

Parte Quinta - Strumenti e risultati per la competenza scientifica funzionale¹

5.1 La literacy scientifica in Pisa e la competenza funzionale

Le immagini della scienza, del suo ruolo nella società, e di conseguenza dell'educazione scientifica sono profondamente cambiate negli ultimi venti anni: da un lato l'intreccio sempre più stretto con l'innovazione tecnologica, dall'altro la consapevolezza dei cambiamenti ambientali causati dallo sviluppo umano e ai quali lo sviluppo umano dovrà far fronte, hanno messo in evidenza l'importanza per il cittadino del 2000 di una 'literacy' scientifica, che vada oltre una "alfabetizzazione scientifica" limitata alle nozioni considerate fondamentali, e che preveda la padronanza di una *competenza scientifica funzionale*, che permetta di riconoscere e interpretare le basi scientifiche del mondo naturale e tecnologico nel quale viviamo.

Anche per le scienze, quindi, la comparazione internazionale prevista dal Pisa non riguarda i curricula nazionali, e il livello di competenza raggiunto rispetto ai contenuti curriculari previsti, quanto la capacità di utilizzare conoscenze e processi scientifici in contesti e situazioni concrete e reali. Di conseguenza, più che l'acquisizione di singole nozioni diventa importante la padronanza di capacità e concetti ampi, applicabili in più contesti (per le scienze, ad esempio, il concetto di biodiversità rispetto alla conoscenza di singole piante o animali), e la padronanza di competenze trasversali (di comunicazione, adattamento, flessibilità, risoluzione di problemi e così via). Le capacità e le conoscenze da investigare non sono più definiti in termini di 'denominatore comune' ma in termini di capacità ritenute essenziali per la vita futura. La distinzione, non sempre possibile e non facile, è tra capacità 'scolastiche' e capacità 'utili per la vita': mentre le prime sono definite in genere in termini di saperi e tecniche da padroneggiare, le capacità utili per la vita sono più legate a competenze generali, che si sviluppano trasversalmente alle discipline, di *"risoluzione di problemi e di applicazione delle proprie idee e conoscenze a situazioni della vita quotidiana"*.

Il Pisa definisce la 'literacy scientifica' come *"la capacità di utilizzare conoscenze scientifiche, di identificare domande e di trarre conclusioni basate su prove, per capire e per aiutare a prendere decisioni circa il mondo della natura e i cambiamenti ad esso apportati dall'attività umana"*. Queste competenze non sono riservate a chi continuerà gli studi scientifici, ma devono essere invece comuni a tutti i cittadini, per renderli capaci di riflettere criticamente e di prendere decisioni rispetto ai problemi e alle prospettive di sviluppo scientifico e tecnologico.

Per conoscenza scientifica, nella definizione di literacy proposta dal Pisa, inoltre non si intende la sola conoscenza di fatti, nomi o termini, ma la comprensione delle chiavi di lettura proposte dalla scienza insieme a quella dei 'limiti' della conoscenza scientifica stessa, e la comprensione dei 'processi scientifici' necessari per svilupparla, processi che non sono però estraibili, e astraibili, dai contesti e dai contenuti ai quali si applicano. Comprendere il mondo naturale e i cambiamenti impressi dall'attività umana è un obiettivo già di per sé valido, ma il Pisa vuole sottolineare anche l'importanza come

¹ A cura di Michela Mayer.

fattore indispensabile, anche se non determinante, per l'assunzione di decisioni. Questo non implica che le conoscenze scientifiche proposte dalla scuola dovranno essere

Riquadro 1: la literacy scientifica

Nel 1989 Torsten Husen, uno dei membri fondatori dell'IEA, fortemente coinvolto nelle prime indagini internazionali sugli apprendimenti in matematica e in scienze, sottolineava: *"l'educazione scientifica deve cercare di raggiungere una literacy scientifica. Nella società moderna ad alta tecnologia, al cittadino viene richiesto, e non solo nel suo ruolo di elettore, di prendere posizione su argomenti importanti, sui quali deve aver ricevuto un orientamento (una literacy, se vi piace di più), in modo da poter arrivare a conclusioni che lo guidino per quelle decisioni di voto che riguardano il nostro futuro comune"* (Husen, 1991, p.7).

necessariamente molto estese ma solo che gli adulti di domani dovranno essere capaci di ragionare in maniera scientifica sui fatti con i quali verranno a confronto.

Il Pisa riconosce, quindi, nella 'literacy scientifica' tre dimensioni principali:

1. *I concetti scientifici*, necessari per comprendere i fenomeni naturali e i cambiamenti apportati dalle attività umane. I concetti possono essere propri di varie discipline - fisica, chimica, biologia, scienze della terra – o formulati in maniera più generale e integrata.

Riquadro 2: i temi scientifici fondamentali per una literacy scientifica proposti dal Pisa

Struttura e proprietà della materia

Cambiamenti atmosferici

Cambiamenti fisici e chimici

Trasformazioni dell'energia

Forze e movimento

Forma e funzione

Biologia umana

Cambiamenti fisiologici

Biodiversità

Controllo genetico

Ecosistemi

La terra ed il suo posto nell'universo

Cambiamenti geologici

2. *I processi scientifici*, la capacità cioè degli studenti di usare le conoscenze scientifiche per acquisire informazioni, interpretarle e per proporre azioni fondate. Più che ai *processi interni* alle scienze, e al procedere scientifico, il Pisa vuole dare

importanza ai *processi che riguardano l'uso* della scienza, le sue procedure, i suoi punti forti e i suoi limiti. In quest'ottica Pisa distingue 5 processi fondamentali: *riconoscere le domande* alle quali la scienza può rispondere, *identificare i fatti e le informazioni che giustificano un'affermazione*, *trarre conclusioni e valutarle*, *comunicare le conclusioni riconosciute valide*, *dimostrare comprensione* per i concetti scientifici. Tutti i processi elencati richiedono ovviamente una base di conoscenza scientifica, tuttavia nei primi 4 processi la comprensione non costituisce la difficoltà principale, e l'obiettivo è quello di verificare i processi mentali implicati nella raccolta, valutazione e comunicazione di affermazioni scientifiche valide.

