienze; l'autostima nelle scienze; il successo formativo nelle scienze, etc.

Il secondo blocco, considera gli atteggiamenti verso le scienze come una misura delle preferenze e dei sentimenti espressi su un particolare oggetto da parte di un individuo. Non necessariamente questo set di percezioni deve essere legato o associato ad un comportamento particolare da parte di uno studente, ma il comportamento diventa il focus principale di attenzione, piuttosto che l'atteggiamento stesso. Ad esempio, alcuni modelli di matrice psicosociale come la teoria dell'azione ragionata (TRA, *Theory of Reasoned Action*, Ajzen, Fishbein, 1980), che possiamo considerare come la base di partenza della teoria del comportamento pianificato (TPB), si focalizzano sulla distinzione tra atteggiamenti verso alcuni “oggetti”, e atteggiamenti verso specifiche azioni che possono essere “performate” attraverso e verso questi oggetti. La distinzione è la stessa che ci può essere tra atteggiamenti verso la scienza e atteggiamenti verso il fare scienze a scuola. In questo caso, secondo la TRA, sarebbero proprio gli atteggiamenti “specifici” ad essere degli ottimi predittori dei comportamenti. La teoria dell'azione ragionata è stata applicata con successo ad alcuni studi sugli atteggiamenti sulle scienze in ambito educativo (ad esempio, Crawley, Black 1992; Crawley, Coe 1990; Norwich, Duncan 1990).

Tra i fattori che influenzano gli atteggiamenti degli studenti sulle scienze, Osborne, Simon e Collins (2003) indicano due classi principali: la prima comprende fattori di tipo individuale, come il genere e le caratteristiche di personalità; mentre la

seconda si focalizza su aspetti ambientali, come gli aspetti socioeconomici, i fattori legati al contesto classe e agli insegnanti, variabili legate al curriculum, etc.

Già nei suoi primi lavori Gardner (1975) identificava le differenze di genere come la variabile più significativa legata allo sviluppo degli atteggiamenti degli studenti nei confronti delle scienze. Anche le ricerche successive hanno confermato questa visione, rafforzando l'idea che gli atteggiamenti delle bambine e delle ragazze nei confronti delle scienze siano sostanzialmente meno positivi rispetto a quelli dei bambini e dei ragazzi (ad esempio Breakwell, Beardsell, 1992; Erickson, Erickson, 1984; Harding, 1983; Hendley et al., 1996). La spiegazione principale utilizzata per questi risultati, è che sia il tipo di socializzazione culturale delle studentesse a dare loro minori opportunità di sviluppare un set completo di atteggiamenti verso le scienze. Spesso l'evidenza empirica ha trovato che una minore esposizione delle ragazze a esperienze scientifiche può portare ad una carenza nella comprensione delle scienze e quindi ad un effetto negativo sullo strutturarsi del set di atteggiamenti sulle scienze stesse.

Studi più recenti (Colley et al., 1994; Havard, 1996; Lightbody, Durndell, 1996) hanno però concretizzato l'idea che il genere, di per se stesso, influenzando sullo strutturarsi degli atteggiamenti sulle scienze, può dare solo un contributo minimale al successo formativo. Ad esempio una ricerca del 1994 di Elwood e Bomber su studenti britannici, ha evidenziato come possa accadere che le ragazze, in termini di livelli di successo formativo, possano essere allo stesso livello dei ragazzi, se non addirittura superiore, "nonostante" un set di atteggiamenti spesso non completamente positivo nei confronti delle scienze. Come sottolineano Osborne et al. (2003), rimane attualmente un enigma il perché le ragazze tendenzialmente scelgano di non perseguire una carriera scientifica anche se sono competenti e sufficientemente auto-consapevoli nelle loro capacità di successo.

Anche il ruolo giocato dall'appartenenza a differenti stratificazioni sociali rimane poco chiaro. Se i primi studi avevano tracciato una relazione positiva tra status socio-economico e atteggiamenti nei confronti delle scienze (Brown, 1976), successivamente si è passati all'individuazione di relazioni non significative o addirittura negative (bambini provenienti da classi sociali più povere avrebbero livelli di successo formativo superiori rispetto a coloro che provengono dalle classi più alte, anche in questo caso senza avere necessariamente un set di atteggiamenti completamente positivo; Breakwell, Beardsell, 1992). Ad oggi sembrano giocare un ruolo consistente nella definizione di questo tipo di atteggiamenti alcuni fattori come il supporto parentale, alcune attività extracurricolari (in particolare se legate al ruolo della figura paterna) e soprattutto il rapporto con i gruppi di pari e amici.

Un altro filone di studi si è interessato all'influenza delle attività d'aula nel consolidarsi degli atteggiamenti sulle scienze. Ad esempio gli studi di Myers e Fouts (1992) hanno dimostrato come degli atteggiamenti positivi siano strettamente legati con alti livelli di coinvolgimento dello studente all'interno della classe, con alti livelli di supporto personale da parte degli insegnanti e da parte dei compagni di classe, e soprattutto l'utilizzo di tutta una serie di metodologie didattiche attive (come i

laboratori, l'apprendimento cooperativo, etc.), che aumentano considerevolmente la partecipazione degli studenti non solo dal punto di vista dei contenuti, ma anche dell'applicazione pratica dei contenuti stessi in contesti "reali".

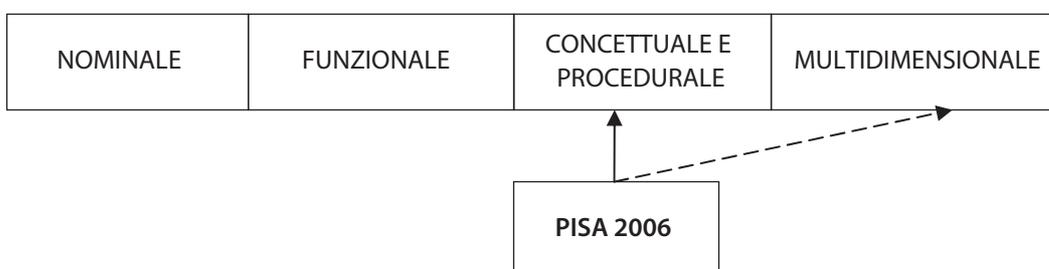
Sempre sul versante scolastico, un altro elemento che riveste un'importanza considerevole è costituito dalle caratteristiche dei curricoli. Questo è uno snodo importante se si pensa al costante progredire di proposte (potenzialmente) innovative nella riforma dei curricoli in questi ultimi decenni, nel contesto italiano così come in ambito internazionale. Studi piuttosto recenti hanno sottolineato come i curricoli di scienza più legati agli interessi "di vita quotidiana" degli studenti e alle loro effettive esperienze di vita possono influenzare una conformazione di atteggiamenti più favorevoli alle scienze (Woolnough, 1994). Da questo punto di vista, ad alcuni ricercatori è sembrato evidente come la variabile fondamentale del lavoro in classe non sia tanto la proposta strutturale in termini di curriculum, ma l'utilizzo effettivo che l'insegnante fa di questa proposta curricolare (Simpson et al., 1994). Non basta, infatti, che il curriculum preveda formalmente una serie di contenuti più legati alle realtà di vita quotidiana e al contesto culturale di appartenenza degli studenti. È necessario che il *transfer* possa avvenire secondo modalità partecipative nella didattica quotidiana, spingendo l'insegnante ad essere innovatore non solo nei contenuti, ma anche nei metodi.

3. IL FRAMEWORK PISA 2006 SUGLI ATTEGGIAMENTI

3.1 Le basi concettuali del *framework*

Come si è già detto, l'innovazione più significativa nella valutazione dell'alfabetizzazione scientifica in PISA 2006 è stata l'introduzione di una serie di item relativi alla sfera degli atteggiamenti sulla scienza e la tecnologia, non solo nel questionario generale somministrato agli studenti, ma anche all'interno delle stesse prove cognitive del test di scienze (Fensham, 2004; OECD, 2007).

Figura 3.1 - Tipologia di alfabetizzazione scientifica seguita in PISA 2006 all'interno del modello continuo proposto da Bybee (1997)



L'attenzione che l'indagine pone sugli atteggiamenti nei confronti della scienza si fonda sulla convinzione che la *literacy scientifica* di una persona comprenda anche gli atteggiamenti e le convinzioni, gli orientamenti motivazionali, il senso di autoefficacia, i valori e le azioni pianificate e compiute, in un quadro di tipo multidimensionale (Figura 3.1). Un obiettivo fondamentale dell'educazione scientifica diventa, dunque, la promozione di una serie di atteggiamenti che possano, da una parte, promuovere un maggiore interesse per le tematiche scientifiche, e dall'altra, l'acquisizione e l'applicazione della conoscenza scientifica e tecnologica per lo sviluppo personale e sociale dell'individuo (Fensham, 2004).

L'inclusione di una rilevazione degli atteggiamenti e di altre variabili di tipo psicosociale in PISA 2006 si basa sui lavori già citati di Klopfner (1976). Partendo da tassonomie già all'epoca consolidate in ambito educativo per quanto riguarda gli obiettivi educativi (ad esempio Krathwohl, Bloom e Masia, 1964), l'autore concentra la sua attenzione su quello che definisce "ambito affettivo" dell'educazione scientifica. Gli elementi fondamentali sono, da una parte, il processo di internalizzazione attraverso il quale un fenomeno o un valore legati all'apprendimento delle scienze diventano successivamente parte integrante dell'individualità della persona; dall'altra, la stretta connessione tra la conoscenza sempre più approfondita dei fenomeni che stanno alla base delle scienze e del pensiero scientifico, e una serie di comportamenti "applicativi" di questa conoscenza da parte dell'individuo. All'incrocio tra categorie di fenomeni e categorie di possibili comportamenti individuali, prende forma una sequenza di obiettivi di apprendimento, che variano dai più semplici (ad esempio "lo studente è sensibile al canto degli uccelli"), ai più complessi, legati alle scelte valoriali e atteggiamenti (ad esempio "lo studente preferisce costantemente concentrare la propria attenzione su contenuti scientifici piuttosto che su altri contenuti, se ne ha libera possibilità di scelta").

Oltre ai lavori di Klopfner, il *framework* sugli atteggiamenti di PISA 2006 è più o meno esplicitamente basato su numerosi articoli di ricerca, in parte già citati, sugli atteggiamenti nei confronti delle scienze (Gardner, 1975, 1994; Gauld e Hukins, 1980; Blosser, 1984; La Forgia, 1988; Schibeci, 1984). In particolare, i lavori di Gardner si concentrano sull'approfondimento di variabili come l'interesse, la soddisfazione e il divertimento (Gardner, 1975; anche se forse l'originale inglese *enjoyment* rende meglio l'idea di questo concetto).

La rilevazione degli atteggiamenti verso le scienze di PISA 2006 è basata su un focus valutativo in tre aree specifiche: interesse per la scienza, sostegno alla ricerca scientifica e responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente. Segue una ulteriore declinazione delle tre macro-aree, così come indicato nel *framework* originale di PISA 2006 (OECD, 2007).

Interesse per la scienza

- Esprimere curiosità nei confronti della scienza e di questioni e sfide di carattere scientifico.
- Dimostrare la volontà di acquisire ulteriori conoscenze e abilità scientifiche, servendosi di una pluralità di metodi e di risorse.

- Dimostrare la volontà di andare in cerca di informazioni e di avere un interesse non sporadico per le scienze, anche prendendo in considerazione una futura professione in ambito scientifico.

Ricorso a forme di ragionamento scientifico³

- Riconoscere l'importanza di prendere in considerazione prospettive e argomentazioni scientifiche differenti.
- Sostenere il ricorso a informazioni fattuali e a spiegazioni razionali.
- Manifestare la necessità di adottare processi logici rigorosi per trarre conclusioni.

Responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente

- Mostrare di sentirsi responsabili in prima persona del mantenimento di un ambiente sostenibile.
- Dimostrare consapevolezza rispetto alle conseguenze sull'ambiente delle azioni individuali.
- Dimostrare la volontà di agire per conservare le risorse naturali.

Tali aree sono state scelte poiché offrono un quadro dell'idea che gli studenti hanno della scienza, di quali siano i loro atteggiamenti e i loro valori rispetto alla scienza in particolare e di quale responsabilità dimostrino nei confronti di specifici problemi in contesti "reali". Non si tratta dunque di un riferimento alla percezione e al vissuto degli studenti nei confronti dei programmi scolastici delle scienze, o nei confronti delle attività dei singoli insegnanti. Si tratta invece di riferimenti a caratteristiche della vita quotidiana, sulle quali la possibilità di avere un'opinione consolidata o un atteggiamento positivo, potrebbe influire sulla qualità della *literacy scientifica*.

Per quanto riguarda il rapporto tra interessi nei confronti della scienza e relativo rendimento scolastico (o alla scelta dei percorsi scolastici e professionali), dopo circa quattro decenni di riflessioni e ricerche empiriche, il quadro non è ancora del tutto chiaro, soprattutto in termini di modelli causali complessi (Acevedo, 2006; Osborne, Simon e Collins, 2003). Si è deciso comunque di considerare questo aspetto in PISA 2006, raccogliendo informazioni sull'impegno degli studenti nei confronti di problemi sociali legati alla scienza, sulla loro disponibilità ad acquisire conoscenze e abilità di tipo scientifico e sul loro prendere in considerazione una professione in ambito scientifico.

Il ricorso a forme di ragionamento scientifico è comunemente considerato un obiettivo fondamentale dell'insegnamento scientifico e si è deciso dunque di inserirlo all'interno della rilevazione. Anche in questo caso i lavori di Klopfner (1971, 1976) sono da considerarsi le fonti principali di ispirazione. Questa seconda macro-area

³ Nonostante l'etichetta originale presente nella versione italiana del *framework* PISA (OECD, 2006) sia "Sostegno alla ricerca scientifica", ci sembra più opportuno, e meno fuorviante, l'utilizzo di questa etichetta, nel pieno rispetto comunque delle intenzioni degli autori della versione italiana del *framework*.

contiene costrutti simili a quello di “adozione di atteggiamenti scientifici” definito da Klopfer (1971). Infatti, apprezzamento e sostegno nei confronti della ricerca scientifica presuppongono che lo studente, nel momento in cui si trova ad affrontare situazioni reali connesse alla scienza, dia valore alle modalità scientifiche di raccogliere dati, al pensiero creativo, al ragionamento logico, al rispondere in modo critico e al comunicare le conclusioni a cui si arriva. In PISA 2006, quest’area comprende anche il fare ricorso a dati di fatto (e a conoscenze) per prendere decisioni e il considerare importanti la logica e la razionalità per arrivare a formulare conclusioni.

La responsabilità nei confronti delle risorse e dell’ambiente non è soltanto oggetto di preoccupazione a livello internazionale, ma riveste anche un’importanza di tipo economico. Anche in questo caso, gli atteggiamenti in tale area sono stati materia di approfondite ricerche sin dagli anni ’70 (Bogner e Wiseman, 1999; Eagles e Demare, 1999; Weaver, 2002; Rickinson, 2001). Il *framework* PISA 2006 argomenta le proprie scelte anche in base ad un interesse normativo a livello internazionale su queste tematiche. Nel dicembre 2002, infatti, l’assemblea Generale delle Nazioni Unite ha adottato la risoluzione 57/254, che ha proclamato, a partire dal 1 gennaio 2005, il Decennio dell’Educazione allo Sviluppo Sostenibile dell’ONU (UNESCO, 2003). Lo schema internazionale d’Implementazione per il Decennio delle Nazioni Unite dell’Educazione per lo Sviluppo Sostenibile (UNESCO 2005) individua l’ambiente come una delle tre sfere della sostenibilità (accanto alla società – ivi compresa la cultura – e all’economia) che dovrebbero entrare a far parte di tutti i programmi per lo sviluppo sostenibile.

Riassumendo, l’indagine PISA 2006 ha affrontato questa serie di problematiche includendo nel questionario studente:

- domande sugli atteggiamenti degli studenti in maniera non contestualizzata in tutte e tre le aree: interesse per la scienza, sostegno alla ricerca scientifica e responsabilità nei confronti delle risorse e dell’ambiente.
- Domande che riguardano il coinvolgimento degli studenti nelle discipline scientifiche (ad esempio autoefficacia, il piacere di studiare le scienze e la frequenza di attività scientifiche extrascolastiche), nonché il punto di vista degli studenti sul valore che le scienze assumono nella loro vita (ad esempio, rispetto alle scelte future di studio o di lavoro) e nella società (ad esempio vantaggi di carattere sociale ed economico).

Gli item contestualizzati, invece, sono utilizzati per rilevare l’interesse e sapere qualcosa di più sugli argomenti scientifici proposti e il sostegno nei confronti della ricerca scientifica. Gli item contestualizzati costituiscono un valore aggiunto per la rilevazione in quanto forniscono dati riguardo a eventuali differenze fra gli atteggiamenti degli studenti rilevati in un determinato contesto o al di fuori di un contesto, a possibili differenze fra un contesto e un altro e all’eventuale correlazione tra atteggiamenti e prestazioni relativi alla stessa prova. Un aspetto dell’interesse per la scienza (e più precisamente l’interesse a saperne di più sugli argomenti trattati) e del

sostegno alla ricerca scientifica è stato rilevato nel test grazie agli item inseriti nelle prove e relativi a temi di carattere personale, sociale e globale.

3.2 Alcuni esiti dell'applicazione del *framework* PISA 2006 sugli atteggiamenti

Anche se l'edizione 2009 di PISA è ormai alle porte, non sono ancora frequenti i report di ricerca o i lavori empirici pubblicati su riviste internazionali che hanno approfondito questo aspetto con lavori dedicati. La maggior parte dei lavori pubblicati sugli atteggiamenti e il livello di partecipazione percepita sono a carattere descrittivo, sfruttando una serie di confronti tra alcune variabili indipendenti (come tipologia scolastica, gruppo etnico di appartenenza, status socioeconomico delle famiglie, etc.) e la variabile dipendente per eccellenza in PISA, cioè il punteggio medio nelle varie *literacy* considerate (scienza, matematica e lettura).

Il report della Nuova Zelanda (Caygill, 2008), (l'unico lavoro con un approfondimento consistente sugli atteggiamenti che, al momento della redazione di questo capitolo, è stato rilasciato e reso disponibile sulla rete) che mantiene questa struttura descrittiva, presenta una serie di risultati interessanti sugli atteggiamenti e il livello di partecipazione dei studenti quindicenni neozelandesi. Per quanto riguarda la dimensione "interesse, divertimento e motivazione", circa due terzi dei quindicenni percepisce una forma di interesse per l'apprendimento delle scienze, considerandolo, allo stesso tempo di possibile utilità per loro in futuro. Dall'altra parte, solo quattro studenti su dieci desiderano una carriera legata al mondo delle scienze, e meno di un quarto si aspetta di lavorare in ambito scientifico intorno ai trent'anni. Per quanto riguarda la percezione delle proprie abilità scientifiche, gli studenti con punteggi alti in questa dimensione mostrano un livello di performance migliore nella *literacy scientifica* rispetto ai loro compagni con punteggi più bassi.

Sui valori legati alle scienze, la maggior parte degli studenti neo-zelandesi attribuisce una grande importanza alla scienza per la società e ritengono che gli sviluppi in questo gruppo di discipline siano decisivi. Una quota decisamente minore di studenti neozelandesi pensa che la scienza possa in qualche modo influire nella loro vita attuale. Anche in questo caso, gli studenti con maggior punteggio su questo insieme di variabili dimostra di avere un rendimento maggiore nella *literacy scientifica*. Per quanto riguarda i livelli previsionali, una buona fetta di studenti si sente preoccupata sull'eventuale mancato miglioramento delle condizioni ambientali, in modo maggiore rispetto alla maggior parte degli altri paesi OECD. Questa consapevolezza ambientale è associata positivamente, nel contesto neo-zelandese, con migliori performance degli studenti. Per quanto riguarda il ruolo di alcune variabili di sfondo, come il genere e l'appartenenza etnica, se i maschi sembrano avere una maggiore auto-consapevolezza per quanto riguarda il proprio apprendimento delle scienze, le quindicenni femmine neozelandesi dimostrano maggiori livelli di preoccupazione per le sorti ambientali. Il principale gruppo etnico, i Māori, sembrano situarsi nelle scale più basse per quanto riguarda il loro coinvolgimento con le scienze, la propria auto-percezione e i propri valori attribuiti, sia a livello personale che sociale.

4. ATTEGGIAMENTI E COINVOLGIMENTO NEI CONFRONTI DELLE SCIENZE DEI QUINDICENNI TARENTINI

In linea con i requisiti minimi presenti nella riportistica internazionale (all'interno del circuito OECD e nelle pubblicazioni su riviste di settore), il presente lavoro di analisi verrà strutturato in due parti sequenziali.

Una prima parte verrà dedicata all'esplorazione, alla descrizione e alla sintesi dei dati delle scale considerate (EDS; Di Franco, 2001). Nello specifico verrà effettuata una prima analisi di affidabilità delle scale per ciascuna macro-area (raggruppate in termini di vicinanza semantica), attraverso il semplice test statistico Alfa di Cronbach. Nella fase successiva si esploreranno le scale (sempre per ciascuna macro-area) attraverso un'analisi delle componenti principali, per verificarne la tenuta e, eventualmente, ridurre e/o modificare l'appartenenza di item per ciascuna scala.

Nella seconda parte, che può essere definita come il "core" di questo tipo di analisi, verranno presentati i risultati per ciascuna scala, incrociando una serie di indici costruiti dalle scale prese in considerazione, con i *plausible values*⁴ nella *literacy scientifica* (considerata come la variabile dipendente più significativa). In aggiunta verranno presi in considerazione la tipologia di scuola e lo status socio-economico della famiglia di appartenenza. Per gestire al meglio i calcoli con il complesso sistema di pesi previsto per PISA 2006, una parte delle analisi verrà effettuata con un software dedicato, AM Statistical Software dell'*American Institute for Research*,⁵ software *freeware* per la gestione dei dati e di analisi complesse di indagini campionarie di grandi dimensioni (come appunto PISA e TIMSS), in grado di effettuare le principali procedure di replicazione dei pesi (come Jackknife, Balanced Repeated Replication method e la variante Fay). Nello specifico, per la replicazione dei pesi per il calcolo degli errori standard verrà utilizzata la variante Fay del BBR, così come indicato nel manuale di analisi dei dati di PISA (OECD, 2003).

4.1 L'esplorazione delle scale scelte per l'analisi

Per l'analisi delle variabili psico-sociali del dataset trentino presenti in PISA 2006, sono state utilizzate le scale presenti nel questionario studenti, come indicato nella tab. 3.1.

⁴ I *plausible values* possono essere considerati come una stima della misura di una particolare abilità di uno studente. Sono dei valori che "incorporano" dei punteggi individuali a dei test e che hanno approssimativamente la stessa distribuzione del tratto "latente" che è stato misurato.

⁵ Sviluppato dal National Centre of Education Statistics del Dipartimento dell'Educazione degli Stati Uniti d'America. Sito web del software <http://am.air.org/>.

Tabella 3.1. – Scale considerate per l'analisi

Scala	Nr item	Alfa di Cronbach
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici	8	.816
Piacere percepito nell'imparare contenuti scientifici	5	.892
Motivazione strumentale nell'imparare contenuti scientifici	5	.891
Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche	4	.908
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico (imparare rapidamente, imparare concetti complessi, ecc.)	6	.898
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico (riconoscere questioni scientifiche, spiegare perché alcuni terremoti sono più frequenti in alcuni territori, ecc.)	8	.772
Valore generale attribuito alla scienza	5	.694
Valore personale attribuito alla scienza	5	.748
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali (effetto serra, OGM, piogge acide, ecc.)	5	.744
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali (carezza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	6	.694
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali (carezza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	6	.767
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme (controllo emissioni gas, smaltimento rifiuti, fonti rinnovabili, ecc.)	7	.730

Le prime quattro scale si riferiscono al raggruppamento concettuale composto da “interessi, divertimento e motivazione in riferimento alle scienze”. Le due successive possono essere comprese all'interno del set di variabili sulle “credenze nelle proprie abilità nelle scienze”. Le due successive sono dedicate ai valori percepiti (personali e sociali) riguardo alle scienze. Mentre le ultime quattro scale si riferiscono al rapporto tra la *literacy scientifica* e l'ambiente.

Tabella 3.2. – Matrice dei componenti ruotata (Varimax) per la soluzione a quattro fattori degli item delle scale del primo raggruppamento

	1 Sci future	2 Sci enjoiment	3 Sci future	4 Sci interest
Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche 1	,787			
Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche 2	,775			
Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche 3	,768			
Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche 4	,756			
Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche 5	,707			
Piacere percepito nell'imparare contenuti scientifici 1		,755		
Piacere percepito nell'imparare contenuti scientifici 2		,751		
Piacere percepito nell'imparare contenuti scientifici 3		,748		
Piacere percepito nell'imparare contenuti scientifici 4		,748		
Piacere percepito nell'imparare contenuti scientifici 5		,691		
Motivazione strumentale nell'imparare contenuti scientifici 1			,808	
Motivazione strumentale nell'imparare contenuti scientifici 2			,800	
Motivazione strumentale nell'imparare contenuti scientifici 3			,786	
Motivazione strumentale nell'imparare contenuti scientifici 4			,744	
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici 1				,358
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici 2				,719
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici 3				,684
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici 4				,633
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici 5				,624
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici 6				,585
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici 7				,547
% di varianza spiegata	17%	16,8%	15,6%	14,6%

L'Alfa di Cronbach riportato in tabella varia da un minimo di ,694 ad un massimo di ,908, indicando una accettabile-buona coerenza interna complessiva delle scale. Una successiva analisi delle componenti principali sui 22 item che compongono le prime quattro scale ha evidenziato la struttura fattoriale riportata in tabella 3.2. Gli indici statistici ottenuti sono tutti soddisfacenti: l'analisi delle saturazioni fattoriali ha rivelato una collocazione chiara item-fattore con coefficienti abbondantemente

superiori a .30; la misura di adeguatezza campionaria (Kaiser-Meyer-Okin) è ottima, .938, decisamente sopra il valore raccomandato di .6 (Kaiser, 1970, 1974); il test di sfericità di Barlett (Barlett, 1954) è risultato significativo.

I quattro componenti principali individuati coincidono con le scale previste, e spiegano in maniera cumulata il 64% circa della varianza. L'unico dato ambiguo, è l'item "Chemistry" della scala Sci interest, "conteso" tra il terzo e il quarto componente. Si è deciso comunque di lasciare questo item nel quarto fattore per la costruzione degli indici nella fase successiva dell'analisi.

La stessa procedura è stata ripetuta per la seconda serie di scale. Anche in questo caso, le saturazioni fattoriali, l'adeguatezza campionaria (.907) e la sfericità sono risultati ottimali. L'analisi delle componenti principali ha confermato la presenza di due fattori principali che spiegano complessivamente il 50,4% della varianza (tab. 3.3).

Tabella 3.3. – Matrice dei componenti ruotata (Varimax) per la soluzione a due fattori degli item delle scale del secondo raggruppamento

	Componente	
	1 Learning	2 Sci tasks
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico 1	,830	
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico 2	,823	
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico 3	,822	
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico 4	,807	
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico 5	,764	
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico 6	,728	
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico 1		,669
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico 2		,665
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico 3		,658
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico 4		,654
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico 5		,611
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico 6		,578
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico 7		,508
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico 8		,480
% di varianza spiegata	28,3%	22,1%

Le due scale sui valori compongono il terzo raggruppamento. Ottimi presupposti psicometrici per l'analisi delle componenti principali, come per le scale precedenti. Anche in questo caso si riscontra la tenuta degli item delle scale all'interno di due fattori (totale di varianza spiegata 48,5%). In realtà il responso dell'analisi delle componenti principali rende più problematica la differenziazione tra le due scale (bisogna ricordare che nel questionario le due scale si valori vengono presentate nella stessa sequenza di item, in ordine casuale). Come si può notare dalla tab. 3.4, la composizione in due fattori rimane piuttosto definita, con una coppia di item che sembrano saturare principalmente nel primo fattore, dedicato alle componenti valoriali personali. Anche in questo caso però, si può mantenere la suddivisione originaria, visto che comunque le proprietà psicometriche sono accettabili per supportare tale decisione. L'impressione è che i due fattori abbiano una consistente

fetta di sovrapposizione, che si riflette in alcuni item (nello specifico “*Value to society*” e “*Natural world*”).

Tabella 3.4. – Matrice dei componenti ruotata (Varimax) per la soluzione a due fattori degli item delle scale del terzo raggruppamento

	Componente	
	1 Sci value personal	2 Sci value social
Valore personale attribuito alla scienza 1	,760	
Valore personale attribuito alla scienza 2	,713	
Valore personale attribuito alla scienza 3	,699	
Valore personale attribuito alla scienza 4	,678	
Valore personale attribuito alla scienza 5	,540	,371
Valore personale attribuito alla scienza 6	,535	
Valore generale attribuito alla scienza 1	,535	,385
Valore generale attribuito alla scienza 2		,737
Valore generale attribuito alla scienza 3		,732
Valore generale attribuito alla scienza 4		,702
% di varianza spiegata	29%	19,5%

L’ultimo raggruppamento è sicuramente uno dei più affollati, in termini di numero di item presenti nelle scale. Si ha la conferma delle condizioni di esecuzione dell’analisi (misura di adeguatezza campionaria .812; test di sfericità significativo), e si ottiene la seguente disposizione degli item in quattro componenti principali (varianza spiegata pari a 43,5%, tab. 3.5).

Tabella 3.5. – Matrice dei componenti ruotata (Varimax) per la soluzione a quattro fattori degli item delle scale del quarto raggruppamento

	Componente			
	1 Sci future	2 Sci enjoyment	3 Sci future	4 Sci interest
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali	,720			
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali	,712			
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali	,696			
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali	,674			
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali	,650			
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali	,580			
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme 1		,711		
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme 2		,658		
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme 3		,623		
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme 4		,612		
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme 5		,584		
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme 6		,514		
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme 7		,478		
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali 1			,712	
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali 2			,708	
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali 3			,693	
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali 4			,650	
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali 5			,649	
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali 1				,704
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali 2				,687
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali 3				,667
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali 4				,638
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali 5				,540
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali 6				,446
% di varianza spiegata	11,7%	11,5%	10,4%	9,9%

In questo ultimo caso si conferma la chiarezza nella differenziazione tra i fattori, che saturano in maniera consistente nei quattro sottoraggruppamenti, uno per ogni singola scala. Si può dunque procedere con la seconda parte dell'analisi, consistente nella creazione di indici per ciascuna scala (mantenendo integro il numero e il tipo di item originariamente previsto), per passare poi al matching delle singole modalità degli indici con i *plausible values* nella *literacy scientifica*.

4.2 L'influenza degli atteggiamenti sulla *literacy scientifica*

Il seguente paragrafo sarà organizzato in modo tale da consentire, da una parte, un'agevole lettura delle distribuzioni di risposta per ciascuna scala, soprattutto per quanto riguarda le alternative positive delle stesse scale (per rappresentare, ad esempio, un grado di accordo complessivo dei rispondenti alle singole affermazioni); dall'altra si cercherà, attraverso gli indici, di evidenziare il rapporto tra alcune variabili di sfondo e le performances nella *literacy scientifica* dei quindicenni trentini. Come già accennato, ciascuna scala è stata successivamente "collassata" in un indice rappresentativo della stessa, in termini di distribuzione dei soggetti nelle differenti modalità di risposta.

Nella maggior parte dei casi ogni indice è stato costruito prendendo in considerazione i quartili della distribuzione come punti divisori tra le diverse modalità di risposta, in modo tale che i soggetti compresi nel quartile più basso possono essere considerati come (a seconda dei casi) i meno d'accordo, o i meno interessati, oppure i meno in grado di compiere delle azioni, etc.; dall'altra parte, i soggetti compresi nel quartile più alto sono quelli con il maggior grado di interesse, di accordo, etc. Tra i due estremi, le due modalità intermedie segnano, appunto, la presenza di due alternative moderate rispetto alle collocazioni superiori e inferiori degli altri soggetti. Bisogna precisare che gli studenti compresi nel quartile più basso non necessariamente sono in disaccordo con tutte le affermazioni "collassate" all'interno dell'indice generale. Essi sono, piuttosto, meno propensi ad esprimere il proprio accordo in generale rispetto alle loro "controparti" del quartile più elevato, che invece hanno dato prevalentemente una rappresentazione molto positiva rispetto ai propri atteggiamenti e opinioni.

Per questioni di spazio e di facilità di lettura non tutte le scale considerate verranno mostrate e commentate in questa sezione. In base al maggiore livello di affidabilità delle scale (tab. 3.1), verranno prese in considerazione, per ciascun raggruppamento del *framework*, le prime due che hanno un valore di alfa maggiore, mentre le altre verranno riassunte in *Allegato*, sia per quanto riguarda le distribuzioni sulla sequenza degli item, che per l'incrocio tra le modalità degli indici e i punteggi medi dei *plausible values* nella *literacy scientifica*.

Riprendiamo la sequenza delle scale riportata in tab. 3.1. Nel primo raggruppamento le scale con una maggiore consistenza interna sono la scala Sci future e la scala Sci enjoyment. Vediamo prima le distribuzioni per ciascun item nelle modalità positive, a seguire il grafico con i *plausible values* nella *literacy scientifica*.

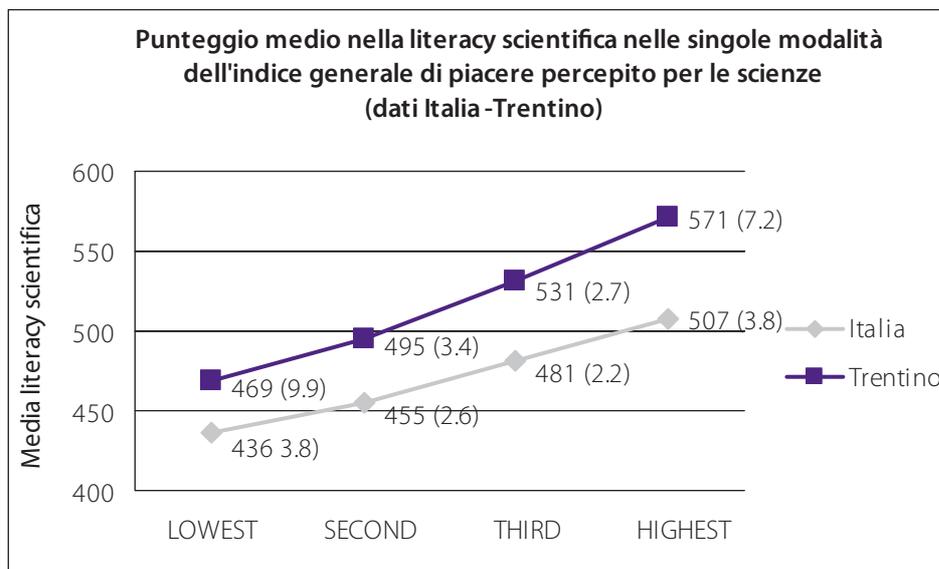
Tabella 3.6. – Porzione di studenti trentini (confrontata con la media Italiana e la media OECD) che dichiarano un livello di piacere e partecipazione percepito per le scienze alto o medio (dati in %)

	Trentino	Italia	Media OECD
Di solito quando imparo argomenti di scienze mi diverto	58	61	63
Mi piace leggere di argomenti scientifici	54	58	50
Sono soddisfatto/a quando affronto problemi di scienze	53	56	43
Mi diverte acquisire nuove conoscenze scientifiche	70	72	67
Mi interessa imparare argomenti che riguardano le scienze	70	73	63

La tabella 3.6, e questa sarà la modalità standard di rappresentazione delle distribuzioni di frequenza, riassume i raggruppamenti di studenti trentini, italiani e di area OECD che hanno dato risposte positive (in termini di grado di accordo o disaccordo) alla richiesta di accordo o disaccordo con le affermazioni contenute nella scala. Si può notare come, per entrambi i tre raggruppamenti (Trentino, Italia e OECD) il maggior livello di piacere e partecipazione è per l'acquisizione di nuove conoscenze scientifiche e per l'apprendimento di argomenti che riguardano le scienze. Rimane sottostimato il livello di soddisfazione percepita nell'affrontare problemi di scienze, cioè nel passaggio performativo e applicativo degli atteggiamenti positivi nei confronti delle scienze.

Rispetto al modello di Klopfer (1976), viene attribuita una connotazione meno positiva alla rappresentazione dell'indagine scientifica, non intesa in senso stretto, ma in quando atteggiamento tipico, quasi una sorta di *habitus*, che lo studente può avere nell'approcciarsi ai problemi della vita reale, e a quelli scientifici in particolare. È interessante notare come, nello schema di Klopfer, uno dei punti chiave del consolidarsi di una struttura di atteggiamenti positivi nei confronti delle scienze, è proprio la maturazione di una consapevolezza che "il lavoro sperimentale nelle scienze è spesso lungo, tedioso e impegnativo" (Klopfer, 1976, p. 311).

Figura 3.2



In Figura 3.2 gli andamenti dei *plausible values* nella *literacy scientifica*, rispetto all'indice generale di piacere e partecipazione nell'apprendimento delle scienze, ci danno un'immagine che si ripeterà spesso nelle scale successive. I due quartili inferiori mostrano minori differenze significative tra gli studenti trentini e gli italiani, nonostante i punteggi dei primi siano tendenzialmente superiori. Le differenze si fanno più compatte nel terzo e nell'ultimo quartile, nel quale è molto probabile che uno studente medio trentino, che ha dato prevalentemente delle rappresentazioni positive dei propri atteggiamenti, possa raggiungere un punteggio di 571 (e.s. 7.2) nella *literacy scientifica*.

Giusto per dare un'idea, in base alle indicazioni del *framework* PISA 2006, un punteggio di uno studente che si situa intorno ai 550 punti permette di inferire, con un buon grado di probabilità, che lo studente stesso è in grado di servirsi di conoscenze scientifiche per fare previsioni o per fornire spiegazioni, di distinguere le domande alle quali è possibile rispondere attraverso l'indagine scientifica e/o di individuare nel dettaglio gli elementi che caratterizzano un'indagine scientifica. È in grado, inoltre, di selezionare le informazioni pertinenti tra più informazioni – o più concatenazioni logiche – tra loro contrapposte per trarre o valutare conclusioni. Si tratta dunque di un livello piuttosto sofisticato di *literacy* che, anche se non è il più elevato (cioè intorno ai 690 punti), consente allo studente una buona performance cognitiva complessa sulle informazioni che ha a disposizione. Lo stacco in questa porzione dell'indice è considerevole tra il campione italiano e quello trentino, circa 70 punti.

L'altra scala compresa nel primo raggruppamento è riferita alla motivazione orientata al futuro per quanto riguarda l'apprendimento delle scienze (tab. 3.9). Anche in questo caso la scala chiede il livello di accordo su quattro punti ad una serie di affermazioni. Il primo aspetto di rilievo che si nota nei dati in tabella è l'entità

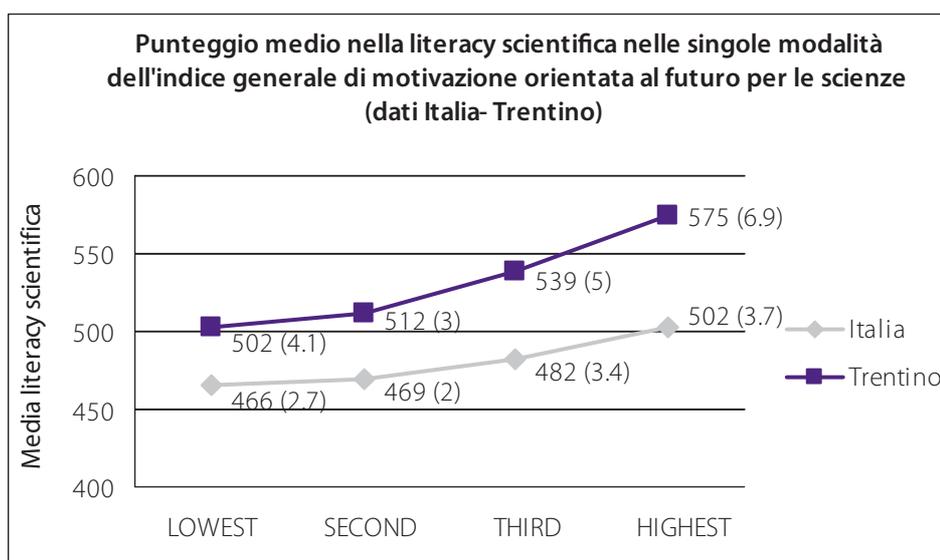
(bassa) dei valori: il Trentino in questo caso si trova appaiato alla media OECD, lievemente sotto la media italiana, con un orientamento al futuro minimo per quanto riguarda la possibilità, per gli studenti, di dedicarsi alle scienze ad alto livello (il 20% dei quindicenni trentini ha risposto d'accordo o molto d'accordo).

In tutti e tre i raggruppamenti, il maggiore livello di accordo è per l'affermazione riferita alla possibilità di svolgere una professione in ambito scientifico (43% per il Trentino). Evidentemente questo non significa in automatico “fare lo scienziato”, visto che il grado di accordo con le affermazioni più prossime a questa visione (ad esempio “lavorare su progetti scientifici”) hanno avuto un supporto più basso quasi della metà (26% per il Trentino). Interessante anche il dato riferito alle intenzioni di scelta universitaria degli studenti: “solo” il 29% si dichiara convinto in una sua futura scelta di un percorso scientifico post-diploma.

Tabella 3.7. – Distribuzione degli studenti trentini (confrontata con la media Italiana e la media OECD) sulle differenti modalità positive delle variabili sulla motivazione orientata al futuro nell'apprendimento delle scienze (dati in %)

	Trentino	Italia	Media OECD
Mi piacerebbe svolgere una professione in ambito scientifico	43	47	37
Mi piacerebbe studiare scienze dopo il diploma	29	33	31
Nella mia vita mi piacerebbe dedicarmi alle scienze ad alto livello	20	24	21
Quando sarò adulto/a vorrei lavorare su progetti scientifici	26	30	27

Figura 3.3



Il grafico in Figura 3.3 ripropone andamenti simili agli indici precedenti, e cioè differenze un po' più contenute tra media trentina e media italiana nei quartili più

bassi, che aumenta con il passaggio al quartile più elevato. In quest'ultimo è molto probabile che il punteggio medio di uno studente trentino con una elevata propensione al futuro per quanto riguarda il ruolo delle scienze nella professione sia di 575 (e.s. 6.9), rispetto ad uno stesso studente italiano, che si ferma a 502 (e.s. 2). Anche in questo caso gli studenti trentini che hanno espresso dei giudizi positivi in questa scala si situano al di sopra della soglia dei 550 punti. Ricordiamo che il valore espresso (575) è un valore medio, il che significa che non è il più elevato compreso all'interno del quartile.