Riquadro 3: i processi scientifici proposti dal Pisa

Riconoscere le domande alle quali la scienza può rispondere
 Identificare i fatti e le informazioni necessari per un'indagine scientifica
 Trarre conclusioni e valutarle
 Comunicare le conclusioni riconosciute valide.
 Dimostrare la comprensione di concetti scientifici.

3. Le *situazioni e le aree di applicazione* delle competenze scientifiche. Dati gli obiettivi che si propone, Pisa propone campi d'applicazione e situazioni che fanno riferimento alla vita reale e non siano limitate al contesto scolastico. Le domande sono raggruppate secondo tre aree principali di applicazione: le scienze nella vita e nella salute; le scienze sulla terra e nell'ambiente; le scienze nella tecnologia.

Riquadro 4: i campi di applicazione delle scienze proposti d al Pisa per l'accertamento della literacy.

Scienze della vita e della salute
 Salute, malattie ed alimentazione
 Conservazione e uso sostenibile delle specie
 Interdipendenza dei sistemi fisici e biologici
 Scienze della Terra e ambiente
 Inquinamento
 Produttività e degradazione del suolo
 Meteorologia e clima
 Scienze e tecnologia
 Biotecnologia
 Utilizzazione dei materiali e smaltimento dei rifiuti
 Utilizzazione dell'energia
 Trasporti

5.2 Gli strumenti per le scienze e loro rilevanza per la scuola italiana

Gli strumenti relativi alla competenza scientifica funzionale sono stati costruiti in maniera analoga a quelli utilizzati per le competenze relative alla lettura e alla matematica, mettendo insieme delle 'unità', relativamente omogenee in termini di contenuti e di aree di applicazione, in ognuna delle quali viene presentato allo studente un problema o una situazione specifica, ispirati al mondo reale e a fonti autentiche

(articoli di giornale, di riviste, pagine web), intorno ai quali vengono proposte diverse domande. Le domande sono per circa due terzi domande a risposta definita e univoca (scelte multiple, 'catene di vero/falso', o risposte aperte brevi) e per un terzo a risposta aperta con punteggio assegnato dal correttore (parziale o completo).

Il processo di confronto e messa a punto degli item è stato anche per Scienze, come per tutto il Pisa, un processo complesso, data la minore importanza assegnata ai curricula nazionali rispetto alla rilevanza definita secondo le tre dimensioni della 'literacy' scientifica prima descritte. Il confronto internazionale, avvenuto tramite una griglia sottoposta a tutti i paesi, ha permesso di fare una prima scelta di item, tenendo conto sia dei contenuti e degli obiettivi in qualche modo presenti nei curricula (che costituiscono così non un vincolo ma un criterio di scelta), sia dell'interesse generale dell'argomento e della sua presenza nella vita quotidiana e nei mass media, sia infine dei possibili ostacoli culturali e delle difficoltà di traduzione.

Per esaminare *l'adeguatezza degli item alla situazione italiana* le difficoltà principali sorgono a causa della posizione anomala attribuita all'insegnamento scientifico nel nostro paese:

1. in primo luogo, *lo status delle discipline scientifiche nel nostro paese è molto basso*. Mentre infatti in quasi tutti gli altri paesi le scienze costituiscono, insieme alla lingua e alla matematica, la base culturale sulla quale si poggia l'intero processo educativo - e la loro importanza è testimoniata dal numero di ore e di risorse ad esse dedicate - in Italia sia il numero di ore sia la distribuzione negli anni nei vari indirizzi, testimonia una posizione subordinata delle scienze sperimentali rispetto alle materie umanistiche (nei licei) o alle materie tecniche (negli istituti tecnici o professionali);
2. inoltre, a causa dell'impianto ancora gentiliano soprattutto della scuola superiore *le scienze sono ancora insegnate come un insieme di fenomeni e di 'leggi'*, con poco tempo dedicato a momenti di indagine autonoma e di soluzione di problemi, e ancora meno a riflessioni su limiti e possibilità del procedere scientifico e sull'utilizzazione delle conoscenze scientifiche per la comprensione dei fatti, tecnologici e ambientali, che accompagnano la nostra vita;
3. a questo atteggiamento, comune a gran parte degli insegnanti e dei libri di testo nella scuola superiore ma diffuso anche nella scuola media, contribuiscono
 - a) una *formazione universitaria* nelle discipline scientifiche a sua volta più attenta ai contenuti che ai processi di indagine e alla pratica di laboratorio,
 - b) una *formazione iniziale* degli insegnanti quasi inesistente (la Scuola per l'Insegnamento Secondario ha solo due anni di vita),
 - c) un *accorpamento delle cattedre* che nelle medie e nei licei non distingue tra scienze matematiche e scienze sperimentali, e che negli istituti tecnici divide l'insegnamento 'teorico' della disciplina dalla 'pratica' di laboratorio, spesso ridotta a verifica di leggi e ad addestramento all'uso degli strumenti.
4. infine, dato l'ordinamento attuale dei cicli e in attesa di una riforma, i quindicenni non stanno, come in gran parte dei paesi OCSE, concludendo il loro percorso obbligatorio con un insegnamento di scienze integrate comune a tutti gli indirizzi ma sono suddivisi nei vari tipi di istituti scolastici, all'interno dei quali *la presenza delle scienze differisce molto* sia in termini di ore (da nessuna, nel primo anno dei Licei, a un massimo di 12 ore, negli Istituti Tecnici Industriali) sia in termini di significato culturale. In questo contesto il curriculum di scienze della scuola media dell'obbligo rimane l'unico elemento chiaro di riferimento comune, anche se

largamente dipendente dalle scelte individuali compiute dagli insegnanti ma più uniforme di quello che ci si potrebbe aspettare (come illustrato dall'indagine Timss, Caputo, 2000).

Questi elementi non sono nuovi: già altre indagini internazionali (Siss e Timss) hanno messo in evidenza l'inadeguatezza dei curricula e della preparazione scientifica offerta dalla scuola secondaria italiana. Quanto più si passa dall'insegnamento generale fornito dalla scuola dell'obbligo, non specialistico ma aperto agli stimoli provenienti dalla vita quotidiana e ai processi d'indagine, all'insegnamento disciplinare specialistico proposto nella scuola secondaria, tanto più risultano evidenti carenze non solo riguardanti i concetti disciplinari (specialmente rispetto alla fisica e alla chimica), ma soprattutto rispetto ai processi e agli atteggiamenti scientifici. Nonostante gli sforzi fatti negli anni '70 e negli anni '80 (con iniziative di formazione insegnanti su progetti con impostazione sperimentale, quali il PSSC, l'IPS o i progetti Nuffield, e proposte di curricula più legati alla natura sperimentale e argomentativa delle scienze), le sperimentazioni degli anni '90 hanno spostato l'interesse dall'uso del laboratorio all'uso dell'informatica, lasciando di fatto inalterata una situazione di insegnamento/apprendimento delle scienze ancora nozionistico (solo di recente nel 1999, con il progetto SET, il Ministero ha preso un'iniziativa di rilancio di discussione sul ruolo e il significato delle scienze e dei laboratori scientifici, sempre associandoli però con l'uso delle nuove tecnologie; elemento importante ma non indispensabile).

Riquadro 5 - da SCIENZA, TECNICA E CULTURA, sito del Progetto SeT

“Succede spesso che, quando si prospetta l'urgenza di una modernizzazione dei contenuti nell'arco delle conoscenze scientifiche, ci si trovi di fronte a due risposte. La prima dice che l'innovazione coincide con l'uso dei computers, e la seconda sostiene che le discipline umanistiche sono più formative della geometria o della chimica. Mi permetto di ricordare che l'apprendimento di norme sull'uso di un computer non coinvolge abilità intellettuali maggiori di quelle che già sono presenti nella macchina, e che la macchina è ottusa.

Per quanto invece riguarda l'ipotesi che il latino sia più formativo o culturale dell'algebra, ho l'impressione di aver già detto a sufficienza. Mi sia però consentito rilevare che una sottolineatura delle ipotetiche differenze culturali tra discipline non farebbe altro che conservare l'attuale stato di cose, con tutti i suoi aspetti prerinascimentali. Il cittadino d'oggi dovrebbe invece avere gli elementi che sono indispensabili sia per cogliere lo splendore di un passo di Seneca, sia per orientarsi in un mondo dove la fisica o la biologia svolgono un ruolo culturale enorme”.

Enrico Bellone, Direttore di "Le Scienze"

In questa situazione il giudizio italiano sugli item² è stato guidato, più che dalla loro rilevanza 'curricolare' dalla loro rilevanza generale, sia dal punto di vista della significatività dei concetti all'interno delle discipline sia da quello della familiarità delle tematiche e dei problemi proposti perché presenti nel dibattito pubblico e trattati dai mezzi d'informazione.

² La griglia di analisi inviata ad ogni nazione è stata compilata dal CEDE con l'aiuto di un gruppo di insegnanti di diverse discipline scientifiche.

Molte delle nostre osservazioni – soprattutto relative alle diversità culturali e alle difficoltà di traduzione - siano state accolte in sede di revisione degli item prima del trial svoltosi nel 1999, e altre hanno avuto conferma in seguito alla somministrazione della prova pilota. In ogni caso, anche per gli item di scienze, come per quelli di comprensione della lettura non è indifferente il fatto che la lingua, i testi, i contesti originali siano in gran parte anglosassoni. Anche il testo scientifico non può essere infatti a-culturale, e questo è ancora più vero se il testo è, come succede nel Pisa, per la maggior parte delle volte un articolo che vuole descrivere le applicazioni della scienza ad un contesto di vita quotidiana. Anche le figure, i grafici, o i disegni possono corrispondere più ad una tradizione culturale ed essere più familiari ad un gruppo di paesi piuttosto che ad un altro. Il modo stesso con il quale certe domande sono poste può essere estraneo ad una tradizione culturale e di difficile traduzione.

La selezione internazionale e quella successiva alla prova pilota hanno eliminato molti degli item sui quali il gruppo di lavoro italiano aveva espresso perplessità; di conseguenza gli item sui quali si è svolta la ricerca internazionale erano in massima parte affrontabili sulla base di conoscenze scientifiche di base, comprese nel curriculum della scuola media, anche se richiedevano capacità di ragionamento, interpretazione e argomentazione che non corrispondono alla pratica di apprendimento/insegnamento delle scienze nel nostro paese, e favorivano di fatto gli studenti di background culturale più alto, qualsiasi sia la loro preparazione scientifica.

Riquadro 6: esempio di item e di chiave di correzione

Gli item presentati fanno parte dell'unità 'Autobus' scartata dopo la prova pilota. Il testo stimolo è limitato all'essenziale, e la domanda chiede di riflettere sulle forze in gioco e sull'inerzia.

La prima domanda prevede una risposta a scelta multipla, ma non è facilissima, perché il senso comune interferisce negativamente con la risposta corretta (e infatti la risposta errata più frequente è quella che vede l'acqua versarsi in direzione contraria al moto).

AUTOBUS

Un autobus sta percorrendo un rettilineo. L'autista, che si chiama Roberto, ha un bicchiere d'acqua sul cruscotto:



Improvvisamente Roberto è costretto a fare una brusca frenata.

Domanda 1

Cosa succederà all'acqua nel bicchiere?

- A. L'acqua resterà orizzontale.
- B. L'acqua traboccherà dal lato 1.
- C. L'acqua traboccherà dal lato 2.
- D. L'acqua traboccherà, ma è impossibile stabilire se dal lato 1 o 2.

PUNTEGGIO 1

Processo: dimostrare conoscenza e comprensione di concetti scientifici

Concetti: forze e movimento

Area di applicazione: Scienze e Tecnologia

Punti 1: l'acqua traboccherà dal lato 2.

Punti 0: altro.

Un'altra domanda, relativa allo stesso stimolo, riguardava l'inquinamento atmosferico e la questione se il trasporto elettrico contribuisca o no a questo inquinamento.

In questo caso la risposta richiesta è aperta, e la guida alla codifica prevedeva di assegnare il punteggio 1 solo a chi ricorda che l'energia elettrica, anche se non inquinante di per sé, è fornita in grandissima parte da centrali dove si bruciano combustibili fossili, e quindi contribuisce anch'essa all'inquinamento atmosferico.

Può essere interessante notare come a questa domanda, concettualmente più facile della precedente e collegata a temi di interesse concreto, il numero di studenti italiani che durante la prova pilota hanno risposto correttamente sia più basso che alla domanda illustrata in precedenza (33,1% rispetto ad un 58,5%).