Le due scale successive, e gli indici relativi, sono inseribili all'interno del raggruppamento "credenze nelle proprie abilità nelle scienze". Nella prima scala considerata (tab. 3.8), si chiede ai ragazzi di pensare alla propria esperienza nell'apprendimento dei contenuti delle materie scientifiche e di dare il proprio grado di accordo nella scala a quattro punti, per ciascuna affermazione successiva.

Tabella 3.8. – Distribuzione degli studenti trentini (confrontata con la media Italiana e la media OECD) sulle differenti modalità positive delle variabili riguardanti la propria auto-percezione sull'apprendimento delle scienze (dati in %)

	Trentino	Italia	Media OECD
Per me è facile imparare i contenuti più complessi delle materie scientifiche	43	49	47
In genere riesco a dare risposte corrette alle interrogazioni o ai compiti in classe delle materie scientifiche	68	72	65
Imparo velocemente i contenuti delle materie scientifiche	49	53	56
I contenuti delle materie scientifiche mi risultano facili	41	45	47
Quando mi spiegano i contenuti delle materie scientifiche capisco i concetti molto bene	50	58	59
Comprendo con facilità nuove nozioni di materie scientifiche	47	52	55

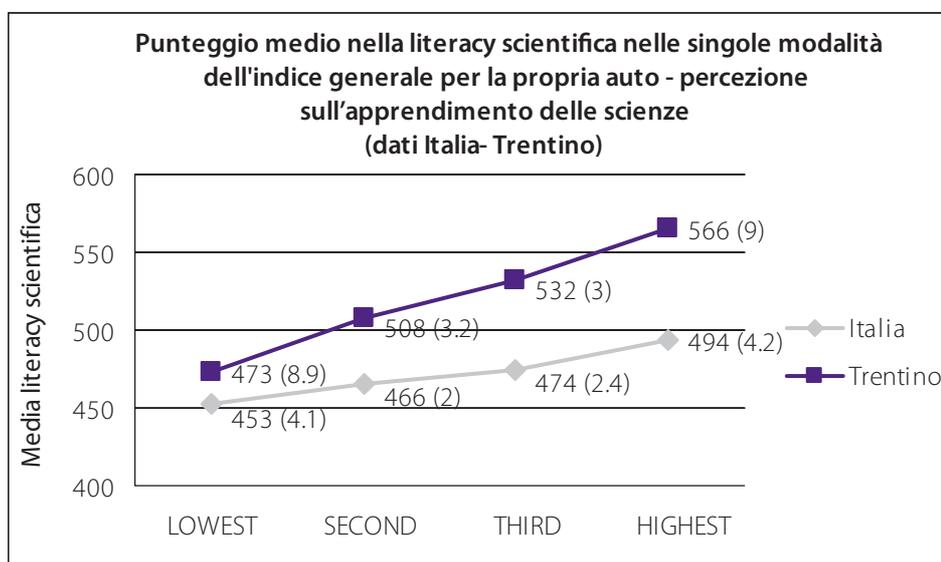
In questo caso, più di due terzi degli studenti trentini (68%) si descrive come molto efficace nelle interrogazioni e nei compiti che riguardano le materie scientifiche. La metà si descrive come assolutamente in grado di comprendere i concetti scientifici durante le spiegazioni, anche se "solo" più di un terzo (41%) considera facili i contenuti delle materie scientifiche. La situazione è abbastanza simile nei tre raggruppamenti, con il campione trentino tendenzialmente al di sotto della media italiana e dei paesi di area OECD.

La Figura 3.4 traspare i rendimenti nelle prove cognitive di scienze con i quartili della distribuzione degli studenti italiani e trentini, nell'indice di autoefficacia percepita sullo studio delle scienze. Il quartile più basso da delle esigue differenze significative tra le due distribuzioni. Visti gli errori standard è piuttosto probabile che gli studenti trentini si situino molto vicini alla media nazionale in questo caso. È opportuno ricordare che un punteggio intorno ai 400 punti rappresenta degli studenti in grado di richiamare alla mente semplici conoscenze fattuali di carattere

scientifico – ad esempio nomi, cifre, termini e semplici regole – e di servirsi di comuni conoscenze scientifiche per trarre o valutare conclusioni.

Il trend però prosegue in maniera difforme tra studenti italiani e trentini nei quartili successivi, con una differenza sempre maggiore nei quartili più alti. La distribuzione italiana su questo indice ha uno span complessivo di circa 40 punti, mentre quella trentina viaggia sui 90, differenza consistente che riesce a dare la cifra delle performance tra i poli opposti, negativo-positivo, sugli atteggiamenti sulle scienze. In questo caso è probabile che uno studente trentino che si dichiara molto efficace nello studio delle scienze abbia un punteggio medio di 566 (e.s. 9), rispetto al corrispettivo italiano, che scende sotto la soglia dei 500, fermandosi a 494 (e.s. 4.2).

Figura 3.4

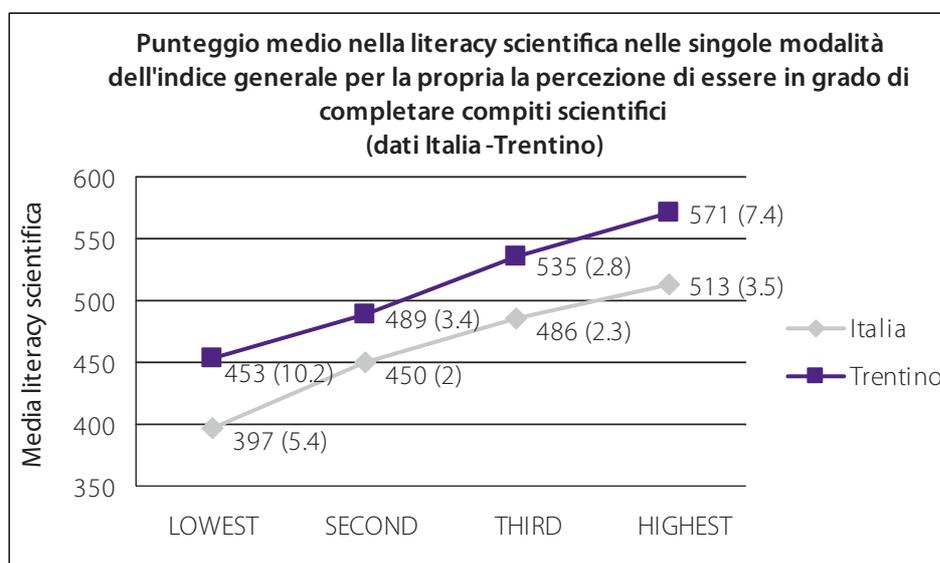


La seconda scala compresa in questo secondo raggruppamento è dedicata all'efficacia percepita dagli studenti nell'esecuzione di compiti scientifici (tab. 3.9). In questo caso viene chiesto ai ragazzi di dare una stima (in termini di "ci riuscirei facilmente" vs "non ci riuscirei") attraverso questa domanda: "in quale misura pensi ti sarebbe facile svolgere da solo/a i seguenti compiti? In assoluto l'ambito in cui gli studenti trentini si sentono più "self-confident" è quello dei terremoti (76% si definisce in grado di riuscire e di riuscire facilmente a spiegare questo fenomeno). Interessante il fatto che una discreta quota di studenti (67%, comunque sotto la media italiana e OECD) si percepisca performante nella comprensione delle domande scientifiche su un problema medico pubblicato su riviste non specializzate. Mentre la cura con antibiotici e il ruolo critico giocato da nuove prove nella spiegazione della vita su Marte sono gli ambiti dove meno della metà degli studenti trentini si sentono a proprio agio.

Tabella 3.9. – Distribuzione degli studenti trentini (confrontata con la media Italiana e la media OECD) sulle modalità positive delle variabili riguardanti la percezione di essere in grado di completare compiti scientifici (dati in %)

	Trentino	Italia	Media OECD
Capire quali sono le domande scientifiche che sono alla base di un articolo di giornale su un problema medico	67	69	73
Spiegare perché i terremoti avvengono più spesso in certe aree piuttosto che in altre	76	76	76
Descrivere la funzione degli antibiotici, nella cura delle malattie	43	45	59
Identificare le questioni scientifiche associate allo smaltimento dei rifiuti	54	56	62
Prevedere come i cambiamenti ambientali potrebbero influire sulla sopravvivenza di determinate specie	62	63	64
Interpretare le informazioni scientifiche riportate sulle etichette degli alimenti	63	62	64
Analizzare criticamente in che modo nuove prove possano farci cambiare idea sulla possibilità che esista vita su Marte	45	45	51
Identificare quale sia la migliore fra due spiegazioni sulla formazione delle piogge acide	53	56	58

Figura 3.5



L'incrocio dell'indice creato con le variabili di questa scala e i punteggi medi dei *plausible values* nella *literacy scientifica*, ci da un'immagine lievemente differente rispetto alle precedenti (Figura 3.5).

L'aumento delle performance dai quartili inferiori a quelli superiori appare sempre tendenzialmente rettilineo, e parallelo tra le distribuzioni trentine e italiane (con quest'ultima a seguire rispetto al trentino). Le differenze sono maggiori nel quartile

più basso, nonostante un errore standard della distribuzione trentina piuttosto consistente (10.2). Si accorciano poi nel secondo quartile più basso, dove, in sostanza, stanno nello spazio di 40 punti, aumentando poi nei quartili più alti, nei quali la differenza tra studenti italiani e trentini raggiunge i 60 punti circa. Per la prima volta, rispetto alle scale fino ad ora considerate, il punteggio del quartile inferiore del campione italiano scende sotto i 400 punti, anche se di poco.

Le scale successive hanno l'obiettivo di valutare le variabili riferite al set valoriale nei confronti delle scienze da parte dei quindicenni, sia a livello personale che sociale. Come abbiamo visto la sfera dei valori è una componente molto importante, praticamente decisiva, per la formazione e il consolidamento degli atteggiamenti in genere, e nei confronti delle scienze in particolare.

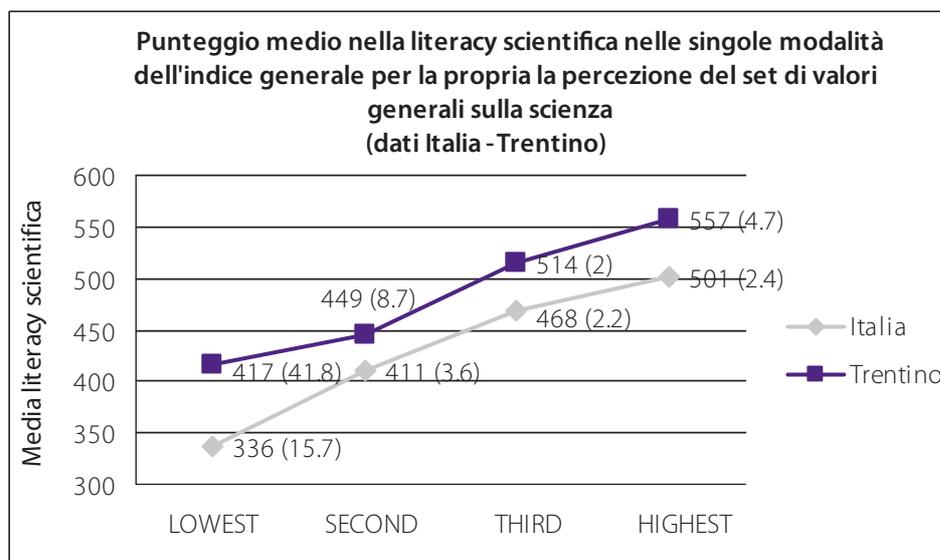
Tabella 3.10. – Distribuzione degli studenti trentini (confrontata con la media Italiana e la media OECD) sulle modalità positive delle variabili riguardanti un set di valori generali sulla scienza (dati in %)

	Trentino	Italia	Media OECD
I progressi in campo scientifico e tecnologico di solito migliorano le condizioni di vita delle persone	92	93	92
Le scienze sono importanti per aiutarci a comprendere il mondo naturale	95	95	93
I progressi in campo scientifico e tecnologico di solito hanno un effetto positivo sull'economia	76	76	80
La scienza ha un gran valore per la società	86	86	87
I progressi in campo scientifico e tecnologico di solito producono benefici a livello sociale	76	77	75

La tabella 3.10 descrive le distribuzioni dei punteggi sulle modalità positive della scala utilizzata (anche in questo caso “d'accordo” e “completamente d'accordo”). Si può notare come la maggioranza degli studenti trentini (spesso vicina alla totalità del campione) manifesti un set valoriale molto positivo nei confronti delle scienze. Ad esempio il 95% considera la scienza importante per facilitare la comprensione del mondo naturale, il 92% è convinto che la scienza possa migliorare le condizioni di vita delle persone, mentre gli effetti positivi su economia e sulla società hanno una minore attrattiva, posizionandosi comunque su una percentuale prossima ai quattro quindi del campione. In questo caso, il confronto con il campione italiano e la media OECD non dà sostanziali differenze.

Il grafico in Figura 3.6 ci dà delle indicazioni sul comportamento delle quattro modalità dell'indice rispetto alle performance nella *literacy scientifica*. Il campione trentino si mantiene sempre al di sopra della media italiana, soprattutto nella modalità più bassa dell'indice, comprendente il primo quartile della distribuzione.

Figura 3.6



I punteggi medi nella *literacy* scendono ancora al di sotto dei 400 punti nel quartile più basso (nel caso della media italiana si arriva a 336 (e.s. 15.7)). L'entità dell'errore standard per il punteggio trentino in questo primo quartile (41.8 sul punteggio medio di 417) ci fa supporre che, oltre ad un numero esiguo di casi, il quartile risenta di una forte eterogeneità interna in termini di tipologie di risposta.

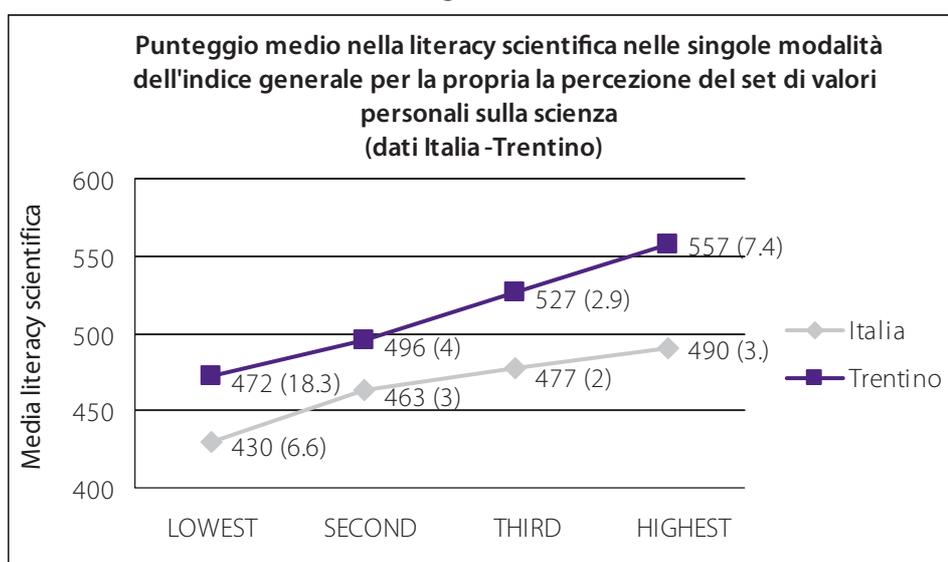
Tabella 3.11. – Distribuzione degli studenti trentini, italiani e OECD, sulle modalità positive delle variabili riguardanti un set di valori personali sulla scienza (in %)

	Trentino	Italia	Media OECD
Alcuni concetti scientifici mi aiutano a comprendere in che modo mi relazio agli altri	47	54	61
Quando sarò adulto/a utilizzerò le conoscenze scientifiche in molti modi	67	70	64
Per me la scienza è molto importante	71	75	57
Credo che le scienze mi aiutino a capire le cose che mi circondano	84	86	75
Quando avrò finito la scuola avrò molte opportunità di utilizzare le mie conoscenze scientifiche	63	64	59

La seconda scala dedicata ai valori approfondisce gli aspetti personali, anche in questo caso chiedendo un grado d'accordo alle affermazioni su quattro modalità. Per quanto riguarda gli studenti trentini, i punteggi maggiori si concentrano nella terza e nella quarta affermazione. Per il 71% degli studenti campionati la scienza viene considerata come importante, mentre per l'84% aiuta a capire le cose che "circondano" gli studenti. Rimane sullo sfondo, con il 47%, l'uso strumentale della scienza a supporto delle relazioni con gli altri.

Questo è un aspetto interessante, soprattutto in riferimento alla distinzione fatta in apertura, diffusa nell'ambito della Teoria dell'azione ragionata (Ajzen, Fishbein, 1980), tra atteggiamenti verso oggetti e atteggiamenti verso specifiche azioni. In questo caso l'impressione è che, nel campione trentino, la scienza sia percepita da più della metà degli intervistati come qualcosa che non può influire nelle relazioni della vita quotidiana. La situazione è sostanzialmente simile per l'Italia, mentre per il campione OECD ad un livello più basso di percezione di importanza della scienza (57%), corrisponde un numero più alto di studenti, sostanzialmente i due terzi, che considerano la scienza utile anche nelle relazioni quotidiane.

Figura 3.7



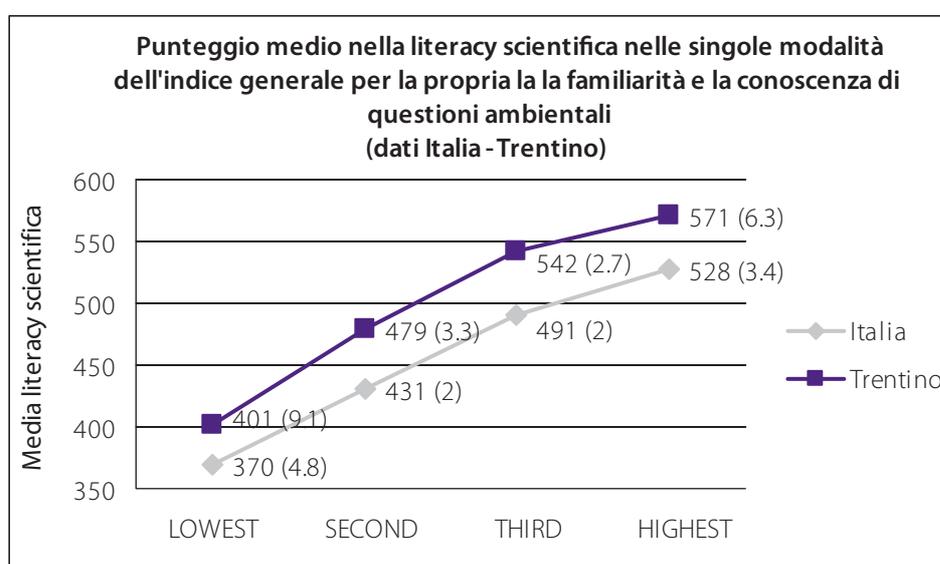
In Figura 3.7 possiamo vedere l'incrocio tra le modalità dell'indice e i relativi punteggi medi nella *literacy scientifica*. Le differenze più consistenti tra i due campioni continuano a situarsi nel quartile più alto, dove si sfiorano gli 80 punti tra il punteggio medio italiano e quello trentino. Gli aumenti sono più decisi e consistenti nel campione trentino, nel quale si passa da un quartile all'altro con uno scarto di 30 punti. Nel campione italiano invece, questo passaggio è limitato a circa 10 punti per volta. Nel quartile più alto gli studenti trentini ottengono un punteggio medio di 557 (e.s. 7.4), mentre i corrispettivi italiani si fermano a 490 (e.s. 3).

In tab. 3.12 la prima delle due scale del quarto raggruppamento del *framework* PISA 2006 ad aver ottenuto il punteggio più alto di alfa (si veda la tab. 3.1). Si tratta della scala di consapevolezza ambientale, nella quale viene chiesto agli studenti di dare un'indicazione, su una scala a quattro punti, sul livello di informazioni possedute su una lista di argomenti legati alla situazione ambientale (da "mai sentito" a "familiare").

Tabella 3.12. – Distribuzione degli studenti trentini, italiani e OECD, sulle modalità positive delle variabili la familiarità e la conoscenza di questioni ambientali (in %)

	Trentino	Italia	Media OECD
Aumento di gas serra nell'atmosfera	66	68	58
Uso di organismi geneticamente modificati	61	61	35
Piogge acide	60	63	60
Scorie nucleari	44	48	53
Conseguenze della deforestazione per lo sfruttamento delle terre	76	74	73

Figura 3.8



Come si può vedere, un dato estremamente curioso è che rispetto al campione italiano e trentino, in genere il campione OECD ha minori informazioni sugli organismi geneticamente modificati (solo il 35%). Nel trentino un tema particolarmente presente e vicino alle caratteristiche ambientali locali (basate sulla produzione del legno) è quello delle presunte conseguenze della deforestazione e dello sfruttamento delle terre. In seconda battuta l'inquinamento dell'aria (66%) e il già citato uso degli Ogm (61%).

La Figura 3.8 ci riporta l'andamento della *literacy scientifica* in base alle quattro modalità dell'indice sulla conoscenza delle questioni ambientali. In genere, anche in questo caso, chi ha maggiore conoscenza su queste tematiche ha anche un punteggio maggiore nella *literacy*. A differenza delle altre scale, sono i quartili più bassi ad avere i passaggi più consistenti, in termini di punteggio, tra uno e l'altro, mentre il passaggio al quartile più alto (che rimane però sempre intorno a 30 punti rispetto al secondo) è quello con minor differenza di punti. Il trentino dimostra un livello di performance nelle quattro modalità di conoscenza ambientale superiore rispetto alla media italiana, con un punteggio massimo di 571 (e.s. 6.3) e uno minimo di 401

(e.s. 9.1). Per la prima volta, tra le scale che abbiamo esaminato fino ad ora, il punteggio trentino lambisce la soglia dei 400 nel quartile più basso (un errore standard di 9.1 ci può far ipotizzare una buona probabilità di ritrovarci davanti ad un valore al di sotto di questa soglia). È interessante notare come ci sia corrispondenza tra le modalità delle due variabili prese in considerazione: come già accennato, la soglia del 400 è caratterizzata da un utilizzo di semplici conoscenze a livello fattuale di carattere scientifico, mentre il quartile più basso della scala è appunto quello dove si situano gli studenti meno dotati da questo punto di vista.

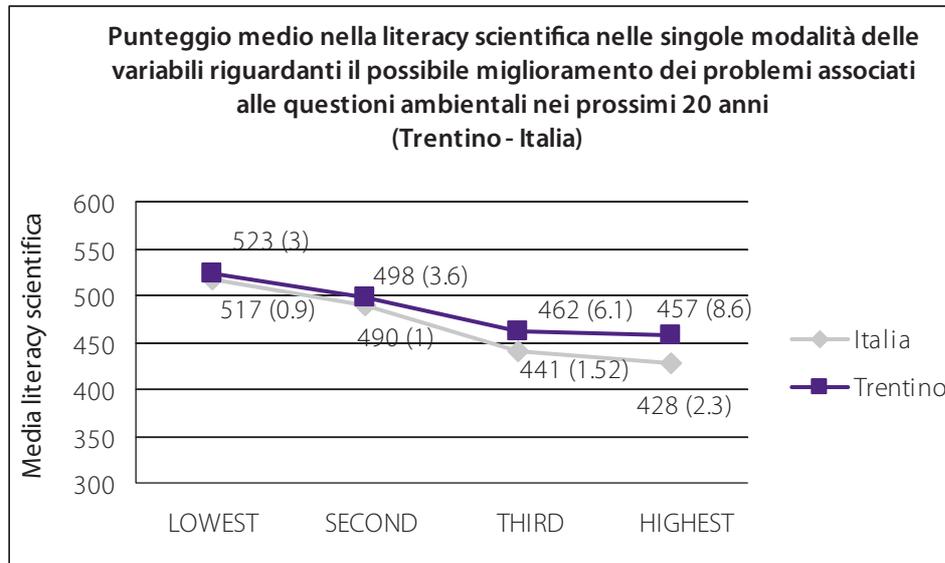
L'altra scala di questo raggruppamento è dedicata alle previsioni di miglioramento ambientale, attraverso la domanda “pensi che i seguenti problemi che riguardano l'ambiente si attenueranno o si aggraveranno nei prossimi 20 anni?”. In questo caso la scala proposta è a tre punti, con il polo positivo “si attenuerà” e quello negativo “si aggraverà”, con in più un punto intermedio.

Tabella 3.13. – Distribuzione degli studenti trentini, italiani e OECD sulle modalità positive delle variabili sul possibile miglioramento dei problemi associati alle questioni ambientali nei prossimi 20 anni (in %)

	Trentino	Italia	Media OECD
Inquinamento dell'aria	14	14	16
Carenza di energia	16	17	21
Estinzione di piante e animali	11	13	14
Deforestazione per lo sfruttamento delle terre	9	12	13
Carenza d'acqua	12	16	18
Scorie nucleari	13	16	15

In genere, come si può vedere (Figura 3.9), lo scenario appare particolarmente sconcertante, o meglio sconcertato. Da un decimo ad un quinto (nella migliore delle ipotesi) degli intervistati hanno dato una stima positiva per quanto riguarda le possibilità di miglioramento ambientale, segno questo di quanto sia viva la consapevolezza dei problemi legati all'ambiente, soprattutto nella connotazione più negativa. In genere gli italiani sembrano più ottimisti, e ancora di più lo sono gli studenti del campione OECD, soprattutto per quanto riguarda la carenza di energia (il 21% sostiene che ci sarà un miglioramento da questo punto di vista).

Figura 3.9



L'interazione con le medie di *literacy scientifica* ha in questo caso un andamento diametralmente opposto rispetto ai precedenti. Nel grafico possiamo vedere come gli studenti che hanno dato una stima tendenzialmente più pessimistica sono quelli che raggiungono i punteggi più elevati, cioè 523 (e.s. 3) per il Trentino e 517 (e.s. 0.9) per l'Italia. Quelli che danno invece una stima più ottimistica, cioè sostanzialmente le persone a cui corrispondono le percentuali prima indicate, ottengono dei punteggi decisamente più bassi, che vedono comunque il Trentino al di sopra della media italiana.

A questo punto è possibile tracciare, anche se in maniera esplorativa, delle possibilità di relazione tra gli indici e la variabile dipendente principale considerata, cioè il valore medio dei cinque *plausible values* presenti nel *dataset* trentino. Si può, innanzitutto, dare uno sguardo alla matrice di correlazione tra il *plausible value* medio per la *literacy scientifica* e il gruppo di indici presi in considerazione. Gli esiti sembrano tendenzialmente controintuitivi, visto che la maggior parte delle correlazioni appare negativa in maniera significativa. In buona parte questo è dovuto al fatto che la scala considera l'effetto sia delle risposte positive che di quelle negative ai vari item.

Tabella 3.14. – Correlazioni tra gli indici considerati e il PV medio nella literacy scientifica. ** la correlazione è significativa per 0.01

	Plausible value medio per la <i>scientific literacy</i>
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici	-.33**
Piacere percepito nell'imparare contenuti scientifici	-.30**
Motivazione strumentale nell'imparare contenuti scientifici	-.20**
Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche	-.24**
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico (riconoscere questioni scientifiche, spiegare perché alcuni terremoti sono più frequenti in alcuni territori, ecc.)	-.24**
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico (imparare rapidamente, imparare concetti complessi, ecc.)	-.34**
Valore generale attribuito alla scienza	-.30**
Valore personale attribuito alla scienza	-.22**
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali (effetto serra, OGM, piogge acide, ecc.)	.44**
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali (carenza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	-.08**
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali (carenza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	.21**
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme (controllo emissioni gas, smaltimento rifiuti, fonti rinnovabili, ecc.)	-.31**

Il software già utilizzato in precedenza, *AM Statistical Software*, è in grado di testare dei modelli di regressione multipla attraverso il complesso sistema di pesi replicati che caratterizza PISA. Inserendo come variabili indipendenti tutti gli indici utilizzati fino ad ora per l'analisi (tab. 3.1) e come variabile dipendente, appunto, il valore medio dei *plausible values* nella *literacy scientifica*, possiamo avere in tab. 3.14 l'esito di questo primo "modello".

Tabella 3.15. – Output della regressione multipla, effettuata con il software AM, tra gli indici utilizzati e il punteggio medio dei plausible values nella *literacy scientifica*

Parameter Name	Estimate	Standard Error	t Statistic	p > t
Constant	533	19.42	27.48	0.000
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici	-10.72	3.36	-3.19	0.002
Piacere percepito nell'imparare contenuti scientifici	-5.41	3.89	-1.39	0.168
Motivazione strumentale nell'imparare contenuti scientifici	2.34	3.66	0.64	0.525
Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche	-3.52	3.27	-1.08	0.284
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico (riconoscere questioni scientifiche, spiegare perché alcuni terremoti sono più frequenti in alcuni territori, ecc.)	-5.12	3.65	-1.40	0.165
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico (imparare rapidamente, imparare concetti complessi, ecc.)	-13.39	3.51	-3.82	0.000
Valore generale attribuito alla scienza	-22.98	4.48	-5.13	0.000
Valore personale attribuito alla scienza	9.64	3.93	2.45	0.016
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali (effetto serra, OGM, piogge acide, ecc.)	29.59	3.35	8.84	0.000
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali (carenza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	1.59	3.32	0.48	0.634
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali (carenza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	13.03	2.52	5.18	0.000
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme (controllo emissioni gas, smaltimento rifiuti, fonti rinnovabili, ecc.)	-19.44	3.97	-4.90	0.000
Root Mean Square Error	74.08	--	--	--

Come si può notare, da questo primo modello di regressione, le uniche variabili che sembrano giocare un ruolo importante, in termini di varianza spiegata, possono essere l'indice sui valori personali percepiti verso le scienze (Sci value – scala Q18b), la consapevolezza ambientale (Envr aware), e la percezione nei confronti delle possibilità di miglioramento ambientale. Come si vede si tratta prevalentemente di variabili che, se guardiamo al *framework* PISA 2006 sugli atteggiamenti, rientrano nella macro categoria “responsabilità nei confronti delle risorse e dell'ambiente”. Viene in qualche modo tagliata fuori la parte, pensata come preponderante anche in letteratura, degli interessi, degli aspetti motivazionali e del ricorso al pensiero scientifico nelle situazioni quotidiane. L'impressione è che il set di atteggiamenti degli

studenti trentini, in senso generale, che va poi a influire sui livelli di performance nella *literacy scientifica*, ruoti principalmente intorno all'oggetto degli atteggiamenti piuttosto che intorno alle azioni e comportamenti sugli oggetti stessi (distinzione già introdotta precedentemente sia nei lavori di Gardner che nell'ambito della teoria dell'azione ragionata).

Tabella 3.16. – Output della regressione multipla, effettuata con il software AM Statistical Software, tra alcune delle variabili che compongono gli indici e il punteggio medio dei plausible values nella *literacy scientifica*

Selection: ALL				
Observations: 1745				
Using 80 replicate weights				
Estimates centered on overall weight: FINAL STUDENT WEIGHT				
Adjusted Wald Test				
$F(5,76) = 94.3373$				
$P(F > f) = 0$				
Dependent Variable: Plausible value medio per la SL				
R-Square = 0.257				
Parameter Name	Estimate	Standard Error	t Statistic	p > t
Constant	279	12.59	22.24	0.000
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali - Aumento dei gas serra nell'atmosfera	24.89	3.06	8.14	0.000
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali - Uso di organismi geneticamente modificati (OGM)	18.84	2.95	6.38	0.000
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali - Conseguenze della deforestazione per lo sfruttamento delle terre	26.47	3.20	8.28	0.000
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali - Carezza di acqua	13.34	3.26	4.01	0.000
Root Mean Square Error	77.03	--	--	--

Proseguendo un passo oltre nel nostro modello di regressione, e quindi escludendo le variabili meno impattanti per quanto riguarda la varianza spiegata e introducendo le singole variabili che compongono gli indici più esplicativi, otteniamo la seguente rappresentazione (tab. 3.15).

Come si può vedere, le uniche variabili sopravvissute, a costo di un abbassamento drastico del valore dell'intercetta, fanno parte della scala sulla consapevolezza ambientale e, in un unico caso, della scala sul miglioramento ambientale nei prossimi 20 anni. Per il resto, gran parte del *framework* sembra tagliato fuori, in questa visione predittiva.

5. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dopo la panoramica sull'ampio set di scale che compongono il *framework* PISA 2006 sugli atteggiamenti nei confronti delle scienze, e dopo la descrizione degli esiti

della somministrazione nel campione trentino, è giunto il momento di commentare in maniera più approfondita i dati, attraverso un confronto con le basi concettuali del *framework* e le caratteristiche del territorio trentino. Anche in questo caso, così come per la parte di analisi dei dati, le modalità espositive saranno due: una prima modalità basata sulla descrizione e una seconda basata su un livello maggiormente inferenziale.

5.1 Atteggiamenti e *literacy* nelle diverse scale utilizzate: il ruolo delle variabili strutturali

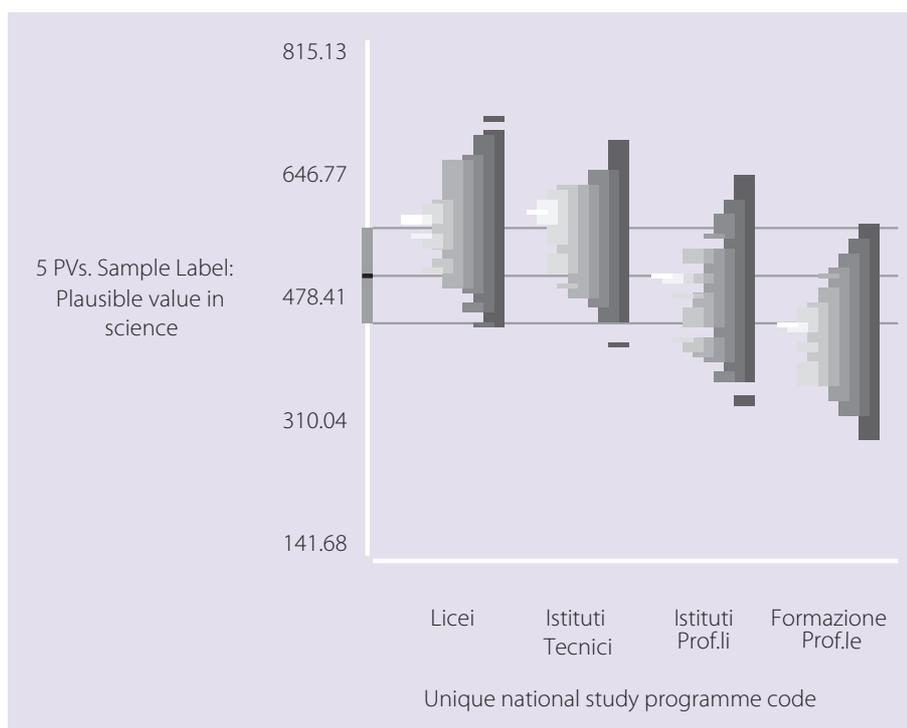
Per facilitare la lettura e il collegamento tra i diversi esiti, proponiamo una versione della tab. 3.1 con l'aggiunta di una ulteriore colonna dedicata al punteggio maggiore per ogni quartile considerato per ogni singola scala, che in questo caso corrisponde ai diversi indici che abbiamo creato. In più un'altra colonna dedicata ai *plausible values* più alti nelle due modalità positive delle scale, accorpate in un'unica modalità positiva. I dati, in questa fase conclusiva, riguarderanno unicamente il Trentino.

Tabella 3.17. – Sequenza degli indici utilizzati per l'analisi dei dati, con relativo plausible value medio più elevato per ciascun indice (tra parentesi l'errore standard)

Scala	Nr item	PV medio più elevato per la modalità più positiva della scala (e.s.)	PV medio più elevato per entrambe le modalità positive della scala (e.s.)
Interesse dello studente nell'imparare contenuti scientifici	8	565(6.5)	545(8.9)
Piacere percepito nell'imparare contenuti scientifici	5	571(7.2)	539(2.5)
Motivazione strumentale nell'imparare contenuti scientifici	5	559(6.6)	533(2.4)
Motivazione a dedicarsi in futuro ad attività scientifiche	4	575(6.9)	550(3.4)
Senso di efficacia nello svolgere compiti ed attività di tipo scientifico (riconoscere questioni scientifiche, spiegare perché alcuni terremoti sono più frequenti in alcuni territori, ecc.)	6	566(9)	538(2.9)
Concetto di sé nell'apprendere contenuti di tipo scientifico (imparare rapidamente, imparare concetti complessi, ecc.)	8	571(7.4)	541(2.7)
Valore generale attribuito alla scienza	5	557(4.7)	527(1.8)
Valore personale attribuito alla scienza	5	557(7.3)	533(2.3)
Livello di informazione posseduta su una serie di temi ambientali (effetto serra, OGM, piogge acide, ecc.)	5	571(6.3)	548(2.6)
Preoccupazione legata ad una serie di problemi ambientali (carenza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	6	525(2.6)	524(1.9)
Ottimismo per la soluzione di una serie di problemi ambientali (carenza di energia, inquinamento dell'aria, scorie nucleari, ecc.)	6	540(2.8)	531(1.8)
Grado di accordo sull'applicazione di una serie di vincoli e norme (controllo emissioni gas, smaltimento rifiuti, fonti rinnovabili, ecc.)	7	547(2.9)	524(1.8)

A scopo introduttivo, è doveroso un primo commento sui diversi livelli di performance delle singole scale nell'incrocio con i *plausible values* della *literacy scientifica*. Si può notare come gli indici nei quali troviamo i punteggi maggiori sono principalmente quattro. Partendo dal più elevato: indice di motivazione orientata al futuro (*Sci future*, 553 punti di media), indice di conoscenza ambientale (*Envr aware*, 551), indice di divertimento e partecipazione verso le scienze (*Sci enjoyment*, 548), indice di auto-efficacia percepita nel completamento di compiti scientifici (*Sci tasks*, 546). Nella colonna dedicata all'accorpamento delle modalità positive delle scale di atteggiamento la situazione è simile, con l'unica differenza una maggiore presenza della scala sugli interessi a discapito della scala sul piacere percepito. Anche se questo tipo di relazioni necessita di ulteriori approfondimenti per chiarirne i legami effettivi, si può comunque iniziare a riflettere sulle dimensioni principali che potenzialmente possono giocare un ruolo consistente nel determinare i livelli di *proficiency* nelle scienze degli studenti trentini.

Figura 3.10 - Sectioned Density Plot della distribuzione degli studenti con atteggiamenti positivi nei confronti del divertimento e della partecipazione nello studio delle scienze



L'indice di motivazione orientata al futuro si focalizza, lo ricordiamo, sulla capacità dei ragazzi di immaginarsi in un futuro professionale basato, almeno in parte, su ruoli scientifici o su attività scientifiche (ad esempio esprimendo il grado di accordo

ad affermazioni tipo “Mi piacerebbe svolgere una professione in ambito scientifico”, oppure “Mi piacerebbe studiare scienze dopo il diploma”).

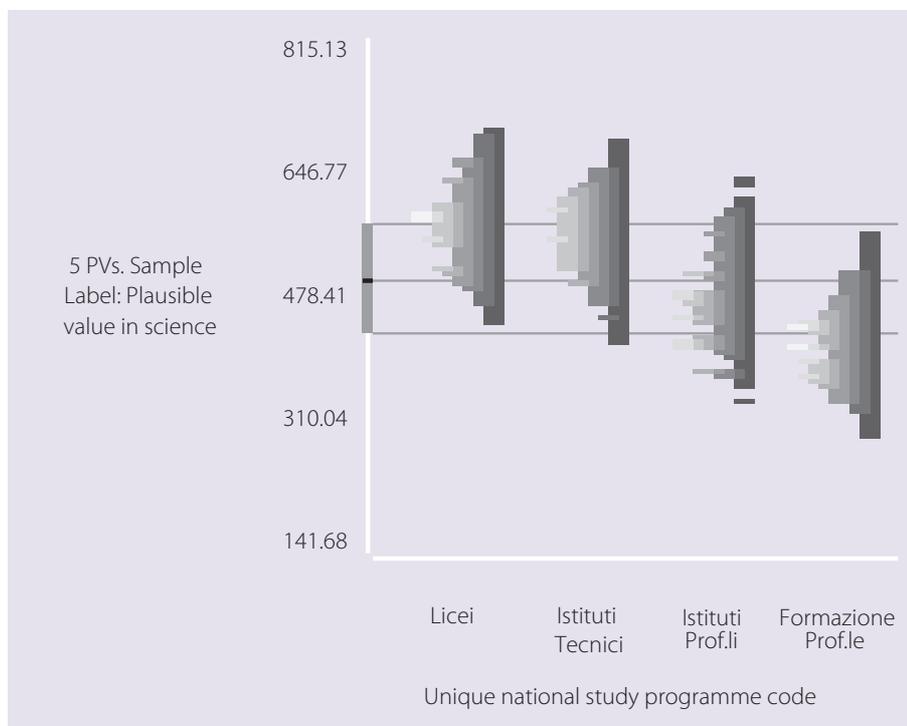
Approfittiamo di questo approfondimento per dare delle indicazioni in base ad un'altra variabile di sfondo molto importante, e cioè le diverse tipologie scolastiche (in Trentino considereremo i licei, gli istituti tecnici, gli istituti professionali e la formazione professionale). Come si ricorderà la tipologia di scuola, insieme ai fattori legati allo status socio-economico, sono stati inseriti in letteratura all'interno dei fattori strutturali (Osborne et al., 2003). Giocano sicuramente un ruolo importante nel successo formativo complessivo, ma non è ancora chiaro, ad oggi, in che termini e con quali declinazioni.