AUTOBUS

DOMANDA 4

L'autobus di Roberto, come la maggior parte degli autobus, ha un motore diesel. Questi autobus contribuiscono all'inquinamento dell'ambiente.

In alcune città ci sono i tram, che funzionano con un motore elettrico. La tensione necessaria al motore elettrico viene fornita da linee sospese (come per i treni elettrici), che a loro volta sono alimentate da una centrale che utilizza combustibili fossili.

Coloro che sostengono l'uso dei tram in città affermano che questi veicoli non contribuiscono all'inquinamento dell'ambiente.

Hanno ragione? Spiega la tua risposta.

.....
.....
.....
.....

PUNTEGGIO 4

Processo: dimostrare conoscenza e comprensione

Concetti: trasformazioni dell'energia

Area: Scienze della Terra e dell'ambiente

Punti 1: viene data una risposta in cui si afferma che anche la centrale elettrica contribuisce all'inquinamento ambientale:

no, perché anche la centrale elettrica provoca inquinamento ambientale.

sì, ma questo vale solo per la città; la centrale provoca comunque inquinamento ambientale.

Punti 0: no o sì, senza una spiegazione corretta.

5. 3 La scala delle competenze scientifiche funzionali in Pisa

È evidente che non si può guardare alla 'literacy' scientifica, così come è stata definita dal Pisa in modo dicotomico: esiste tutta una progressione che va dalle capacità di trarre semplici conclusioni o di prendere decisioni in situazioni semplici e familiari, a capacità di costruire risposte più complete e in contesti più astratti e complessi. La scala proposta dal Pisa si basa su processi iterativi che tengono conto sia della classificazione iniziale degli item (per contenuti, processi, e situazioni), sia dei risultati effettivamente ottenuti in campo internazionale.

La scala costruita per scienze è unica, come nel caso della matematica, con un punteggio medio convenzionalmente posto uguale a 500 punti e una deviazione

standard di 100 punti. Su questa scala i due terzi degli studenti dei paesi dell'OCSE ottengono un punteggio compreso tra i 400 e i 600 punti. Sulla scala si possono distinguere tre ampie categorie:

1. Gli studenti che ottengono punteggi alti – intorno ai 690 punti – possiedono capacità di ragionamento complesso e sono in grado di costruire o di usare modelli concettuali per fare predizioni o per dare spiegazioni, di analizzare procedimenti di indagine per coglierne l'idea principale o l'ipotesi sperimentale, di comparare dati per valutare le diverse alternative o i diversi punti di vista, di comunicare con precisione informazioni e motivazioni scientifiche.

In Italia gli studenti che raggiungono questo livello *sono molto pochi*, visto che il punteggio che divide dagli altri il 5% della popolazione con i risultati migliori (95 percentile) è di soli 633 punti.

2. Gli studenti che si pongono poco al di sopra della media internazionale – **intorno ai 550 punti** – sono in grado di utilizzare ragionamenti scientifici sensati per fare predizioni e per fornire spiegazioni, per identificare interrogativi ai quali la scienza può rispondere o elementi che fanno parte di una investigazione, e di selezionare le informazioni rilevanti da un insieme di dati o di ragionamenti per arrivare a delle conclusioni e per valutarle.

In Italia questo punteggio è raggiunto dal 25% superiore degli studenti.

3. Gli studenti che si trovano ai livelli più bassi – intorno ai 400 punti – sono capaci di ricordare conoscenze semplici - relative a nomi, fatti, definizioni - e di usare semplici conoscenze scientifiche per trarre e valutare conclusioni.

Quasi il 20 % degli studenti italiani si posiziona *al di sotto* di questo livello.

Come si può vedere dai grafici 1 e 2, il livello raggiunto dalla media degli studenti italiani è significativamente *inferiore alla media dei paesi dell'OCSE* (478 rispetto a 500, con un errore di 3.1).

Al livello più alto si posizionano la Corea che il Giappone, che erano già risultati ai primi posti nella prova di matematica; seguono un gruppo di paesi in gran parte ai primi posti nella comprensione della lettura (Finlandia, Regno Unito, Canada, Australia e Nuova Zelanda), un terzo gruppo di paesi si posiziona un po' sopra la media (Austria, Irlanda, Repubblica Ceca e Svezia), mentre si addensano intorno alla media la Francia, la Norvegia, gli Stati Uniti, il Belgio, l'Islanda, l'Ungheria, la Svizzera e la Spagna.

Infine si trovano significativamente sotto la media la Germania, la Polonia, la Danimarca, l'Italia, la Grecia e il Portogallo.