Come si può vedere dal grafico in Figura 3.10 (un grafico tipo *Sectioned Density Plot*),⁶ che sintetizza gli atteggiamenti positivi riferiti all'indice di piacere percepito nello studio delle scienze, la distribuzione degli studenti appartenenti alle differenti tipologie scolastiche appare così come ci si aspetterebbe: i licei nelle posizioni più performanti e a seguire gli istituti tecnici, gli istituti professionali e la formazione professionale. L'utilità di questi grafici sta proprio nel dare informazioni aggiuntive rispetto a quelle immediatamente disponibili.

Ad uno sguardo più attento si può notare come le differenze, per quanto riguarda questo indice, tra licei e istituti tecnici non siano poi così marcate: la “struttura” dei licei appare più omogenea, soprattutto nella parte alta della distribuzione; gli istituti tecnici perdono un po' di omogeneità nella parte bassa, ma in compenso hanno un punto di maggiore densità probabilmente poco sopra quello dei licei (indizio questo di alcune zone di eccellenza in questa tipologia scolastica). Gli istituti professionali appaiono sicuramente meno omogenei rispetto alle prime due categorie, ma riescono a mantenere il punto di maggiore densità proprio all'altezza della linea mediana.

⁶ Questo tipo di grafici considerano una distribuzione data e la sezionano in intervalli di una certa densità. Ciascun intervallo è spostato via via sulla sinistra ed appare più chiaro del precedente. Le zone più chiare rappresentano le zone con maggiore densità di casi. Le tre linee orizzontali rappresentano la mediana e i due intervalli interquartile. Per maggiori approfondimenti <http://am.air.org/>.

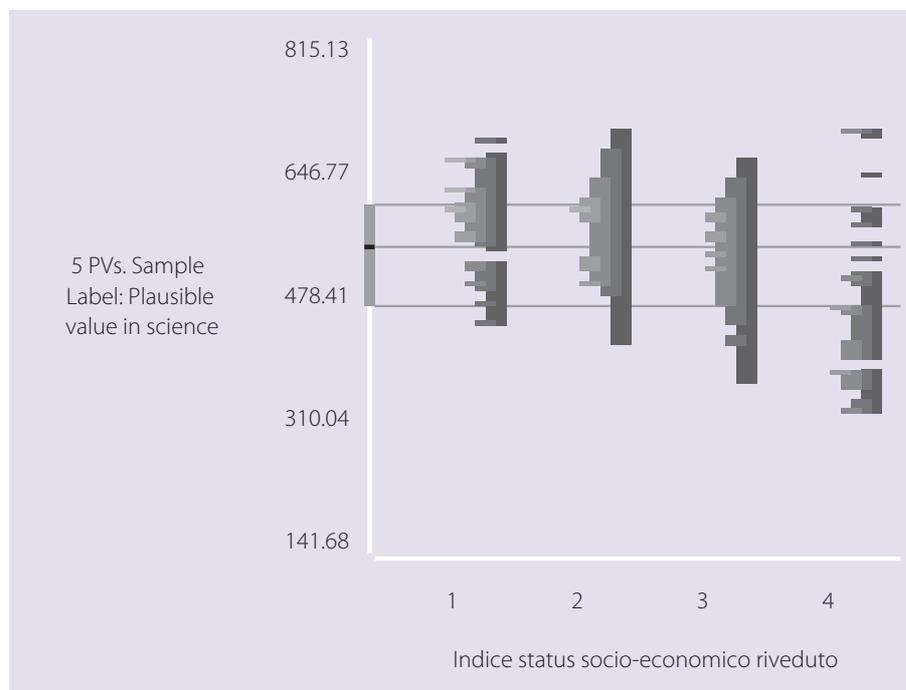
Figura 3.11 - Sectioned Density Plot della distribuzione degli studenti con atteggiamenti positivi nei confronti della motivazione orientata al futuro professionale



La formazione professionale appare maggiormente compatta, ma in deciso calo rispetto alle tre tipologie precedenti: il punto di maggiore densità si situa abbondantemente al di sotto della linea mediana.

Un altro esempio è proposto nella Figura 3.11, dove sono state plottate le performance degli studenti delle differenti tipologie scolastiche, all'interno della componente positiva dell'indice di motivazione strumentale nei confronti del proprio futuro professionale legato alle scienze. Si nota subito una consistente frammentazione della distribuzione degli istituti professionali. I punti di maggiore densità si situano però tutti al di sotto della linea mediana. Anche la formazione professionale, sebbene più compatta, si situa abbondantemente al di sotto di questa linea, per quanto riguarda i suoi punti di maggiore densità. Gli istituti tecnici sembrano sicuramente più compatti rispetto ai licei, anche se questi ultimi hanno un punto di maggiore densità decisamente più esteso rispetto ai tecnici.

Figura 3.12 - Sectioned Density Plot della distribuzione degli studenti con atteggiamenti positivi per quanto riguarda il divertimento percepito nello studio delle scienze



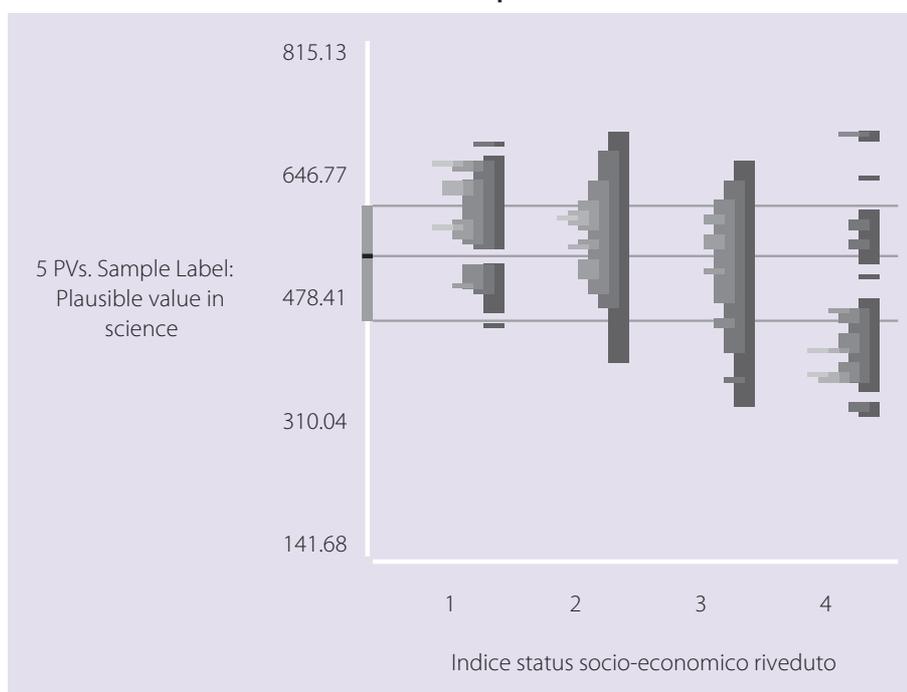
Un'altra variabile strutturale presa in considerazione nel processo di sviluppo degli atteggiamenti sulle scienze è lo status socio-economico delle famiglie di appartenenza. Abbiamo visto come in letteratura il discorso sia piuttosto aperto a riguardo, anche se c'è un sostanziale accordo nel ritenere questa variabile come un fattore causale. Utilizzando lo stesso tipo di rappresentazione grafica utilizzata precedentemente, possiamo vedere come i fattori socio-economici (rappresentati in PISA 2006 da un indice di status socio economico, trasformato in questo caso in una variabile discreta su quattro modalità) si intersecano con le performance nella *literacy scientifica* degli studenti trentini.

Si può notare come l'indice socio-economico sia un parametro molto più complesso da incrociare con gli indici sugli atteggiamenti e con il rendimento in termini di *literacy*. La Figura 3.12 mostra come gli studenti trentini con atteggiamenti positivi nei confronti del divertimento percepito nello studio delle scienze siano solo in parte influenzati dalle varie modalità dell'indice (modalità 1 = alto status; modalità 4 = basso status). Ad esempio ci si aspetterebbe maggiore compattezza nei livelli medio alti dell'indice, e invece questo primo gruppo appare molto frastagliato, con punti di alta densità più volte presenti nella parte superiore della distribuzione.

Il secondo livello dell'indice ha un unico punto di alta densità, ma allo stesso tempo una distribuzione più "lunga" (con punte di eccellenza superiori al punto più alto). Gli studenti all'interno del terzo livello della scala si differenziano, anche se

non di molto, dal secondo livello, spostando la propria distribuzione verso il basso, mantenendo comunque i punti di maggior saturazione al di sopra della linea mediana. La vera dispersione si ottiene con il quarto punto, il più basso della scala, che ha qualche punta di eccellenza, ma che praticamente scompare nella parte alta della distribuzione e che comunque raggiunge i suoi punti di maggiore saturazione in zone molto basse della distribuzione. L'effetto più evidente si può notare proprio in questa ultima tipologia, anche se la forte dispersione (dovuta ad una forte variabilità interna) richiederebbe maggiori approfondimenti.

Figura 3.13 - Sectioned Density Plot della distribuzione degli studenti con atteggiamenti positivi per quanto riguarda motivazione strumentale orientata al futuro professionale



Un discorso tendenzialmente simile può essere fatto con l'indice che ha mostrato maggiore potere discriminante in termini di punteggi medi dei *plausible values*, e cioè la scala *Sci future* (la motivazione strumentale orientata al futuro professionale). In Figura 3.13 possiamo osservare un andamento, nel quale gli studenti del primo livello continuano a mantenere diversi punti di saturazione sui punteggi molto elevati, quelli del secondo livello appaiono più compatti, mentre i due componenti restanti, soprattutto il più basso, si disperdono con punti di densità elevata abbondantemente al di sotto la media (ma anche con qualche caso di eccellenza per quanto riguarda le situazioni più disagiate).

Si può vedere dunque come anche per il caso trentino il rapporto tra variabili strutturali, atteggiamenti verso le scienze e rendimento nella *literacy scientifica* sia ambiguo e multiforme. Si nota una situazione compatta nei licei, nei tecnici e so-

stanzialmente anche negli istituti professionali, ma si rileva invece una situazione dispersa per quanto riguarda la formazione professionale. In base alla visione dei dati plottati si può affermare che, a parità di atteggiamento favorevole verso le scienze, si intravedono ancora effetti sulla *literacy* legati all'appartenenza sociale.

Giovani con orientamenti positivi verso le scienze e appartenenti a classi modeste, hanno una minore probabilità di fare performance elevate nelle scienze, rispetto a giovani appartenenti alle fasce più elevate. Si intravedono anche segni del sistema scolastico trentino che vanno nella direzione di annullare questi gap, laddove si nota che la dispersione delle classi meno abbienti è molto ampia: segno questo di uno sforzo per attenuare le disuguaglianze. Da questo punto di vista, il caso dello status socio-economico può dare un'indicazione di quanto il sistema scuola-educazione trentino possa essere maggiormente inclusivo e paritario per gran parte degli ordini scolastici e delle situazioni economico-sociali delle famiglie di appartenenza degli studenti.

5.2 I "contenuti" degli atteggiamenti degli studenti trentini in PISA 2006

Riprendendo le caratteristiche del *framework* PISA 2006 approfondite nella prima parte del capitolo, si possono delineare le caratteristiche di "contenuto" maggiormente presenti nel campione di studenti trentini. Per quanto riguarda la dimensione interesse per la scienza, che prende in considerazione il primo set di scale presentato in tab. 3.1, in genere gli studenti trentini percepiscono come utile, a fini di sviluppo professionale, avere una costanza nello studio delle materie scientifiche, anche se una parte decisamente bassa si immagina nel futuro coinvolta in progetti a carattere scientifico.

Se passiamo alla parte del *framework* dedicata al sostegno alla ricerca, da noi definita "ricorso al pensiero scientifico", notiamo come gli studenti trentini in genere dichiarino una facilità percepita piuttosto consistente nello studio e nella comprensione delle materie scientifiche e si dichiarano anche piuttosto abili nello svolgere compiti di tipo scientifico. In genere sottolineano l'importanza, a livello valoriale, che la scienza può avere nella vita di tutti i giorni e in particolar modo nella propria esperienza di vita. Non traspare completamente dai dati analizzati il set di elementi caratteristici del processo di "introiezione", di "modo comportamentale" e di uso strumentale di questi atteggiamenti di cui parlava Klopfer (1971). La scienza risulta importante per capire il mondo circostante, ma meno per muoversi all'interno di questo mondo, soprattutto nell'ambito relazionale e comunicativo.

Si arriva così alla terza parte del *framework*, legato alla responsabilità percepita per quanto riguarda le questioni ambientali. In genere la conoscenza e la consapevolezza dichiarata è piuttosto elevata, sia per le questioni positive che per quelle problematiche che riguardano l'ambiente. È questa la scala, anche in base agli esiti delle regressioni multiple, che riesce potenzialmente a spiegare più varianza rispetto al ruolo giocato da fattori soggettivi nei confronti della *literacy scientifica*. Ad esem-

pio la scala sulla consapevolezza e conoscenza ambientale è una delle scale con le frequenze di risposta maggiori sulle modalità più positive.

Ad uno sguardo superficiale gli studenti trentini sembrano avere un profilo quasi ideale per quanto riguarda il dichiarato. Se non si tiene in considerazione il livello di *literacy scientifica*, si passa da una situazione in cui non ci sono differenze tra le diverse tipologie scolastiche, a situazioni in cui spesso gli atteggiamenti positivi sono proprio degli studenti che stanno dentro le tipologie, si passi il termine, meno sofisticate (formazione professionale, ad esempio), oppure che hanno uno status socio-economico più basso. È evidente, ancora una volta la distinzione proposta da Ajzen e Fishbein (1980) all'interno della teoria dell'azione ragionata: un conto è parlare di atteggiamenti verso oggetti scientifici, un conto è prendere in considerazione le proprie azioni (e le relative intenzioni) nei confronti di questi oggetti o attraverso questi oggetti.

Se si prende in considerazione il livello della *literacy*, influenzando dunque l'andamento degli atteggiamenti con le performance nelle prove cognitive (che simulano situazioni, o meglio, brevi frame simulativi di situazioni "reali"), allora il discorso si fa più complesso, e i punteggi nella *literacy* sembrano "premiare" il set di atteggiamenti espressi dagli studenti con una maggiore propensione positiva verso le scienze. Nello specifico:

- avere un atteggiamento generale favorevole verso le scienze "non costa nulla" e la gran parte degli studenti di ogni ordine e grado esprime un orientamento per lo più favorevole verso i vari fattori soggettivi indagati, al pari di quanto succede in Italia e nel mondo;
- tuttavia, vi è una componente di atteggiamento più specifica, legata alle intenzioni comportamentali, come indicato nel modello di Ajzen e Fishbein (1980), che invece tendono a fare la differenza e dove i gradi di adesione sono più ridotti e differenziati;
- è su tali atteggiamenti più impegnativi e più legati all'azione e al progetto di vita delle persone che si notano legami significativi con la *proficiency*.

È doveroso, a questo punto, evidenziare come non si voglia, in questa sede, assumere come certa una ipotesi di centralità attitudinale (ad esempio: un orientamento favorevole facilita la prestazione). Si può però ipotizzare che chi ha risultati scolastici migliori, in questo caso chi dimostra un livello maggiore di *proficiency*, vede maturare un contesto favorevole allo sviluppo di atteggiamenti positivi verso le scienze. Un processo questo, del tutto simile ai concetti di *self-determination* e *self-regulation* (Deci, Ryan, 2002) e di sviluppo cognitivo autoregolato introdotto da Bandura (1986). Secondo questa prospettiva, lo sviluppo delle capacità di autoregolazione rende gli individui capaci non solo di portare avanti la loro crescita intellettuale al di là dell'educazione formale, ma anche di migliorare la natura delle imprese che intraprendono nella vita.

Se si scorrono tutti gli andamenti proposti, per quanto riguarda il livello di *literacy* attraverso le quattro modalità degli indici, si noterà quasi sempre lo stesso andamento: in una situazione in cui la percezione dei propri atteggiamenti è neutra o negativa, i punteggi nella *literacy* si abbassano spesso drasticamente. Nel versante positivo i punteggi tendono a salire, spesso anche con punte molto alte. I grafici che ci danno un'indicazione sulle densità delle tipologie di risposta, ci dicono che tendenzialmente c'è un'alta probabilità di trovare in questo ultimo punto, dove si incrociano set di atteggiamenti per le scienze positivi e alte performance, studenti provenienti dai licei e/o dagli istituti tecnici e di classi sociali più agiate. L'aspetto interessante è che spesso, soprattutto nei punteggi più lontani dalla media, è possibile trovare un *best-performer* degli istituti tecnici.

A questo punto sono principalmente due i discorsi che si possono fare sulla situazione trentina. Se partiamo dal presupposto che l'interesse non deve essere per gli atteggiamenti su oggetti, ma maggiormente metariflessivo, quindi su azioni, non prese in astratto, ma nella realtà del loro accadere, nella vita quotidiana, allora il contesto trentino si caratterizza innanzitutto per un forte orientamento strumentale, al futuro, a ciò che le scienze possono essere (in termini di utilità e sviluppo) nella vita delle persone. È in seconda battuta un set di atteggiamenti che dimostra, e che probabilmente agisce nella vita di tutti i giorni, una attenzione particolare per la situazione ambientale e per i rapporti tra scienze e ambiente. È un contesto, poi, che dimostra un alto livello di auto-efficacia percepita per quanto riguarda l'esecuzione di compiti in qualche modo "scientifici". È, per finire un contesto nel quale soprattutto l'interesse (e tendenzialmente meno il piacere) e la partecipazione nello studio delle scienze rivestono un ruolo particolare.

Le indicazioni provenienti dalle regressioni però, deve far riflettere su che tipologia di atteggiamenti il contesto trentino sta consolidando, e ha consolidato, in questi anni. La questione necessiterebbe di maggiori approfondimenti futuri, ma, come già dichiarato, l'impressione è che la scuola trentina nel suo complesso (e in questa definizione non c'è nessuna pretesa entitaria) sia concentrata principalmente sull'oggetto degli atteggiamenti nei confronti delle scienze, piuttosto che sulle modalità per svilupparli e metterli in pratica. Diventa, da questo punto di vista, essenziale il ruolo degli insegnanti e dei metodi didattici e, su un livello più generale, l'innovazione sui curricoli. Elementi questi già introdotti nella parte iniziale del capitolo (si veda a questo proposito l'ottima rassegna di Osborne e colleghi, 2003). Gli autori di uno dei principali studi longitudinali su queste tematiche, Simpson e Olivier (1990), affermano che la scuola, e in particolar modo le variabili di classe, possono essere le principali influenze nello sviluppo degli atteggiamenti positivi verso le scienze. Una lunga serie di altri studi, spesso con campioni simili a quelli PISA (intorno al quindicesimo anno d'età), hanno confermato questa visione, mettendo in risalto il ruolo giocato dalle tipologie di metodi di insegnamento per le scienze (Ebenezer, Zoller, 1993; Sundberg et al., 1994).

Per riassumere, i dati hanno mostrato in generale come una porzione non certo trascurabile di varianza nella *literacy* dipende anche da fattori di atteggiamento. Quindi si può ipotizzare una relazione tra aspetti cognitivi e di performance scolastica e aspetti di orientamento motivazionale che hanno a che fare con valori, modelli culturali di riferimento e immagine di sé. In particolare, tre tipi di atteggiamento sembrano rivestire una significativa importanza per quanto riguarda le impostazioni di politiche scolastiche. Eccoliti di seguito.

- Aspetti di valore: rafforzare l'idea negli studenti che la scienza ha una funzione vitale nell'affrontare e forse risolvere grandi questioni che riguardano lo sviluppo umano in modo sostenibile. Ciò ha a che fare con un progetto educativo generale al di là dello sviluppo di competenze specifiche degli studenti.
- La *self-efficacy*: il sentimento di riuscita costituisce un importante fattore che può avere ricadute dirette sulle prestazioni. Nello stesso tempo, la *self-efficacy* ha una stretta relazione con l'esperienza (successi e fallimenti). A questo proposito si può ipotizzare un circolo virtuoso che si autoalimenta: risultati positivi e incoraggiamento in ambito scientifico possono contribuire a generare esiti positivi che a loro volta hanno riflessi positivi sull'immagine di sé in rapporto alla scienza. In questo ambito, molto lavoro può essere fatto in termini di formazione dei docenti circa gli effetti diretti e indiretti della modalità di valutazione e di erogazione dei contenuti didattici. Ad esempio Woolnough (1994) ha dato una serie di indicazioni su come dovrebbe essere una buona attività di insegnamento delle scienze (e quindi come dovrebbero essere dei buoni insegnanti di scienze): innanzitutto un ottimale livello formativo (quindi laurea in discipline scientifiche), con non solo una *expertise* generale nelle scienze, ma anche un livello di interesse personale elevato; questo significa poter avere delle lezioni costantemente ben preparate e stimolanti per gli studenti; un aspetto importante, secondo Woolnough, è lasciare tutta una serie di attività extracurricolari agli insegnanti di scienze, per consentire loro di discutere in maniera più approfondita con i loro allievi, sulle scienze, sui loro problemi individuali e le scelte future professionali, magari legate proprio alle scienze; un'ultima considerazione riguarda la possibilità di avere dei curricoli non eccessivamente restrittivi per quanto riguarda le tematiche da trattare: un buon insegnante di scienze, ma questo vale per qualsiasi tipo di insegnante, può ottenere i migliori risultati, anche per lo sviluppo del set attitudinale dei propri allievi, se insegna ciò con cui si trova maggiormente a proprio agio.
- Gli orientamenti strumentali sono quelli più prossimali all'impostazione di un progetto di vita (quindi legati alla scelta scolastica futura) o a concreti corsi di azione. È sulla base di tali orientamenti, associati a elevata *proficiency*, che possono essere individuati e coltivati specifici gruppi di eccellenza da incoraggiare specificamente verso percorsi scolastici e professionali che hanno a che fare con la ricerca scientifica e i contesti tecnologici.

BIBLIOGRAFIA

- Acevedo Diaz J.A.** (2006), *Las actitudes relacionadas con la ciencia y la tecnología en el estudio pisa*, "Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien.", 4(3), 394-416
- Ajzen I.** (1991), *The theory of planned behaviour*, "Organizational Behavior and Human Decision Processes", 50(2), 179-211
- Ajzen I., Fishbein M.** (1980), *Understanding attitudes and predicting social behaviour*, Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ
- Bandura A.** (1977), *Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change*, "Psychological Review", 84(2), 191-215
- Bandura A.** (1986), *Social foundations of thought and action. A social cognitive theory*, Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ
- Bandura A.** (2002), *Exercise of Human Agency Through Collective Efficacy*, "Current Directions in Psychological Science", 9(3), 75-78
- Blosser P.** (1984), *Attitude in Science Education*,. Columbus: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics and Environmental Education
- Bybee R.W.** (1997), *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*, Heinemann, Portsmouth NH
- Bogner F., Wiseman M.** (1999), *Toward measuring adolescent perception*, "European Psychologist", 4(3), 139-151
- Breakwell G.M., Beardsell S.** (1992), *Gender, parental and peer influences upon science attitudes and activities*, "Public Understanding of Science", 1, 183-197
- Brown S.** (1976), *Attitude goals in secondary school science*, University of Stirling, Stirling
- Caygill R.** (2008), *Student attitudes to and engagement with science. How ready are our 15-year-olds for tomorrow's world?* OCSE – Ministry of Education New Zealand, Wellington
- Carugati F. Selleri P.** (2001), *Psicologia dell'educazione*, Il Mulino Manuali, Bologna
- Colley A., Comber C. e Hargreaves D.** (1994), *School subject preference of pupils in single sex and co-educational secondary schools*, "Educational Studies", 20, 379-386
- Crawley F.E., Black C.B.** (1992), *Causal modelling of secondary science students intentions to enroll in physics*, "Journal of Research in Science Teaching", 29, 585-599
- Crawley F.E., Coe A.E.** (1990), *Determinants of middle school students' intentions to enroll in a high school science course: an application of the theory of reasoned action*, "Journal of Research in Science Teaching", 27, 461-476
- Deci E.L., Ryan R.M.** (Eds.) (2002), *Handbook of Self-determination Research*, Boydell & Brewer, Rochester NY
- Di Franco G.** (2001), *EDS: Esplorare, Descrivere e Sintetizzare i dati*, Franco Angeli, Milano
- Doise W., Mugny G., e Perret-Clermont A.N.** (1974), *Ricerche preliminari sulla sociogenesi delle strutture cognitive*, "Lavoro Educativo", 1, 33-50
- Ebenezer J.V., Zoller U.** (1993), *Grade 10 students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science*, "Journal of Research in Science Teaching", 30, 175-186

- Eagles P.F., Demare R. (1999), *Factors influencing children's environmental attitudes*, "The Journal of Environmental Education", 30(4), 33-37
- Engestrom Y. (1991), *Non scolae sed vitae discimus: Toward overcoming the encapsulation of school learning*, "Learning and Instruction", 1(3), 243-259
- Erickson G., Erickson L. (1984), *Females and science achievement: evidence, explanations and implications*, "Science Education", 68, 63-89
- Fensham P.J. (2004), *Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education*, in Janiuk R.M. y Samonek-Miciuk E. (a cura di), *Science and Technology Education for a Diverse World – dilemmas, needs and partnerships* (pp. 23-25), International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings, Maria Curie-Sklodowska University Press Lublin, Poland
- Gardner P.L. (1975), *Attitudes to science: A review. Studies*, "Science Education", 2, 1-41
- Gauld C.F., Hukins A.A. (1980), *Scientific attitudes: A review*, "Studies in Science Education", 7, 129-161
- Gardner P.L. (1994), *Representations of the relationship between science and technology in the curriculum*, "Studies in Science Education", 24, 1-28
- Haladyna T., Olsen R. e Shaughnessy J. (1982), *Relations of student, teacher, and learning environment variables to attitudes to science*, "Science Education", 66, 671-687
- Harding J. (1983), *Switched off: the science education of girls*, Longman, New York
- Havard N. (1996), *Student attitudes to studying A-level sciences*, "Public Understanding of Science", 5(4), 321-330
- Hendley D., Parkinson J., Stable, A. e Tanner H. (1995), *Gender differences in pupil attitudes to the national curriculum foundation subjects of english, mathematics, science and technology in Key Stage 3 in South Wales*, "Educational Studies", 21, 85-97
- Keys W. (1987), *International studies in pupil performance: aspects of science education in English schools*, NFER-Nelson, Windsor
- Klopfer L.E. (1971), *Evaluation of Learning in Science*, in Bloom B., Hastings J. y Manus G. (a cura di), *Handbook of Summative and Formative Evaluation of Student Learning*, McGraw-Hill, New York
- Koballa J.R., T.R. (1988), *The determinants of female junior high school students' intentions to enroll in elective physical science courses in high school: testing the applicability of the theory of reasoned action*, "Journal of Research in Science Teaching", 25, 479-492
- Klopfer L.E. (1976), *A structure for the affective domain in relation to science education*, "Science Education", 60(3), 299-312
- Krathwohl D.R., Bloom B.S., e Masia B.B. (1964), *Taxonomy of educational objectives. Handbook II: Affective domain*, David McKay, New York
- La Forgia J. (1988), *The affective domain related to science and its evaluations*. "Science Education", 72(4), 407-421
- Lightbody P., Durdell A. (1996a), *Gendered career choice: is sex-stereotyping the cause or the consequence*, "Educational Studies", 22, 133-146
- Myers R.E., Fouts J.T. (1992), *A cluster analysis of high school science classroom environments and attitude toward science*, "Journal of Research in Science Teaching", 29, 929-937

- Norwich B., Duncan J.** (1990), *Attitudes, subjective norm, perceived preventive factors, intentions and learning science: testing a modified theory of reasoned action*, "British Journal of Educational Psychology", 60, 312–321
- OECD** (2003), *PISA 2003 Data Analysis Manual. SPSS Users*, OECD, Paris
- OECD** (2007), *Valutare le competenze in scienze, lettura e matematica. Quadro di riferimento di PISA 2006*, Armando Editore, Roma
- Oliver J.S., Simpson R.D.** (1988), *Influences of attitude toward science, achievement motivation, and science self concept on achievement in science: a longitudinal study*, "Science Education", 72, 143–155
- Ormerod M.B., Duckworth D.** (1975), *Pupils' attitudes to science*, NFER, Slough
- Osborne J., Simon S., Collins S.** (2003), *Attitudes towards science: a review of the literature and its implications*, "International Journal of Science Education", 25(9), 1049-1079
- Piburn M.D.** (1993), *If I were the teacher... qualitative study of attitude toward science*, Science Education, 77, 393–406
- Rickinson M.** (2001), *Learners and learning in environmental education: a critical of the evidence*, "Environmental Education Research", 7(3), 207-320
- Schibeci R.A.** (1984), *Attitudes to science: An update*, "Studies in Science Education", 11, 26-59
- Simpson R.D., Koballa J.R., T.R., Oliver J.S. e Cranley F.E.** (1994), *Research on the effective dimension of science learning*, in Gabel D. (a cura di.), *Handbook of research on science teaching and learning*, Macmillan New York
- Sundberg M.D., Dini M.L., Li E.** (1994), *Decreasing course content improves student comprehension of science and attitudes toward science in freshman biology*, "Journal of Research in Science Teaching", 31, 679–693
- Talton E.L., Simpson R.D.** (1986), *Relationship of attitudes toward self, family, and school with attitude toward science among adolescents*, "Science Education", 70, 365–374
- Talton E.L., Simpson R.D.** (1987), *Relationships of attitude toward classroom environment with attitude toward and achievement in science among tenth grade biology students*, "Journal of Research in Science Teaching", 24, 507–525
- UNESCO** (2003), *UNESCO and the International Decade of Education for Sustainable Development (2005-2015)*, "UNESCO International Science, Technology and Environmental Education Newsletter", XXVIII (1-2), UNESCO, Paris
- UNESCO** (2005), *International Implementation Scheme for the UN Decade of Education for Sustainable Development*, UNESCO, Paris
- Weaver A.** (2002), *Determinants of Environmental Attitudes: A five-country comparison*, "International Journal of Sociology," 32(1), 77-108
- Woolnough B.** (1994), *Effective science teaching*, Open University Press, Buckingham

Allegato

	Mean	SE (Mean)	Standard Deviation
Sci interest (scala Q21)			
1 q.le	564.622	6.479	88.112
2 q.le	539.552	3.137	84.167
3 q.le	493.765	3.319	85.219
4 q.le	463.071	6.174	75.384
Sci enjoyment (scala Q16)			
1 q.le	571.011	7.238	90.223
2 q.le	531.057	2.684	86.336
3 q.le	495.380	3.404	81.281
4 q.le	469.062	9.923	84.041
Sci future (scala Q35)			
1 q.le	558.958	6.515	96.690
2 q.le	524.416	2.895	88.409
3 q.le	509.962	4.205	79.146
4 q.le	484.510	8.933	73.130
Sci future (scala Q29)			
1 q.le	575.443	6.880	92.822
2 q.le	539.057	5.022	92.631
3 q.le	512.045	3.011	82.780
4 q.le	501.809	4.189	83.217
Learning (scala Q37)			
1 q.le	566.381	9.054	103.637
2 q.le	532.403	2.985	89.277
3 q.le	508.633	3.185	77.741
4 q.le	473.665	8.889	74.500
Sci tasks (scala Q17)			
1 q.le	571.865	7.432	93.530
2 q.le	535.049	2.791	82.436
3 q.le	488.842	3.450	82.779
4 q.le	453.425	10.171	89.447
Sci value (scala Q18) a			
1 q.le	556.907	4.651	86.730
2 q.le	514.143	2.083	84.696
3 q.le	448.543	8.755	82.870
4 q.le	416.714	41.807	89.604
Sci value (scala Q18) b			
1 q.le	557.476	7.366	97.562
2 q.le	526.848	2.876	86.656
3 q.le	495.732	3.983	82.181
4 q.le	472.369	18.260	90.401
Envr aware (scala Q22) riverse scale			
1 q.le	401.307	9.137	70.493
2 q.le	479.313	3.257	79.484
3 q.le	542.447	2.732	79.591
4 q.le	571.199	6.344	83.077
Envr issues (scala Q24)			
1 q.le	525.271	2.583	85.328
2 q.le	524.365	4.506	95.515
3 q.le	479.638	8.755	80.368
4 q.le	400.941	24.563	84.025
Envr improve (scala Q25) riverse scale			
1 q.le	487.752	9.172	98.449
2 q.le	491.499	8.497	104.424
3 q.le	518.156	3.437	86.265
4 q.le	540.471	2.839	79.054
Envr responsibility (scala Q26)			
1 q.le	547.763	2.950	81.141
2 q.le	496.515	2.815	89.533
3 q.le	462.021	11.716	85.477
4 q.le	446.920	34.613	77.541

CAPITOLO 4**Genere, immigrazione e differenze di performance in scienze, matematica e lettura**Virginio Amistadi, Arianna Bazzanella - IPRASE, Trento¹

Carlo Buzzi - Università degli Studi di Trento

Estratto. Il capitolo si concentra sul genere e sull'origine etnico-culturale al fine di verificare se e quanto questi fattori incidano sulla performance scolastica.

L'effetto genere innanzitutto risulta intrinsecamente connesso a quello della scuola frequentata. Sebbene nei livelli di competenza misurati siano effettivamente presenti delle marcate differenze tra maschi e femmine, con una maggiore abilità femminile nella comprensione dei testi ed una prevalenza maschile nella concettualizzazione matematica, il tipo di scuola frequentata risulta molto più influente nella determinazione dei punteggi ottenuti rispetto all'appartenenza di genere. Il livello di competenza femminile nella lettura è, infatti, minore nei licei e molto più marcato negli istituti professionali mentre nelle scienze i maschi primeggiano nei licei e negli istituti tecnici ma non negli istituti professionali.

Analogamente, l'analisi dell'effetto dello status migratorio non può prescindere dalla scuola frequentata e dalle aspirazioni familiari nei confronti dei figli determinate dalla condizione occupazionale dei genitori. A parità di livello culturale, infatti, le diverse condizioni sociali e materiali delle famiglie migranti spingono i figli verso percorsi formativi più professionalizzanti e meno orientati alla determinazione dei livelli di competenza secondo il *Quadro di Riferimento OCSE PISA*.

I risultati PISA, seppure a fronte di punteggi nettamente inferiori rispetto ai coetanei italiani, suggeriscono la presenza di notevoli divergenze all'interno del gruppo dei giovani migranti, con prestazioni fortemente influenzate da fattori individuali quali ad esempio la padronanza linguistica.

Parole chiave: Apprendimento e uguaglianza di opportunità - Segregazione di genere e di status immigratorio - *Ranking* di prestazione.

Costituzione della Repubblica Italiana - Art. 34*La scuola è aperta a tutti.**L'istruzione inferiore, impartita per almeno otto anni,
è obbligatoria e gratuita.**I capaci e meritevoli, anche se privi di mezzi,
hanno diritto di raggiungere i gradi più alti degli studi.**La Repubblica rende effettivo questo diritto con borse di studio,
assegni alle famiglie ed altre provvidenze,
che devono essere attribuite per concorso.*

¹ Per chiedere notizie o scambiare opinioni su questo capitolo, gli autori possono essere contattati al seguente indirizzo: IPRASE del Trentino, Via Gilli 3 - 38100 Trento, virginio.amistadi@iprase.tn.it e arianna.bazzanella@iprase.tn.it

1. PREMESSA

In un sistema educativo di istruzione e formazione perfettamente egualitario, meritocratico e garante delle medesime opportunità di cittadinanza, le differenze nell'apprendimento, nelle scelte dei percorsi formativi e negli esiti scolastici dovrebbero, per definizione, interconnettersi unicamente a talento, abilità, preferenze e impegno individuali. Uno dei compiti finali del sistema educativo, infatti, è quello di rimuovere gli ostacoli che impediscono ad alcuni sottogruppi di godere di pari opportunità di realizzazione sociale.

La realtà - nel nostro Paese e non solo - mostra, invece, come alcune caratteristiche ascritte possano incidere notevolmente sul successo scolastico.

In particolare, gli studi e gli approfondimenti del settore (Barone e Schizzerotto, 2006; Schizzerotto, 2002) continuano a confermare come la provenienza socio-culturale *in primis*, ma anche quella geografica, il genere come il gruppo etnico di appartenenza si correlino in modo significativo con le prestazioni e i successi in ambito scolastico e formativo (nonché, poi, professionale).

Dovendo tracciare un identikit, ha le maggiori probabilità di successo scolastico una ragazza che abita nelle regioni del Nord e proviene da una famiglia ad elevato capitale culturale; mentre, al contrario, sono maggiormente a rischio di insuccesso i maschi che abitano nelle regioni del Sud e che vivono in famiglie a basso capitale culturale. Inoltre, l'essere straniero risulta un ulteriore elemento di penalizzazione.

Questo significa, però, che il sistema scolastico del nostro Paese non è in grado di assolvere ad uno dei suoi compiti precipui: quello di ovviare agli svantaggi di partenza e quello (conseguente) di riuscire ad individuare e coltivare i talenti.

In questo contributo ci si concentrerà sul genere e sull'origine etnica al fine di verificare se e quanto questi fattori ascrittivi incidano sulla performance scolastica. Prima di dedicarci alle specifiche misure di apprendimento, tuttavia, ci occuperemo a rievocare alcuni indicatori strutturali di sfondo.

1.1. La questione etnica

Dopo decenni di emigrazione, l'Italia ha cominciato a configurarsi solo di recente come un Paese di immigrazione. Inizialmente, la visibilità di questo fenomeno si è avuta soprattutto nel mercato del lavoro (regolare e sommerso) per l'arrivo di individui perlopiù maschi e adulti o giovani-adulti, che lasciavano le famiglie d'origine e/o costruite nel loro Paese di provenienza.

Oggi assistiamo ad una maggiore visibilità di migranti anche in altri contesti. Con la stabilizzazione della presenza straniera (anche tramite le sanatorie), i ricongiungimenti familiari, le concessioni di cittadinanza, i matrimoni misti, il radicamento di individui non italiani e delle loro famiglie nel nostro Paese, la presenza di migranti appare più diffusa e permea nuovi ambiti. Tra questi, non da ultimo, certamente, la scuola.

Ciò ha portato all'imporsi di nuove dinamiche e di nuove esigenze nel sistema formativo che, molto spesso, si possono già rintracciare - seppure con le specifiche del caso - in studi e osservazioni condotte in Paesi con una più consolidata presenza straniera: Stati Uniti, Francia, Gran Bretagna, Germania, ed altri ancora. Ovunque è emerso come gli alloctoni presentino minori tassi di partecipazione al sistema educativo e maggiori difficoltà di successo e di raggiungimento dei livelli più alti di formazione.² Tale fenomeno va riducendosi, in particolare, passando dagli immigrati di prima a quelli di seconda generazione.

A livello nazionale, i dati più recenti messi a disposizione dal Ministero della Pubblica Istruzione³ - che risalgono all'anno scolastico 2006-2007 - ci segnalano che, parlando di studenti non italiani, ci riferiamo ad una popolazione di circa cinquecentomila unità, pari ad un'incidenza percentuale complessiva del 5,6% con, ovviamente, delle differenze tra i diversi ordini e gradi scolastici (cfr. Tabella 4.1).

A livello provinciale (i dati si riferiscono all'a.s. 2005/2006), la proporzione è un po' più consistente di quella nazionale con un'incidenza complessiva di alunni stranieri pari al 7,1% - i dettagli sono sempre esposti in tabella 4.1 - mentre la loro distribuzione interna vede il 21% alle scuole dell'infanzia, il 40% alla scuola primaria, il 23% alla scuola secondaria di primo grado e il 16% alla scuola secondaria di secondo grado (Provincia Autonoma di Trento, CINFORMI, 2006).

Questi dati non tengono conto della formazione professionale che in Trentino ha una rilevanza ben maggiore che sul resto del territorio nazionale. Prendendo lo stesso anno di riferimento, se gli studenti stranieri iscritti alla scuola secondaria di II grado sono il 4,3%, nella formazione professionale presentano un'incidenza quasi quattro volte superiore (il 14,8%). Detto diversamente per ogni dieci trentini in età post-obbligo che continuano a studiare otto lo fanno all'interno del sistema dell'istruzione e due in quello della formazione professionale, per ogni dieci stranieri che continuano le proporzioni sono rispettivamente di sei nella scuola e quattro nella formazione.

Tra gli stranieri prevalgono gli studenti provenienti dell'Europa orientale (835 alunni nel 2005/06 pari al 59% dei non autoctoni) seguiti da africani e nordafricani (252 unità pari al 18%).

² Per dettagli bibliografici, si veda C. Barone e A. Schizzerotto, *Sociologia dell'istruzione*, Il Mulino, Bologna, 2006.

³ Si veda il sito: http://www.pubblica.istruzione.it/news/2007/allegati/alunni_n_ita_def.pdf. La pubblicazione di riferimento è l'indagine "Alunni con cittadinanza non italiana - Scuole statali e non statali anno scolastico 2006/2007" e relativa sintesi.

Tabella 4.1 - Incidenza di alunni stranieri in Trentino a.s. 2005/2006 e in Italia a.s. 2006/2007 (valori percentuali)

L'incidenza sul totale degli alunni	Studenti stranieri in Trentino	Studenti stranieri in Italia
Scuola dell'infanzia	7,1	5,7
Scuola primaria	8,5	6,8
Scuola secondaria di primo grado	8,2	6,5
Scuola secondaria di secondo grado	4,3	6,5
Totale stranieri	7,1	5,6

Fonti: Ministero della Pubblica Istruzione, "Alunni con cittadinanza non italiana - Scuole statali e non statali anno scolastico 2006/2007", documento di sintesi presente sul sito del Ministero. Provincia Autonoma di Trento, CINFORMI, *L'immigrazione in Trentino. Rapporto annuale 2006*, Provincia Autonoma di Trento, Trento 2006.

Ma è la progressione registrata negli ultimi anni che caratterizza soprattutto il fenomeno: la presenza degli studenti stranieri nel sistema scolastico locale è infatti costantemente in aumento (Ziglio 2006; Ressa 2007c). Nel 2003/04, gli stranieri nella scuola superiore e nella formazione professionale erano 883, mentre nel 2006/07 avevano raggiunto le 1.628 unità, con un incremento dell'84% in soli tre anni (cfr. Tabella 4.2).

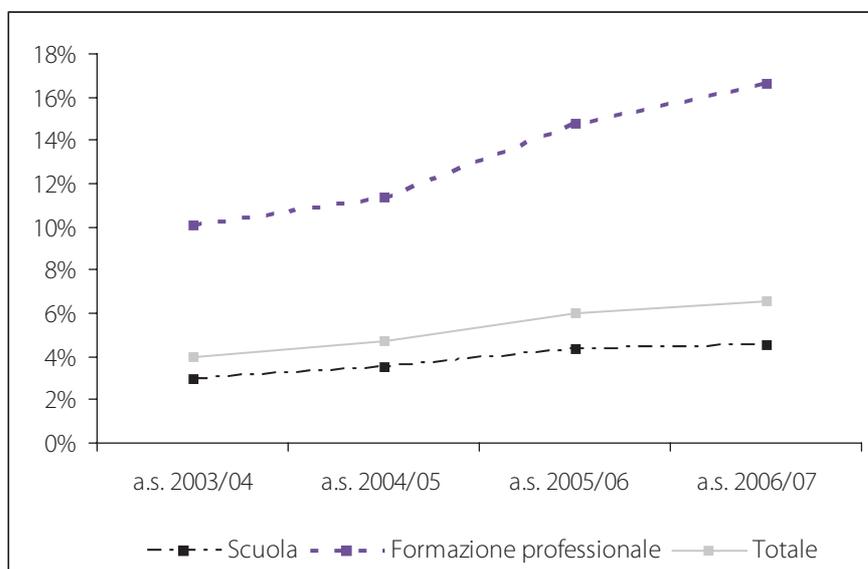
Tabella 4.2 - Presenza di alunni stranieri in età post-obbligo nel sistema trentino, per canale formativo scelto

Stranieri	Scuola secondaria di II grado	% sul totale degli alunni	Formazione professionale	% sul totale degli alunni	Totale	% sul totale degli alunni
a.s. 2003/04	545	2,9	338	10,1	883	4,0
a.s. 2004/05	673	3,5	423	11,4	1.096	4,7
a.s. 2005/06	854	4,3	572	14,8	1.426	5,8
a.s. 2006/07	950	4,6	678	16,6	1.628	6,5

Fonte: elaborazioni IPRASE del Trentino su dati Servizio statistica, *Annuario statistico 2005*, Provincia Autonoma di Trento, Trento, 2006; per il 2006/07 si sono utilizzati i dati MPI (Rilevazione integrativa delle scuole secondarie di II grado, anno scolastico 2006/07) e Servizio Istruzione e Formazione professionale, Provincia Autonoma di Trento.

Come dimostra anche la figura 4.1 l'incidenza degli alunni stranieri nel canale formativo aumenta, tuttavia, più che in quello dell'istruzione.

Figura 4.1 - Trend incidenza stranieri in età post-obbligo nel sistema scolastico trentino, per canale formativo scelto



Fonte: elaborazioni IPRASE del Trentino su dati Servizio statistica, *Annuario statistico 2005*, Provincia Autonoma di Trento, Trento, 2006; per il 2006/07 si sono utilizzati i dati MPI (Rilevazione integrativa delle scuole secondarie di II grado, anno scolastico 2006/07) e Servizio Istruzione e Formazione professionale, Provincia Autonoma di Trento.

La maggiore vocazione professionalizzante dei giovani migranti viene confermata dalla distribuzione di studenti italiani e stranieri all'interno dei percorsi offerti dalla scuola secondaria di secondo grado: in Italia circa l'80% degli stranieri presenti nella scuola secondaria di secondo grado si indirizza verso un istituto tecnico o professionale, per definizione maggiormente orientati all'immediato inserimento nel mercato del lavoro con qualifiche di taglio operativo, mentre solo il 20% frequenta un liceo, ovvero un percorso orientato all'approfondimento culturale e alla preparazione universitaria. Tra gli italiani a fronte del 58% di studenti iscritti negli istituti tecnici o professionali, vi sono ben oltre il 42% di liceali. E non si può non ricordare che queste differenze incidono sugli esiti in termini di successiva allocazione professionale.⁴

Nella scuola trentina le cose sono un po' diverse. I giovani stranieri nel 2006/07 risultavano distribuiti abbastanza uniformemente tra i tre indirizzi con tuttavia una prevalenza dell'istituto tecnico con il 40% del totale; l'istituto professionale aveva una quota del 30% esattamente come i liceali che risultano dunque percentualmente più rappresentati che nel contesto nazionale. Per quanto riguarda le scelte nella Formazione professionale, più di un terzo degli stranieri (36%) si iscriveva ai percorsi

⁴ Fonte: Ministero della Pubblica Istruzione, "Alunni con cittadinanza non italiana - Scuole statali e non statali anno scolastico 2006/2007", documento di sintesi e nostre elaborazioni dal database consultabile sul sito del Ministero della Pubblica Istruzione.

dell'area "industria e artigianato"; seguiva il settore alberghiero e della ristorazione (18%), il terziario (16%) e i servizi alla persona (14%).⁵

Fin qui il dato strutturale della presenza di stranieri nel sistema scolastico e formativo trentino. Tuttavia - sempre riferendoci all'a.s. 2005/2006 - emerge che mentre dalla scuola dell'infanzia fino alla scuola secondaria di primo grado la percentuale di alunni stranieri che frequentano è praticamente pari agli aventi diritto, nella scuola secondaria di secondo grado e nella formazione professionale tale percentuale cala molto di più di quanto succede per i coetanei trentini: segno che molti alunni stranieri tendono a lasciare il sistema educativo di istruzione e formazione al termine dell'obbligo.⁶ Gli esiti in termini di promozioni confermano una maggiore quota di insuccesso tra gli alunni stranieri rispetto ai compagni italiani. Come riporta il secondo rapporto OGI-IPRASE, nonostante che dal 2004/05 al 2005/06 le bocciature siano in diminuzione, né a scuola, né alla Formazione professionale il tasso di promozione finale per gli stranieri riesce a raggiungere l'80%, mentre tra gli alunni che hanno cittadinanza italiana la percentuale di successo è sempre maggiore di dieci punti percentuali (Ress, 2007c) (cfr. Tabella 4.3). Tendenzialmente, dunque, gli studenti con cittadinanza non italiana incorrono più facilmente degli autoctoni nelle bocciature e nella dispersione come già evidenziato da numerosi studi (Barone e Schizzerotto 2006, 102-103).

Tabella 4.3 - Promossi ogni 100 scrutinati nel sistema trentino, per cittadinanza e canale formativo

	Scuola secondaria di II grado		Formazione professionale	
	a.s. 2004/05	a.s. 2005/06	a.s. 2004/05	a.s. 2005/06
Italiani	86,8%	89,6%	87,6%	88,8%
Stranieri	71,0%	76,8%	75,5%	78,3%

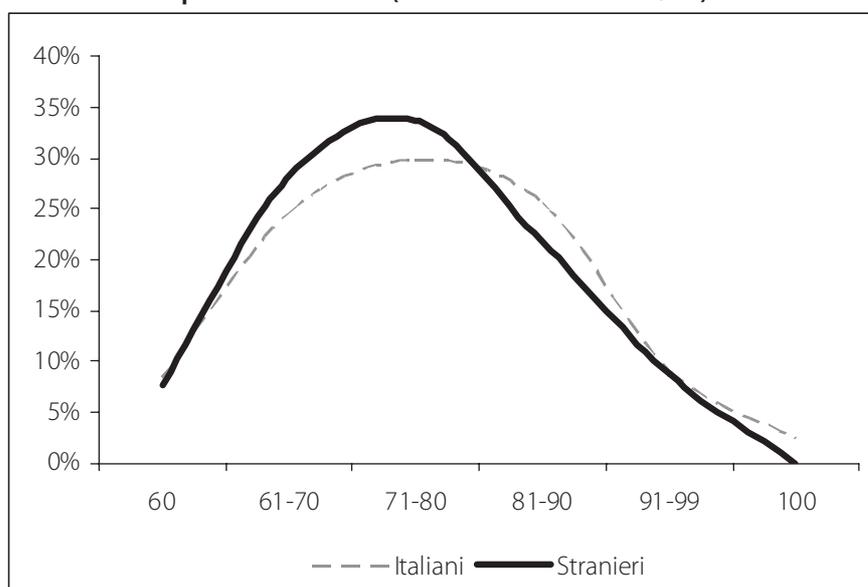
Fonte: elaborazioni IPRASE del Trentino su dati MPI (Rilevazione integrativa delle scuole secondarie di II grado) e Servizio Istruzione e Formazione professionale, Provincia Autonoma di Trento.

I fenomeni che penalizzano gli immigrati possono essere confermati anche dai giudizi finali. Nella Formazione professionale, che concentra un numero cospicuo di studenti stranieri, il voto medio è inferiore e i voti in generale sono più bassi rispetto a quello dei coetanei italiani (*ibidem*) (cfr. fig. 4.2).

⁵ Fonte: elaborazioni IPRASE su dati MPI (Rilevazione integrativa delle scuole secondarie di II grado) e Servizio Istruzione e Formazione professionale, Provincia Autonoma di Trento.

⁶ Provincia Autonoma di Trento, CINFORMI, *L'immigrazione in Trentino. Rapporto annuale 2006*, Provincia Autonoma di Trento, Trento, 2006, p. 87.

Figura 4.2. - Voti agli esami nella Formazione professionale trentina, per cittadinanza (anno scolastico 2005/06)



Fonte: elaborazioni IPRASE del Trentino su dati MPI (Rilevazione integrativa delle scuole secondarie di II grado) e Servizio Istruzione e Formazione professionale, Provincia Autonoma di Trento.

Da tutti questi indicatori, dunque, gli studenti stranieri inseriti nel sistema scolastico trentino appaiono, nel complesso, meno brillanti degli omologhi italiani.

A questo punto o si ipotizza che i giovani stranieri hanno impostazioni e/o capacità diverse, oppure si riconosce una reale differenza di opportunità che penalizza gli studenti migranti, spesso portatori di biografie difficili, di scarsa integrazione, non da ultimo determinata da una ridotta o limitata conoscenza linguistica dell'italiano.

1.2 La questione di genere

Se la provenienza geografica o l'appartenenza etnica determinano delle differenze nel rendimento e nei tassi di successo scolastici, il genere permane, almeno per questioni numeriche, ancor più incisivo, a tal punto che è "(...) dopo la classe di origine, la caratteristica ascrivibile dotata delle più estese influenze sui destini scolastici delle persone" (Barone e Schizzerotto, 2006, 104). Anche perché se alcuni fenomeni di segregazione di genere sono stati superati, altri rimangono inalterati.

Negli ultimi decenni - in Italia, ma non solo - il processo di emancipazione femminile si è accompagnato inevitabilmente ad una crescita dei livelli di istruzione presso la popolazione femminile, una volta esclusa o quasi dall'investimento nella formazione e nella carriera lavorativa. Ciò è avvenuto in modo così marcato che oggi ci troviamo di fronte ad un'inversione di tendenza poiché, nelle nuove generazioni, la percentuale di coloro che raggiungono il diploma di scuola superiore o di laurea sono più alte tra le femmine che non tra i maschi. Inoltre, alla scuola secondaria di

secondo grado, le prime raggiungono mediamente valutazioni migliori (ad eccezione dell'area matematico-scientifica), incorrono meno frequentemente dei secondi in percorsi irregolari (Gasperoni, 2007; Argentin, 2007) e nel fenomeno dei *drop-out* (Ress, 2007a), forse anche perché incalzate da un maggiore interesse più che da motivazioni di carattere prettamente strumentale (Gasperoni, 2007).

D'altro canto, ciò non si accompagna ad una crescita di visibilità delle donne all'interno del mercato del lavoro poiché le discriminazioni a sfavore del segmento femminile sono ancora persistenti; tanto che per arrivare ad occupare posizioni (e rendite) di carriera simili a quelle degli uomini, le donne devono acquisire credenziali più elevate.

Tornando al sistema formativo, un altro elemento di disuguaglianza di opportunità risiede nei percorsi intrapresi dai due gruppi all'interno della scuola secondaria di secondo grado: se le studentesse sono sovrarappresentate nei licei rispetto alla formazione tecnica, è altrettanto vero che le prime scelgono perlopiù percorsi umanistici (classico, linguistico, psico-socio-pedagogico) mentre gli studenti quelli da alto contenuto scientifico e tecnologico. Inoltre, nella formazione professionale le femmine prediligono percorsi di taglio commerciale lasciando quelli di carattere industriale/artigianale ai compagni (Pisati, 2002; Barone e Schizzerotto, 2006). E questo vale sia per l'Italia sia per il Trentino nello specifico (cfr. tabella 4.4).

Tabella 4.4 - Studenti di scuola secondaria di secondo grado per genere in Italia e in Trentino: composizione in base al genere (a.s. 2006/2007; valori percentuali)

	Italia		Trentino	
	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine
Scuole dell'infanzia	52	48	52	48
Scuola primaria	52	48	51	49
Scuola secondaria di primo grado	52	48	51	49
Scuola secondaria di secondo grado	51	49	48	52
Liceo classico	31	69	32	68
Liceo scientifico	49	51	39	61
Istituti e scuole magistrali	16	84	14	86
Licei linguistici	24	76	39	61
Istituti tecnici	66	34	69	31
Istituti professionali	57	43	42	58
Licei artistici	32	68	0	0
Istituti d'arte	34	66	42	58

Fonte: nostre elaborazioni dal database consultabile sul sito del Ministero della Pubblica Istruzione.

Quindi, se le disparità verticali (relative ai titoli di studio raggiunti) si sono attenuate fino ad arrivare al sorpasso da parte della componente femminile, quelle orizzontali (relative ai percorsi interni ad uno stesso livello di istruzione) permangono senza che sia possibile portare spiegazioni inopinabili al fenomeno, soprattutto

considerando che a livello universitario le disparità tendono a ridursi - per quanto permangono in termini assoluti (Pisati, 2002; Barone e Schizzerotto, 2006). Tale fenomeno, di per sé, non sarebbe degno di evidenza se non fosse che a queste diverse strade corrispondono, poi, diverse allocazioni in termini di percorsi di laurea e/o di accesso al mercato del lavoro, come già detto (Pisati, 2002).

Nel complesso anche in Provincia di Trento si riscontrano i fenomeni e gli andamenti appena delineati (Sartori, 2004; Ressa, 2007b): anche qui, cioè, le ragazze intraprendono con più facilità determinati percorsi offrendo migliori risultati, dettati anche da una motivazione allo studio più matura e legata alla conoscenza (anziché alla strumentalità). I dati locali mettono in luce che questo porta anche ad un maggiore investimento da parte delle studentesse: sia in termini di maggiore partecipazione emotiva che, non di rado, produce ricadute in termini di ansia, stress, preoccupazione; sia in termini di impegno, poiché più facilmente degli studenti esse si dedicano a periodi di tirocinio e di studio all'estero, nonostante più facilmente dei maschi ne paventino le difficoltà (Ressa, 2007b).

Questi alcuni indicatori di sfondo. Nelle pagine che seguono si presenteranno, invece, dati relativi alle performance legate, più specificatamente, ai livelli di conoscenza raggiunti nelle diverse discipline. Si osserveranno, dunque, i dati locali offerti dall'indagine PISA al fine di verificare quanto il contesto sopra delineato trovi riscontri negli apprendimenti.

Segnaliamo che la base numerica relativa agli intervistati non italiani nella Provincia di Trento è tale per cui non è possibile inferire alcuna informazione con pretesa di rappresentatività statistica. I dati relativi all'appartenenza etnica, dunque, andranno presi come indicativi. D'altro canto, va detto che essi vanno nella direzione di confermare quanto già rivelato in letteratura e più sopra ricordato per sommi capi.

2. UN PRIMO SGUARDO SUI RISULTATI PISA IN TRENTINO PER GENERE E STATUS IMMIGRATORIO

Nel campione, opportunamente pesato,⁷ di studenti sottoposti al test i risultati, peraltro assai noti, sono riportati nella tabella 4.5.

⁷ Nel campione originario i maschi erano 933 (pari al 53,1%) e le femmine 824 (46,9%). Con l'introduzione dei pesi si sono riequilibrare le presenze riportando al 50% entrambi i generi. Per quanto riguarda lo status immigratorio gli stranieri erano 103 (6,0%) e sono stati portati al 5,4% nel campione pesato. Quest'ultimo dato mostra che le analisi delle prestazioni degli studenti immigrati siano assai deboli per la loro scarsa numerosità all'interno del campione.

Tabella 4.5 - Punteggi medi del campione trentino

	Punteggio medio	Deviazione standard
Literacy in lettura	508	97
Literacy scientifica	521	90
Literacy matematica	508	92

Evitiamo di commentare queste performance nel loro complesso, ma vediamo piuttosto quali valori assumono i punteggi medi declinandoli per genere e per status immigratorio (tabella 4.6).

Tabella 4.6 - Punteggi medi del campione trentino per genere e status immigratorio

	Punteggio medio		$\Delta M - F$	Punteggio medio		$\Delta N - S$
	Maschi	Femmine		Nativi	Stranieri	
Literacy in lettura	486	531	- 45	515	439	+ 76
Literacy scientifica	522	520	+ 2	527	454	+ 73
Literacy matematica	520	497	+ 23	514	444	+ 70

Questi punteggi, tuttavia, non appaiono particolarmente significativi. Lo sarebbero solo nella situazione nella quale genere e status immigratorio non fossero influenzati da altre variabili. Consideriamoli dunque solo come evidenze tendenziali con valore puramente esplorativo e cerchiamo di inserire le performance di maschi e femmine e di autoctoni e stranieri all'interno di un contesto più ampio di influenze. Le figure 4.3 e 4.4 mostrano le influenze ipotizzate e presentano pertanto i due modelli concettuali sui quali baseremo l'analisi.

Il modello concettuale 3 assume che il risultato del test nelle *literacy in lettura*, *scientifica* e *matematica* sia direttamente influenzato da due fattori: a) il genere; b) il tipo di scuola frequentato; e che c) l'effetto genere dipenda a sua volta dalla scuola frequentata, e quindi dalla diversa preparazione ottenuta, essendo noto che le scelte scolastiche post-obbligo di maschi e femmine non sono omogenee ma fortemente differenziate come del resto è confermato dalla tabella 4.7. Altre variabili che possono essere oltremodo significative per la determinazione dei risultati, ad esempio il *background* sociale e culturale della famiglia, non hanno tuttavia un'influenza specifica sul genere e quindi nel modello vengono tralasciate.

Figura 4.3 - Il modello concettuale basato sul genere

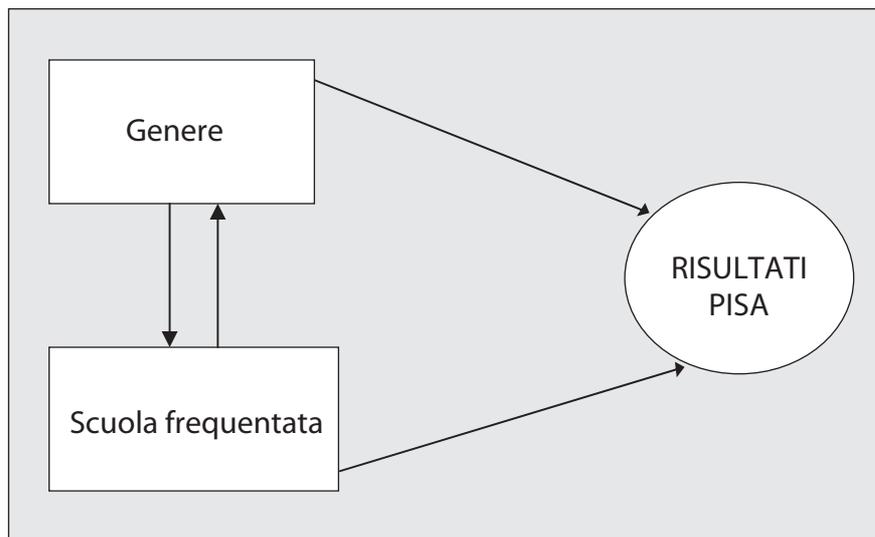


Tabella 4.7 - Distribuzione del genere per tipo di scuola frequentata
(campione PISA 2006, pesato)

Tipo di scuola	Maschi	Femmine	Totale
Licei	26,4	57,5	42,0
Istituti tecnici	42,6	15,8	29,2
Istituti professionali	5,4	10,6	8,0
Formazione professionale	25,6	16,1	20,8
Totale	100,0	100,0	100,0
N	2157	2160	4317

Il modello concettuale 4 è, invece, più complesso perché assume che il risultato del test nelle *literacy in lettura, scientifica e matematica* sia direttamente influenzato da tre fattori: a) lo status immigratorio (autoctoni o stranieri); b) il *background* socio-culturale della famiglia di origine; c) il tipo di scuola frequentata; che d) l'effetto dello status immigratorio dipenda a sua volta dal *background* della famiglia e dalla scuola frequentata. Le tabelle 4.8 e 4.10 mostrano le profonde differenze iniziali che contraddistinguono nativi e immigrati per quanto riguarda le scelte scolastiche e la condizione occupazionale dei genitori. Non si pongono invece disuguaglianze per quanto riguarda il capitale culturale della famiglia d'origine: le famiglie immigrate hanno un livello di istruzione pari a quelle trentine (cfr. Tabella 4.9).

Figura 4.4 - Il modello concettuale basato sullo status immigratorio

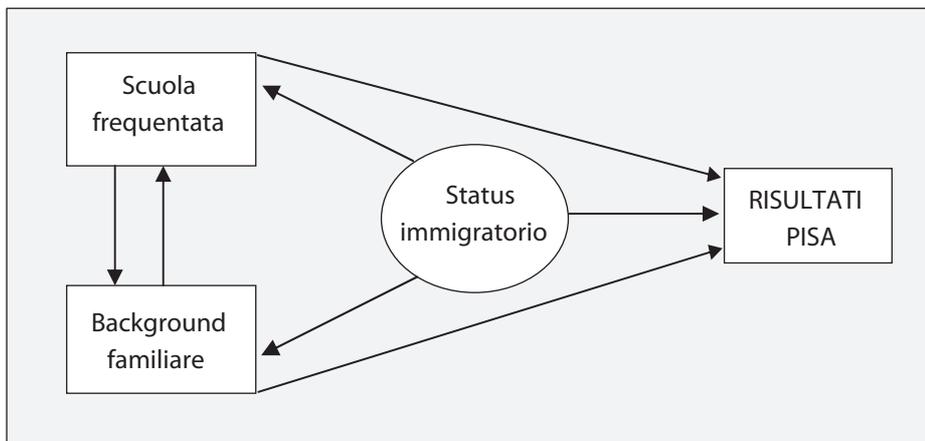


Tabella 4.8 - Distribuzione dello status immigratorio per tipo di scuola frequentata (campione PISA 2006, pesato)

Tipo di scuola	Nativi	Stranieri	Totale
Licei	43,5	23,1	42,4
Istituti tecnici	29,5	31,0	29,6
Istituti professionali	7,9	7,9	7,9
Formazione professionale	19,2	38,0	20,2
Totale	100,0	100,0	100,0
N	4024	229	4253

Tabella 4.9 - Distribuzione dello status immigratorio per capitale culturale della famiglia

(titolo di studio più elevato tra i due genitori; campione PISA 2006, pesato)

Livello di istruzione familiare	Nativi	Stranieri	Totale
Fino all'obbligo	17,8	20,3	17,9
Formazione professionale	10,1	7,9	10,0
Secondaria superiore	47,3	47,1	47,3
Terziaria	24,7	24,7	24,7
Totale	100,0	100,0	100,0
N anni medio di scolarizzazione	12,9	12,7	12,9
N	4002	227	4229

**Tabella 4.10 - Distribuzione dello status immigratorio
per tipo di condizione occupazionale della famiglia
(occupazione più elevata tra i due genitori; campione PISA 2006, pesato)**

Tipo di scuola	Nativi	Stranieri	Totale
Occupazioni superiori, lavori impiegatizi di concetto	48,7	19,0	47,2
Lavoro impiegatizi esecutivi	26,9	22,6	26,7
Lavori manuali specializzati	12,7	26,1	26,1
Lavori manuali non qualificati	11,6	32,3	32,3
Totale	100,0	100,0	100,0
N	3994	226	4220

Per riassumere, il modello concettuale rappresentato nella figura 4.3 mostra come l'effetto del genere non può essere confuso con quello della scuola frequentata, mentre quello rappresentato nella figura 4.4 indica come l'effetto dello status immigratorio non possa essere confuso né con quello della scuola frequentata né con quello dettato dalle aspirazioni familiari nei confronti dei figli, rappresentate dalla condizione occupazionale dei genitori. Le famiglie migranti hanno sì un livello culturale paragonabile a quello delle famiglie autoctone, ma le diverse condizioni sociali e materiali spingono a preferire per figli e figlie percorsi professionalizzanti piuttosto che quelli orientati alla formazione terziaria, come del resto il mercato occupazionale nazionale e locale richiede agli stranieri di recente immigrazione.

3. IL RUOLO DI GENERE NELLA DETERMINAZIONE DEI RISULTATI PISA IN TRENTINO

Chiarito il quadro complessivo dell'analisi, possiamo ora analizzare i punteggi riportati da maschi e femmine tenendo sotto controllo la scuola frequentata. In realtà il dato potrebbe essere raffinato: i raggruppamenti di scuole considerate mettono insieme istituti che preparano in modo assai diverso i propri studenti. Nei licei si spazia dal classico, allo scientifico allo psico-socio-pedagogico; nei tecnici la differenziazione dei programmi e degli approcci tra commerciali, geometri e industriali è elevata, nei professionali le differenze sono ancora più accentuate, così come nella formazione professionale. Tuttavia le quattro ripartizioni sono comunque rappresentative dei livelli scolastici esistenti in Italia.

Se andiamo ad analizzare i risultati (cfr. Tabella 4.11), evidenziamo i seguenti fenomeni:

- nella lettura la supremazia femminile è evidente in tutti i tipi di scuola, ma non in modo omogeneo: il divario a favore delle ragazze diminuisce all'aumentare del livello di prestigio dell'istituto; nei licei (e in parte anche nei tecnici) il livellamento tra i generi è maggiore, per contro la differenza a favore

delle donne è massima negli istituti professionali e nei centri di formazione professionale;

- la *literacy scientifica* presenta una situazione complessa; si era visto che i punteggi declinati per genere fossero quasi equivalenti, tale omogeneità è però il frutto di prestazioni all'interno dei tipi di scuola assai differenziati; nei licei i maschi mostrano performance migliori, nei tecnici mantengono il primato ma la differenza si assottiglia, negli istituti professionali addirittura si invertono le competenze che sono maggiori nelle femmine rispetto ai coetanei; nella formazione professionale i punteggi sono del tutto identici;
- nella *literacy matematica* i maschi mostrano prestazioni sempre migliori, ma anche in questo caso in modo difforme a seconda del tipo di scuola: massima differenziazione tra i liceali, consistente tra i tecnici, quasi nulla tra i professionali; nella formazione professionale, tuttavia, il divario di genere si ripresenta in modo abbastanza consistente.

Le differenze di genere nei risultati di *literacy* sono dunque effettivamente presenti e quando si parla di una maggiore competenza femminile nella comprensione dei testi e di una maggiore abilità maschile nella concettualizzazione matematica si coglie nel segno. Tuttavia la frequenza scolastica è in grado di mitigare in modo consistente queste tendenze. Ad esempio a parità di istituto i maschi in lettura sono inferiori alle femmine, ma i maschi liceali ottengono comunque punteggi superiori delle femmine dei tecnici, i maschi dei tecnici si dimostrano migliori delle femmine degli istituti professionali e i maschi degli istituti professionali superano le femmine della formazione professionale. Ciò avviene anche per le altre *literacy* nelle quali il genere meno competente in scienze o matematica ottiene comunque un punteggio superiore del genere opposto che frequenta un tipo di scuola posta ad un livello più basso. Questa regola si ripete otto volte su nove e l'unica eccezione è rappresentata dai maschi dei tecnici che in matematica si dimostrano migliori delle femmine liceali. A parte questo caso potremmo ben affermare che nella determinazione dei punteggi la frequenza del tipo di scuola è molto più influente dell'appartenenza di genere.

Tabella 4.11 - Punteggi medi per genere a parità di tipo di scuola frequentata (campione PISA 2006, pesato)

4.11a - Literacy di lettura

Tipo di scuola	Maschi	Femmine	Δ M - F	Totale
Licei	556	569	- 13	565
Istituti tecnici	517	536	- 19	522
Istituti professionali	439	484	- 45	469
Formazione professionale	372	423	- 51	392
Totale	486	531	- 45	508
N	2159	2157		4317

4.11b - Literacy scientifica

Tipo di scuola	Maschi	Femmine	Δ M - F	Totale
Licei	587	554	+ 33	564
Istituti tecnici	553	533	+ 20	548
Istituti professionali	462	474	- 12	470
Formazione professionale	417	417	0	417
Totale	522	520	+ 2	521
N	2159	2157		4317

14.11c - Literacy matematica

Tipo di scuola	Maschi	Femmine	Δ M - F	Totale
Licei	576	530	+ 46	544
Istituti tecnici	556	524	+ 32	547
Istituti professionali	441	439	+ 2	440
Formazione professionale	418	394	+ 24	409
Totale	520	497	+ 23	508
N	2159	2157		4317

Al di là della consapevolezza che il tipo di scuola esercita un forte influsso, può comunque essere interessante analizzare il modo con cui si distribuiscono le competenze tra i generi riclassificando il campione sulla base della media e della deviazione standard complessiva. In altri termini si è costruito un indice di performance che distingue un gruppo dalle competenze fortemente compromesse, la maggioranza che mostra punteggi intorno alla media, un terzo gruppo che si segnala per l'eccellenza delle sue prestazioni.

L'indice e le relative suddivisioni interne è stato così costruito:

- punteggio gruppo inferiore $<$ (media - deviazione standard);
- (media - deviazione standard) $<$ punteggio gruppo normale $<$ (media + deviazione standard);
- punteggio gruppo superiore $>$ (media + deviazione standard).

Tabella 4.12 - Distribuzione all'interno dei generi dei gruppi di competenza nelle varie literacy (campione PISA 2006, pesato; valori percentuali)

4.12a - Literacy di lettura

	Maschi	Femmine	Totale
Gruppo inferiore	22,7	10,8	16,8
Gruppo normale	68,3	70,2	69,2
Gruppo superiore	9,0	19,0	14,0
Totale	100.0	100.0	100.0
N	2159	2157	4317

4.12b - Literacy scientifica

	Maschi	Femmine	Totale
Gruppo inferiore	18,9	15,1	17,0
Gruppo normale	61,8	73,4	67,6
Gruppo superiore	19,3	11,5	15,4
Totale	100.0	100.0	100.0
N	2159	2157	4317

4.12c - Literacy matematica

	Maschi	Femmine	Totale
Gruppo inferiore	16,0	17,7	16,8
Gruppo normale	61,6	73,9	67,8
Gruppo superiore	22,4	8,4	15,4
Totale	100.0	100.0	100.0
N	2159	2157	4317

La consistenza dei tre gruppi all'interno dei generi (cfr. Tabella 4.12) non sorprende, in quanto vengono a confermarsi tutte le tendenze fin qui evidenziate. Se tuttavia nel gruppo degli eccellenti i risultati erano del tutto prevedibili (grande supremazia femminile nella lettura, grande supremazia maschile nella matematica, supremazia maschile più moderata nelle scienze), è nel gruppo dei marginali, ovvero di coloro che ottengono punteggi consistentemente al di sotto delle medie generali, che emerge un fenomeno degno di essere segnalato: le femmine appaiono assai sottorappresentate nella *literacy di lettura* (e questo è scontato) ma appaiono anche in minor numero nella *literacy scientifica* (dunque pur eccellendo di meno sono anche però meno marginali) e solo di pochissimo in percentuale superiore ai maschi nella *literacy matematica*. Ciò implica che il genere femminile eccelle in lettura e si colloca su posizioni medie nelle altre prestazioni. I maschi invece appaiono al loro interno assai più difformi: decisamente inferiori in lettura, nei due altri ambiti di competenza vanno ad incrementare i due gruppi estremi: sono più bravi ma anche più scadenti.

4. IL RUOLO DELLO STATUS IMMIGRATORIO NELLA DETERMINAZIONE DEI RISULTATI PISA IN TRENTINO

L'esiguità numerica del sottocampione di studenti stranieri ci impedisce di utilizzare compiutamente il modello concettuale prima esposto. Cercheremo pertanto di analizzare le influenze dello status immigratorio prima al netto della scuola frequentata e in seguito neutralizzando la condizione occupazione dei genitori. Nelle tabelle presentate (4.13 e 4.14), gli studenti stranieri presentano punteggi notevolmente più bassi dei loro coetanei italiani.

Possiamo tuttavia rilevare che:

- negli istituti tecnici le differenze sono in assoluto le più contenute;
- il maggior contenimento della differenza di rendimento avviene anche tra i figli dei lavoratori manuali non qualificati;
- l'elevato valore della deviazione standard suggerisce che all'interno del gruppo dei giovani migranti vi siano notevolissime divergenze, probabilmente dovute ad un livello diverso di conoscenza della lingua italiana.

**Tabella 4.13 - Punteggi medi per status immigratorio
a parità di tipo di scuola frequentata (campione PISA 2006, pesato)**

4.13a - Literacy di lettura

Tipo di scuola	Nativi	Stranieri	Δ N - S	Totale
Licei	567	522	+ 45	565
Istituti tecnici	523	494	+ 29	521
Istituti professionali	473	420	+ 53	470
Formazione professionale	401	347	+ 54	398
Totale	515	439	+ 76	511
N	4024	229		4253

4.13b - Literacy scientifica

Tipo di scuola	Nativi	Stranieri	Δ N - S	Totale
Licei	566	519	+ 47	565
Istituti tecnici	550	515	+ 35	548
Istituti professionali	475	413	+ 62	472
Formazione professionale	425	374	+ 51	420
Totale	527	454	+ 73	523
N	4024	229		4253

4.13c - Literacy matematica

Tipo di scuola	Nativi	Stranieri	Δ N - S	Totale
Licei	546	497	+ 49	544
Istituti tecnici	550	512	+ 38	547
Istituti professionali	445	371	+ 74	441
Formazione professionale	417	371	+ 46	412
Totale	514	454	+ 60	510
N	4024	229		4253

Tabella 4.14 - Punteggi medi per status immigratorio a parità di condizione occupazionale dei genitori (campione PISA 2006, pesato)

4.14a - literacy di lettura

Tipo di scuola	Nativi	Stranieri	Δ N - S	Totale
Occupazioni superiori, lavori impiegatizi di concetto	535	421	+ 114	532
Lavoro impiegatizi esecutivi	515	472	+ 43	513
Lavori manuali specializzati	476	408	+ 68	469
Lavori manuali non qualificati	480	456	+ 24	476
Totale	516	440	+ 76	51
N	3994	227		4221

4.14b - literacy scientifica

Tipo di scuola	Nativi	Stranieri	Δ N - S	Totale
Occupazioni superiori, lavori impiegatizi di concetto	545	446	+ 99	543
Lavoro impiegatizi esecutivi	529	467	+ 62	526
Lavori manuali specializzati	490	439	+ 51	485
Lavori manuali non qualificati	492	467	+ 25	489
Totale	528	456	+ 72	524
N	3994	227		4221

4.14c - literacy matematica

Tipo di scuola	Nativi	Stranieri	Δ N - S	Totale
Occupazioni superiori, lavori impiegatizi di concetto	531	435	+ 96	529
Lavoro impiegatizi esecutivi	516	455	+ 61	514
Lavori manuali specializzati	480	423	+ 57	474
Lavori manuali non qualificati	481	461	+ 20	479
Totale	515	445	+ 70	511
N	3994	227		4221

Tabella 4.15 - Distribuzione all'interno dello status immigratorio dei gruppi di competenza nelle varie literacy (campione PISA 2006, pesato; valori percentuali)

4.15a - Literacy di lettura

	Nativi	Stranieri	Totale
Gruppo inferiore	15,0	33,6	16,0
Gruppo normale	70,2	63,3	69,8
Gruppo superiore	14,8	3,1	14,2
Totale	100,0	100,0	100,0
N	4024	229	4253

4.15b Literacy scientifica

	Nativi	Stranieri	Totale
Gruppo inferiore	14,7	41,7	16,2
Gruppo normale	68,8	56,1	68,1
Gruppo superiore	16,5	2,2	15,7
Totale	100.0	100.0	100.0
N	4024	229	4253

4.15c Literacy matematica

	Nativi	Stranieri	Totale
Gruppo inferiore	14,8	38,4	16,1
Gruppo normale	68,8	59,4	68,3
Gruppo superiore	16,4	2,2	15,6
Totale	100.0	100.0	100.0
N	4024	229	4253

Questa contingenza storica che ha visto il sistema scolastico trentino affrontare il fenomeno dei giovani alunni stranieri è stata da una parte troppo recente, soprattutto nelle classi del post-obbligo, per sviluppare un *know how* specifico tale da dare i suoi frutti dal punto di vista didattico ed educativo, dall'altra i dati della ricerca sembrano evidenziare che le peggiori prestazioni degli stranieri, del resto piuttosto prevedibili, possono essere fortemente influenzate da fattori individuali (come il periodo di tempo più o meno lungo passato dal trasferimento in Italia, il gruppo etnico di appartenenza, il tipo di integrazione socio-culturale realizzato, le condizioni materiali di vita della famiglia d'origine).

Alla domanda se tra i giovani migranti si hanno esempi di buona inclusione nei processi scolastici si può rispondere dopo aver gettato uno sguardo alla tabella 4.15 che, analogamente a quanto fatto per il genere, presenta i risultati della suddivisione interna ad autoctoni e stranieri tra le modalità di riclassificazione operata dall'indice di performance. Ebbene, la maggioranza degli stranieri si colloca nel gruppo intermedio, quelli caratterizzati da punteggi "normali". È vero che oltre ad un terzo di loro è posizionato nel gruppo inferiore, cioè quello che manifesta prestazioni assai deludenti, ma è anche vero che - già da ora - piccole minoranze riescono a collocarsi nel gruppo superiore, quello degli eccellenti.

Il dato relativo agli stranieri, l'abbiamo più volte accennato, ma è necessario ribadirlo anche in questa sede di commenti conclusivi, è comunque troppo debole dal punto di vista della sua rappresentatività statistica per poter essere considerato più di una semplice informazione tendenziale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Amistadi V., Buzzi C., Zanutto A.** (a cura di) (2007), *Giovani in Trentino 2007. Analisi e letture della condizione giovanile. Secondo rapporto biennale OGI*, IPRASE del Trentino, Trento
- Argentin G. e Cavalli A.** (2007), *Giovani a scuola. Un'indagine della Fondazione per la Scuola realizzata dall'Istituto IARD*, il Mulino, Bologna
- Argentin G.** (2007), *Come funziona la scuola oggi: esperienze e opinioni dei giovani italiani*, in Buzzi C., Cavalli A., de Lillo A., *Rapporto giovani. Sesta indagine dell'Istituto IARD sulla condizione giovanile in Italia*, il Mulino, Bologna
- Barone C. e Schizzerotto A.** (2006), *Sociologia dell'istruzione*, il Mulino, Bologna
- Buzzi C., Cavalli A., de Lillo A.** (2007), *Rapporto giovani. Sesta indagine dell'Istituto IARD sulla condizione giovanile in Italia*, il Mulino, Bologna
- Buzzi C.** (a cura di) (2007), *Generazioni in movimento. Madri e figli nella seconda indagine Istituto IARD e IPRASE sulla condizione giovanile in Trentino*, il Mulino, Bologna
- Gasperoni G.** (2007), *Motivazioni specifiche allo studio e prestazioni scolastiche*, in Argentin G. e Cavalli A., *Giovani a scuola. Un'indagine della Fondazione per la Scuola realizzata dall'Istituto IARD*, il Mulino, Bologna
- MIUR** (2007), *Alunni con cittadinanza non italiana - Scuole statali e non statali anno scolastico 2006/2007*, MIUR, Roma
[Disponibile su: http://www.pubblica.istruzione.it/news/2007/allegati/alunni_n_ita_def.pdf]
- Pisati M.** (2002), *La partecipazione al sistema scolastico*, in Schizzerotto A. (a cura di), *Vite ineguali*, il Mulino, Bologna
- Provincia Autonoma di Trento, CINFORMI** (2006), *L'immigrazione in Trentino. Rapporto annuale 2006*, Provincia Autonoma di Trento, Trento
- Ress A.** (2007a), *L'abbandono: una sfida aperta per la scuola*, in Argentin G. e Cavalli A., *Giovani a scuola. Un'indagine della Fondazione per la Scuola realizzata dall'Istituto IARD*, il Mulino, Bologna
- Ress A.** (2007b), *I percorsi formativi*, Buzzi C. (a cura di), *Generazioni in movimento. Madri e figli nella seconda indagine Istituto IARD e IPRASE sulla condizione giovanile in Trentino*, il Mulino Bologna
- Ress A.** (2007c), *Istruzione e partecipazione scolastica* in Amistadi V., Buzzi C., Zanutto A. (a cura di), *Giovani in Trentino 2007. Analisi e letture della condizione giovanile. Secondo rapporto biennale OGI*, IPRASE del Trentino, Trento
- Sartori F.** (2004), *Le giovani trentine: formazione ed accesso alle professioni tecnico-scientifiche*, "Startech", quaderni di percorso n. 1, Diagonal, Trento
- Schizzerotto A.** (a cura di) (2002), *Vite ineguali*, il Mulino, Bologna
- Servizio statistica** (2006), *Annuario statistico 2005*, Provincia Autonoma di Trento, Trento
- Ziglio L.** (2006) (a cura di), *Immigrazione nella scuola trentina dal 1990 al 2005*, IPRASE del Trentino, Trento

CAPITOLO 5

La valutazione delle competenze matematiche in OCSE-PISA e in altre indagini provinciali

Michele Pellerey, Università Salesiana, Roma¹

Estratto. Nel Trentino il 36,9% degli studenti non raggiunge nella competenza matematica il livello ritenuto sufficiente, anche se la situazione è migliore sia rispetto all'Italia (58,3%), sia rispetto all'OCSE (43,2%). Questo è il dato da cui partire per impostare una politica formativa che irrobustisca la preparazione dei quindicenni in questo settore specifico di competenza. In questa direzione si sta muovendo l'attuale elaborazione dei piani di studio provinciali indicando come la padronanza, insieme con quella nella lingua italiana, nelle lingue comunitarie e nella scienza tecnologica, costituisca una priorità dell'impianto curricolare delle singole scuole. A questo fine si è proposto di sviluppare un curriculum verticale che garantisca dai 6 ai 16 anni una sistematica formazione matematica diretta allo sviluppo di adeguate competenze.