Grafico 5

Livelli di apprendimento in scienze per paese

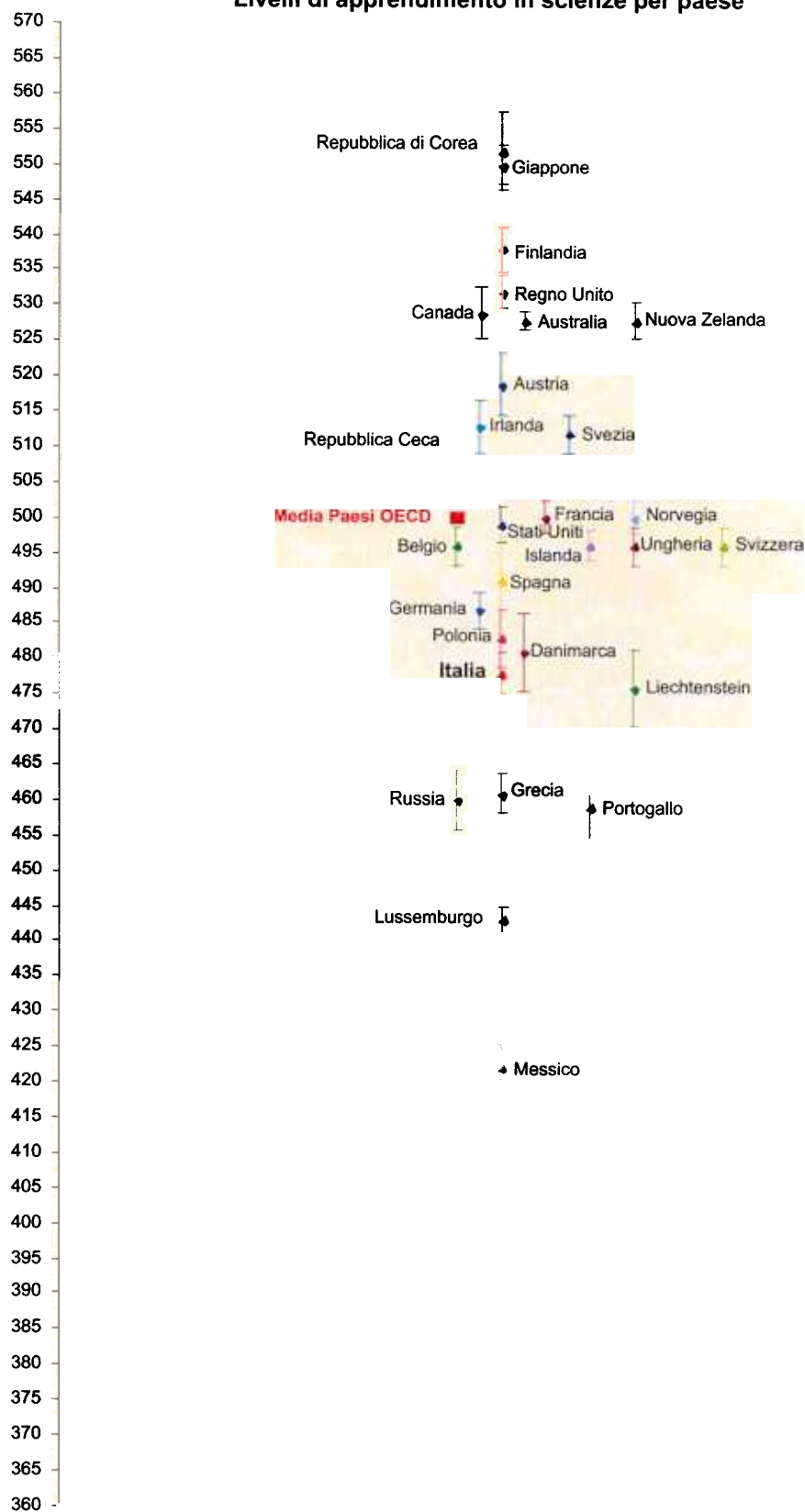


- Paesi OECD con punteggio significativamente maggiore della media dei paesi OECD
- Paesi OECD con punteggio non significativamente differente della media dei paesi OECD
- Paesi OECD con punteggio significativamente minore della media dei paesi OECD
- Paesi non OECD

¥ Si riporta in parentesi l'errore standard.

Grafico 6

Livelli di apprendimento in scienze per paese



Per comprendere le cause di questo risultato è utile analizzare il punteggio ottenuto dagli studenti italiani item per item rispetto alle medie internazionali. Già da un primo esame risulta evidente come una parte considerevole di punteggio l'Italia lo *perde a causa delle omissioni*: gli studenti italiani scelgono, in percentuale significativamente maggiore delle medie internazionali, di non rispondere ad alcune domande, in prevalenza quelle in cui si chiede di argomentare, confrontare e discutere dati ed opinioni.

Non si tratta quindi di mancanza di conoscenze di base (che come abbiamo detto erano in gran parte abbastanza elementari e coperte dal curriculum della scuola media) o di mancanza di abitudine ai test (anzi nelle risposte a scelta multipla le medie si avvicinano a quelle internazionali), ma di *difficoltà ad applicare le conoscenze scientifiche a situazioni concrete* unite ad una mancanza di abitudine (e di esercizio) ad esprimere ed argomentare la propria opinione utilizzando concetti e processi scientifici.

Un esempio concreto: nell'insieme di domande che si riferiscono ad uno storico studio di Semmelweis sulle cause della febbre puerperale nei reparti maternità, il 70% degli studenti italiani (più quindi del 68% della media internazionale) spiega correttamente che lavare le lenzuola ad alta temperatura permette di uccidere batteri e di ridurre il rischio di contagio per pazienti di un ospedale, il 51% (rispetto ad un 57%) riconosce come causa della minore efficacia degli antibiotici la selezione di batteri resistenti agli antibiotici stessi, e solo un 16,2 % (rispetto ad un 20,6 %) è in grado di spiegare, mettendo a confronto i grafici di mortalità tra due reparti ospedalieri, perché l'ipotesi (effettivamente presente ai tempi di Semmelweis) che la febbre puerperale potesse essere dovuta a terremoti sia inverosimile. E in quest'ultima domanda il tasso di omissione della risposta è quasi del 40% contro una omissione media internazionale del 28%.

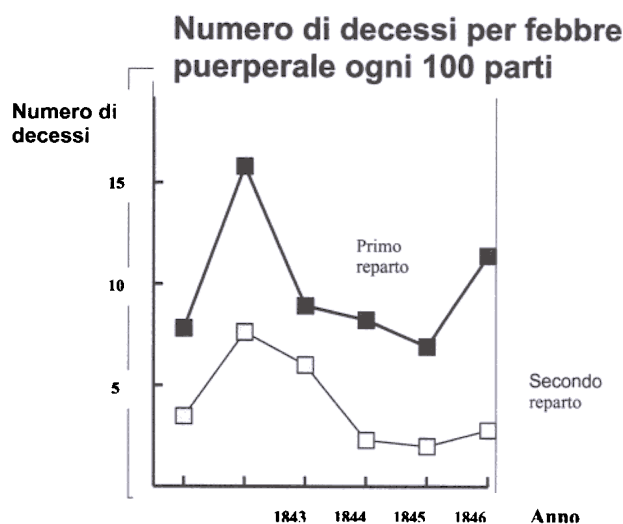
Insomma gli studenti italiani rispondono bene alle domande 'facili', quelle che corrispondono al primo livello della scala, rispondono male o non rispondono via via che le domande si fanno più complesse ed articolate, richiedono di leggere e confrontare due o più grafici e/o tabelle, e di utilizzare le loro conoscenze per affrontare e giustificare situazioni specifiche e concrete.

Nel riquadro che segue è riportata l'intera unità relativa a "Il diario di Semmelweis", insieme ai codici di correzione per la domanda 50.

IL DIARIO DI SEMMELWEIS - TESTO 1

"Luglio 1846. La settimana prossima incomincerò a lavorare come "Herr Doktor" nel primo reparto della clinica di maternità del General Hospital di Vienna. Sono rimasto agghiacciato dalla percentuale di pazienti deceduti in questa clinica. Nell'ultimo mese sono decedute non meno di 36 delle 208 madri, tutte a causa della febbre puerperale. Dare alla luce un bambino è pericoloso come una polmonite di primo grado."

Queste righe tratte dal diario di Ignaz Semmelweis (1818 -1865) illustrano gli effetti devastanti della febbre puerperale, una malattia contagiosa che ha ucciso molte donne dopo il parto. Semmelweis ha raccolto dati relativi al numero di decessi dovuti alla febbre puerperale nel Primo e nel Secondo reparto (vedi grafico).



Grafico

I medici, tra cui Semmelweis, erano completamente all'oscuro della causa della febbre puerperale. Ecco di nuovo il diario di Semmelweis:

"Dicembre 1846. Perché così tante donne muoiono a causa di questa febbre dopo aver partorito senza problemi? Da secoli la scienza ci dice che è un'invisibile epidemia ad uccidere le madri. Le cause possono essere mutazioni nell'aria o influssi extraterrestri o un movimento della terra stessa, un terremoto."

Oggi ben pochi potrebbero considerare gli influssi extraterrestri o un terremoto come possibili cause della febbre. Oggi sappiamo che è legata alle condizioni igieniche. Ma ai tempi di Semmelweis molti, perfino scienziati, lo pensavano! Semmelweis, tuttavia, sapeva che era improbabile che la febbre potesse essere provocata da influssi extraterrestri o da un terremoto. Per cercare di convincere i suoi colleghi, mostrò i dati che aveva raccolto (vedi grafico).

Domanda 50: IL DIARIO DI SEMMELWEIS
21 99

S195Q02- 01 02 03 04 11 12 13

Supponi di essere Semmelweis. Spiega (sulla base dei dati raccolti da Semmelweis) perché è inverosimile che la febbre puerperale sia causata dai terremoti.

	<i>Percentuale di risposte</i>
Codice 0	38,5
Codice 1	5,3
Codice 2	16,2
Risposte mancanti	39,9
Risposte non valide	

IL DIARIO DI SEMMELWEIS - TESTO 2

Parte delle attività di ricerca condotte nell'ospedale consisteva nella dissezione. Il corpo della persona deceduta veniva sezionato per trovare la causa della morte. Semmelweis riferisce che gli studenti che lavoravano nel primo reparto prendevano parte di solito alle dissezioni dei cadaveri delle donne morte il giorno precedente prima di visitare donne che avevano appena partorito. Non prestavano molta attenzione all'igiene personale dopo la dissezione. Alcuni erano addirittura orgogliosi del fatto che era possibile intuire che avevano lavorato nella camera mortuaria a causa dello sgradevole odore che emanavano, il che voleva essere indice del loro zelo!

Uno degli amici di Semmelweis morì dopo essersi ferito durante una dissezione. La dissezione eseguita sul suo corpo evidenziava gli stessi sintomi delle madri decedute per febbre puerperale. Questo evento fece venire a Semmelweis una nuova idea.

Domanda 51: IL DIARIO DI SEMMELWEIS S195Q04

La nuova idea di Semmelweis si riferisce all'elevata percentuale di donne decedute nei reparti maternità e al comportamento degli studenti.

Qual è questa idea?

	<i>Percentuale di risposte</i>
A. Se gli studenti si lavassero dopo la dissezione, l'incidenza della febbre puerperale diminuirebbe.	
B. Gli studenti non dovrebbero prendere parte alle dissezioni perché potrebbero ferirsi.	
C. Gli studenti hanno un cattivo odore poiché non si lavano dopo la dissezione.	
D. Gli studenti vogliono dimostrare di essere zelanti, il che li rende poco accurati nel visitare le pazienti..	15,7
Risposte mancanti	10,1
Risposte non valide	2,1

Domanda 52: IL DIARIO DI SEMMELWEIS S195Q05- 01 02 11 12 13 14
15 99

Semmelweis riuscì a ridurre il numero di decessi dovuti alla febbre puerperale. Ancora oggi, tuttavia, questa febbre rimane una malattia difficile da eliminare.

Le febbri difficili da curare rappresentano ancora ai nostri giorni un problema negli ospedali. Molte misure di routine servono a tenerlo sotto controllo. Una di queste misure è il lavaggio delle lenzuola a temperature elevate.

Spiega il motivo per cui lavare ad alta temperatura le lenzuola contribuisce a ridurre il rischio per i pazienti di contrarre una febbre.

	<i>Percentuale di risposte</i>
Codice 0	6,7
Codice 1	70,4
<i>Risposte mancanti</i>	22,9
<i>Risposte non valide</i>	

Domanda 53: IL DIARIO DI SEMMELWEIS S195Q06

Molte malattie possono essere curate utilizzando antibiotici. Negli ultimi anni, tuttavia, l'efficacia di alcuni antibiotici contro la febbre puerperale è diminuita.

Qual è la ragione?

	<i>Percentuale di risposte</i>
A. Una volta prodotti, gli antibiotici perdono gradualmente la loro efficacia.	
	4,7
B. I batteri diventano resistenti agli antibiotici.	
	51,7
C. Questi antibiotici costituiscono un rimedio solo contro la febbre puerperale ma non contro altre malattie.	
	9,7
D. La necessità di questi antibiotici si è ridotta poiché negli ultimi anni le condizioni della salute pubblica sono considerevolmente migliorate.	
	21,5
<i>Risposte mancanti</i>	11,2
<i>Risposte non valide</i>	1,1

Guida alla codifica della domanda 50

Domanda 50: IL DIARIO DI SEMMELWEIS

Supponi di essere Semmelweis. Spiega (sulla base dei dati raccolti da Semmelweis) perché è inverosimile che la febbre puerperale sia causata dai terremoti.

SCOPO DELLA DOMANDA: Processo: Trarre/valutare conclusioni
 Tema: Biologia umana
 Area: Scienze in rapporto alla vita e alla salute

Punteggio pieno

Codice 21: Fa riferimento alla differenza del numero di decessi (per 100 parti) rilevato nei due reparti.