Parole chiave: Competenza matematica - Valutazione - Indagine PISA 2006 - Secondo ciclo di istruzione e formazione.

INTRODUZIONE

Il “Corriere della Sera” del 7 dicembre 2004 titolava così un articolo a firma di Giulio Benedetti (2004, p. 15) *Trento, primi al mondo in matematica*. L'articolo iniziava in questo modo: «Gli studenti delle scuole di Trento sono i più bravi al mondo in matematica. Con i numeri se la cavano meglio dei loro colleghi asiatici e di quelli dell'Europa dell'Est. Con i finlandesi lo scontro è stato duro. I trentini però sono riusciti a portare via la prima posizione per uno zero virgola sette». L'articolo si riferiva ai risultati della indagine PISA del 2003 circa le competenze matematiche dei quindicenni di 41 Paesi, dei quali 30 Paesi membri dell'OCSE, affiancati da altri 11 Paesi. I dati registrati per la Provincia Autonoma di Trento erano tanto più sorprendenti, in quanto essi superavano in maniera significativa quelli conseguiti dai loro colleghi del Veneto e persino da quelli della Provincia Autonoma di Bolzano. Tenendo conto che la media generale era di 500 punti, il punteggio dei quindicenni di Trento era 547, mentre quello dei loro colleghi del Veneto era 511, della Provincia di Bolzano 536, per non parlare della media generale dell'Italia che scendeva al valore di 466.

Dopo circa tre anni “L'Adige” del 22 gennaio 2008 a pagina 11 titolava *La scuola trentina perde punti* e nel corpo dell'articolo precisava che, per quanto riguarda la matematica, di fronte alla media generale dei Paesi partecipanti all'indagine PISA

¹ Per chiedere notizie o scambiare opinioni su questo capitolo, l'autore può essere contattato al seguente indirizzo: Università Salesiana, Piazza Ateneo Salesiano, 1 00139 Roma, pellerey@unisal.it

del 2006 di 498 punti i quindicenni della provincia Autonoma di Trento ottenevano un punteggio di 508, mentre quelli del Veneto di 510, della Provincia Autonoma di Bolzano 513; d'altra parte le media generale italiana era di 462. Se si considerano i numeri nel loro valore assoluto si nota un calo di ben 39 punti rispetto all'indagine del 2003, mentre i punteggi del Veneto e quelli medi italiani del 2006 erano del tutto simili a quelli del 2003 (entro i limiti di variabilità e di significatività). Per la Provincia di Bolzano si aveva un calo di 23 punti. Naturalmente una lettura pura e semplice di dati statistici può essere assai fuorviante, se questi non vengono letti e interpretati, tenendo conto di tutti i fattori che entrano in gioco in ogni rilevazione di questo tipo.²

In questo contributo cercherò di esplorare, per quanto riguarda le conoscenze e le abilità matematiche, la situazione particolare della Provincia Autonoma di Trento, perché per molti versi il suo sistema istruttivo e formativo si differenzia notevolmente da quello più diffuso in Italia e per altri versi è assai più simile a quelli mediamente presenti in Europa. Questa diversità sta in gran parte all'origine di quanto segnalato dalla differenza tra i dati del 2003 e quelli del 2006, in particolare per quanto riguarda le competenze matematiche dei quindicenni. Altri elementi di giudizio vanno inoltre tenuti presenti e ad essi si potrà accennare, anche se sono meno centrali nel nostro discorso.

1. ALCUNE INFORMAZIONI GENERALI CIRCA IL SISTEMA EDUCATIVO DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Come accennato, il sistema educativo trentino si differenzia in maniera significativa da quello generale italiano, soprattutto per quanto riguarda il secondo ciclo di istruzione e formazione. Ecco alcuni dati assoluti e percentuali.

Se si considerano i giovani compresi tra i 14 e i 17 anni, basandosi su fonti del Ministero della Pubblica Istruzione e dell'ISFOL si ha la seguente loro distribuzione sul territorio nazionale.

Scuola:	2.080.00,	si tratta dell'88,8%	della popolazione di tale età
Formazione professionale:	103.489,	si tratta del 4,4%	della popolazione di tale età
Apprendistato:	41.028,	si tratta dell'1,7%	della popolazione di tale età
Soggetti dispersi:	119.878,	si tratta del 5,1%	della popolazione di tale età

² A questo proposito sarebbe anche utile tener conto di alcuni effetti distorsivi sui dati, derivanti da un campionamento dei quindicenni non sempre accurato. Un'analisi attenta del problema è stata affrontata da Checchi e Braga (in stampa) che hanno evidenziato notevoli divaricazioni tra la distribuzione degli studenti nei diversi indirizzi scolastici secondo le statistiche del Ministero dell'Istruzione e quella utilizzata nell'indagine PISA 2006. Analogamente il campione utilizzato per la Provincia di Trento presentava alcuni difetti dallo stesso punto di vista.

Per quanto riguarda la Provincia di Trento la distribuzione degli studenti che in base all'obbligo di istruzione si trovano iscritti al primo anno del secondo ciclo del sistema educativo è la seguente:

Licei	2.277	pari a circa il	38%	degli iscritti
Istituti d'Arte	207	pari a circa il	3,5%	degli iscritti
Istituti tecnici	1.812	pari a circa il	30%	degli iscritti
Istituti professionali	392	pari a circa il	6,5%	degli iscritti
Formazione professionale	1.315	pari a circa il	22%	degli iscritti

Se si considerano insieme i licei e gli istituti d'arte, gli istituti tecnici e professionali, si ha una distribuzione assai significativa di iscritti:

Licei e istituti d'arte	41,5%
Istituti tecnici e professionali	36,5%
Formazione professionale	22%

A livello nazionale la situazione nell'anno 2006/2007 era la seguente per quanto riguarda la distribuzione degli iscritti al primo anno tra i vari indirizzi di scuola secondaria superiore:

Licei (e altri indirizzi assimilabili)	292.683	pari a circa il	44%
Istituti tecnici	219.440	pari a circa il	33%
Istituti professionali	150.539	pari a circa il	23%

A questi numeri occorrerebbe aggiungere gli iscritti ai primi anni della formazione professionale regionale triennale e i soggetti dispersi. Sulla base di quanto rilevato dall'ISFOL dovrebbero attestarsi in circa 40.000 i primi (circa il 4%) e secondo una cifra assai complessa da individuare, i secondi (forse un altrettanto 4%).

È evidente la differenza che si ha tra la situazione nazionale e quella trentina. Dal punto di vista di una distribuzione ideale degli studenti nei sistemi educativi diretti a giovani dell'obbligo di istruzione probabilmente quella trentina si presenta in maniera assai coerente non solo rispetto alle esigenze della società italiana, ma anche rispetto al sistema di attese e di orientamento verso le forme e i contenuti di apprendimento che caratterizzano i tre sottosistemi. Sembra infatti che una buona distribuzione dovrebbe attestarsi su un 40% per i licei, un 40% per gli istituti tecnici, e un 20% per i percorsi di istruzione e formazione professionale. Qualcosa di analogo è presente nei Paesi culturalmente e socialmente più vicini al nostro. Nel quadro nazionale italiano occorre anche tener presente la situazione problematica dell'istruzione professionale, che è stata prevista dalla legge 40 come statale e quinquennale, ma che è rivendicata,

sulla base di principi costituzionali, dalle regioni. Inoltre l'istruzione professionale statale, nata per portare i giovani alla qualifica professionale, nel tempo ha dilatato i suoi percorsi con un biennio post-qualifica per giungere a costituire un canale quinquennale che porta all'esame di Stato che non potrà più dare autonomamente una qualifica professionale, che è di competenza regionale.

Interessante è anche la distribuzione degli studenti stranieri e di quelli con disabilità certificate nei vari ambiti del secondo ciclo di istruzione e formazione.

Tabella 5.1 - La presenza di studenti stranieri

Isritti per tipo di percorso	Secondaria superiore	Formazione Professionale
Alunni stranieri iscritti	1039	807
% rispetto agli iscritti totali	5,26%	18,10%
Di cui nati in Italia	76	30

Per gli studenti con disabilità certificate, i dati riferiti all'anno scolastico 2007/08 sono i seguenti: nella secondaria superiore 131, con una percentuale dello 0,52% sugli iscritti; nella formazione professionale 326, con una percentuale sugli iscritti dell'8,36%.

Ma qual è lo stato di preparazione dei giovani trentini all'ingresso del secondo ciclo? Abbiamo alcuni dati significativi relativi al numero di giudizi di "sufficiente" ottenuto nell'esame di Stato conclusivo del primo ciclo: 1837 su 6003 (circa il 30% o poco più). Di questi gran parte appartengono al settore istruzione e formazione professionale. D'altronde gli studenti stranieri sono 749 (poco più del 12%, ma nel settore dell'istruzione e formazione professionale si raggiunge più del 20%). Quelli cosiddetti "certificati" sono 129 (poco più del 2%). Il quadro di riferimento che se ne trae è che il settore dell'istruzione e formazione professionale raccoglie gran parte dell'area più debole degli studenti che si affacciano al secondo ciclo del sistema educativo trentino. Di conseguenza il settore scolastico dei licei e degli istituti tecnici si presenta come l'area più preparata ad affrontare gli studi secondari superiori. Questa situazione è confermata da una indagine svolta nel 2005 a cura del Servizio di istruzione e formazione professionale e che ha permesso anche un confronto sia con la scuola, sia con la situazione presente in tale ambito di formazione nel 1994. In tale anno furono somministrate prove di italiano e matematica analoghe a quelle somministrate nel 2005 e ciò a tutta la popolazione presente in classe.

2. LO STATO DI PREPARAZIONE NEL SETTORE DELLA MATEMATICA ALL'INIZIO DEI PERCORSI DI FORMAZIONE PROFESSIONALE

Iniziamo la nostra esplorazione da alcuni dati raccolti nel 2005, perché è assai significativo il dato registrato circa la presenza di studenti stranieri nell'affrontare le

prove di matematica all'inizio del percorso di formazione professionale, tenendo anche conto del fatto che le prove non sono state somministrate ad alcuni soggetti con certificazione di disabilità o stranieri ancora incapaci di comunicare adeguatamente nella lingua italiana. La distribuzione era la seguente:

Tabella 5.2 - Preparazione nel settore matematico

Totale stranieri	Totale italiani	Totale generale
212	831	1043
20,3	79,7%	100%

Quanto alla distribuzione secondo il genere la situazione registrata è stata la seguente:

Tabella 5.3 - Distribuzione per genere

Totale maschi	Totale femmine	Totale generale
649	394	1043
62%	38%	100%

La percentuale del 62% dei maschi è la stessa che si era registrata nella rilevazione del 1994. Le ragazze costituiscono quindi ancora una minoranza nel complesso della popolazione raggiunta. Ciò indica una chiara preferenza dei maschi ad accedere al sistema della formazione professionale.

Per quanto riguarda la matematica, la media generale delle risposte esatte prodotte dalla popolazione raggiunta è stata 12,86. Il massimo delle possibili risposte corrette era 32. Si è quindi verificato che la media generale è inferiore alla metà del punteggio massimo. La deviazione standard che esprime la dispersione dei punteggi intorno alla media è stata del 4,57.

Tabella 5.4 - Risposte esatte in matematica (M e deviazione standard)

Allievi	Media dei punteggi	Deviazione standard	Numero dei soggetti
Italiani	13,44	4,44	831
Stranieri	10,58	4,34	212
Totale	12,86	4,57	1043

Si può subito notare come la media conseguita dagli allievi stranieri sia assai inferiore a quella degli allievi italiani, mentre la dispersione dei punteggi risulta leggermente inferiore. Questo dato evidenzia le notevoli lacune presenti nella competenza matematica da parte degli allievi in generale, ma soprattutto da parte degli stranieri. Vedremo più dettagliatamente nel seguito i confronti con la rilevazione del 1994 e con una analoga indagine eseguita nelle terze classi della scuola secondaria superiore da parte dell'IPRASE nel 2004.

Quanto alla distribuzione secondo il genere, si nota (e si tratta di un dato abbastanza consueto nelle indagini di questo tipo) una competenza matematica media delle femmine inferiore a quella dei maschi.

Tabella 5.5 - Competenza matematica secondo il genere

Allievi	Media dei punteggi	Deviazione standard	Numero dei soggetti
Maschi	13,34	4,54	649
Femmine	12,07	4,50	394
Totale	12,86	4,57	1043

D'altra parte, la dispersione dei punteggi risulta del tutto simile.

Leggendo i dati percentuali relativi alle risposte corrette per gli item utilizzati sia nella rilevazione del 1994, sia in quella fatta dall'IPRASE per le terze medie nell'anno 2004 è emerso come la rilevazione nella formazione professionale del 2005 segnala una collocazione peggiore dei punteggi rispetto a quelli raccolti dall'IPRASE nella terza media della scuola secondaria di primo grado. Anche rispetto alla rilevazione del 1994 i punteggi presentano in genere un consistente peggioramento. Sono pochissimi i casi di un punteggio superiore. È utile considerare alcuni degli item più significativi, confrontando le risposte date nel 2005 rispetto al 1994 e poi rispetto alla rilevazione dell'IPRASE del 2004. Per chiarezza verranno indicate le percentuali di risposte corrette e verrà riportato l'indice di discriminatività. I singoli quesiti erano stati classificati mediante una M maiuscola seguita da un numero progressivo.

a) Alcuni confronti tra le prestazioni del 2005 e le prestazioni del 1994 all'inizio del percorso di formazione professionale

M3 Aritmetica: multiplo comune a due numeri naturali			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	FP 1994	FP 2005	FP 1994
55%	68%	0,53	0,41
M26 Problema applicativo di aritmetica			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	FP 1994	FP 2005	IPRASE
41%	51%	0,31	0,32
M27 Aritmetica: calcolo frazionario e radice quadrata			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	FP 1994	FP 2005	FP 1994
23%	34%	0,29	0,37
M28 Statistica: media di una serie di valori			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	FP 1994	FP 2005	FP 1994
25%	41%	0,36	0,54
M30 Geometria: valori angolari			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	FP 1994	FP 2005	FP 1994
28%	41%	0,44	0,58
M31 Geometria: parallelismo e perpendicolarità			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	FP 1994	FP 2005	FP 1994
42%	50%	0,54	0,63

b) Alcuni confronti tra le prestazioni all'inizio della formazione professionale nel 2005 e le prestazioni nelle terze medie nel 2005

M4 Algebra: addizione tra numeri interi relativi			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	IPRASE	FP 2005	IPRASE
76%	94%	0,47	0,19
M8 Algebra: uso di lettere e formule			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	IPRASE	FP 2005	IPRASE
55%	74%	0,54	0,39
M6 Problema di aritmetica (il testo è stato leggermente semplificato rispetto a IPRASE)			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	IPRASE	FP 2005	IPRASE
56%	41%	0,47	0,57
M13 Problema applicativo di aritmetica			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	IPRASE	FP 2005	IPRASE
32%	46%	0,22	0,44
M14 Problema applicativo di geometria			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	IPRASE	FP 2005	IPRASE
35%	51%	0,38	0,53
M16 Geometria: similitudini e rapporti di proporzionalità			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	IPRASE	FP 2005	IPRASE
48%	58%	0,37	0,46
M17 Aritmetica: proporzionalità			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	IPRASE	FP 2005	IPRASE
34%	45%	0,39	0,45
M22 Statistica: lettura di diagramma			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2005	IPRASE	FP 2005	IPRASE
48%	69%	0,47	0,48

È evidente che, sulla base dei dati sopra riportati, la rilevazione del 2005 indica una diffusa minor competenza in matematica degli allievi della prima classe della formazione professionale rispetto ai loro colleghi del 1994. Questa maggior debolezza risulta anche abbastanza chiara dal confronto con i punteggi conseguiti dagli studenti della terza classe della scuola secondaria di primo grado nelle prove comuni. Questo dato era del tutto prevedibile, in quanto nella formazione professionale in genere sono presenti soggetti che al termine del primo ciclo scolastico hanno ottenuto giudizi al limite della sufficienza.

Nel 1994 non era ancora presente nel primo anno della scuola o della formazione professionale una percentuale di studenti quattordicenni o quindicenni di circa il 15%, in quanto non era ancora in vigore la legge 9/1999 sull'obbligo scolastico. Da un esame sommario condotto presso i Centri di formazione professionale sembra che nel corso dei dieci anni tra il 1995 e il 2005 circa un 30% dei soggetti che precedentemente entrava nel primo anno della formazione professionale ora entra nel primo anno degli indirizzi di scuola secondaria superiore, mentre si è affacciato alla formazione professionale un altro 30% costituito in parte da studenti che prima non andavano a scuola e in parte da studenti stranieri. Di conseguenza in numeri

assoluti si è mantenuta più o meno la stessa quota di iscritti al primo anno della formazione professionale.

D'altra parte, una quota consistente di queste differenze può essere attribuita alla presenza notevole di studenti stranieri, che, come abbiamo visto, abbassano la media dei punteggi. Non abbiamo dati di riscontro circa la percentuale di studenti stranieri che hanno risposto alle prove del 1994 o a quelle somministrate dall'IPRASE nell'anno precedente alla nostra somministrazione. Inoltre un numero consistente di studenti ha un'età superiore ai quattordici anni. Si tratta con buona approssimazione di più del 40-45% del totale. In particolare gli studenti stranieri sono in netta maggioranza in ritardo come età scolare.

3. I RISULTATI DI UNA INDAGINE CONDOTTA ALLA FINE DELLE SECONDE CLASSI DEI PERCORSI DI FORMAZIONE PROFESSIONALE

Per quanto riguarda la matematica, la media generale delle risposte esatte prodotte dalla popolazione raggiunta è stata 11,84. Il massimo delle possibili risposte corrette era 28. Si è quindi verificato che la media generale è assai inferiore alla metà del punteggio massimo. La deviazione standard che esprime la dispersione dei punteggi intorno alla media è stata del 4,81. Essa sembra inferiore a quella riscontrata per la lettura che era 5,91; in realtà si presenta proporzionalmente analoga, dati i valori numerici diversi delle due prove.

Tabella 5.6 - Risposte esatte in matematica (M e deviazione standard)

Allievi	Media dei punteggi	Deviazione standard	Numero dei soggetti
Italiani	11,98	4,88	828
Stranieri	11,39	4,26	134
Disabili	6,82	2,41	11
Totale	11,84	4,81	973

Si può subito notare come la media conseguita dagli allievi stranieri e la dispersione dei punteggi siano leggermente inferiori a quelle degli allievi italiani. Questo dato evidenzia che non si manifestano particolari lacune nella competenza matematica da parte degli allievi stranieri rispetto a quelli italiani. Occorre anche segnalare come la prova di matematica sondi diffusamente sia le conoscenze, sia le abilità acquisite. Vedremo più dettagliatamente nel seguito i confronti con la rilevazione nelle seconde classi della scuola secondaria superiore realizzata da parte dell'IPRASE.

Quanto alla distribuzione secondo il genere, si nota un dato abbastanza consueto nelle indagini di questo tipo e cioè una competenza matematica media delle femmine assai inferiore a quella dei maschi, mentre la dispersione è inferiore. Ciò sta a significare che il livello medio di competenza abbastanza limitato è ben distribuito tra le ragazze.

Tabella 5.7 - Competenza matematica secondo il genere

Allievi	Media dei punteggi	Deviazione standard	Numero dei soggetti
Maschi	12,61	5,00	613
Femmine	10,54	4,16	360
Totale	11,84	4,81	973

I risultati ottenuti per la matematica evidenziano non poche difficoltà da parte della generalità degli allievi. Esaminiamo ora alcuni item utilizzati nella rilevazione, confrontandoli con quelli ottenuti dalla rilevazione dell'IPRASE agli studenti della seconda classe della scuola secondaria di primo grado..

Per omogeneità verranno indicate le percentuali di risposte corrette e verrà riportato l'indice di discriminatività.

M1 Aritmetica: valore posizionale delle cifre decimali			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2006	IPRASE 2005	FP 2006	IPRASE 2005
42%	60%	0,56	0,70
M3 Geometria: teorema di Pitagora			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2006	IPRASE 2005	FP 2006	IPRASE 2005
49%	56%	0,55	0,56
M5 Geometria: simmetria rispetto un asse			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2006	IPRASE 2005	FP 2006	IPRASE 2005
55%	65%	0,23	0,50
M7 Algebra: da linguaggio ordinario a linguaggio algebrico			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2006	IPRASE 2005	FP 2006	IPRASE 2005
25%	46%	0,19	0,65
M8 Geometria: dall'area del cerchio al suo raggio			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2006	IPRASE 2005	FP 2006	IPRASE 2005
11%	15%	0,07	0,19
M10 Statistica: percentuali			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2006	IPRASE 2005	FP 2006	IPRASE 2005
38%	47%	0,41	0,57
M13 Geometria: riduzioni in scale			
<i>percentuale di risposte esatte</i>		<i>indice di discriminatività</i>	
FP 2006	IPRASE 2005	FP 2006	IPRASE 2005
27%	35%	0,54	0,63

Leggendo i dati percentuali relativi alle risposte corrette si nota facilmente come la rilevazione nella formazione professionale del 2006 segnala una collocazione peggiore dei punteggi rispetto a quelli raccolti dall'IPRASE nella seconda classe della scuola secondaria superiore. Si può notare come l'item M8 metta in evidenza una diffusa difficoltà sia nella formazione professionale, sia nella scuola a usare le formule inverse.

4. I RISULTATI DELL'INDAGINE PISA 2006 PER QUANTO CONCERNE LA MATEMATICA

La competenza matematica esplorata dalle indagini PISA riguarda la cosiddetta *literacy matematica*, così definita in un documento dell'INVALSI: «La capacità di un individuo di individuare e comprendere il ruolo che la matematica gioca nel mondo reale, di operare valutazioni fondate e di utilizzare la matematica e confrontarsi con essa in modi che rispondono alle esigenze della vita di quell'individuo in quanto cittadino impegnato, che riflette e che esercita un ruolo costruttivo». Si intende, in altre parole, «[...]verificare fino a che punto gli individui sono in grado di attivare l'insieme delle conoscenze e delle abilità di tipo matematico in loro possesso per risolvere i tipi di problemi con cui si devono confrontare nella loro vita e nei quali la matematica rappresenta un autentico aiuto nella risoluzione di questi problemi. Naturalmente, affinché questa attivazione sia possibile, è necessario possedere un'ampia base di conoscenze e abilità matematiche e sono proprio queste abilità che fanno parte della definizione di competenze. L'obiettivo di PISA è dunque quello di ottenere una misura di quanto gli studenti, di fronte a problemi della vita quotidiana, siano in grado di attivare le loro conoscenze e competenze matematiche per risolverli in modo corretto». (Pozio, 2006, p. 113)

Il complesso dei risultati ottenuti nella Provincia Autonoma di Trento distribuiti per indirizzo scolastico e confrontati con altre regioni e province autonome italiane mette in luce non solo eccellenze, come nel caso degli Istituti tecnici trentini, ma anche debolezze, come nel caso della formazione professionale. Il Trentino risulta al terzo posto per i licei (544 punti), al primo posto per gli Istituti Tecnici (547 punti), al quarto per gli Istituti professionali (440 punti) e al terzo per la Formazione Professionale (409 punti).

Tabella 5.8 - Matematica: Medie per indirizzo

Regione	Licei	Media	S.E.
VE	Licei	558	10,5
BZ	Licei	555	3,0
TN	Licei	544	3,4
FVG	Licei	542	7,7
ER	Licei	537	6,0
PIE	Licei	535	6,4
LOM	Licei	534	8,3
ITA	Licei	499	3,9

Regione	Istituti Tecnici	Media	S.E.
TN	Istituti Tecnici	547	3,3
BZ	Istituti Tecnici	546	3,4
FVG	Istituti Tecnici	529	5,4
VE	Istituti Tecnici	524	11,5
ER	Istituti Tecnici	510	4,8
LOM	Istituti Tecnici	502	9,0
PIE	Istituti Tecnici	481	4,7
ITA	Istituti Tecnici	467	2,9
Regione	Istituti Professionali	Media	S.E.
BZ	Istituti Professionali	480	4,6
VE	Istituti Professionali	452	8,6
FVG	Istituti Professionali	447	5,2
TN	Istituti Professionali	440	5,5
LOM	Istituti Professionali	437	9,8
PIE	Istituti Professionali	416	13,6
ITA	Istituti Professionali	400	4,1
ER	Istituti Professionali	395	4,3
Regione	Formazione Professionale	Media	S.E.
BZ	Formazione Professionale	459	4,3
VE	Formazione Professionale	416	6,3
TN	Formazione Professionale	409	3,7
ITA	Formazione Professionale	397	17,2
LOM	Formazione Professionale	374	30,7

Ci si può domandare subito il perché della debolezza manifestata dai giovani della formazione professionale, che si attestano su un punteggio di 409, rispetto a quello di 547 dei giovani degli istituti Tecnici e di 544 di quelli dei Licei. Quanto presentato nei precedenti paragrafi spiega adeguatamente come tale debole prestazione sia una costante e dunque trovi le sue radici nella composizione media dei frequentanti i percorsi della formazione professionale. Come si è evidenziato nel primo paragrafo nei primi anni di tali percorsi sono presenti più del 20% di studenti stranieri, la gran parte degli studenti con certificazione di disabile e buona parte di coloro che al termine della scuola secondaria di primo grado hanno ottenuto una valutazione appena sufficiente. Inoltre sono presenti non pochi ripetenti e *drop-out* degli istituti tecnici e dei licei. Se da una parte questa constatazione sottolinea la debolezza generale di tali studenti, dall'altra per contrasto segnala le caratteristiche opposte degli studenti inseriti nei percorsi dei licei e degli istituti tecnici e professionali. Non deve meravigliare quindi la differente manifestazione di competenza, risultato non solo atteso, ma in qualche modo strutturalmente costituito dal sistema di istruzione e formazione della Provincia Autonoma di Trento.

La scelta del percorso da seguire dopo il primo ciclo di istruzione tiene conto di tale offerta e ciò favorisce in gran parte la possibilità di giungere a conseguire un titolo o una qualifica professionale da parte dei giovani. I dati raccolti a questo proposito sono assai significativi.

- *Il tasso di scolarità.* Nella scuola secondaria superiore fa registrare una crescita costante e che ha superato il 90%. Se a questi si sommano gli studenti che scelgono la formazione professionale si arriva alla quasi piena scolarizzazione.
- *Il tasso di successo formativo.* Quasi il 92% degli studenti trentini consegue un diploma (70%) o una qualifica professionale (21,6%) a fronte di un 79,8% a livello nazionale. Si ha uno sviluppo della formazione professionale sia in termini di maggiore attenzione alla acquisizione delle competenze di base sia in termini di sviluppo verticale con possibilità di accedere all'Alta formazione o di rientrare nel sistema dell'istruzione e conseguire il diploma di Stato. Ciò sta alla base di una elevata soddisfazione delle famiglie: il 92,7% delle famiglie esprime un giudizio molto o abbastanza positivo riguardo alla qualità della scuola trentina.

Esaminiamo ora la distribuzione delle competenze secondo i livelli individuati dall'indagine. Le competenze matematiche, infatti, possono essere possedute a diversi livelli di padronanza per cui i quesiti del PISA sono costruiti in modo tale da permettere di rilevare le differenti prestazioni richieste nei vari livelli. Per questo motivo i quesiti presentano diversi gradi di difficoltà, dai più semplici in cui si richiede di rispondere a domande che riguardano contesti familiari allo studente (livello 1) a quelli più difficili in cui lo studente si trova di fronte a situazioni problematiche più complesse (livello 6). I quesiti che appartengono ai livelli più alti della scala delle competenze richiedono, da parte dello studente, livelli più alti di interpretazione e fanno riferimento a situazioni assolutamente non familiari che necessitano quindi di una buona dose di *riflessione* e di creatività. Spesso le domande richiedono di interpretare dati complessi e non familiari, di applicare un costrutto matematico ad una situazione complessa del mondo reale, di spiegare la soluzione trovata. A questi alti livelli di competenza gli studenti devono saper collegare tra loro diversi elementi attraverso un approccio strategico costituito da vari passi tra loro connessi.

Ai livelli intermedi della scala delle competenze, i quesiti richiedono una certa capacità di interpretazione, soprattutto riguardo situazioni che sono relativamente poco familiari. Per risolvere questo tipo di quesiti, spesso è necessario utilizzare diverse rappresentazioni di una stessa situazione, incluse rappresentazioni matematiche più formali, e collegare tra loro le diverse rappresentazioni per giungere ad una migliore comprensione e facilitare l'analisi del problema. Essi spesso implicano una catena di ragionamenti o una sequenza di calcoli e possono richiedere allo studente di esprimere un ragionamento attraverso una semplice spiegazione della soluzione ottenuta. Attività tipiche di questo livello intermedio di difficoltà comprendono l'interpretazione di grafici, l'interpretazione di testi basata su informazioni ottenute da

una tabella o da un grafico, l'uso di scale di conversione per calcolare una distanza su una mappa e l'utilizzo di un ragionamento spaziale e di conoscenze geometriche per calcolare distanze, velocità e tempo. Nella parte bassa della scala delle competenze, i quesiti si riferiscono a contesti familiari e richiedono soltanto capacità estremamente limitate di interpretazione e un'applicazione diretta di conoscenze matematiche ben note in situazioni familiari. Attività tipiche di questi livelli sono la lettura di un dato direttamente da un grafico o da una tabella, il calcolo aritmetico molto semplice e immediato, il saper ordinare correttamente un piccolo insieme di numeri, il saper calcolare un semplice tasso di cambio.

Tabella 5.9 - Distribuzione dei quindicenni scolarizzati per livello di competenza matematica in Provincia di Trento e in altri contesti territoriali (valori percentuali)

	< 1	1	2	3	4	5	6	Totale
Trento	6,4	11,4	19,2	25,7	22,5	11,3	3,5	100
Italia	13,5	19,3	25,5	22,1	13,3	5,0	1,3	100
<i>Media Ocse</i>	7,7	13,6	21,9	24,3	19,1	10,0	3,3	100
Veneto	4,4	12,3	21,5	25,1	22,4	11,0	3,4	100
Friuli-Venezia Giulia	3,6	10,0	20,9	29,9	22,4	10,2	3,1	100
Emilia Romagna	8,7	14,0	20,5	25,0	20,2	9,1	2,6	100
Bolzano	4,1	10,1	21,6	27,2	22,3	11,4	3,3	100
Lombardia	8,5	14,6	22,8	26,8	18,3	7,7	1,4	100
Piemonte	6,0	12,8	26,0	28,5	18,5	6,8	1,5	100
Liguria	10,4	16,8	25,7	26,0	15,3	4,7	1,1	100
Nord-Est	5,8	12,5	21,0	25,7	21,6	10,3	3,1	100
Nord-Ovest	7,9	14,3	24,0	27,2	18,0	7,2	1,4	100
Centro	9,7	18,5	28,8	24,9	13,0	4,3	0,7	100
Sud	17,4	24,4	27,4	19,0	8,5	2,1	1,1	100
Sud Isole	25,3	25,3	25,6	14,5	7,1	2,0	0,2	100

Al livello più alto, il sesto, a cui corrisponde un punteggio superiore a 669 punti, si collocano gli studenti che sono capaci di pensare e ragionare in modo matematicamente avanzato. Essi sono inoltre in grado di utilizzare capacità di intuizione e di comprensione, contestualmente alla padronanza di operazioni e di relazioni matematiche di tipo simbolico e formale, per sviluppare nuovi approcci e nuove strategie nell'affrontare situazioni inedite. A questo livello, gli studenti sono anche capaci di esporre e comunicare con precisione le proprie azioni e riflessioni riguardo i risultati raggiunti, le loro interpretazioni e argomentazioni. In media nei Paesi dell'OCSE il 3,3% degli studenti è a livello 6; tra i Paesi europei, quello con la percentuale più alta di studenti a livello 6 è la Svizzera con il 6,8%, seguita dal Belgio con il 6,4%; l'Italia ha l'1,3% di studenti a questo livello, percentuale uguale a quella riportata dagli Stati Uniti. Nel Trentino si raggiunge un livello leggermente superiore a quello della media OCSE: 3.5%.

Gli studenti a livello 5 sulla scala di matematica sono in grado di sviluppare modelli di situazioni complesse e di servirsene, di identificare vincoli e di precisare le assunzioni fatte. Essi sono inoltre in grado di selezionare, comparare e valutare strategie appropriate per risolvere problemi complessi legati a tali modelli. A questo livello, inoltre, gli studenti sono capaci di sviluppare strategie, utilizzando abilità logiche e di ragionamento ampie e ben sviluppate, appropriate rappresentazioni, strutture simboliche e formali e capacità di analisi approfondita delle situazioni considerate. In media nei Paesi dell'OCSE, il 13,3% degli studenti si colloca al livello 5 o 6; tra i Paesi europei Finlandia, Svizzera, Belgio e Paesi Bassi hanno più del 20% di studenti a questi due livelli; l'Italia ha soltanto il 6,3% di studenti a questi due livelli. Il Trentino con il 14,8% supera la media OCSE di un punto e mezzo percentuale.

Gli studenti a livello 4 sulla scala di matematica sono in grado di servirsi in modo efficace di modelli dati applicandoli a situazioni concrete complesse anche tenendo conto di vincoli che richiedano di formulare assunzioni. Essi sono in grado, inoltre, di selezionare e di integrare fra loro rappresentazioni differenti, anche di tipo simbolico, e di metterle in relazione diretta con situazioni di vita reale. A questo livello, gli studenti sono anche capaci di utilizzare abilità ben sviluppate e di ragionare in maniera flessibile, con un certo intuito, limitatamente ai contesti considerati. In media nei Paesi dell'OCSE il 19% degli studenti che si trova a questo livello e il 32,5% di studenti che si colloca dal livello 4 in su (cioè ai livelli 4, 5 e 6); la Finlandia ha più del 50% degli studenti che si collocano da questo livello in su; in Svizzera, Paesi Bassi, Belgio più del 40% degli studenti si trova a questo livello o a livelli superiori; in particolare, in Italia, il 13,3% degli studenti si attesta al livello 4; l'Italia, con Messico, Turchia e Grecia arriva a percentuali inferiori al 20% di studenti che si collocano dal livello 4 in su. In Trentino il 22,5% si posiziona al livello 4 portando al 37,3 la percentuale che comprende i tre livelli superiori.

Gli studenti a livello 3 sulla scala di matematica sono in grado di eseguire procedure chiaramente definite, comprese quelle che richiedono decisioni in sequenza. Essi sono in grado, inoltre, di selezionare e applicare semplici strategie per la risoluzione dei problemi. A questo livello, gli studenti sono anche capaci di interpretare e di utilizzare rappresentazioni basate su informazioni provenienti da fonti differenti e di ragionare direttamente a partire da esse. Essi riescono a elaborare brevi comunicazioni per esporre le proprie interpretazioni, i propri risultati e i propri ragionamenti. In media i Paesi dell'OCSE hanno il 24,3% di studenti che raggiungono questo livello e il 56,8% o che si colloca da questo livello in su; Finlandia, Paesi Bassi e Svizzera hanno una percentuale superiore al 67% di quindicenni che si colloca dal livello 3 in su; l'Italia ha il 22% di studenti al livello 3 e il 42% circa di studenti che raggiunge il livello 3 o i livelli superiori. Gli studenti della Provincia di Trento che si attestano a questo livello sono il 27,5% portando al 64,8% il numero degli studenti dal 3 livello in su, molto vicino quindi alle percentuali dei Paesi migliori.

Gli studenti al livello 2 della scala di matematica sono in grado di interpretare e riconoscere situazioni in contesti che richiedano non più di un'inferenza diretta. Essi sono in grado, inoltre, di trarre informazioni pertinenti da un'unica fonte e di utilizzare un'unica modalità di rappresentazione. A questo livello, gli studenti sono anche capaci di servirsi di elementari algoritmi, formule, procedimenti o convenzioni. Essi sono capaci di ragionamenti diretti e di un'interpretazione letterale dei risultati. Questo livello rappresenta il livello base di competenza matematica sulla scala di PISA: è a questo livello che gli studenti cominciano a manifestare le prime abilità che permettono loro di usare attivamente la matematica e che sono considerate fondamentali per lo sviluppo futuro e l'uso della matematica stessa. In media: nei Paesi dell'OCSE, la percentuale di studenti a questo livello è pari al 22% circa; in Italia abbiamo più del 25% degli studenti a questo livello; nei Paesi dell'OCSE quasi l'80% degli studenti (78,8%) si trova a questo livello o al di sopra di esso, tranne che in Portogallo, Grecia, Italia, Turchia e Messico; in Italia, in particolare la percentuale di studenti che si colloca dal livello 2 in su è pari al 67%. È il 19,2% dei quindicenni trentini che si colloca a questo livello.

L'ultimo livello della scala di competenza matematica è rappresentato dal livello 1. A tale livello, gli studenti sono in grado di rispondere a domande che riguardino contesti loro familiari, nelle quali siano fornite tutte le informazioni pertinenti e sia chiaramente definito il quesito. Essi sono in grado, inoltre, di individuare informazioni e di mettere in atto procedimenti di routine all'interno di situazioni esplicitamente definite e seguendo precise indicazioni. Questi studenti sono anche capaci di compiere azioni ovvie che procedano direttamente dallo stimolo fornito. Coloro che non raggiungono nemmeno questo livello, e che quindi si trovano al di sotto del livello 1, sono studenti che avranno serie difficoltà nell'usare la matematica come strumento efficace per trarre vantaggio da un insegnamento ulteriore o da altre opportunità di apprendimento che si possono presentare lungo tutto il corso della vita. Nei Paesi dell'OCSE c'è una media del 13% di studenti di livello 1 e una media del 7,7% di studenti sotto al livello 1; in Italia il 32,8% degli studenti quindicenni si trova al livello 1 o al di sotto di esso; in Finlandia meno del 10% si colloca a questi livelli inferiori. In Provincia di Trento è il 17,8%.

In conclusione nel Trentino il 37% degli studenti non raggiunge il livello ritenuto sufficiente, situazione migliore sia rispetto all'Italia (58,3%), sia rispetto all'OCSE (43,2%). Questo è il dato da cui partire per impostare una politica formativa che irrobustisca la preparazione dei quindicenni in questo settore specifico della competenza. In questa direzione si sta muovendo l'attuale elaborazione dei piani di studio provinciali indicando come la padronanza nella competenza matematica, insieme con quella nella lingua italiana, nelle lingue comunitarie e nella scienza tecnologica, costituisca una priorità dell'impianto curricolare delle singole scuole. A questo fine si è proposto di sviluppare un curriculum verticale che garantisca dai 6 ai 16 anni una sistematica formazione matematica diretta allo sviluppo di adeguate competenze.

5. CONCLUSIONE

L'esame dei dati raccolti circa le conoscenze e competenze matematiche degli studenti dei primi anni del secondo ciclo di istruzione e formazione suggerisce alcune indicazioni operative.

In primo luogo l'impostazione del progetto OCSE-PISA per la matematica intende sondare quella dimensione della competenza matematica che si manifesta nell'applicare quanto studiato all'interno di tale disciplina a situazioni tratte da contesti esterni a essa, sia di vita reale, sia di natura scientifica. Si tratta di un approccio all'insegnamento della matematica a tutti i livelli sviluppato in maniera sistematica a suo tempo da Freudenthal (1978) in Olanda e, per quanto riguarda l'Italia, da Castelnovo e per molti versi dallo stesso B. de Finetti. Inoltre il mondo anglosassone è sempre stato molto più aperto alla considerazione delle applicazioni della matematica rispetto alla tradizione italiana (e per molti versi continentale europea) e i metodi didattici presenti nei Paesi che sono risultati i migliori sono prevalentemente basati su un sistematico sviluppo del suo insegnamento per problemi fin dalla prima elementare. Per quanto concerne, infine, alcuni Paesi asiatici (Giappone e Corea in particolare) l'impegno nello studio assume forme assai tese, supportate fortemente dal contesto sociale e culturale ivi prevalente. Si tratta di tre aspetti della questione da approfondire con cura da parte dei responsabili della Provincia di Trento ora che si debbono definire i nuovi piani di studio provinciali.

In secondo luogo i risultati dell'indagine TIMSS 2007³ riguardanti l'apprendimento matematico in quarta primaria e terza secondaria di primo grado e resi pubblici all'inizio di dicembre 2008 confermano alcune tendenze ormai consolidate. Per le conoscenze e abilità matematiche a livello di scuola elementare l'Italia in genere si colloca sette punti sopra la media internazionale con un punteggio di 507 (con un miglioramento di 4 punti rispetto al 2003), mentre a livello di fine scuola media il punteggio di 480 è di 20 punti sotto la media di 500 (con un peggioramento di 4 punti rispetto al 2003). Per il Nord Est la situazione è migliore, ma la tendenza è la stessa: 525 punti per la quarta elementare e 506 per la terza media. Questi dati e quelli relativi ai quindicenni, più che segnalare una debolezza dell'impianto educativo del secondo ciclo di istruzione e formazione, mettono in luce la debolezza della pratica didattica della scuola secondaria di primo ciclo, almeno per il complesso dell'Italia. Andare a fondo sulle sue cause per cercare di porvi rimedio è una delle indicazioni fondamentali che derivano dalle rilevazioni internazionali.

Infine, se si desidera cogliere l'occasione offerta dalle indagini sviluppate nel contesto provinciale per promuovere un miglioramento delle prestazioni matematiche

³ Si possono consultare sia il sito <http://timss.bc.edu/TIMSS2007>, sia quello dell'INVALSI.

degli studenti occorre impostare un sistema di monitoraggio attento non solo a quanto da loro appreso, ma anche al tipo di concezione della matematica assunto dai docenti e dalle metodologie didattiche da loro adottate. La legge provinciale 5 del 2006 prevede la definizione di standard di formazione e sistematiche rilevazioni. Una politica di questo tipo dovrebbe partire dai risultati delle rilevazioni disponibili e definire standard di apprendimento che sulla base di tali riscontri segnalassero obiettivi da raggiungere superiori, ma non di molto, agli attuali nei prossimi tre anni, indicando anche quali priorità dare sia dal punto di vista della cultura matematica da promuovere, sia da quello della metodologica didattica da privilegiare.