- Il fatto che nel primo reparto il tasso di donne morte era più elevato rispetto al secondo reparto mostra chiaramente che questo non ha nulla a che fare con i terremoti.
- Non ci sono state altrettante persone morte nel reparto 2, quindi un terremoto non avrebbe potuto accadere senza causare lo stesso numero di decessi nei due reparti.
- Visto che il secondo reparto non ha avuto un tasso così elevato, forse ha qualcosa a che fare con il reparto 1.
- E' improbabile che la febbre puerperale sia provocata dai terremoti perché il numero di persone decedute è talmente diverso da un reparto all'altro.

Punteggio parziale

Codice 11: Fa riferimento al fatto che i terremoti non si producono spesso.

- E' improbabile che sia dovuto ai terremoti perché i terremoti non si verificano sempre.

Codice 12: Fa riferimento al fatto che i terremoti avrebbero un'influenza anche sulle persone fuori dai reparti.

- Se ci fosse stato un terremoto, anche le donne fuori dall'ospedale avrebbero contratto la febbre puerperale.
- Se la causa fosse un terremoto, il mondo intero contrarrebbe la febbre puerperale ogni volta che si verifica un terremoto (non solo i due reparti).

Codice 13: Fa riferimento all'idea che quando si verifica un terremoto gli uomini non contraggono la febbre puerperale.

- Se un uomo si trovava all'ospedale al momento di un terremoto non contraeva la febbre puerperale, quindi il terremoto non può esserne la causa.
- Perché le ragazze la contraggono, mentre gli uomini no.

Nessun punteggio

Codice 01: Menziona (solamente) che i terremoti non possono essere la causa della febbre.

- Un terremoto non può influenzare una persona o farla ammalare..
- Una piccola scossa non può essere così pericolosa.

Codice 02: Menziona (solamente) che la febbre deve avere un'altra causa (corretta o non corretta).

- I terremoti non emanano gas tossici. Sono provocati dalla formazione di pieghe nella crosta terrestre, le cui falde si urtano.
- Perché queste cose non hanno niente a che fare l'una con l'altra; si tratta semplicemente di superstizione.
- Un terremoto non ha alcun effetto sulla gravidanza. La ragione è che i medici non erano abbastanza specializzati.

Codice 03: Le risposte che sono combinazioni delle categorie 01 e 02.

- E' poco verosimile che la febbre puerperale sia causata da terremoti poiché molte donne muoiono dopo un parto senza problemi. La scienza ci ha insegnato che si tratta di un'epidemia invisibile che uccide le madri.
- La morte è stata provocata da batteri e i terremoti non hanno alcun effetto su di loro.

Codice 04: Altre risposte non pertinenti.

- Penso che doveva trattarsi di un grande terremoto con grosse scosse.
- Nel 1843, i decessi sono diminuiti nel reparto 1 ma non altrettanto nel reparto 2.
- Perché non c'è stato nessun terremoto nei pressi dei reparti e loro l'hanno contratta comunque. *[Nota: l'ipotesi che non c'è stato un terremoto a quel tempo non è corretta].*

Codice 99: Non risponde.

5. 4 Differenze nelle competenze scientifiche funzionali tra aree geografiche e tipi di scuola

Analogamente a quello che si ottiene per le altre prove, di comprensione della lettura e di matematica, anche per quel che riguarda le scienze è importante sottolineare come la variazione tra i risultati ottenuti dagli studenti all'interno della stessa nazione sia molto più ampia della variazione tra le medie delle diverse nazioni. Questo non significa che non sia importante riflettere attentamente sulle differenze esistenti a livello internazionale, date anche le conseguenze che questo può avere su un mercato del lavoro sempre più globale, ma che è importante capire quale siano i fattori interni che permettono di arrivare a risultati significativamente migliori, per poter pianificare correttamente un intervento di sostegno della cultura scientifica nelle nostre scuole.

Se si vanno ad analizzare i livelli di apprendimento, e il punteggio ottenuto, nelle scienze per *macro-area geografica*, Tavola 8, si riconosce che, analogamente alla comprensione della lettura e alla matematica e a quanto già rilevato in altre indagini, i punteggi migliori nelle materie scientifiche si ottengono nel Nord Est e nel Nord Ovest (rispettivamente 517 e 516 di media) seguiti dal Centro (475) dal Sud (451) e dalle Isole (430).

Analizzando invece i punteggi per *tipo di istruzione*, Tavola 10, sono i *Licei* che ottengono risultati migliori (524), seguiti dagli *Istituti tecnici* (474) e dagli *Istituti professionali* (423), mentre la piccola percentuale di ragazzi ancora nella Scuola media ottiene un punteggio medio di 317.

Se si considerano solo gli studenti regolari, cioè coloro che a 15 anni si trovano in II e III Superiore i punteggi migliorano ma l'andamento rimane lo stesso (Tavola 17 Livelli di apprendimento degli studenti in anticipo e regolari per tipo di istruzione): la media nazionale arriva a 491, i Licei passano a 527, i Tecnici a 484 e i Professionali a 434.

Il buon risultato ottenuto dai Licei nonostante la mancanza di una seria offerta curricolare per le scienze è solo in piccola parte attribuibile alla varietà di offerte formative presenti all'interno delle tre ampie suddivisioni della nostra scuola (per cui molti Licei, soprattutto scientifici, sperimentano in varie forme l'inserimento delle scienze integrate nel biennio, mentre tra gli Istituti tecnici sono compresi istituti commerciali, turistici, ecc., con scarsa presenza e ruolo delle scienze). In realtà il relativo 'successo' dei Licei era prevedibile come conseguenza della definizione di 'literacy' scientifica e del tipo di item proposti, per cui risultano avvantaggiati studenti con buona cultura generale, capacità di lettura di testi divulgativi e capacità di argomentazione, spesso collegate nel nostro paese a risorse familiari, economiche e culturali, e a scelte sociali proprie della popolazione liceale.