BIBLIOGRAFIA

- Benedetti G.** (2004), *Trento, primi al mondo in matematica*, "Corriere della Sera", 7 dicembre, p. 15
- Checchi D. e Braga M.** (in stampa), *Divario territoriale e formazione delle competenze degli studenti quindicenni*, "Ricerca Azione", Centro Studi Erikson, Trento
- Pozio S.** (2008), **La competenza matematica dei quindicenni**, in INVALSI (Ed.), *Le competenze in scienze, lettura e matematica degli studenti quindicenni. Rapporto nazionale PISA 2006*, Armando, Roma, p. 113
- Freudenthal H.** (1978), *Weeding and sowing*, Springer, Dordrecht
- Castelnuovo E.** (1982), *Didattica della matematica*, La Nuova Italia, Firenze

Appendici

Appendice A Confronti comparativi: Provincia Autonoma di Trento versus Paesi OCSE

Scienza

Table 2.1c (2)

Punteggi medi e differenze di genere nel confronto tra Trentino, Paesi OCSE e Italia

	Tutti gli studenti				Differenze di genere				Differenze (M - F)	
	Media		Deviazione standard		Maschi		Femmine			
	Media	E. S.	D. S.	E. S.	Media	E. S.	Media	E. S.		
Finland	563	(2,0)	86	(1,0)	562	(2,6)	565	(2,4)	-3	(2,9)
Canada	534	(2,0)	94	(1,1)	536	(2,5)	532	(2,1)	4	(2,2)
Japan	531	(3,4)	100	(2,0)	533	(4,9)	530	(5,1)	3	(7,4)
New Zealand	530	(2,7)	107	(1,4)	528	(3,9)	532	(3,6)	-4	(5,2)
Australia	527	(2,3)	100	(1,0)	527	(3,2)	527	(2,7)	0	(3,8)
Netherlands	525	(2,7)	96	(1,6)	528	(3,2)	521	(3,1)	7	(3,0)
Korea	522	(3,4)	90	(2,4)	521	(4,8)	523	(3,9)	-2	(5,5)
Trentino	521	(2,0)	93	(1,7)	522	(3,9)	520	(2,8)	2	(5,4)
Germany	516	(3,8)	100	(2,0)	519	(4,6)	512	(3,8)	7	(3,7)
United Kingdom	515	(2,3)	107	(1,5)	520	(3,0)	510	(2,8)	10	(3,4)
Czech Republic	513	(3,5)	98	(2,0)	515	(4,2)	510	(4,8)	5	(5,6)
Switzerland	512	(3,2)	99	(1,7)	514	(3,3)	509	(3,6)	6	(2,7)
Austria	511	(3,9)	98	(2,4)	515	(4,2)	507	(4,9)	8	(4,9)
Belgium	510	(2,5)	100	(2,0)	511	(3,3)	510	(3,2)	1	(4,1)
Ireland	508	(3,2)	94	(1,5)	508	(4,3)	509	(3,3)	0	(4,3)
Hungary	504	(2,7)	88	(1,6)	507	(3,3)	501	(3,5)	6	(4,2)
Sweden	503	(2,4)	94	(1,4)	504	(2,7)	503	(2,9)	1	(3,0)
OECD	500	(0,5)	95	(0,3)	501	(0,7)	499	(0,6)	2	(0,7)
Poland	498	(2,3)	90	(1,1)	500	(2,7)	496	(2,6)	3	(2,5)
Denmark	496	(3,1)	93	(1,4)	500	(3,6)	491	(3,4)	9	(3,2)
France	495	(3,4)	102	(2,1)	497	(4,3)	494	(3,6)	3	(4,0)
Iceland	491	(1,6)	97	(1,2)	488	(2,6)	494	(2,1)	-6	(3,4)
United States	489	(4,2)	106	(1,7)	489	(5,1)	489	(4,0)	1	(3,5)
Slovak Republic	488	(2,6)	93	(1,8)	491	(3,9)	485	(3,0)	6	(4,7)
Spain	488	(2,6)	91	(1,0)	491	(2,9)	486	(2,7)	4	(2,4)
Norway	487	(3,1)	96	(2,0)	484	(3,8)	489	(3,2)	-4	(3,4)
Luxembourg	486	(1,1)	97	(0,9)	491	(1,8)	482	(1,8)	9	(2,9)
Italy	475	(2,0)	96	(1,3)	477	(2,8)	474	(2,5)	3	(3,5)
Portugal	474	(3,0)	89	(1,7)	477	(3,7)	472	(3,2)	5	(3,3)
Greece	473	(3,2)	92	(2,0)	468	(4,5)	479	(3,4)	-11	(4,7)
Turkey	424	(3,8)	83	(3,2)	418	(4,6)	430	(4,1)	-12	(4,1)
Mexico	410	(2,7)	81	(1,5)	413	(3,2)	406	(2,6)	7	(2,2)

I valori statisticamente significativi sono riportati in neretto

Table 6.2c (2)

Matematica

Punteggi medi e differenze di genere nel confronto tra Trentino, Paesi OCSE e Italia

	Tutti gli studenti				Differenze di genere				Differenze (M - F)	
	Media		Deviazione standard		Maschi		Femmine			
	Media	E. S.	D. S.	E. S.	Media	E. S.	Media	E. S.		
Finland	548	(2,3)	81	(1,0)	554	(2,7)	543	(2,6)	12	(2,6)
Korea	547	(3,8)	93	(3,1)	552	(5,3)	543	(4,5)	9	(6,3)
Netherlands	531	(2,6)	89	(2,2)	537	(3,1)	524	(2,8)	13	(2,8)
Switzerland	530	(3,2)	97	(1,6)	536	(3,3)	523	(3,6)	13	(2,7)
Canada	527	(2,0)	86	(1,1)	534	(2,4)	520	(2,0)	14	(1,9)
Japan	523	(3,3)	91	(2,1)	533	(4,8)	513	(4,9)	20	(7,2)
New Zealand	522	(2,4)	93	(1,2)	527	(3,1)	517	(3,6)	11	(4,7)
Belgium	520	(3,0)	106	(3,3)	524	(4,1)	517	(3,4)	7	(4,8)
Australia	520	(2,2)	88	(1,1)	527	(3,2)	513	(2,4)	14	(3,4)
Denmark	513	(2,6)	85	(1,5)	518	(2,9)	508	(3,0)	10	(2,8)
Czech Republic	510	(3,6)	103	(2,1)	514	(4,2)	504	(4,8)	11	(5,6)
Trentino	508	(2,3)	95	(1,6)	520	(3,8)	497	(3,0)	22	(5,1)
Iceland	506	(1,8)	88	(1,1)	503	(2,6)	508	(2,2)	-4	(3,2)
Austria	505	(3,7)	98	(2,3)	517	(4,4)	494	(4,1)	23	(4,7)
Germany	504	(3,9)	99	(2,6)	513	(4,6)	494	(3,9)	20	(3,7)
Sweden	502	(2,4)	90	(1,4)	505	(2,7)	500	(3,0)	5	(2,9)
Ireland	501	(2,8)	82	(1,5)	507	(3,7)	496	(3,2)	11	(4,1)
OECD	498	(0,5)	92	(0,4)	503	(0,7)	492	(0,6)	11	(0,7)
France	496	(3,2)	96	(2,0)	499	(4,0)	492	(3,3)	6	(3,7)
United Kingdom	495	(2,1)	89	(1,3)	504	(2,6)	487	(2,6)	17	(2,9)
Poland	495	(2,4)	87	(1,2)	500	(2,8)	491	(2,7)	9	(2,6)
Slovak Republic	492	(2,8)	95	(2,5)	499	(3,7)	485	(3,5)	14	(4,6)
Hungary	491	(2,9)	91	(2,0)	496	(3,5)	486	(3,7)	10	(4,3)
Luxembourg	490	(1,1)	93	(1,0)	498	(1,7)	482	(1,8)	17	(2,8)
Norway	490	(2,6)	92	(1,4)	493	(3,3)	487	(2,8)	6	(3,1)
Spain	480	(2,3)	89	(1,1)	484	(2,6)	476	(2,6)	9	(2,2)
United States	474	(4,0)	90	(1,9)	479	(4,6)	470	(3,9)	9	(2,9)
Portugal	466	(3,1)	91	(2,0)	474	(3,7)	459	(3,2)	15	(3,3)
Italia	462	(2,3)	96	(1,7)	470	(2,9)	453	(2,7)	17	(3,4)
Greece	459	(3,0)	92	(2,4)	462	(4,3)	457	(3,0)	5	(4,5)
Turkey	424	(4,9)	93	(4,3)	427	(5,6)	421	(5,1)	6	(4,6)
Mexico	406	(2,9)	85	(2,2)	410	(3,4)	401	(3,1)	9	(2,6)

I valori statisticamente significativi sono riportati in neretto

T6.1c.(2)

Lettura

Punteggi medie e differenze di genere nel confronto tra Trentino, Paesi OCSE e Italia

	Tutti gli studenti						Differenze di genere					
	Media		Deviazione standard		Maschi		Femmine		Differenze (M - F)			
	Media	E. S.	D. S.	E. S.	Media	E. S.	Media	E. S.	Differenza	E. S.		
Korea	556	(3,8)	88	(2,7)	539	(4,6)	574	(4,5)	-35	(5,9)		
Finland	547	(2,1)	81	(1,1)	521	(2,7)	572	(2,3)	-51	(2,8)		
Canada	527	(2,4)	96	(1,4)	511	(2,8)	543	(2,5)	-32	(2,3)		
New Zealand	521	(3,0)	105	(1,6)	502	(3,6)	539	(3,6)	-37	(4,6)		
Ireland	517	(3,5)	92	(1,9)	500	(4,5)	534	(3,8)	-34	(4,9)		
Australia	513	(2,1)	94	(1,0)	495	(3,0)	532	(2,2)	-37	(3,6)		
Trentino	508	(2,5)	100	(1,9)	486	(3,6)	531	(3,8)	-45	(5,3)		
Poland	508	(2,8)	100	(1,5)	487	(3,4)	528	(2,8)	-40	(2,9)		
Sweden	507	(3,4)	98	(1,8)	488	(4,0)	528	(3,5)	-40	(3,2)		
Netherlands	507	(2,5)	97	(2,5)	495	(3,7)	519	(3,0)	-24	(3,4)		
Belgium	501	(3,0)	110	(2,8)	482	(4,1)	522	(3,5)	-40	(4,8)		
Switzerland	499	(3,1)	94	(1,8)	484	(3,2)	515	(3,3)	-31	(2,6)		
Japan	498	(3,6)	102	(2,4)	483	(5,4)	513	(5,2)	-31	(7,7)		
United Kingdom	495	(2,3)	102	(1,7)	480	(3,0)	510	(2,6)	-29	(3,5)		
Germany	495	(4,4)	112	(2,7)	475	(5,3)	517	(4,4)	-42	(3,9)		
Denmark	494	(3,2)	89	(1,6)	480	(3,6)	509	(3,5)	-30	(3,2)		
OECD	492	(0,6)	99	(0,4)	473	(0,7)	511	(0,7)	-38	(0,8)		
Austria	490	(4,1)	108	(3,2)	468	(4,9)	513	(5,5)	-45	(6,0)		
France	488	(4,1)	104	(2,8)	470	(5,2)	505	(3,9)	-35	(4,4)		
Iceland	484	(1,9)	97	(1,4)	460	(2,8)	509	(2,3)	-48	(3,3)		
Norway	484	(3,2)	105	(1,9)	462	(3,8)	508	(3,3)	-46	(3,3)		
Czech Republic	483	(4,2)	111	(2,9)	463	(5,0)	509	(5,4)	-46	(6,2)		
Hungary	482	(3,3)	94	(2,4)	463	(3,7)	503	(3,9)	-40	(4,1)		
Luxembourg	479	(1,3)	100	(1,1)	464	(2,0)	495	(2,1)	-32	(3,2)		
Portugal	472	(3,6)	99	(2,3)	455	(4,4)	488	(3,5)	-33	(3,7)		
Italy	469	(2,4)	109	(1,8)	448	(3,4)	489	(2,8)	-41	(4,0)		
Slovak Republic	466	(3,1)	105	(2,5)	446	(4,2)	488	(3,8)	-42	(5,4)		
Spain	461	(2,2)	89	(1,2)	443	(2,6)	479	(2,3)	-35	(2,1)		
Greece	460	(4,0)	103	(2,9)	432	(5,7)	488	(3,5)	-57	(5,6)		
Turkey	447	(4,2)	93	(2,8)	427	(5,1)	471	(4,3)	-44	(4,3)		
Mexico	410	(3,1)	96	(2,3)	393	(3,5)	427	(3,0)	-34	(2,5)		
United States	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m		

I valori statisticamente significativi sono riportati in neretto
(m): dato non disponibile a causa di problemi tecnici

Appendice B Confronti comparativi: Provincia Autonoma di Trento versus Regioni italiane

Scienza

Punteggi medi e differenze di genere

Table S2c.Reg

	Tutti gli studenti				Differenze di genere					
	Media		Deviazione standard		Maschi		Femmine		Differenze (M - F)	
	Media	E. S.	D. S.	E. S.	Media	E. S.	Media	E. S.		
Friuli Venezia Giulia	534	(3,3)	85	(2,6)	536	(5,4)	531	(4,9)	6	(7,9)
Provincia Autonoma di Bolzano	526	(2,0)	88	(1,6)	532	(3,1)	520	(2,6)	12	(4,1)
Veneto	524	(5,4)	89	(2,3)	532	(6,9)	515	(8,0)	17	(10,8)
Provincia Autonoma di Trento	521	(2,0)	93	(1,7)	522	(3,9)	520	(2,8)	2	(5,4)
Emilia Romagna	510	(3,7)	94	(2,8)	516	(4,9)	503	(4,5)	13	(5,6)
Piemonte	508	(4,7)	90	(3,0)	503	(6,8)	513	(5,3)	-10	(7,5)
OCSE	500	(0,5)	95	(0,3)	501	(0,7)	499	(0,6)	2	(0,7)
Lombardia	499	(6,2)	95	(3,8)	496	(10,4)	503	(5,5)	-7	(10,9)
Liguria	488	(6,7)	96	(3,0)	482	(9,1)	495	(6,1)	-13	(8,0)
Italia	475	(2,0)	96	(1,3)	477	(2,8)	474	(2,5)	3	(3,5)
Basilicata	451	(5,0)	85	(2,8)	449	(6,8)	453	(5,3)	-4	(7,2)
Sardegna	449	(6,1)	92	(3,6)	446	(8,9)	452	(5,9)	-6	(8,7)
Puglia	447	(4,3)	83	(2,3)	446	(5,6)	449	(4,3)	-4	(4,8)
Campania	442	(5,9)	83	(3,3)	453	(5,6)	432	(7,3)	20	(6,3)
Sicilia	433	(7,2)	98	(4,3)	432	(9,8)	434	(7,8)	-2	(10,0)

I valori statisticamente significativi sono riportati in neretto

Table S6f:Reg

Matematica
Punteggi medie e differenze di genere

	Tutti gli studenti				Differenze di genere				Differenze (M - F)	
	Media		Deviazione standard		Maschi		Femmine			
	Media	E. S.	D. S.	E. S.	Media	E. S.	Media	E. S.		
Provincia Autonoma di Bolzano	513	(1,8)	88	(1,6)	523	(3,0)	503	(2,5)	20	(4,1)
Friuli Venezia Giulia	513	(3,6)	84	(2,5)	521	(5,7)	505	(4,7)	16	(7,8)
Veneto	510	(6,2)	90	(2,7)	525	(7,8)	495	(7,8)	29	(10,3)
Provincia Autonoma di Trento	508	(2,3)	95	(1,6)	520	(3,8)	497	(3,0)	22	(5,1)
OCSE	498	(0,5)	92	(0,4)	503	(0,7)	492	(0,6)	11	(0,7)
Emilia Romagna	494	(3,4)	96	(2,2)	510	(4,8)	478	(4,3)	32	(6,3)
Piemonte	492	(4,8)	85	(3,7)	493	(6,6)	490	(5,2)	3	(6,8)
Lombardia	487	(6,6)	92	(4,9)	488	(11,2)	486	(5,6)	2	(11,8)
Liguria	473	(6,4)	89	(3,5)	476	(8,7)	469	(5,9)	7	(7,7)
Italia	462	(2,3)	96	(1,7)	470	(2,9)	453	(2,7)	17	(3,4)
Basilicata	443	(5,0)	84	(3,3)	445	(6,8)	442	(5,4)	3	(7,2)
Campania	436	(9,0)	92	(10,3)	453	(8,8)	420	(9,9)	33	(6,9)
Puglia	435	(4,8)	88	(4,7)	440	(5,5)	430	(5,0)	10	(4,7)
Sardegna	429	(6,9)	99	(3,6)	440	(9,0)	419	(7,5)	21	(10,0)
Sicilia	423	(6,5)	90	(4,2)	431	(7,9)	415	(7,6)	16	(8,5)

I valori statisticamente significativi sono riportati in neretto

Table 56c.Reg

Letture*Punteggi medi e differenze di genere*

	Tutti gli studenti				Differenze di genere				Differenze (M - F)	
	Media		Deviazione standard		Maschi		Femmine			
	Media	E. S.	D. S.	E. S.	Media	E. S.	Media	E. S.		
Friuli Venezia Giulia	519	(4,2)	88	(3,8)	499	(7,1)	539	(4,5)	-40	(9,4)
Veneto	511	(5,9)	96	(4,2)	494	(9,8)	529	(6,2)	-35	(11,7)
Provincia Autonoma di Trento	508	(2,5)	100	(1,9)	486	(3,6)	531	(3,8)	-45	(5,3)
Piemonte	506	(5,1)	95	(3,8)	481	(7,4)	528	(4,5)	-47	(7,1)
Provincia Autonoma di Bolzano	502	(2,2)	100	(2,6)	479	(3,5)	525	(3,1)	-46	(5,0)
Emilia Romagna	496	(4,5)	99	(3,0)	477	(6,9)	516	(4,6)	-38	(7,9)
OCSE	492	(0,6)	99	(0,4)	473	(0,7)	511	(0,7)	-38	(0,8)
Lombardia	491	(7,1)	106	(5,9)	465	(10,6)	515	(6,4)	-50	(11,0)
Liguria	483	(6,9)	105	(3,3)	452	(9,5)	516	(6,1)	-64	(9,4)
Italia	469	(2,4)	109	(1,8)	448	(3,4)	489	(2,8)	-41	(4,0)
Basilicata	446	(6,3)	103	(3,2)	420	(7,8)	473	(6,4)	-53	(7,5)
Puglia	440	(6,7)	104	(4,0)	421	(8,0)	458	(7,3)	-37	(5,6)
Campania	438	(5,8)	97	(3,2)	428	(8,2)	449	(6,1)	-21	(8,5)
Sardegna	435	(8,2)	118	(5,4)	399	(11,9)	473	(6,4)	-75	(11,7)
Sicilia	424	(8,4)	108	(5,6)	399	(10,8)	447	(9,3)	-49	(11,5)

I valori statisticamente significativi sono riportati in neretto

Appendice C

PISA 2006 **Esempi di quesiti per la valutazione** **della competenza scientifica**

Le prove di lettura e di matematica sono state rilasciate nei precedenti cicli di PISA, 2000 e 2003. Sono presenti nella sezione *Documentazione* del sito Web di PISA 2006 (www.invalsi.it)

Una raccolta di item rilasciati nelle varie edizioni dell'indagine è disponibile nella sezione Documentazione del sito Web di Pisa 2009 (www.invalsi.it). Si tratta di unità d'esercizio pubblicati nelle edizioni precedenti e che non verranno riutilizzati nelle indagini successive. Il compendio è diviso in tre parti: lettura, matematica e scienze.

Temi proposti nella prova di scienze

MAIS
ACQUA POTABILE
LA CARIE
LAVORARE SOTTO IL SOLE
IL VAIOLO DEI TOPI
IL COMPORTAMENTO DELLO SPINARELLO
VIETATO FUMARE
LA LUCE DELLE STELLE
ULTRASUONI
LUCIDALABBRA
L'EVOLUZIONE
LA PASTA DI PANE
IL TRANSITO DI VENERE
SALUTE A RISCHIO?
MARMITTA CATALITICA
OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA
ENERGIA EOLICA

MAIS

Leggi con attenzione il seguente articolo di giornale.

UN OLANDESE USA IL MAIS COME COMBUSTIBILE

Nella stufa di Auke Ferwerda ardono pian piano pochi ciocchi di legna. Egli affonda la mano in un sacchetto di carta appoggiato vicino alla stufa, ne toglie un pugno di chicchi di mais e li getta sulle fiamme. Immediatamente il fuoco riprende con vivacità. «Guardate» dice Ferwerda «il finestrino della stufa rimane pulito e trasparente, la combustione è completa». Ferwerda si riferisce al fatto che il mais può essere utilizzato come combustibile oltre che come alimento per il bestiame. Secondo lui, questo è il futuro.

Ferwerda fa notare che il mais, utilizzato come alimento per il bestiame, è di fatto anche un tipo di combustibile. Le mucche mangiano il mais per ricavarne energia. Ma, spiega Ferwerda, la vendita di mais come combustibile anziché come alimento per il bestiame potrebbe essere molto più redditizia per gli agricoltori.

Ferwerda si è convinto che, a lungo andare, il mais verrà largamente usato come combustibile. Egli immagina come avverrà il raccolto, l'immagazzinamento, l'essiccazione e il confezionamento dei chicchi in sacchi per la vendita.

Attualmente Ferwerda sta valutando la possibilità di utilizzare come combustibile l'intera pianta, ma questa ricerca non è stata ancora completata.

Un'altra cosa che Ferwerda deve prendere in considerazione è

l'accresciuta attenzione per il diossido di carbonio (anidride carbonica).

Il diossido di carbonio è considerato la principale causa dell'aumento dell'effetto serra. Si pensa che l'aumento dell'effetto serra sia responsabile dell'aumento della temperatura media dell'atmosfera della Terra.

Secondo Ferwerda, però, il problema non è il diossido di carbonio. Al contrario, egli sostiene, le piante lo assorbono e lo trasformano in ossigeno per gli esseri umani.

Tuttavia, i progetti di Ferwerda potrebbero scontrarsi con quelli del governo, che attualmente sta tentando di ridurre le emissioni di diossido di carbonio. Secondo Ferwerda, «ci sono molti scienziati che dicono che il diossido di carbonio non è la causa principale dell'effetto serra».

Domanda 2: MAIS

S307Q02

Ferwerda paragona il mais usato come combustibile al mais usato come alimento.

Nella prima colonna della seguente tabella c'è un elenco di fenomeni che avvengono quando il mais brucia.

Questi fenomeni avvengono anche quando il mais fa da combustibile nel corpo di un animale?

Fai un cerchio intorno a «Sì» o a «No» per ciascuno dei fenomeni.

Quando il mais brucia:	Questo avviene anche quando il mais fa da combustibile nel corpo di un animale?
Viene consumato ossigeno.	Sì / No
Viene prodotto diossido di carbonio (anidride carbonica).	Sì / No
Viene prodotta energia.	Sì / No

MAIS: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2***Punteggio pieno***

Codice 1 : Sì, Sì, Sì

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Nessuna risposta.

Domanda 5: MAIS

S307Q05 - 019

Nell'articolo viene descritta una trasformazione del diossido di carbonio (anidride carbonica): «...le piante lo assorbono e lo trasformano in ossigeno ...».

Il diossido di carbonio e l'ossigeno non sono le uniche sostanze coinvolte in questa trasformazione. La trasformazione può essere rappresentata nel seguente modo:

diossido di carbonio + acqua → ossigeno +

Scrivi nel riquadro il nome della sostanza mancante.

MAIS: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 5***Punteggio pieno***

Codice 1: Una delle seguenti sostanze:

- glucosio
- zucchero
- carboidrati(s)
- saccarosio
- amido

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Omissioni.

Domanda 7: MAIS

S307Q07

Alla fine dell'articolo Ferwerda fa riferimento ad alcuni scienziati che dicono che il diossido di carbonio non è la causa principale dell'effetto serra.

Claudia trova la seguente tabella, che mostra l'effetto serra relativo causato da quattro gas:

Effetto serra relativo per molecola di gas			
Diossido di carbonio	Metano	Ossidi d'azoto	Clorofluorocarburi
1	30	160	17.000

In base a questa tabella, Claudia non può stabilire quale gas è la causa principale dell'aumento dell'effetto serra. I dati della tabella devono essere combinati con altri dati per poter stabilire quale gas è la principale causa dell'aumento dell'effetto serra.

Quali altri dati deve raccogliere Claudia?

- A Dati sull'origine dei quattro gas.
- B Dati sull'assorbimento dei quattro gas da parte delle piante.
- C Dati sulle dimensioni di ciascuno dei quattro tipi di molecole.
- D Dati sulla concentrazione di ciascuno dei quattro gas nell'atmosfera.

MAIS: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 7***Punteggio pieno***

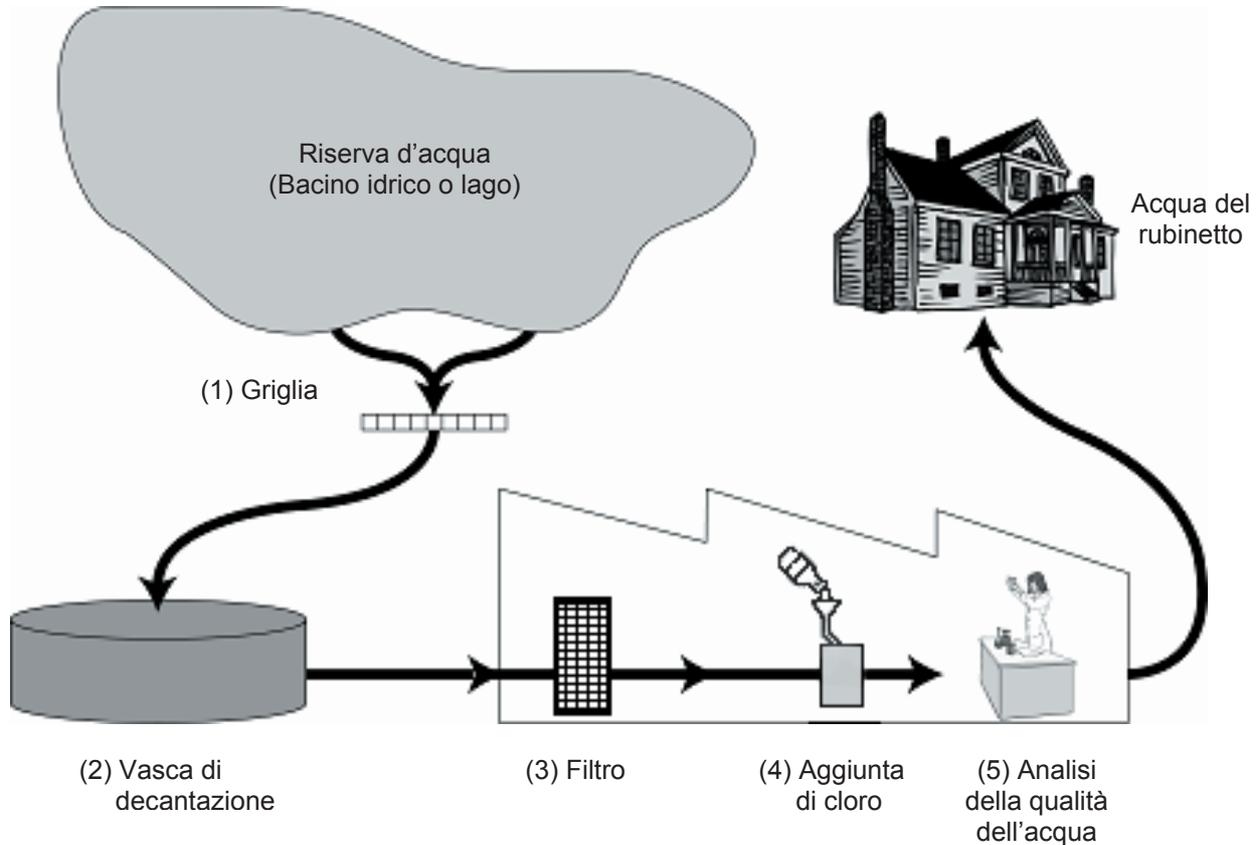
Codice 1: D. Dati sulla concentrazione di ciascuno dei quattro gas nell'atmosfera.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Omissioni.

ACQUA POTABILE



Questa figura illustra come venga resa potabile l'acqua fornita alle case nelle città.

Domanda 1: ACQUA POTABILE

S409Q01 - 01 02 03 11 12 13 99

È importante avere una riserva di acqua potabile di buona qualità. L'acqua che si trova sottoterra si chiama **acqua sotterranea**.

Fornisci una ragione per cui ci sono meno batteri e particelle inquinanti nelle acque sotterranee che nelle acque di superficie, come i fiumi e i laghi.

.....

.....

ACQUA POTABILE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 11: Risposte che fanno riferimento al fatto che l'acqua sotterranea è filtrata dal terreno.

- Passando attraverso la sabbia e la polvere l'acqua si pulisce.
- È stata filtrata naturalmente.
- Perché passando attraverso il suolo l'acqua viene setacciata dalle rocce e dalla sabbia.

Codice 12: Risposte che fanno riferimento al fatto che l'acqua sotterranea è incapsulata e dunque protetta da possibili agenti inquinanti; OPPURE al fatto che le acque di superficie sono inquinate con più facilità.

- L'acqua sotterranea è imprigionata nella terra e quindi l'inquinamento dell'aria non la può sporcare.
- Perché l'acqua sotterranea non è all'aperto, è sotto qualcosa.
- I fiumi e i laghi possono essere inquinati attraverso l'aria, oppure andandoci a nuotare e così via, ecco perché sono meno puliti.

Codice 13: Altre risposte corrette.

- L'acqua sotterranea è un'acqua che non contiene molto nutrimento per i batteri che perciò non sopravvivono.

Nessun punteggio

Codice 01: Risposte che fanno riferimento soltanto al fatto che l'acqua sotterranea è molto pulita (informazione già presente nel testo).

- Perché è stata pulita.
- Perché nei fiumi e nei laghi ci sono rifiuti.
- Perché contiene meno batteri.

Codice 02: Risposte che fanno dichiaratamente riferimento al processo di depurazione illustrato nella figura dello stimolo.

- Perché l'acqua sotterranea passa attraverso un filtro e viene addizionata di cloro.
- L'acqua sotterranea passa attraverso un filtro che la depura completamente.

Codice 03: Altre risposte

- Perché è sempre in movimento.
- Perché non viene smossa e perciò non sale il fango del fondale.
- Perché l'acqua sotterranea proviene dalle montagne, ed è fatta solo di neve sciolta e di acqua.

Codice 99: Non risponde.

Domanda 2: ACQUA POTABILE

S409Q02

La depurazione dell'acqua prevede spesso varie fasi che richiedono l'uso di tecniche differenti. Il processo di depurazione illustrato nella figura prevede quattro fasi (numerata da 1 a 4). Durante la seconda fase, l'acqua viene raccolta in una vasca di decantazione.

In che modo questa fase contribuisce a rendere l'acqua più pulita?

- A. L'acqua diventa meno acida.
- B. I batteri che sono nell'acqua muoiono.
- C. Un po' di ossigeno si aggiunge all'acqua.
- D. La sabbia e la ghiaia si depositano sul fondo.
- E. Le sostanze tossiche si decompongono.

ACQUA POTABILE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2

Punteggio pieno

Codice 1: D. La sabbia e la ghiaia si depositano sul fondo.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 4: ACQUA POTABILE

S409Q04 – 0 1 9

Durante la quarta fase del processo di depurazione, si aggiunge cloro all'acqua.

Perché si aggiunge cloro all'acqua?

.....

.....

ACQUA POTABILE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 4

Punteggio pieno

Codice 1: Risposte che fanno riferimento all'eliminazione, all'uccisione o alla decomposizione dei batteri.

- Per liberarla dai batteri.
- Il cloro uccide i batteri.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

- L'acqua diventa meno acida e quindi non si formano le alghe.
- Batteri.
- È come il fluoro.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 6: ACQUA POTABILE

S409Q06 – 01 02 11 12 99

Immagina che gli scienziati incaricati di analizzare l'acqua dell'impianto idrico scoprono che ci sono dei batteri pericolosi nell'acqua **dopo** che è stato completato il processo di depurazione.

Che cosa dovrebbero fare le persone a casa con questa acqua prima di berla?

.....
.....

ACQUA POTABILE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 6***Punteggio pieno***

Codice 11: Risposte che fanno riferimento al fatto di far bollire l'acqua.

- Bollirla.
- Riscaldarla, così i batteri muoiono.
- Bollirla o filtrarla.

Codice 12: Risposte che fanno riferimento ad altri metodi di depurazione che si possano adottare con sicurezza a casa.

- Trattare l'acqua con compresse di cloro (es. Micropur).
- Usare un filtro con pori microscopici.

Nessun punteggio

Codice 01: Risposte che fanno riferimento a metodi "professionali" di depurazione dell'acqua impossibili da adottare con sicurezza a casa.

- Mescolarla con il cloruro in un secchio e poi berla.
- Più cloruro, sostanze chimiche ed espedienti biologici
- Distillare l'acqua.

Codice 02: Altre risposte.

- Purificarla di nuovo.

Codice 99: Non risponde.

Domanda 7: ACQUA POTABILE

S409Q07

Bere acqua inquinata può causare i seguenti problemi di salute? Fai un cerchio intorno a "Sì" o a "No" per ciascuno dei problemi di salute proposti.

Bere acqua inquinata può causare questo problema di salute?	Sì o No?
Diabete	Sì / No
Diarrea	Sì / No
HIV / AIDS	Sì / No
Vermi intestinali / verme solitario	Sì / No

ACQUA POTABILE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D7

Punteggio pieno

Codice 1: Tutte e quattro le risposte corrette: No, Sì, No, Sì, in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10N: ACQUA POTABILE

S409Q10N

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

	<i>Molto interessato/a</i>	<i>Abbastanza interessato/a</i>	<i>Poco interessato/a</i>	<i>Per niente interessato/a</i>
a) Sapere come si analizza l'acqua per scoprire il livello di contaminazione batterica.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Imparare di più sui trattamenti chimici delle riserve d'acqua.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Imparare quali malattie vengono trasmesse attraverso l'acqua che si beve.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

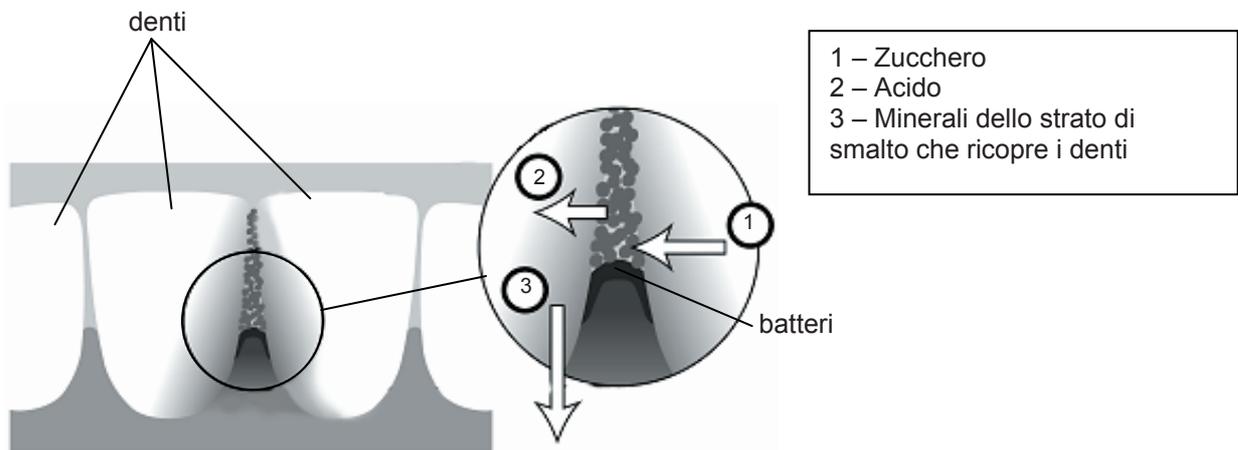
LA CARIE

I batteri che vivono nella nostra bocca causano la carie dentale.

Il problema della carie nasce a partire dal 1700, quando lo zucchero si diffonde grazie allo sviluppo dell'industria della canna da zucchero.

Oggi sappiamo molto della carie, ad esempio:

- i batteri che causano la carie si nutrono di zucchero;
- lo zucchero si trasforma in acido;
- l'acido danneggia la superficie dei denti;
- lavarsi i denti aiuta a prevenire la carie.



Domanda 1: LA CARIE

S414Q01

Qual è il ruolo dei batteri nella carie dentale?

- I batteri producono lo smalto.
- I batteri producono lo zucchero.
- I batteri producono i minerali.
- I batteri producono l'acido.

LA CARIE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1: D. I batteri producono l'acido.

Nessun punteggio

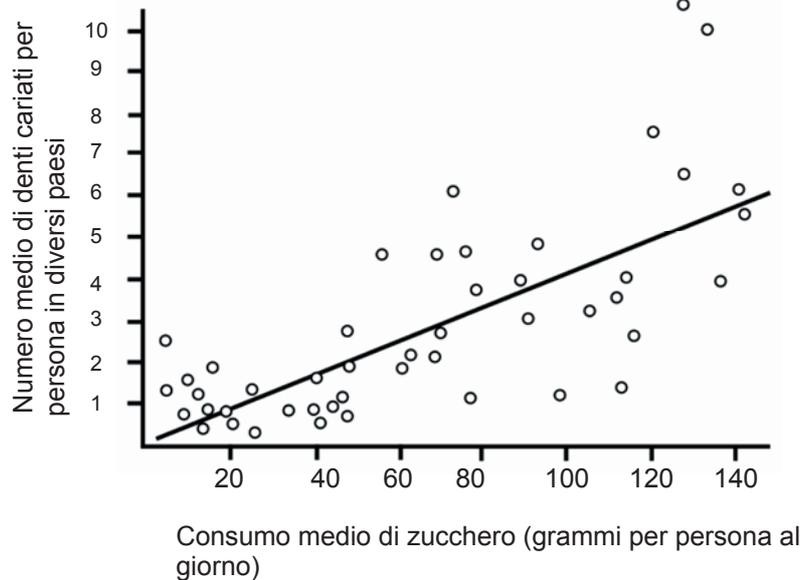
Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 4: LA CARIE

S414Q04

Il seguente grafico illustra il consumo di zucchero e la quantità di carie in diversi paesi. Ciascun paese è rappresentato da un pallino sul grafico.



Quale fra le seguenti affermazioni è basata **sui dati riportati nel grafico**?

- A. In alcuni paesi le persone si lavano i denti più frequentemente che in altri paesi.
- B. Mangiando meno di 20 grammi di zucchero al giorno è garantito che non viene la carie.
- C. Più zucchero si mangia, più c'è il rischio che si carino i denti.
- D. Negli ultimi anni, il tasso di carie è aumentato in molti paesi .
- E. Negli ultimi anni, il consumo di zucchero è aumentato in molti paesi.

LA CARIE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 4

Punteggio pieno

Codice 1: C. Più zucchero si mangia, più c'è il rischio che si carino i denti.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 8: LA CARIE

S414Q08

Supponiamo che in un paese il numero di denti cariati per persona sia elevato.

È possibile rispondere alle seguenti domande sulla carie in questo paese con l'aiuto di esperimenti scientifici? Fai un cerchio intorno a "Sì" o a "No" per ciascuna delle domande proposte.

È possibile rispondere a questa domanda sulla carie con l'aiuto di esperimenti scientifici?	Sì o No?
Dovrebbe esistere una legge che obbliga i genitori a dare pasticche di fluoro ai figli?	Sì / No
Quale sarebbe l'effetto sulla carie se venisse aggiunto fluoro all'acqua corrente?	Sì / No
Quanto dovrebbe costare una visita dal dentista?	Sì / No

LA CARIE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 8***Punteggio pieno***

Codice 1: Tutte e tre le risposte corrette: No, Sì, No in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10N: LA CARIE

S414Q10N

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

	<i>Molto interessato/a</i>	<i>Abbastanza interessato/a</i>	<i>Poco interessato/a</i>	<i>Per niente interessato/a</i>
a) Sapere che aspetto hanno al microscopio i batteri che provocano la carie.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Saperne di più sulla messa a punto di un vaccino contro la carie.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Comprendere come anche i cibi senza zucchero possono provocare la carie.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

LAVORARE SOTTO IL SOLE

Domanda 1: LAVORARE SOTTO IL SOLE

S420Q01

Pietro sta facendo lavori di riparazione ad una vecchia casa. Egli ha lasciato una bottiglia d'acqua, alcuni chiodi di metallo e un'asse di legno dentro il bagagliaio della sua auto. Dopo che l'auto è rimasta sotto il sole per tre ore, la temperatura interna dell'auto raggiunge circa i 40 °C.

Che cosa succede agli oggetti nell'auto? Fai un cerchio intorno a "Sì" o a "No" per ciascuna delle affermazioni proposte.

Questo succede all'oggetto/agli oggetti?	Sì o No?
Tutti gli oggetti hanno la stessa temperatura.	Sì / No
Dopo un po' di tempo l'acqua comincia a bollire.	Sì / No
Dopo un po' di tempo i chiodi di metallo cominciano a diventare incandescenti.	Sì / No
La temperatura dei chiodi di metallo è più alta di quella dell'acqua.	Sì / No

LAVORARE SOTTO IL SOLE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1: Tutte e quattro le risposte corrette: Sì, No, No, No in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 3: LAVORARE SOTTO IL SOLE

S420Q03

Per bere durante la giornata, Pietro ha a disposizione una tazza di caffè caldo, ad una temperatura di circa 90°C, ed una tazza di acqua minerale fredda ad una temperatura di circa 5 °C. Le tazze sono dello stesso materiale e della stessa dimensione ed il volume delle bevande è lo stesso. Pietro lascia le tazze appoggiate in una stanza, dove la temperatura è di circa 20 °C.

Quali saranno con ogni probabilità le temperature del **caffè** e dell'**acqua minerale** dopo 10 minuti?

- A. 70 °C e 10 °C
- B. 90 °C e 5 °C
- C. 70 °C e 25 °C
- D. 20 °C e 20 °C

LAVORARE SOTTO IL SOLE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 3***Punteggio pieno***

Codice 1: A. 70 °C e 10 °C

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10N : LAVORARE SOTTO IL SOLE

S420Q10N

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

	<i>Molto interessato/a</i>	<i>Abbastanza interessato/a</i>	<i>Poco interessato/a</i>	<i>Per niente interessato/a</i>
a) Capire come la forma di una tazza influenza la velocità con la quale il caffè si raffredda.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Conoscere le differenti disposizioni degli atomi nel legno, nell'acqua e nell'acciaio.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Sapere perché dei solidi differenti conducono il calore in modo differente.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

IL VAIOLO DEI TOPI

Esistono molti tipi di virus del vaiolo che trasmettono questa malattia agli animali. Ciascun tipo di virus infetta di solito soltanto una specie animale. Una rivista ha dato notizia di uno scienziato che ha usato l'ingegneria genetica per modificare il DNA del vaiolo dei topi. Il virus modificato uccide tutti i topi che infetta.

Lo scienziato sostiene che la ricerca sulla modificazione dei virus è necessaria per tenere sotto controllo gli animali nocivi che danneggiano gli alimenti dell'uomo. Coloro che si oppongono a questo tipo di ricerca affermano che i virus possono diffondersi fuori dai laboratori ed infettare altri animali. Essi hanno anche paura che il virus del vaiolo di una specie, modificato, possa infettare altre specie, specialmente l'uomo. L'uomo viene infettato da un tipo di virus del vaiolo chiamato vaiolo umano.

Il vaiolo umano uccide la maggior parte delle persone che infetta. Anche se si pensa che la malattia sia stata eliminata, campioni di virus del vaiolo umano sono conservati in vari laboratori in giro per il mondo.

Domanda 1: IL VAIOLO DEI TOPI

S423Q01

Quelli che si oppongono alla ricerca hanno espresso il timore che il virus del vaiolo dei topi possa infettare altre specie oltre ai topi. Quale fra le seguenti ragioni spiega **meglio** questo timore?

- A. I geni del virus del vaiolo umano e i geni del virus modificato del vaiolo dei topi sono identici.
- B. Una mutazione nel DNA del vaiolo dei topi potrebbe consentire al virus di infettare altri animali.
- C. Una mutazione potrebbe rendere il DNA del vaiolo dei topi identico al DNA del vaiolo umano.
- D. Il numero dei geni del virus del vaiolo dei topi è lo stesso di quello in altri tipi di virus del vaiolo.

IL VAIOLO DEI TOPI: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1: B. Una mutazione nel DNA del vaiolo dei topi potrebbe consentire al virus di infettare altri animali.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 2: IL VAIOLO DEI TOPI

S423Q02

Uno di coloro che si oppongono alla ricerca teme che il virus modificato del vaiolo dei topi possa diffondersi fuori dal laboratorio. Questo virus potrebbe causare l'estinzione di alcune specie di topi.

Se alcune specie di topi si estinguessero, si potrebbero verificare le seguenti conseguenze? Fai un cerchio intorno a "Sì" o a "No" per ciascuna delle conseguenze proposte.

Se alcune specie di topi si estinguessero, si potrebbe verificare la seguente conseguenza?	Sì o No?
Alcune catene alimentari potrebbero risentirne.	Sì / No
I gatti domestici potrebbero morire per mancanza di cibo.	Sì / No
Altri piccoli animali, invece dei topi, potrebbero subire più attacchi da parte dei predatori.	Sì / No
Le piante i cui semi vengono mangiati dai topi potrebbero aumentare temporaneamente di numero.	Sì / No

IL VAIOLO DEI TOPI: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2***Punteggio pieno***

Codice 1: Tutte e quattro corrette: Sì, No, Sì, Sì in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 3: IL VAIOLO DEI TOPI

S423Q03

Un'azienda sta tentando di creare un virus che renda i topi sterili. Un simile virus potrebbe aiutare a tenere sotto controllo il numero dei topi.

Supponi che l'azienda abbia successo. Bisognerebbe che la ricerca rispondesse alle seguenti domande prima di mettere in circolazione il virus? Fai un cerchio intorno a "Sì" o a "No" per ciascuna delle domande proposte.

Bisognerebbe rispondere a questa domanda prima di mettere in circolazione il virus?	Sì or No?
Qual è il modo migliore di diffondere il virus?	Sì / No
Dopo quanto tempo i topi svilupperanno l'immunità al virus?	Sì / No
Quali altri tipi di malattie contagiano i topi?	Sì / No
Il virus attaccherà altre specie animali?	Sì / No

IL VAIOLO DEI TOPI: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 3

Punteggio pieno

Codice 1: Tutte e quattro corrette: Sì, Sì, No, Sì in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10N: IL VAIOLO DEI TOPI

S423Q10N

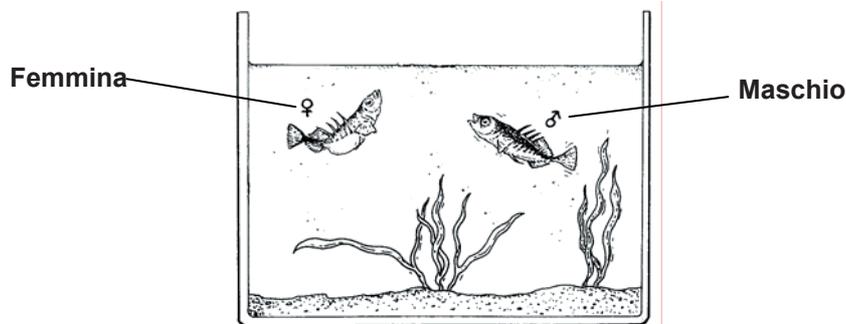
Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

	<i>Molto interessato/a</i>	<i>Abbastanza interessato/a</i>	<i>Poco interessato/a</i>	<i>Per niente interessato/a</i>
a) Saperne di più sulla struttura dei virus.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Sapere come mutano i virus.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Comprendere meglio come il corpo si difende dai virus.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

IL COMPORTAMENTO DELLO SPINARELLO

Lo spinarello è un pesce facile da allevare in acquario.

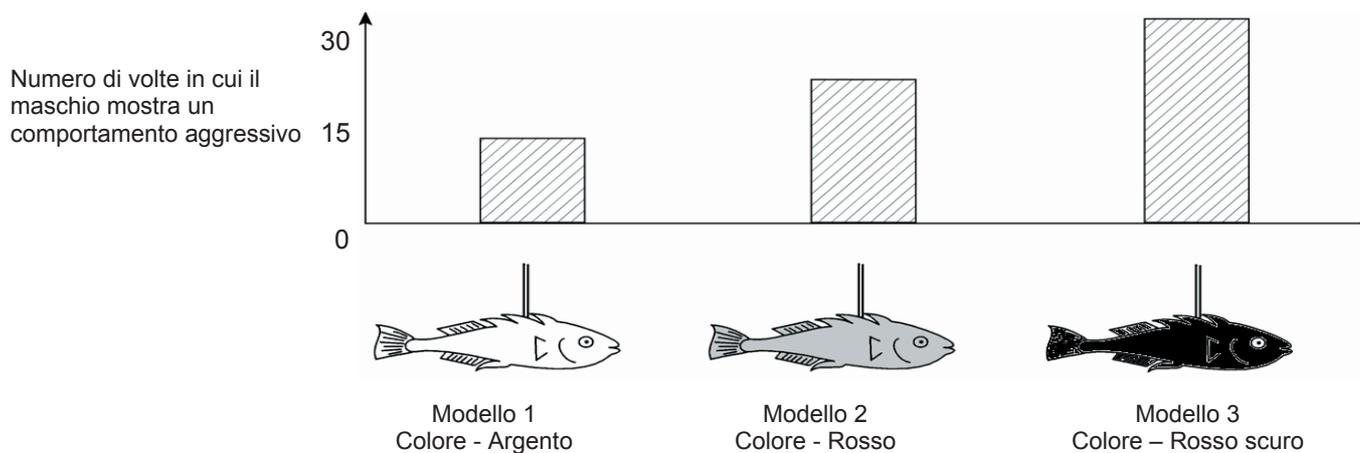


- Durante il periodo della riproduzione, la pancia dello spinarello maschio da argentea diventa rossa.
- Lo spinarello maschio attacca qualunque maschio rivale entri nel suo territorio e cerca di cacciarlo via.
- Se una femmina argentea si avvicina, il maschio tenta di guidarla al suo nido per farle deporre là le uova.

Attraverso un esperimento, uno studente vuole indagare che cosa provoca nello spinarello maschio un comportamento aggressivo.

Uno spinarello maschio è solo nell'acquario. Lo studente ha costruito tre modelli di cera attaccati a del filo di ferro. Egli li appende uno per volta nell'acquario per lo stesso periodo di tempo. Alla fine, lo studente conta il numero di volte in cui lo spinarello maschio ha reagito in modo aggressivo scagliandosi contro la sagoma di cera.

I risultati di questo esperimento sono illustrati qui sotto.



Domanda 1: IL COMPORTAMENTO DELLO SPINARELLO

S433Q01 – 0 1 9

Qual è la domanda alla quale questo esperimento sta cercando di dare risposta?

.....

.....

.....

**IL COMPORTAMENTO DELLO SPINARELLO: INDICAZIONI PER LA
CORREZIONE D 1**

Punteggio pieno

Codice 1: Quale colore suscita nello spinarello maschio il comportamento più aggressivo?

- Lo spinarello maschio reagisce più aggressivamente davanti ad un modello colorato di rosso o ad uno colorato d'argento?
- Esiste un collegamento fra colore e comportamento aggressivo?
- Il colore del pesce è la causa dell'aggressività del maschio?

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

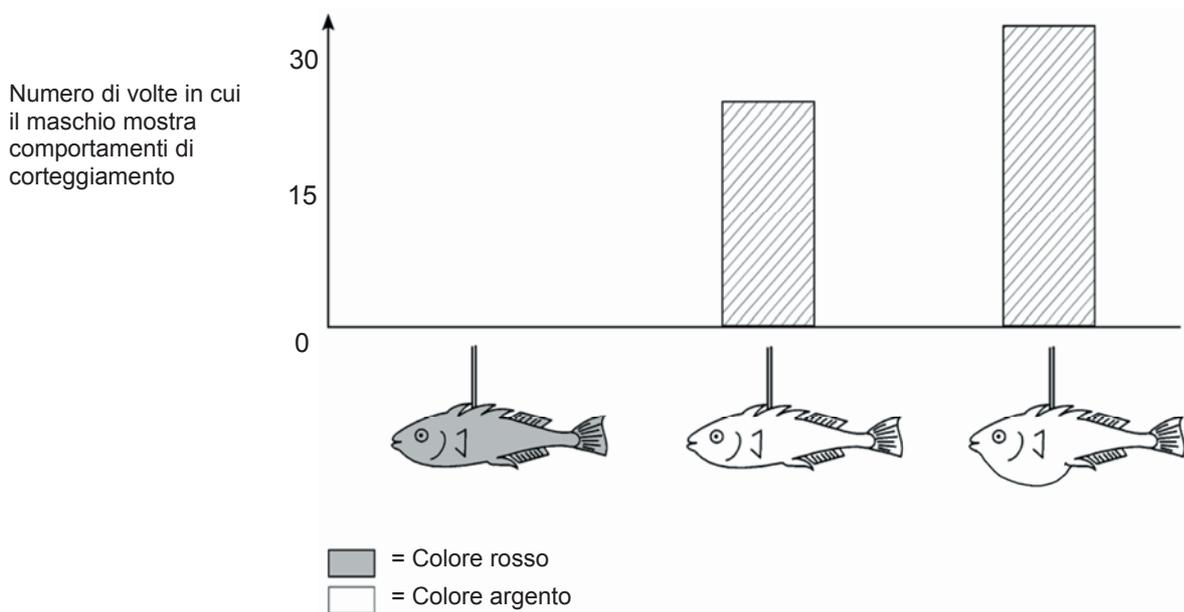
Domanda 2: IL COMPORTAMENTO DELLO SPINARELLO

S433Q02

Nel periodo della riproduzione, se lo spinarello maschio vede una femmina prova ad attirarla con comportamenti di corteggiamento che assomigliano ad una piccola danza. Attraverso un secondo esperimento, si indaga su questi comportamenti di corteggiamento.

Ancora una volta vengono usati tre modelli di cera attaccati a del filo di ferro. Uno è di colore rosso, due sono di colore argento, uno con la pancia piatta e l'altro con la pancia arrotondata. Lo studente conta il numero di volte (in un dato periodo di tempo) in cui lo spinarello maschio reagisce a ciascun modello mostrando comportamenti di corteggiamento.

I risultati di questo esperimento sono illustrati qui sotto.



Tre studenti traggono una conclusione ciascuno basandosi sui risultati di questo secondo esperimento.

Le loro conclusioni sono corrette in base alle informazioni fornite dal grafico? Fai un cerchio intorno a "Si" o a "No" per ciascuna delle conclusioni proposte.

Questa conclusione è corretta in base alle informazioni riportate nel grafico?	Si o No?
Il colore rosso provoca comportamenti di corteggiamento da parte dello spinarello maschio.	Si / No
Uno spinarello femmina con la pancia piatta provoca il maggior numero di reazioni da parte dello spinarello maschio.	Si / No
Lo spinarello maschio reagisce più spesso ad una femmina con la pancia arrotondata che ad una femmina con la pancia piatta.	Si / No

IL COMPORTAMENTO DELLO SPINARELLO: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2

Punteggio pieno

Codice 1: Tutte e tre corrette: No, No, Sì in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

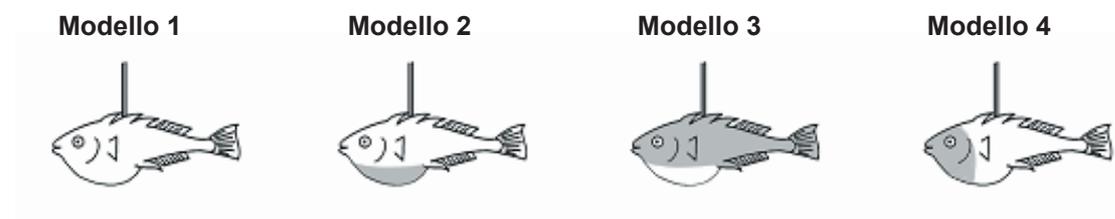
Domanda 3: IL COMPORTAMENTO DELLO SPINARELLO

S433Q03 – 0 1 2 9

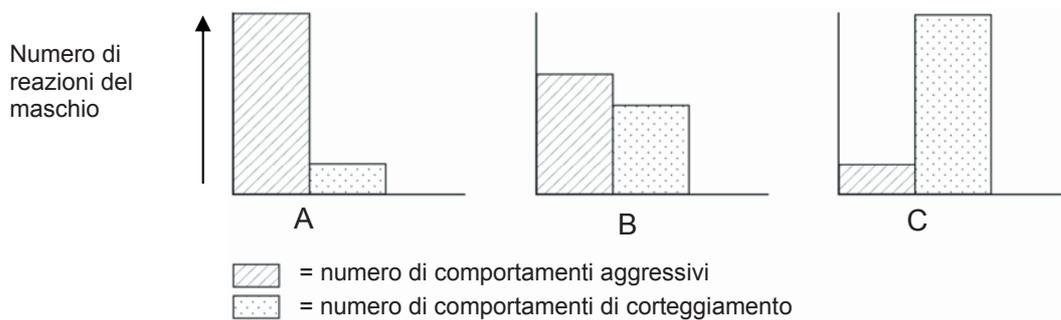
Gli esperimenti hanno mostrato che gli spinarelli maschi reagiscono con un comportamento aggressivo a modelli con la **pancia** rossa e con comportamenti di corteggiamento a modelli con la **pancia** argentata.

In un terzo esperimento, sono stati usati a turno i quattro modelli che seguono:

I tre grafici qui sotto mostrano le possibili reazioni di uno spinarello maschio a ciascuno dei modelli qui sopra.



■ = Colore rosso
□ = Colore argento



Quale di queste reazioni prevederesti nei confronti di ciascuno dei quattro modelli?

Abbina a ciascun modello la lettera (A, B o C) corrispondente alla reazione prevista.

	Reazione
Modello 1	
Modello 2	
Modello 3	
Modello 4	

IL COMPORTAMENTO DELLO SPINARELLO: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 3

Punteggio pieno

Codice 2: Tutte e quattro corrette: C, A, C, B in quest'ordine.

Punteggio parziale

Codice 1: Tre delle quattro risposte corrette.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

VIETATO FUMARE

Il tabacco si fuma sotto forma di sigarette, di sigari o con la pipa. Ricerche mostrano che le malattie collegate al fumo uccidono in tutto il mondo circa 13.500 persone ogni giorno. Si prevede che, nel 2020, le malattie collegate al fumo saranno responsabili del 12% delle morti su scala mondiale.

Il fumo del tabacco contiene molte sostanze nocive. Le sostanze più dannose sono il catrame, la nicotina e il monossido di carbonio.

Domanda 1: VIETATO FUMARE

S439Q01

Il fumo di tabacco viene inalato nei polmoni. Il catrame presente nel fumo si deposita nei polmoni e ciò impedisce ai polmoni di funzionare correttamente.

Quale fra le seguenti funzioni è svolta dai polmoni?

- A. Pompate il sangue ossigenato a tutte le parti del corpo.
- B. Trasferire l'ossigeno dall'aria che si respira al sangue.
- C. Purificare il sangue riducendo il contenuto di anidride carbonica a zero
- D. Trasformare le molecole di anidride carbonica in molecole di ossigeno.

VIETATO FUMARE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1: B. Trasferire l'ossigeno dall'aria che si respira al sangue.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 2: VIETATO FUMARE

S439Q02

Il fumo aumenta il rischio di ammalarsi di tumore al polmone e altre malattie.

Il fumo aumenta il rischio di ammalarsi delle seguenti malattie? Fai un cerchio intorno a "Sì" o a "No" per ciascuna delle malattie proposte.

Fumare aumenta il rischio di ammalarsi di questa malattia?	Sì o No?
Bronchite	Sì / No
HIV/AIDS	Sì / No
Malattie cardiache	Sì / No
Varicella	Sì / No

VIETATO FUMARE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1***Punteggio pieno***

Codice 1: Tutte e quattro corrette: Sì, No, Sì, No in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 5: VIETATO FUMARE

S439Q05

Alcune persone usano cerotti alla nicotina come aiuto per smettere di fumare. I cerotti si attaccano sulla pelle e rilasciano nicotina nel sangue. Ciò aiuta a ridurre la voglia e i sintomi dovuti all'astinenza una volta che le persone hanno smesso di fumare.

Per studiare l'efficacia dei cerotti alla nicotina, viene scelto a caso un gruppo di 100 fumatori che vogliono smettere di fumare. Il gruppo dovrà essere studiato per sei mesi. L'efficacia dei cerotti alla nicotina sarà misurata determinando quante persone del gruppo non avranno ripreso a fumare entro la fine dello studio.

Qual è il **migliore** disegno sperimentale fra quelli che seguono?

- A. Tutte le persone del gruppo portano il cerotto.
- B. Tutti portano il cerotto tranne una persona che cerca di smettere di fumare senza il cerotto.
- C. Le persone scelgono se portare o no il cerotto come aiuto per smettere di fumare.
- D. Una metà del gruppo, scelta a caso, porta il cerotto e l'altra metà non lo porta.

VIETATO FUMARE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 5***Punteggio pieno***

Codice 1: D. Una metà del gruppo, scelta a caso, porta il cerotto e l'altra metà non lo porta.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 6: VIETATO FUMARE

S439Q06 – 0 1 9

Per convincere la gente a smettere di fumare si usano vari metodi.

I seguenti metodi di affrontare il problema sono basati sulla **tecnologia**? Fai un cerchio intorno a “Sì” o a “No” per ciascuno dei metodi proposti.

Questo metodo per ridurre il fumo è basato sulla tecnologia?	Sì o No?
Aumentare il prezzo delle sigarette.	Sì / No
Produrre cerotti alla nicotina per aiutare le persone a disabituarsi alle sigarette.	Sì / No
Vietare il fumo nei locali pubblici.	Sì / No
Offrire sostegno psicologico alle persone che tentano di smettere di fumare.	Sì / No
Inventare una medicina senza nicotina in grado di aiutare le persone a smettere di fumare.	Sì / No

VIETATO FUMARE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 6***Punteggio pieno***

Codice 1: Tutte e cinque corrette: No, Sì, No, No, Sì in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10N: VIETATO FUMARE

S439Q10N

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

	<i>Molto interessato/a</i>	<i>Abbastanza interessato/a</i>	<i>Poco interessato/a</i>	<i>Per niente interessato/a</i>
a) Sapere come il catrame presente nel tabacco riduce la funzionalità dei polmoni.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Capire perché la nicotina dà assuefazione.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Imparare come il corpo si riprende una volta smesso di fumare.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

LA LUCE DELLE STELLE

A Tiziano piace guardare le stelle. Tuttavia, non riesce ad osservare molto bene le stelle di notte perché vive in una grande città.

☆ ☆

L'anno scorso Tiziano è andato in campagna ed è salito su una montagna da dove ha osservato un gran numero di stelle che non riusciva a vedere quando era in città.

☆☆ ☆
☆ ☆

Domanda 1: LA LUCE DELLE STELLE

S441Q01

Perché si possono osservare molte più stelle in campagna che non in città, dove vive la maggior parte delle persone?

- A. La luna è più luminosa in città e fa da schermo alla luce di molte stelle.
- B. C'è più polvere che riflette la luce nell'aria di campagna che nell'aria di città.
- C. L'intensità delle luci della città rende molte stelle difficili da vedere.
- D. L'aria delle città è più calda a causa del calore emesso dalle macchine, dalle industrie e dagli edifici.

LA LUCE DELLE STELLE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1: C. L'intensità delle luci della città rende molte stelle difficili da vedere.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 2: LA LUCE DELLE STELLE

S441Q04

Tiziano usa un telescopio con una lente di grande diametro per osservare le stelle che hanno debole intensità luminosa.

Perché usare un telescopio con una lente di grande diametro permette di osservare le stelle che hanno debole intensità luminosa?

- A. Più grande è la lente e più luce raccoglie.
- B. Più grande è la lente e più ingrandisce.
- C. Lenti più grandi permettono di vedere una porzione più grande del cielo.
- D. Lenti più grandi riescono a cogliere i colori scuri nelle stelle.

LA LUCE DELLE STELLE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2***Punteggio pieno***

Codice 1: A. Più grande è la lente e più luce raccoglie.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

ULTRASUONI

In molti paesi, si possono avere immagini del feto (bambino che si sta sviluppando nella pancia della madre) grazie ad una tecnica di riproduzione dell'immagine basata su ultrasuoni (ecografia). Si ritiene che gli ultrasuoni non presentino rischi, né per la madre né per il feto.



Il dottore tiene in mano una sonda e la muove sull'addome della madre. Le onde ultrasonore sono trasmesse nell'addome, dove vengono riflesse dalla superficie del feto. Queste onde riflesse vengono captate nuovamente dalla sonda e inviate ad un apparecchio in grado di produrre immagini.

Domanda 3: ULTRASUONI

S448Q03 – 0 1 9

Per formare un'immagine, l'apparecchio ad ultrasuoni deve calcolare la **distanza** fra il feto e la sonda.

Le onde ultrasonore si muovono attraverso l'addome ad una velocità di 1540 m/s. Quale misurazione deve effettuare l'apparecchio per riuscire a calcolare la distanza?

.....

.....

ULTRASUONI: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 3

Punteggio pieno

Codice 1: Deve misurare il tempo che occorre all'onda ultrasonora per andare dalla sonda fino alla superficie del feto ed esserne riflessa.

- Il tempo che occorre all'onda per andare dalla sonda al feto e ritorno.
- Il tempo di spostamento dell'onda.
- Il tempo.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 4: ULTRASUONI

S448Q04 – 0 1 9

L'immagine di un feto si può ottenere anche con i raggi X (radiografia). Tuttavia, si consiglia alle donne di evitare di fare radiografie all'addome durante la gravidanza.

Perché le donne dovrebbero evitare di fare radiografie all'addome durante la gravidanza?

.....

.....

.....

ULTRASUONI: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 4***Punteggio pieno***

Codice 1: I raggi X sono nocivi per le cellule del feto.

- I raggi X danneggiano il feto.
- I raggi X possono provocare una mutazione del feto.
- I raggi X possono provocare difetti al feto.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

- I raggi X non danno un'immagine chiara del feto.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 5: ULTRASUONI

S448Q05

Le ecografie effettuate su donne in gravidanza possono fornire una risposta alle seguenti domande? Fai un cerchio intorno a «Sì» o a «No» per ciascuna delle domande proposte.

Un'ecografia può rispondere a questa domanda?	Sì o No ?
C'è più di un bambino?	Sì / No
Qual è il sesso del bambino?	Sì / No
Qual è il colore degli occhi del bambino?	Sì / No
Il bambino ha dimensioni più o meno normali?	Sì / No

ULTRASUONI: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 5

Punteggio pieno

Codice 1 :Tutte e quattro le risposte corrette. Sì, Sì, No, Sì, in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0 :Altre risposte.

Codice 9 :Non risponde.

Domanda 10N: ULTRASUONI

S448Q10N

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

		Molto interessato/a	Abbastanza interessato/a	Poco interessato/a	Per niente interessato/a
a)	Comprendere come fanno gli ultrasuoni a penetrare nel corpo senza danneggiarlo.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b)	Imparare quali sono le differenze fra raggi X e ultrasuoni.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c)	Conoscere altri usi medici degli ultrasuoni.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

LUCIDALABBRA

Nella tabella qui sotto sono riportate due ricette per dei cosmetici che puoi fare da te.

Il rossetto è più duro del lucidalabbra, che è morbido e cremoso.

Lucidalabbra	Rossetto
<p>Ingredienti: 5 g olio di ricino 0.2 g cera d'api 0.2 g cera di palma 1 cucchiaino di colorante 1 goccia di aroma per alimenti</p> <p>Istruzioni: Scalda l'olio e le cere a bagnomaria fino ad ottenere un composto omogeneo. Poi aggiungi il colorante e l'aroma e mischiali.</p>	<p>Ingredienti: 5 g olio di ricino 1 g cera d'api 1 g cera di palma 1 cucchiaino di colorante 1 goccia di aroma per alimenti</p> <p>Istruzioni: Scalda l'olio e le cere a bagnomaria fino ad ottenere un composto omogeneo. Poi aggiungi il colorante e l'aroma e mischiali.</p>

Domanda 1: LUCIDALABBRA

S470Q01 – 0 1 9

Nella preparazione di questo lucidalabbra e di questo rossetto, l'olio e le cere vengono mescolati insieme. In seguito vengono aggiunti il colorante e l'aroma.

Il rossetto che si ottiene con questa ricetta è duro e dunque difficile da usare. Come cambieresti le proporzioni fra gli ingredienti per ottenere un rossetto più morbido?

.....

.....

.....

LUCIDALABBRA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1: Risposte che indichino l'aggiunta alla mistura di meno cera E/O di più olio.

- Si potrebbe usare un po' meno cera d'api e di palma.
- Mettere più olio di ricino.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

- Scaldare la mistura per più tempo la rende più morbida.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 2: LUCIDALABBRA

S470Q02

Gli olii e le cere sono sostanze che si mescolano bene l'una con l'altra. L'acqua non si mescola con l'olio e le cere non sono solubili in acqua.

Che cosa è più probabile che accada se si versa una grande quantità d'acqua nella mistura per fare il rossetto mentre si sta scaldando?

- A. Si ottiene una mistura più morbida e cremosa.
- B. La mistura diventa più densa.
- C. La mistura rimane quasi uguale.
- D. Grumi di mistura grassa galleggiano sull'acqua.

LUCIDALABBRA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2***Punteggio pieno***

Codice 1: D. Grumi di mistura grassa galleggiano sull'acqua.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 3: LUCIDALABBRA

S470Q03

Se si aggiungono delle sostanze dette emulsionanti, queste consentono all'olio e alla cera di mescolarsi per bene con l'acqua.

Perché il rossetto si toglie con acqua e sapone ?

- A. L'acqua contiene un emulsionante che consente al sapone di mescolarsi con il rossetto.
- B. Il sapone agisce come un emulsionante e consente all'acqua di mescolarsi con il rossetto.
- C. Gli emulsionanti presenti nel rossetto consentono all'acqua e al sapone di mescolarsi.
- D. Il sapone e il rossetto si combinano per formare un emulsionante che si mescola con l'acqua.

LUCIDALABBRA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 3***Punteggio pieno***

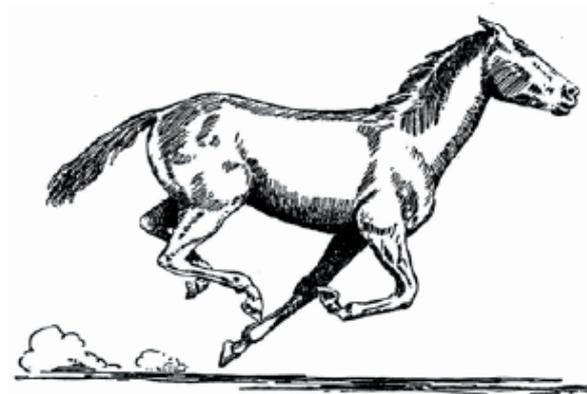
Codice 1: B. Il sapone agisce come un emulsionante e consente all'acqua di mescolarsi con il rossetto.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

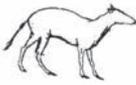
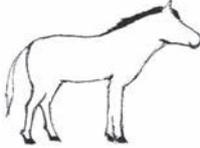
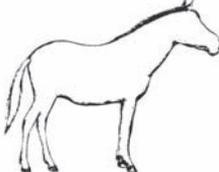
L'EVOLUZIONE



Oggi, la maggior parte dei cavalli ha una forma aerodinamica e può correre velocemente.

Alcuni scienziati hanno rinvenuto scheletri fossili di animali che sono simili ai cavalli. Li considerano come gli antenati del cavallo attuale. Gli scienziati sono riusciti anche a determinare in quale periodo queste specie fossili siano vissute.

La seguente tabella fornisce informazioni su tre di questi fossili e sul cavallo attuale.

Nome	HYRACOTHERIUM	MESOHIPPUS	MERYCHIPPUS	EQUUS (cavallo attuale)
Ricostruzione del profilo (stessa scala)				
Periodo in cui sono esistiti	55 - 50 milioni di anni fa	39 - 31 milioni di anni fa	19 - 11 milioni di anni fa	2 milioni di anni fa - oggi
Scheletro della zampa (stessa scala)				

Domanda 1: L'EVOLUZIONE

S472Q01 – 0 1 2 9

Quali informazioni **contenute nella tabella** indicano che il cavallo attuale si è evoluto nel corso del tempo a partire dai tre fossili descritti? Fornisci una risposta dettagliata.

.....

.....

.....

L'EVOLUZIONE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D1

Punteggio pieno

Codice 2: Risposte che implicano l'idea di una trasformazione graduale (dimensione, numero di dita).

- La zampa si è allungata nel corso del tempo.
- Il numero delle dita è diminuito.
- Le dita si sono fuse durante il periodo compreso fra i 55 e i 2 milioni di anni fa.
- I cavalli sono diventati più grandi.

Punteggio parziale

Codice 1: Risposte incomplete.

- La zampa è cambiata.
- Le dita si sono modificate.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

- Le zampe posteriori.
- Si chiamano *Hippus*.
- Via via, il cavallo ha perso milioni di anni.
- Mutazioni genetiche hanno provocato le trasformazioni [*corretto ma non risponde alla domanda*].

Codice 9: Non risponde.

Domanda 2: L'EVOLUZIONE

S472Q02

Quali ulteriori ricerche possono svolgere gli scienziati per scoprire in che modo il cavallo si è evoluto nel corso del tempo?

Fai un cerchio intorno a «Sì» o a «No» per ciascuna delle ricerche proposte.

Questa ricerca può aiutare a scoprire in che modo il cavallo si è evoluto nel corso del tempo?	Sì o No
Paragonare il numero di cavalli che hanno vissuto nei diversi periodi.	Sì / No
Cercare scheletri appartenenti agli antenati del cavallo vissuti fra i 50 e i 40 milioni di anni fa.	Sì / No
Confrontare il DNA degli antenati del cavallo, ritrovati congelati nei ghiacciai, con il DNA dei cavalli attuali.	Sì / No

L'EVOLUZIONE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D2***Punteggio pieno***

Codice 1: Tutte e tre le risposte corrette. No, Sì, Sì, in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 3: L'EVOLUZIONE

S472Q03

Quale fra le seguenti affermazioni è quella che si adatta meglio alla teoria scientifica dell'evoluzione?

- A. Non si può credere a questa teoria perché non è possibile vedere le specie evolversi.
- B. La teoria dell'evoluzione è possibile per gli animali ma non si può applicare agli esseri umani.
- C. L'evoluzione è una teoria scientifica che si fonda attualmente su numerose osservazioni.
- D. L'evoluzione è una teoria che è stata provata essere vera attraverso esperimenti scientifici.

L'EVOLUZIONE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D3***Punteggio pieno***

Codice 1: C. L'evoluzione è una teoria scientifica che si fonda attualmente su numerose osservazioni.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10N : L'EVOLUZIONE

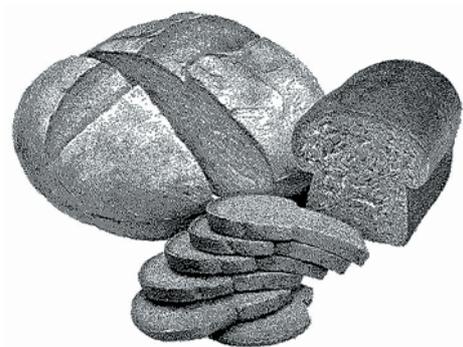
S472Q10N

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

		<i>Molto interessato/a</i>	<i>Abbastanza interessato/a</i>	<i>Poco interessato/a</i>	<i>Per niente interessato/a</i>
a)	Sapere come si fa ad identificare i fossili.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b)	Imparare di più sullo sviluppo della teoria dell'evoluzione.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c)	Comprendere meglio l'evoluzione dell'attuale cavallo.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

LA PASTA DI PANE



Per fare la pasta di pane, un cuoco mescola farina, acqua, sale e lievito. Una volta fatto l'impasto, la pasta viene messa a riposare in un recipiente per parecchie ore perché si produca il processo di fermentazione. Durante la fermentazione, nella pasta avviene una reazione chimica: il lievito (un fungo unicellulare) trasforma l'amido e gli zuccheri della farina in diossido di carbonio (anidride carbonica) e in alcool.

Domanda 1: LA PASTA DI PANE

S505Q01

La fermentazione fa lievitare la pasta. Perché?

- A. La pasta lievita perché si produce alcool che si trasforma in gas.
- B. La pasta lievita perché funghi unicellulari si riproducono al suo interno.
- C. La pasta lievita perché si produce un gas, il diossido di carbonio.
- D. La pasta lievita perché la fermentazione trasforma l'acqua in vapore.

LA PASTA DI PANE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1:C. La pasta lievita perché si produce un gas, il diossido di carbonio.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

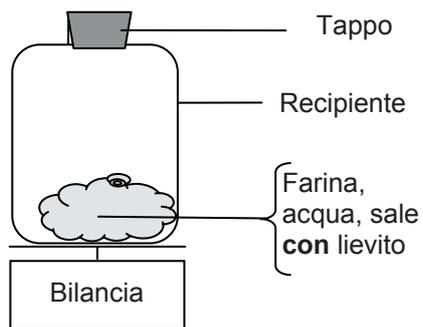
Codice 9: Non risponde.

Domanda 2: LA PASTA DI PANE

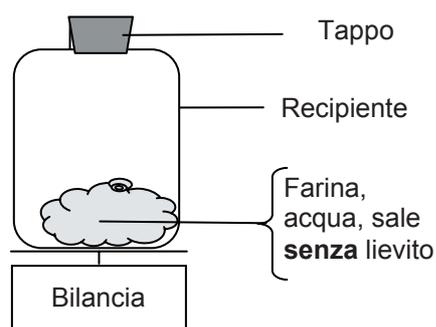
S505Q02

Qualche ora dopo aver impastato la pasta, il cuoco la pesa e osserva che la sua massa è diminuita.

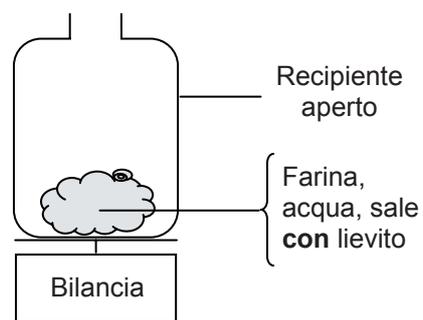
La massa della pasta è la stessa all'inizio di ognuno dei quattro esperimenti presentati qui sotto. Quali sono i **due** esperimenti che il cuoco dovrebbe mettere a confronto per verificare se è **il lievito** la causa della perdita di massa?



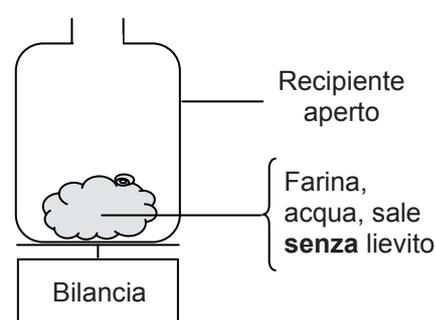
Esperimento 1



Esperimento 2



Esperimento 3



Esperimento 4

- A. Il cuoco dovrebbe mettere a confronto gli esperimenti 1 e 2.
- B. Il cuoco dovrebbe mettere a confronto gli esperimenti 1 e 3.
- C. Il cuoco dovrebbe mettere a confronto gli esperimenti 2 e 4.
- D. Il cuoco dovrebbe mettere a confronto gli esperimenti 3 e 4.

LA PASTA DI PANE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2

Punteggio pieno

Codice 1: D. Il cuoco dovrebbe mettere a confronto gli esperimenti 3 e 4.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 3: LA PASTA DI PANE

S505Q03

Nella pasta, il lievito trasforma l'amido e gli zuccheri della farina attraverso una reazione chimica durante la quale si formano il diossido di carbonio e l'alcool.

Da dove provengono gli **atomi di carbonio** presenti nel diossido di carbonio e nell'alcool? Fai un cerchio intorno a «Sì» o a «No» per ciascuna delle possibili spiegazioni proposte.

Questa spiegazione sulla provenienza degli atomi di carbonio è corretta?	Sì o No?
Alcuni atomi di carbonio provengono dagli zuccheri.	Sì/No
Alcuni atomi di carbonio fanno parte delle molecole di sale.	Sì/No
Alcuni atomi di carbonio provengono dall'acqua.	Sì/No
Gli atomi di carbonio si formano durante la reazione chimica a partire da altri elementi.	Sì/No

LA PASTA DI PANE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 3***Punteggio completo***

Codice 1: Tutte e quattro le risposte corrette. Sì, No, No, No in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 4: LA PASTA DI PANE

S505Q04

Quando la pasta di pane lievitata è messa in forno per essere cotta, le sacche di gas e di vapore all'interno della pasta si dilatano.

Perché i gas e i vapori si dilatano quando vengono riscaldati?

- A. Le loro molecole diventano più grandi.
- B. Le loro molecole si muovono più velocemente.
- C. Le loro molecole aumentano di numero.
- D. Le loro molecole si scontrano con minore frequenza.

LA PASTA DI PANE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 4***Punteggio pieno***

Codice 1: B. Le loro molecole si muovono più velocemente.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10S: LA PASTA DI PANE

S505Q10S

Quanto sei d'accordo con le seguenti affermazioni?

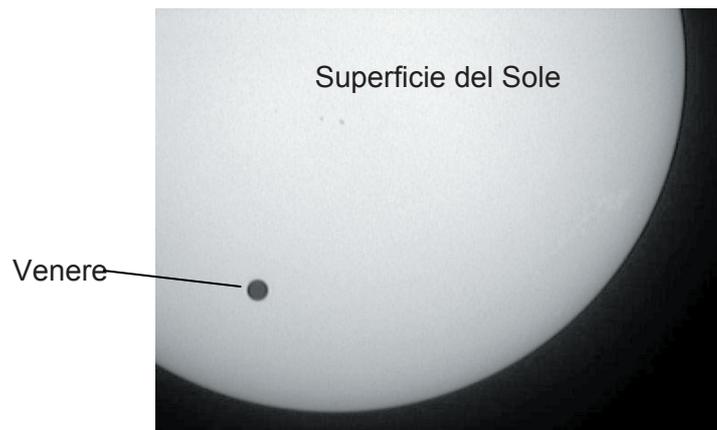
Barra una sola casella per ogni riga.

	<i>Molto d'accordo</i>	<i>D'accordo</i>	<i>In disaccordo</i>	<i>Molto in disaccordo</i>
a) Per spiegare la perdita di peso della pasta, mi fiderei più di un rapporto scientifico che delle spiegazioni di un panettiere.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) L'analisi chimica è il modo migliore per identificare i prodotti della fermentazione.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) La ricerca sui cambiamenti che intervengono durante la preparazione degli alimenti è importante.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

IL TRANSITO DI VENERE

L'8 giugno 2004, da molti luoghi della Terra, è stato possibile osservare il passaggio del pianeta Venere davanti al Sole. Questo passaggio è detto «transito» di Venere e accade quando l'orbita di Venere porta questo pianeta fra il Sole e la Terra. Il precedente transito di Venere si è verificato nel 1882 e il prossimo è previsto per il 2012.

Qui sotto si trova una foto del transito di Venere del 2004. È stato puntato un telescopio verso il Sole e l'immagine è stata proiettata su cartoncino bianco.



Domanda 1: IL TRANSITO DI VENERE

S507Q01

Perché il transito è stato osservato proiettando l'immagine su un cartoncino bianco, invece che guardando direttamente nel telescopio?