Il grafico a Tavola 18 (Livelli di apprendimento degli studenti in anticipo e regolari per classe frequentata), che mostra il progresso nel punteggio internazionale nel passaggio dalla seconda alla terza superiore, conferma come, almeno per quel che riguarda le scienze, il contributo della scuola – il valore aggiunto da un anno di scolarità in più a parità di età – riguardi più le competenze generali e trasversali (competenze quindi di comprensione della lettura e matematiche) che la competenza scientifica funzionale: il punteggio relativo alle scienze infatti aumenta di soli 10 punti tra II e III superiore mentre per le stesse classi si ha un aumento di 21 punti per la matematica e di 20 per la comprensione della lettura. E infatti, come abbiamo visto, in pochissimi curricula di

scuola secondaria superiore le scienze procedono con continuità e permettono approfondimenti e collegamenti con la cultura scientifica e tecnologica implicita nella vita quotidiana.

Infine, se si confrontano le scuole pubbliche e le scuole private, nelle aree geografiche del Nord Est e del Nord Ovest in cui questo è stato possibile, si riconosce una sostanziale equivalenza per quel che riguarda i risultati nelle scienze, con un miglior risultato della pubblica nel Nord Ovest (521 contro 517) e un miglior risultato della scuola privata nel Nord Est (537 contro 504) (Tavola 19).

5.5 Fattori che influenzano il livello di competenza scientifica raggiunta: differenze di genere, di status economico e di titolo di studio delle famiglie

Ricerche svolte in passato dalla IEA mostravano come un problema da affrontare, diffuso a livello internazionale, fosse costituito dal minor successo da parte delle ragazze in matematica e nelle materie scientifiche, fenomeno che diveniva più pronunciato con l'aumentare della scolarità.

La Tavola 9 mostra come le studentesse raggiungano in media migliori risultati non solo per quel che riguarda la comprensione della lettura, cosa già nota da altre ricerche, ma anche nelle materie scientifiche: anche se la differenza non è statisticamente significativa, in Italia le ragazze raggiungono in scienze un punteggio medio di 483 punti rispetto ai 474 raggiunti dai maschi (493 rispetto a 489 se si considerano i soli studenti 'regolari').

Questo ribaltamento delle differenze, almeno per quel che riguarda le scienze visto che la matematica rimane un'area di successo soprattutto maschile, è comune a molti altri paesi OCSE, e si propone come elemento di novità rispetto a ricerche precedenti svolte negli anni '80 e '90. Questo diverso risultato in parte può essere spiegato con le diverse scelte di fondo compiute dall'indagine Pisa, che pone l'accento sui processi e sulle applicazioni delle conoscenze scientifiche e non su teorie e concetti astratti, sulle Scienze della vita e della salute rispetto alla Fisica o alla Chimica (aree tradizionalmente di maggior successo per i ragazzi), e che propone una maggiore percentuale di item contestualizzati e aperti rispetto agli item a scelta multipla: tutte scelte cioè che sono più vicine agli interessi e alle modalità di approccio alle materie scientifiche da parte delle ragazze. Questo non esclude che ci siano stati negli ultimi 10 anni effettivi cambiamenti nell'opinione pubblica e nelle scuole che hanno favorito un interesse più marcato delle ragazze rispetto alle scienze, ma soprattutto indica come curricoli e percorsi appropriati possano motivare le ragazze allo studio delle materie scientifiche e come le differenze di rendimento legate al genere siano affrontabili e superabili.

A livello internazionale i risultati ottenuti dagli studenti nel Pisa sono fortemente correlati al livello sociale economico e culturale delle proprie famiglie, e l'Italia non fa eccezione. I dati internazionali mostrano come gli studenti appartenenti al quarto superiore dell'indice socio-economico internazionale calcolato dal Pisa, e relativo all'occupazione dei genitori, ottengano in scienze un punteggio medio di 514 contro un punteggio medio di 451 ottenuto dal quarto inferiore. La differenza è significativa, così come è significativo, anche se all'interno della media dei paesi OCSE, il tasso di variazione associato all'aumento dell'indice: 24.4 punti in più per le scienze per ogni 16.3 unità di variazione dell'indice. Andando più in dettaglio sulle correlazioni con lo stato di occupazione dei genitori, dalla Tavola 12, che riporta l'andamento dei livelli di apprendimento per attività lavorativa dei genitori, emerge come sia soprattutto l'attività

lavorativa della madre, a tempo pieno ma anche a tempo parziale, a essere positivamente correlata con i risultati, anche per quel che riguarda le scienze.

Altri fattori fortemente correlati con i livelli di apprendimento sia a livello internazionale sia a livello nazionale sono i titoli di studio del padre e della madre, Tavola 13. Appare infatti evidente la relazione esistente tra risultati ottenuti nelle scienze e titolo di studio dei genitori, con un significativo incremento di punteggio ottenuto nel caso di madri che abbiano una laurea: la differenza di punteggio medio con studenti le cui madri non abbiano alcun titolo di studio è di 101 punti (511 – 410), mentre nell'analogo caso considerando il titolo di studio dei padri, la differenza è di 85 punti (501 – 414). In particolare il titolo di studio della madre è significativamente correlato, sia a livello nazionale sia a livello internazionale con il superamento dei livelli più bassi di rendimento.

Infine un indice importante del livello culturale della famiglia, e fortemente correlato con i livelli di apprendimento, è il numero di libri posseduto a casa, Tavola 14, per cui gli studenti appartenenti a famiglie con un numero di libri superiore a 100, ottengono in scienze risultati al disopra della media nazionale.

Nonostante l'importanza dei fattori famigliari, il sistema educativo nazionale può avere un forte ruolo, e i dati del Pisa lo confermano, nel moderare l'impatto dei fattori sociali, economici e culturali di partenza sui livelli di apprendimento degli studenti, soprattutto se riesce ad equilibrare le differenze tra scuole, fornendo maggiori risorse laddove le situazioni famigliari sono più difficili e sfavorevoli, e controllando la presenza di alcune caratteristiche di qualità (in particolar modo motivazione e preparazione degli insegnanti e effettiva possibilità a scuola di usare le risorse) così da evitare di ridurre le disuguaglianze semplicemente livellando verso il basso, come pare sia la situazione attuale in Italia per le materie scientifiche.

Soprattutto un diverso peso delle materie scientifiche all'interno della scuola italiana, e un impegno in una formazione e un aggiornamento degli insegnanti più aperti all'uso, e non solo alla conoscenza, delle discipline e più orientati alla costruzione dei processi propri dell'indagine scientifica e della valutazione e comunicazione dei risultati, potrebbero portare in tempi relativamente brevi l'Italia ad un salto di qualità all'interno delle comparazioni internazionali.