- A. La luce del Sole era troppo intensa perché Venere fosse visibile.
- B. Il Sole è abbastanza grande per essere visto senza ingrandimento.
- C. Guardare il Sole attraverso un telescopio potrebbe danneggiare gli occhi.
- D. Era necessario rimpicciolire l'immagine proiettandola su un foglio.

IL TRANSITO DI VENERE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1: C. Guardare il Sole attraverso un telescopio potrebbe danneggiare gli occhi.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 2: IL TRANSITO DI VENERE

S507Q02

Visto dalla Terra, quale dei seguenti pianeti, in determinati momenti, può essere osservato nel suo transito davanti al Sole ?

- A. Mercurio.
- B. Marte.
- C. Giove.
- D. Saturno.

IL TRANSITO DI VENERE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2

Punteggio pieno

Codice 1: A. Mercurio.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 4: IL TRANSITO DI VENERE

S507Q04 – 0 1 9

Nell'affermazione seguente, sono state sottolineate molte parole.

Gli astronomi prevedono che un transito di Saturno davanti al Sole sarà visibile da Nettuno prossimamente nel corso di questo secolo.

Quali fra le parole sottolineate sono le **tre** più utili per scoprire quando avverrà questo transito attraverso una ricerca su Internet o in una biblioteca?

.....

.....

.....

IL TRANSITO DI VENERE: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 4

Punteggio pieno

Codice 1: Risposte che fanno riferimento soltanto a «Transito/Saturno/Nettuno».

- Saturno/Nettuno/Transito.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte, ad esempio quelle che comprendono 4 parole.

- Transito/Saturno/Sole/Nettuno.
- Astronomi/Transito/Saturno/Nettuno/.

Codice 9: Non risponde.

SALUTE A RISCHIO?

Immagina di abitare vicino ad una grande fabbrica che produce fertilizzanti chimici per uso agricolo. Negli ultimi anni si sono verificati parecchi casi di difficoltà respiratoria cronica fra gli abitanti di questa zona. Molti di loro pensano che questi sintomi siano provocati dai fumi tossici emessi dalla vicina fabbrica di fertilizzanti chimici.

È stata organizzata una assemblea pubblica per discutere dei potenziali pericoli creati dalla fabbrica di prodotti chimici alla salute degli abitanti del luogo. Alcuni scienziati, durante l'assemblea, hanno rilasciato le seguenti dichiarazioni:

Dichiarazione degli scienziati che lavorano per l'azienda chimica

«Abbiamo effettuato uno studio sulla tossicità del suolo in questa zona. Non abbiamo trovato traccia di prodotti chimici tossici nei campioni prelevati.»

Dichiarazione degli scienziati che lavorano per i cittadini della comunità locale preoccupati per la situazione

«Abbiamo rilevato il numero di casi di difficoltà respiratorie croniche in questa zona e l'abbiamo confrontato con quello in zone lontane dalla fabbrica di prodotti chimici. Il numero di casi è più elevato nella zona vicina alla fabbrica di prodotti chimici.»

Domanda 1: SALUTE A RISCHIO?

S515Q01 – 0 1 9

Il proprietario della fabbrica di prodotti chimici si è servito della dichiarazione rilasciata dagli scienziati che lavorano per l'azienda per affermare che «i fumi di scarico della fabbrica non creano rischi per la salute degli abitanti del luogo».

Fornisci un motivo per **dubitare** che la dichiarazione degli scienziati che lavorano per l'azienda confermi l'affermazione del proprietario.

.....

.....

SALUTE A RISCHIO?: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D1

Punteggio pieno

Codice 1: Viene fornita una ragione appropriata per dubitare del fatto che la dichiarazione degli scienziati confermi l'affermazione del proprietario.

- La sostanza che provoca le difficoltà respiratorie potrebbe non essere stata identificata come tossica.
- Le difficoltà respiratorie potrebbero essere provocate solo dalla presenza dei prodotti chimici nell'aria e non dalla loro presenza nel suolo.
- Le sostanze tossiche potrebbero cambiare/decomporsi col tempo e presentarsi nel suolo come sostanze non tossiche.
- Non si sa se i campioni siano rappresentativi della zona.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 3: SALUTE A RISCHIO?

S515Q03 – 0 1 9

Gli scienziati che lavorano per i cittadini preoccupati hanno confrontato il numero di persone che soffrono di difficoltà respiratorie croniche nei dintorni della fabbrica di prodotti chimici con il numero di casi osservati in una zona lontana dalla fabbrica.

Descrivi una possibile differenza fra le due zone, che ti farebbe ritenere il confronto non valido.

.....

.....

.....

SALUTE A RISCHIO?: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 3

Punteggio pieno

Codice 1: Le risposte dovrebbero essere incentrate sulle possibili differenze fra le zone prese in considerazione dall'indagine.

- Il numero degli abitanti delle due zone potrebbe non essere lo stesso.
- Una delle due zone potrebbe avere servizi sanitari migliori dell'altra.
- Le condizioni meteorologiche potrebbero non essere le stesse.
- Ci potrebbero essere percentuali diverse di persone anziane nelle due zone.
- Ci potrebbero essere altri fattori di inquinamento dell'aria nell'altra zona.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10N: SALUTE A RISCHIO?

S515Q10N

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

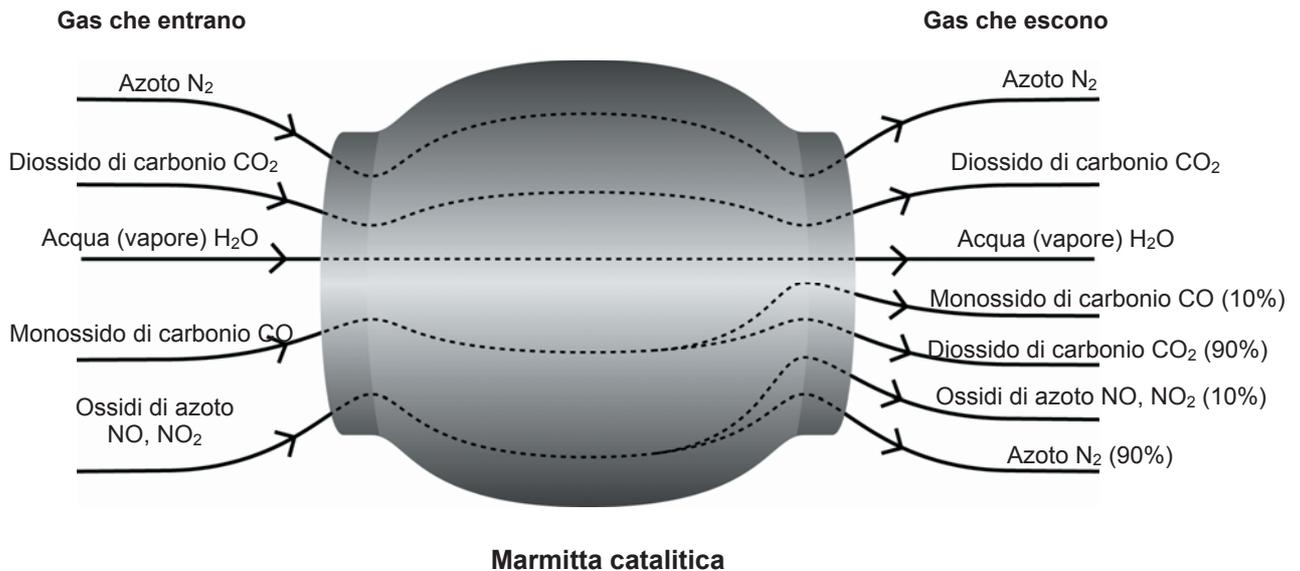
Barra una sola casella per ogni riga.

	<i>Molto interessato/a</i>	<i>Abbastanza interessato/a</i>	<i>Poco interessato/a</i>	<i>Per niente interessato/a</i>
a) Saperne di più sulla composizione chimica dei fertilizzanti agricoli.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Comprendere che cosa succede ai fumi tossici emessi nell'atmosfera.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Saperne di più sulle malattie respiratorie che possono essere provocate dalle emissioni di prodotti chimici.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

MARMITTA CATALITICA

La maggior parte delle automobili moderne è dotata di una marmitta catalitica che rende i gas di scappamento meno nocivi per l'uomo e per l'ambiente.

Circa il 90% dei gas nocivi viene convertito in gas meno nocivi. Ecco alcuni dei gas che entrano nella marmitta e come ne escono.



Domanda 1: MARMITTA CATALITICA

S516Q01 - 0 1 9

Usa le informazioni fornite dallo schema qui sopra per fare un esempio del modo in cui la marmitta catalitica rende i gas di scarico meno nocivi.

.....

.....

MARMITTA CATALITICA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D1

Punteggio pieno

Codice 1: Viene riportata la conversione del monossido di carbonio, o quella degli ossidi di azoto in altri composti.

- Il monossido di carbonio è trasformato in diossido di carbonio.
- Gli ossidi di azoto sono trasformati in azoto.
- Il monossido di carbonio e gli ossidi di azoto nocivi sono trasformati nei meno nocivi diossido di carbonio e azoto.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

- I gas diventano meno nocivi.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 2: MARMITTA CATALITICA

S516Q02 – 0 1 2 9

All'interno della marmitta catalitica, i gas subiscono modificazioni. Spiega quello che succede in termini di **atomi** e di **molecole**.

.....

.....

.....

MARMITTA CATALITICA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2***Punteggio pieno***

Codice 2: Esprime l'idea essenziale che gli atomi si riorganizzano per formare molecole diverse servendosi di **entrambe** le parole proposte dall'esercizio.

- Le molecole si scindono e gli atomi si ricombinano per formare molecole diverse.
- Gli atomi si riorganizzano per fare molecole diverse.

Punteggio parziale

Codice 1: Dà una descrizione corretta ma **senza** utilizzare specificatamente **sia** il termine «*atomi*» **sia** il termine «*molecole*».

- Gli atomi si riorganizzano per formare sostanze diverse.
- Le molecole si trasformano in altre molecole.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte, comprese quelle che si limitano a ripetere quanto riportato nello stimolo.

- Il diossido di carbonio si trasforma in monossido di carbonio.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 4: MARMITTA CATALITICA

S516Q04 - 0 1 9

Esamina i gas emessi dalla marmitta catalitica. Qual è un problema che gli ingegneri e gli scienziati che lavorano sulla marmitta catalitica dovrebbero cercare di risolvere per produrre gas di scarico meno nocivi?

.....

.....

MARMITTA CATALITICA : INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 4

Punteggio pieno

Codice 1: Le risposte accettabili dovrebbero far riferimento al miglioramento delle emissioni dei gas liberati nell'atmosfera attraverso un'eliminazione più completa dei gas nocivi (monossido di carbonio e ossidi di azoto), OPPURE attraverso l'eliminazione del diossido di carbonio.

- Non tutto il monossido di carbonio è trasformato in diossido di carbonio.
- Non ci sono abbastanza ossidi di azoto convertiti in azoto.
- Aumentare la percentuale di monossido di carbonio convertito in diossido di carbonio e la percentuale di ossidi di azoto convertiti in azoto.
- Il diossido di carbonio prodotto dovrebbe essere trattenuto e non lasciato a diffondersi nell'atmosfera.
- Una conversione più completa dei gas nocivi in gas meno nocivi.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10N: MARMITTA CATALITICA

S516Q10N

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

	<i>Molto interessato/a</i>	<i>Abbastanza interessato/a</i>	<i>Poco interessato/a</i>	<i>Per niente interessato/a</i>
a) Sapere che differenza c'è fra un carburante per automobili e l'altro in termini di quantità di gas tossici prodotti.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Comprendere meglio che cosa succede all'interno di una marmitta catalitica.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Saperne di più sui veicoli che non emettono gas di scarico tossici.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA

Gli interventi chirurgici sotto anestesia, praticati in sale operatorie appositamente attrezzate, sono necessari per trattare numerose malattie.



Domanda 1: OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA

S526Q01

Mentre subiscono un intervento chirurgico, i pazienti vengono anestetizzati per evitare che avvertano dolore. L'anestetico è spesso somministrato sotto forma di gas attraverso una maschera facciale che copre il naso e la bocca.

Su quali dei seguenti apparati del corpo umano agiscono i gas anestetici? Fai un cerchio intorno a «Sì» o a «No» per ciascuno dei seguenti apparati .

I gas anestetici agiscono su questo apparato?	Sì o No?
L'apparato digerente	Sì / No
L'apparato escretore	Sì / No
L'apparato nervoso	Sì / No
L'apparato respiratorio	Sì / No
L'apparato circolatorio	Sì / No

OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1: Tutte e cinque le risposte corrette. No, No, Sì, Sì, Sì, in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 2: OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA

S526Q02 – 01 11 12 21 99

Spiega perché gli strumenti chirurgici usati nelle sale operatorie vengono sterilizzati.

.....

.....

.....

OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2

Punteggio pieno

Codice 21: Lo studente riferisce SIA la necessità di accertarsi che non ci siano batteri sugli strumenti SIA il fatto che gli strumenti penetrano nel corpo del paziente.

- Per impedire ai batteri di entrare nel corpo e di infettare il paziente.

Punteggio parziale

Codice 12: Lo studente riferisce la necessità di accertarsi che non ci siano batteri, MA non il fatto che gli strumenti penetrano nel corpo del paziente.

- Per uccidere i germi che ci sono sopra.
- Affinché il paziente non venga infettato.

Codice 11: Lo studente riferisce il fatto che gli strumenti penetrano nel corpo del paziente, MA non la necessità di assicurarsi che non ci siano batteri sugli strumenti.

- Perché penetrano nel corpo del paziente attraverso le incisioni fatte durante gli interventi chirurgici.

Nessun punteggio

Codice 01: Altre risposte.

- Per mantenerli puliti.

Codice 99: Non risponde.

Domanda 3: OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA

S526Q03

I pazienti a volte dopo un intervento chirurgico non riescono a mangiare e a bere e devono essere attaccati ad una flebo (fleboclisi) che contiene acqua, zuccheri e sali minerali. Qualche volta alla flebo si aggiungono anche antibiotici e tranquillanti.

Perché gli zuccheri che si aggiungono alla flebo sono importanti per il paziente nel periodo post-operatorio?

- A Per evitare la disidratazione.
- B Per controllare i dolori post-operatori.
- C Per curare le infezioni post-operatorie.
- D Per fornire il nutrimento indispensabile.

OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 3***Punteggio pieno***

Codice 1: D. Per fornire il nutrimento indispensabile.

Nessun punteggio

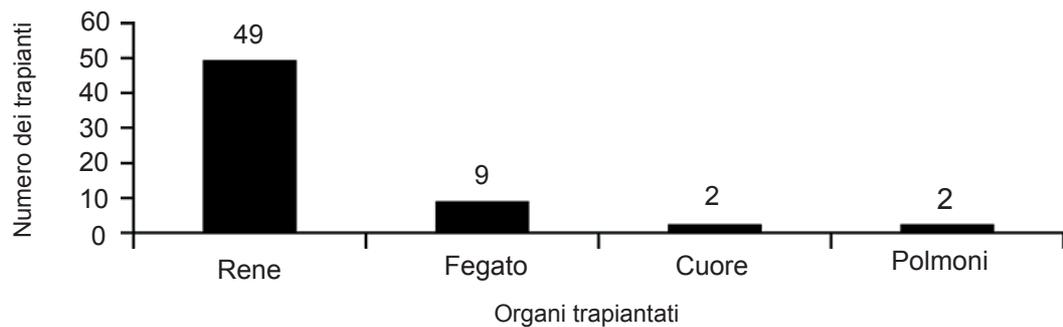
Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 4: OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA

S526Q04

I trapianti di organi richiedono interventi chirurgici sotto anestesia e diventano sempre più diffusi. Il seguente grafico riporta il numero di trapianti realizzati in un determinato ospedale nel 2003.



Si possono trarre le seguenti conclusioni **sulla base del grafico qui sopra**? Fai un cerchio intorno a «Sì» o a «No» per ciascuna delle conclusioni proposte.

Si può trarre questa conclusione sulla base del grafico?	Sì o No?
Se si trapiantano i polmoni, bisogna trapiantare anche il cuore.	Sì / No
I reni sono gli organi più importanti del corpo umano.	Sì / No
La maggior parte dei pazienti trapiantati soffrivano di una malattia renale.	Sì / No
Alcuni pazienti subiscono il trapianto di più di un organo.	Sì / No

OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 4

Punteggio pieno

Codice 2: Tutte e quattro le risposte corrette: No, No, Sì, No, in quest'ordine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 10N: OPERAZIONI SOTTO ANESTESIA

S526Q10N

Quanto sei interessato/a alle seguenti informazioni?

Barra una sola casella per ogni riga.

	<i>Molto interessato/a</i>	<i>Abbastanza interessato/a</i>	<i>Poco interessato/a</i>	<i>Per niente interessato/a</i>
a) Imparare come si fa a sterilizzare gli strumenti chirurgici.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
b) Sapere qualcosa sui diversi tipi di anestetici utilizzati.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
c) Comprendere come si fa a tenere sotto controllo il livello di coscienza di un paziente durante un intervento chirurgico.	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

ENERGIA EOLICA

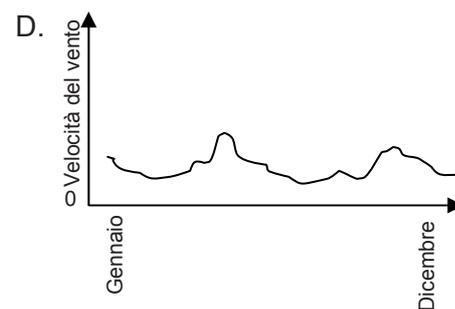
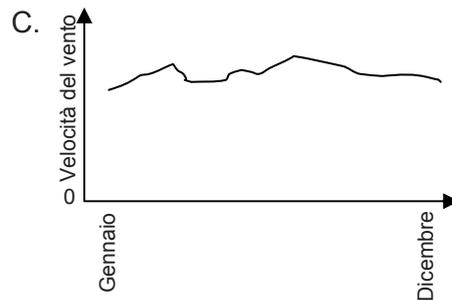
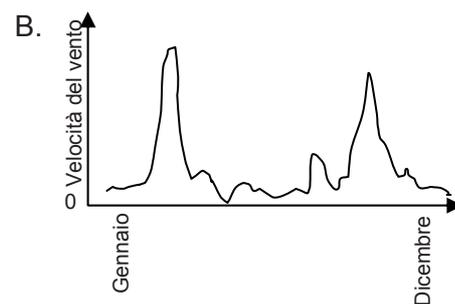
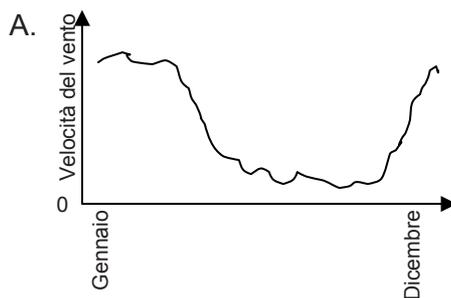
L'energia eolica è da molti considerata una fonte di energia in grado di sostituire le centrali termiche a petrolio o a carbone. I dispositivi nella foto sono rotor dotati di pale che il vento fa ruotare. Queste rotazioni permettono ai generatori messi in moto dalle pale di produrre energia elettrica.



Domanda 1: ENERGIA EOLICA

S529Q01

I seguenti grafici riportano la velocità media del vento in quattro diversi luoghi nel corso di un anno. Quale dei grafici indica il luogo più adatto all'installazione di un generatore ad energia eolica?



ENERGIA EOLICA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 1

Punteggio pieno

Codice 1: C

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

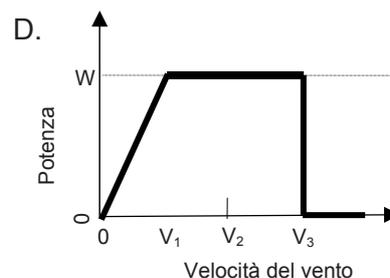
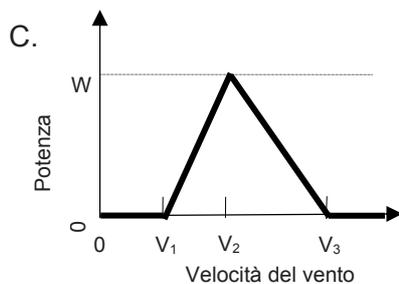
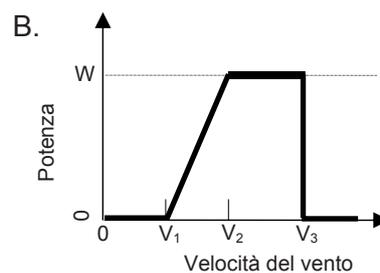
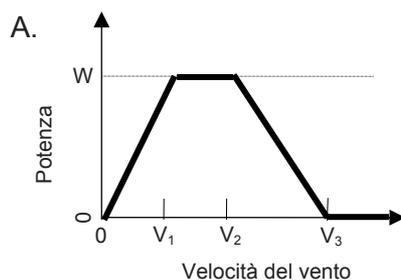
Domanda 2: ENERGIA EOLICA

S529Q02

Più il vento è forte, più le pale del rotore girano veloci e maggiore è la quantità di energia elettrica prodotta. Tuttavia, in situazione reale, non esiste una relazione di proporzionalità diretta fra la velocità del vento e l'elettricità prodotta. Qui sotto vengono descritte quattro condizioni di funzionamento di una centrale eolica in situazione reale:

- le pale cominciano a ruotare quando il vento raggiunge la velocità V_1 .
- Per ragioni di sicurezza, la rotazione delle pale non accelera più quando la velocità del vento è superiore a V_2 .
- La potenza elettrica è al massimo (W) quando il vento raggiunge la velocità V_2 .
- Le pale smettono di ruotare quando il vento raggiunge la velocità V_3 .

Quale fra i seguenti grafici rappresenta meglio la relazione fra velocità del vento e potenza elettrica nelle condizioni di funzionamento descritte?

**ENERGIA EOLICA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 2*****Punteggio pieno***

Codice 1: B

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 3: ENERGIA EOLICA

S529Q03

A parità di velocità del vento, più l'altitudine è elevata, più le pale ruotano lentamente.

Quale fra le seguenti ragioni spiega meglio perché, a parità di velocità del vento, le pale dei rotori girano più lentamente nei luoghi con una altitudine maggiore?

- A L'aria è meno densa con l'aumento dell'altitudine.
- B La temperatura si abbassa con l'aumento dell'altitudine.
- C La gravità diminuisce con l'aumento dell'altitudine.
- D Piove più spesso con l'aumento dell'altitudine.

ENERGIA EOLICA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 3

Punteggio pieno

Codice 1: A. L'aria è meno densa con l'aumento dell'altitudine.

Nessun punteggio

Codice 0: Altre risposte.

Codice 9: Non risponde.

Domanda 4: ENERGIA EOLICA

S529Q04 - 0 1 2 9

Descrivi un vantaggio specifico ed uno specifico svantaggio della produzione di energia da parte dei generatori ad energia eolica, rispetto alla produzione di energia a partire dai combustibili fossili come il carbone e il petrolio.

Un vantaggio.....

.....

Uno svantaggio.....

.....

ENERGIA EOLICA: INDICAZIONI PER LA CORREZIONE D 4

Punteggio pieno

Codice 2: La risposta nomina un vantaggio e uno svantaggio.

[Vantaggio]

- Non rilascia diossido di carbonio (CO₂).
- Non consuma combustibili fossili.
- Il vento è una risorsa inesauribile.
- Dopo l'installazione del generatore a energia eolica, il costo della produzione di elettricità è basso.
- Non produce scorie e/o non emette sostanze tossiche.

- Usa forze naturali o energia pulita.

[Svantaggio]

- Non è possibile produrre elettricità a richiesta (perché non si può controllare la velocità del vento).
- I luoghi adatti ad installare le turbine a vento sono limitati.
- Le turbine a vento possono essere danneggiate da venti troppo violenti.
- La quantità d'energia prodotta da ogni turbina eolica è relativamente debole.
- A volte c'è inquinamento acustico.
- Le onde elettromagnetiche (per esempio le onde TV) in certi casi possono venire disturbate.
- Qualche volta gli uccelli restano presi nei rotori e uccisi.
- Altera i paesaggi naturali.
- L'installazione e il mantenimento costano cari.

Punteggio parziale

Codice 1: La risposta descrive correttamente un vantaggio oppure uno svantaggio (vedi gli esempi forniti per il codice 2), ma non entrambi.

Nessun punteggio

Codice 0: La risposta non descrive né vantaggi né svantaggi corretti (vedi sopra).

- È una buona cosa per l'ambiente o la natura [*Questa risposta è un giudizio di valore generico*].
- Non è una buona cosa per l'ambiente o la natura.

Codice 9: Non risponde.

L'indagine OCSE-PISA 2006 per l'orientamento delle politiche educative

Maurizio Gentile – IPRASE, Trento

PREMESSA

Per la seconda volta, dopo il 2003, la Provincia Autonoma di Trento si confronta con i risultati dell'indagine OCSE-PISA nell'intento di analizzare le tendenze in atto e di collocare i livelli di competenza dei quindicenni nel quadro italiano ed internazionale. È stato coinvolto un campione di 1757 studenti distribuiti in 60 istituti: 15 Licei, 16 Istituti Tecnici, 7 Istituti Professionali, 22 Istituti di Formazione Professionale. Il campione rappresenta 4317 studenti trentini.

Dopo il rapporto preliminare, pubblicato in occasione del seminario "PISA 2006: le performance dei sistemi educativi di stati e regioni", organizzato dalla Provincia Autonoma di Trento e dall'OCSE, questo volume presenta cinque approfondimenti:

- a. i modelli di valutazione delle competenze intellettive secondo il quadro di riferimento OCSE-PISA e i risultati ottenuti dai quindicenni trentini in ciascuna area di competenza presa in esame dall'indagine;
- b. l'influenza dei fattori individuali e di contesto sui risultati della prova di scienze;
- c. gli atteggiamenti e il coinvolgimento motivazionale nei confronti dell'apprendimento delle scienze;
- d. il rapporto tra genere, immigrazione e le performance in scienze, matematica e nella comprensione dei testi;
- e. la valutazione delle competenze matematiche in OCSE-PISA e in altre indagini svolte a livello nazionale e locale.

Da un punto di vista strettamente valutativo sono stati proposti 53 esempi di quesiti – sia a risposta chiusa e sia aperta - usati nella rilevazione del 2006 per valutare il livello di preparazione dei quindicenni in ambito scientifico. Recentemente è stata realizzata a cura dell'INVALSI, una raccolta di item rilasciati nelle varie edizioni dell'indagine. Si tratta di unità d'esercizio pubblicati nelle edizioni precedenti e che non verranno riutilizzati nelle indagini successive.¹

¹ Il compendio è diviso in tre parti: lettura, matematica e scienze. Ogni prova è corredata dalla descrizione del quesito, dalla guida per la correzione delle risposte e dai dati relativi alle risposte degli studenti a diversi livelli: percentuale media dei paesi OCSE, percentuali nazionali, percentuali per macroarea geografica. Il materiale citato è disponibile al seguente indirizzo: http://www.invalsi.it/invalsi/ri/pisa2009.php?page=pisa2009_it_09.

IL QUADRO DI RIFERIMENTO OCSE-PISA E I PIANI DI STUDIO PROVINCIALI

Il modello di valutazione proposto in OCSE-PISA ha lo scopo di rilevare quella dimensione della competenza che si manifesta nell'applicare quanto studiato all'interno di situazioni e contesti, sia di vita reale, sia di natura disciplinare (scientifica, matematica, linguistica). Il mondo anglosassone è sempre stato molto più aperto all'uso applicativo dei saperi scolastici rispetto alla tradizione italiana (e per molti versi continentale) e i metodi didattici presenti nei Paesi che sono risultati i migliori sono prevalentemente basati su un sistematico sviluppo della *didattica per problemi* fin dalla prima elementare. Per quanto concerne, infine, alcuni Paesi asiatici (Giappone e Corea in particolare) l'impegno nello studio assume forme assai tese, supportate fortemente dal contesto sociale e culturale ivi prevalente. Si tratta di tre aspetti che potrebbero orientare la definizione dei nuovi Piani di Studio.

IL MODELLO DI LITERACY SCIENTIFICA PROPOSTO IN OCSE-PISA 2006

Nel 2006 le scienze hanno costituito l'ambito di rilevazione principale. In PISA 2006 per *literacy scientifica (alfabetizzazione o cultura scientifica)* s'intende:

1. l'insieme delle conoscenze scientifiche e l'uso di tali conoscenze per identificare domande scientifiche, per acquisire nuove conoscenze, per spiegare fenomeni scientifici e per trarre conclusioni basate sui fatti riguardo a questioni di carattere scientifico;
2. la comprensione dei tratti distintivi della scienza intesa come forma di sapere e d'indagine propria degli esseri umani;
3. la consapevolezza di come scienza e tecnologia plasmino il nostro ambiente materiale, intellettuale e culturale;
4. la volontà di confrontarsi con temi e problemi legati alle scienze, nonché con le idee della scienza, da cittadino che riflette.

Nel primo punto la definizione sottolinea l'importanza di possedere una rete robusta di conoscenze. Senza conoscenze specifiche, difficilmente, può essere generato un livello soddisfacente di competenza. Nel secondo e terzo punto si dà enfasi all'importanza che lo studente giunga a delle comprensioni personali e significative. Nell'ultimo punto si sottolinea come lo sviluppo di una cultura scientifica sia fortemente influenzato dagli atteggiamenti personali, dalle motivazioni, dalle concezioni di scienza, fino al senso personale di sentirsi cittadini connessi ad altri individui, alla propria comunità e al mondo. Tale definizione trae origine dalla seguente domanda: *che cosa è importante che uno studente conosca, a cosa deve attribuire valore e che cosa è essenziale che sia in grado di fare in situazioni che richiedono il ricorso alla scienza e alla tecnologia o che sono in qualche modo da esse influenzate?*

Coerentemente con questa impostazione, la finalità generale della prova di scienze è di sollecitare una *risposta competente integrata*. Gli studenti si confrontano con situazioni di vita che hanno a che fare con la scienza e la tecnologia, e che richiedono l'attivazione di una serie di competenze. Le competenze, poi, dipendono da un complesso di conoscenze e da un insieme di atteggiamenti e fattori motivazionali. Posta in questi termini la *literacy scientifica* si configura come un "apprendimento complesso" che ha una forte caratterizzazione operativa e personale. Si compone di un sistema di operazioni intellettive (competenze) la cui maturazione può dipendere dalle esperienze di apprendimento, da una serie di *variabili soggettive* e di *contesto*. Sviluppare *cultura scientifica*, potrebbe significare, nell'ambito di un percorso formativo, trasformare un insieme di singoli risorse individuali in una *forma mentis* integrata.

IL POSIZIONAMENTO DEL TRENTINO NEL CONTESTO NAZIONALE E INTERNAZIONALE

Il confronto con l'Europa e i paesi OCSE. In relazione alla *comprensione dei testi*, tra il 2003 e il 2006, gli studenti trentini hanno fatto registrare una riduzione dei risultati. Insieme ad essi vi sono gli italiani, gli spagnoli e i francesi. Al contrario, gli alunni coreani e polacchi hanno migliorato i loro livelli di competenza. Il Trentino, tuttavia, con il 16% di studenti presenti nel livello più basso della scala di valutazione della lettura, è allineato al *benchmark europeo: entro il 2010 non oltre il 17% di studenti europei deve trovarsi al livello 1 o inferiore della scala di valutazione*. Per matematica due Paesi sono riusciti meglio di altri ad ottenere notevoli miglioramenti: Messico e Grecia. Francia, Giappone, Stati Uniti e Italia hanno peggiorato la loro situazione. Anche per la Provincia Autonoma di Trento è stata rilevata una riduzione.

Il confronto con il Nord-Est. L'area macro-regionale del *Nord-Est* (Emilia-Romagna, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino-Alto Adige) mostra i livelli di prestazioni migliori in tutte e tre gli ambiti di competenza esaminati, rispetto alle altre regioni italiane. In *scienze* i Licei del Nord-Est sono leggermente superiore a quelli del Trentino, ma non in modo significativo. Gli Istituti Tecnici del Trentino mostrano una performance migliore rispetto al Nord-Est. La Formazione Professionale trentina è superiore all'Istruzione Professionale italiana, ma, nello stesso tempo, è piuttosto distanziata nel dato omologo registrato nella macro-area. In *matematica*, gli Istituti Tecnici trentini, anche se di poco, hanno prestazioni migliori rispetto ai Licei e fanno meglio degli stessi istituti collocati nella macro-regione. Relativamente all'Italia, non c'è quasi alcuna differenza tra Istituti Professionali e Formazione Professionale. La Formazione Professionale trentina, tuttavia, ottiene un punteggio inferiore a quello della macro-area.

Leccellenza degli Istituti Tecnici. Nel confronto con le medie italiane gli Istituti Tecnici fanno registrare risultati migliori in tutte e tre gli ambiti di competenza. Il Trentino, appare al momento, come l'unica realtà in cui, per *matematica*, la differenza di punteggio medio tra Licei e Istituti Tecnici è a favore di questi ultimi. Inoltre, sia per *lettura* e sia per *scienze*, le differenze di punteggio, questa volta a favore dei Licei o è la più piccola o quasi la più piccola.

LA FORMAZIONE DELLA COMPETENZA SCIENTIFICA

Il livello di competenza scientifica. Con una media di 521 punti gli studenti trentini si collocano in ottava posizione nel ranking mondiale, precedendo gli alunni italiani, tedeschi, inglesi, cechi, svizzeri e francesi. A *livello 6* - il grado più alto del modello di valutazione PISA - si collocano l'1,2 % di studenti; a *livello 5* il 9,6%; sul *livello 4* troviamo il 26,0%; a *livello 3* si raggruppano il 30,7% di studenti; a *livello 2* il 19,8%; a *livello 1* (il grado più basso) si attestano il 10,1% di allievi.

L'influenza dell'ambiente familiare. Ad un più alto indice di status socio-economico e culturale (ESCS) non corrisponde una prestazione più alta. Gli studenti trentini fanno parte del gruppo di paesi e regioni con risultati alti nella prova di scienze, cui si associa un *impatto limitato dello status socio-economico e culturale*. Per quanto riguarda gli atteggiamenti familiari, il valore che i genitori attribuiscono alla scienza e all'ambiente ha una scarsa incidenza sui risultati di prestazione, mentre ha un'influenza positiva orientare i figli verso carriere di tipo scientifico.

I valori, gli atteggiamenti, la percezione di sé. L'importanza della scienza e dell'ambiente come valore collettivo ha un'influenza maggiore sui risultati di prestazione se messo a confronto con il valore personale attribuito alla scienza e all'ambiente. Anche gli orientamenti strumentali possono esercitare un'influenza significativa nello sviluppo di competenza. Gli studenti che coltivano un interesse generale per le scienze e i temi ambientali, e che sono motivati ad intraprendere carriere di tipo scientifico, fanno registrare punteggi migliori. Il *senso di efficacia* e il *concetto di sé* costituiscono due importanti fattori che possono avere ricadute dirette sulle prestazioni. Ad un incremento di punteggio in entrambi i fattori si registrano incrementi nei livelli di padronanza.

Curricoli impegnativi solo per studenti scolasticamente più preparati. La differenza tra scuole nelle tre aree esaminate di competenza è in qualche misura un tratto strutturale al sistema di istruzione e formazione così come è attualmente configurato. Mettendo in relazione questo dato con i risultati di scienze, emerge che gli studenti più preparati e con abiti di studio più maturi scelgono percorsi scolastici più impegnativi. Gli indirizzi scolastici (Licei e Istituti Tecnici) con un curriculum più im-

pegnavativo sollecitano, evidentemente, un impegno di studio maggiore, e viceversa. Queste due condizioni proiettano i loro effetti sui risultati della prova.²

L'uso delle TIC per lo svolgimento di compiti complessi. Più si usa il computer per compiti complessi più questo ha un'influenza positiva sulla prestazione e lo sviluppo di competenza scientifica. Gli studenti che tendono ad utilizzare il computer per attività di svago hanno prestazioni inferiori, al contrario, una consuetudine d'uso del computer per attività complesse (creare un foglio elettronico e generare un grafico, elaborare una pagina web, scrivere una presentazione multi-mediale) promuove risultati di apprendimento più elevati.

Il contesto scuola e l'insegnamento delle scienze. Le risorse umane e materiali sembrano non determinare in termini significativi i buoni risultati ottenuti dagli studenti trentini. L'uso da parte delle scuole di *benchmark* provinciali o nazionali può migliorare i risultati di prestazione. Il curriculum di scienze e le strategie d'insegnamento non sembrano incidere significativamente sui risultati. La conoscenza scientifica a breve termine (appresa a scuola nell'anno corrente della prova) costituisce una risorsa rilevante per affrontare e risolvere il test PISA. In relazione agli indirizzi scolastici, gli allievi che frequentano i Licei o gli Istituti Tecnici conseguono risultati complessivamente più alti rispetto agli allievi iscritti agli Istituti Professionali e alla Formazione Professionale. Non emergono, tuttavia, delle differenze significative tra i risultati ottenuti dagli studenti liceali e dai tecnici. Gli allievi iscritti agli Istituti Professionali e alla Formazione Professionale presentano una prestazione media inferiore.

LE DIFFERENZE DI GENERE

L'influenza sui risultati di scienze. Le differenze di genere hanno un peso sui risultati di prestazione. Emerge, tuttavia, un quadro piuttosto articolato. Nei Licei i maschi mostrano performance migliori. Negli Istituti Tecnici mantengono livelli alti di performance ma la differenza si assottiglia. Negli Istituti Professionali si inverte lo schema: risultano più preparate le ragazze rispetto ai coetanei. Nella Formazione Professionale i punteggi sono del tutto identici.

² Per arricchire di ulteriori evidenze tale osservazione sarebbe utile associare a ciascun studente campionato il giudizio di sintesi in uscita dalla scuola secondaria di primo grado. In alternativa, vista la riforma dell'Esame di Stato, si potrebbe utilizzare il dato di rendimento individuale ottenuto nella quarta prova nazionale. In quest'ultimo caso, l'utilizzo del dato non si potrà stabilire nell'ambito della rilevazione del 2009, bensì si dovrà aspettare l'edizione del 2012. In alternativa, si potrebbe tentare l'inserimento del dato della quarta prova, calcolando il valore medio della scuola di provenienza e associandolo, poi, a ciascun studente campionato dall'indagine.

Le differenze di genere e l'indirizzo scolastico frequentato. Si osserva una maggiore competenza femminile nella comprensione dei testi ed una maggiore abilità maschile nella concettualizzazione matematica. Tali tendenze, tuttavia, possono essere attenuate in modo consistente dal tipo di scuola frequentato. Nella lettura il livello di competenza femminile è più alto in tutti i tipi di scuola, ma non in modo omogeneo. In *matematica* i maschi mostrano prestazioni sempre migliori, ma anche in questo caso in modo difforme a seconda del tipo di scuola. Massima differenziazione tra i liceali, consistente tra i tecnici, quasi nulla tra i professionali. Nella Formazione Professionale, tuttavia, il divario di genere si ripresenta in modo abbastanza consistente.

GLI STUDENTI IMMIGRATI

Lo status migratorio e la scuola frequentata. L'analisi dell'effetto dello status migratorio non può non tenere conto della scuola frequentata e delle aspirazioni familiari nei confronti dei figli, rappresentate dalla condizione occupazionale dei genitori. A fronte di un livello culturale paragonabile a quello delle famiglie autoctone, le diverse condizioni sociali e materiali delle famiglie migranti spingono i figli verso scelte di percorsi formativi più professionalizzati. I risultati suggeriscono la presenza di notevoli divergenze all'interno del gruppo dei giovani migranti, con prestazioni fortemente influenzate da fattori individuali quali, ad esempio, la comprensione linguistica.

Le differenze nei livelli di padronanza. Essere immigrati sia di prima sia di seconda generazione può incidere negativamente sui risultati delle prove. Oltre ad un terzo di studenti immigrati è posizionato nel gruppo inferiore, cioè quello che manifesta livelli deludenti di prestazione, ma è anche vero che quote minoritarie – già da ora - riescono a collocarsi nei gruppi di livello eccellente.

LA FORMAZIONE DI COMPETENZA MATEMATICA

Il livello di competenza matematica. Con una media di 508 punti. Il Trentino si colloca in dodicesima posizione, precedendo in tal modo circa 1/3 dei Paesi OCSE. Al *livello 6* - il grado più alto di competenza - il Trentino raggiunge una posizione leggermente superiore a quello della media OCSE: 3.5% di studenti. A *livello 5* gli studenti trentini sono il 14,8%. Tale percentuale supera la media OCSE di un punto e mezzo. Gli studenti a *livello 4* sono il 22,5%, portando al 37.3% la percentuale che comprende i tre livelli superiori. Gli studenti che si attestano a *livello 3* sono il 27,5% portando al 64,8% il numero degli studenti dal terzo livello in su (percentuali molto vicine a quelle dei Paesi migliori). Al *livello 2* si colloca il 19,2% di quindicenni trentini. Al *livello 1* la percentuale è pari al 17,8%.

Il confronto con le altre regioni/provincie italiane. Il complesso dei risultati ottenuti dagli studenti trentini distribuiti per indirizzo scolastico e confrontati con altre regioni italiane mette in luce non solo eccellenze, come nel caso degli Istituti Tecnici, ma anche debolezze, come nel caso della Formazione Professionale. Il Trentino risulta al terzo posto per i Licei, al primo posto per gli Istituti Tecnici, al quarto per gli Istituti Professionali e al terzo per la Formazione Professionale.

L'apprendimento della matematica nella Formazione Professionale. Gli allievi dei percorsi di Formazione Professionale manifestano una debolezza nell'apprendimento della matematica. La carriera scolastica e le caratteristiche socio-demografiche dei ragazzi iscritti ai corsi triennali può spiegare tale fenomeno. Nei primi anni di corso sono presenti più del 20% di studenti stranieri, la gran parte degli studenti con certificazione di disabilità e buona parte di coloro che al termine della scuola secondaria di primo grado hanno ottenuto una valutazione appena sufficiente. Inoltre sono iscritti non pochi ripetenti e *drop-out* provenienti dagli Istituti Tecnici e dai Licei. Questa considerazione sottolinea, da un lato, la debolezza generale di tali studenti, e dall'altro, segnala le caratteristiche opposte degli studenti iscritti ai Licei e agli Istituti Tecnici.

