

PISA 2015: scienze naturali

Confronti tra il Ticino, le regioni svizzere, le regioni italiane e alcuni paesi

Sandra Fenaroli, Miriam Salvisberg, Luca Reggiani e Francesca Crotta



Proposta di citazione:

Fenaroli, S., Salvisberg, M., Reggiani, L. & Crotta, F. (2019). *PISA 2015: scienze naturali. Confronti tra il Ticino, le regioni svizzere, le regioni italiane e alcuni paesi*. Locarno: Centro innovazione e ricerca sui sistemi educativi.

Locarno, 2019

CIRSE - Centro innovazione e ricerca sui sistemi educativi

Piazza San Francesco 19, 6600 Locarno

dfa.cirse@supsi.ch

Responsabilità del progetto: Miriam Salvisberg

Ricercatori coinvolti: Sandra Fenaroli, Francesca Crotta

Impaginazione: Selene Dioli, Jessica Gallarate (REC)

Ringraziamenti

Agli allievi, ai docenti e alle direzioni degli istituti scolastici che hanno partecipato all'indagine 2015;

ai collaboratori esterni intervenuti nel corso dell'indagine (somministratori e codificatori);

al supporto Gestione Amministrativa delle Scuole – Gestione Allievi e Gestione Istituti (GAS-GAGI);

al Centro di risorse didattiche e digitali (CERDD) per aver messo a disposizione computer portatili e un supporto informatico a tutto campo;

agli esperti di scienze per i loro suggerimenti;

a Manuela Lagattola, assistente ricercatrice al CIRSE che durante l'indagine ha curato le relazioni con le scuole e coordinato le somministrazioni.

Sommario

1	Introduzione.....	7
2	Cultura scientifica in PISA 2015.....	11
3	Risultati generali in scienze naturali.....	15
3.1	Livelli di competenza.....	21
3.2	Prestazioni medie secondo le caratteristiche degli allievi.....	26
3.3	Competenze, conoscenze e sistemi in scienze naturali	36
4	Il quadro teorico di PISA 2015 e l'educazione scientifica in Ticino.....	37
4.1	La cultura scientifica di PISA 2015 e il piano di formazione a confronto.....	37
4.2	Item di PISA 2015 e prove cantonali a confronto	41
4.3	I risultati PISA 2015 e l'educazione scientifica in Ticino	44
4.4	Prospettive future: il modello svizzero di competenza a seguito della riforma HarmoS.....	46
5	La matematica in PISA 2015.....	49
5.1	Cultura matematica.....	49
5.2	Risultati generali in matematica	50
6	La lettura in PISA 2015	57
6.1	Cultura in lettura.....	57
6.2	Risultati generali in lettura.....	58
7	Conclusioni.....	65
	Glossario.....	67
	Allegati.....	69
	Esempi di esercizi al computer in scienze naturali (OECD, 2015)	69
	Indice delle figure	75
	Indice dei grafici.....	75
	Indice delle tabelle.....	76
	Bibliografia e sitografia	77

1 Introduzione

Che cos'è PISA?

Dall'anno 2000, la Svizzera partecipa sistematicamente all'indagine PISA (*Programme for International Student Assessment*), promossa dall'OCSE (Organizzazione della Cooperazione dello Sviluppo Economico)¹. L'indagine, che si svolge ogni tre anni, consiste in un test standardizzato sostenuto da allievi quindicenni² in tre ambiti specifici: le scienze naturali, la matematica e la comprensione dello scritto (lettura). In ogni edizione, un ambito è studiato in maniera più approfondita rispetto agli altri due: nel 2015 si è trattato delle scienze naturali. L'ultimo test con interesse specifico per le scienze risale al 2006.

L'obiettivo di PISA è di valutare le competenze dei giovani alla fine della loro scolarità obbligatoria e di capire in quale misura essi sappiano utilizzare le competenze acquisite. La domanda "cosa è importante conoscere e saper fare per i cittadini?" (OCDE, 2016b, p.10) è il fondamento basilare dell'indagine ed è rimasta invariata fin dal primo test svolto nel 2000.

PISA si basa sul concetto di *literacy*, cioè sul modo in cui i giovani riescono ad utilizzare le conoscenze per applicarle a situazioni più o meno familiari che possono presentarsi dentro o fuori al contesto scolastico. "Con questa indagine non si analizzano, quindi, le modalità di raggiungimento delle finalità e dei contenuti curriculari previsti dai vari ordini scolastici. L'interesse è rivolto piuttosto a determinare in quale misura i ragazzi dispongano di competenze tali da consentire loro di affrontare con successo le sfide scolastiche, umane e professionali e di partecipare attivamente alla vita sociale" (Consorzio PISA.ch, 2013, p.1).

PISA è un'indagine internazionale alla quale partecipano sempre più Paesi: nel 2015 hanno partecipato in totale 72 Paesi (membri e non membri dell'OCSE). Un aspetto importante di PISA è il confronto a livello internazionale dei risultati, che dà la possibilità di ragionare sul proprio sistema educativo paragonandolo agli altri. L'indagine ha anche lo scopo di mettere in relazione le competenze dei giovani con le caratteristiche individuali o contestuali che li rappresentano, come ad esempio il loro livello socioeconomico, il genere o le infrastrutture tecnologiche messe a disposizione dalle scuole, permettendo così di riflettere sul sistema educativo di ogni Paese.

In PISA 2015 sono stati apportati diversi cambiamenti (OCDE, 2016b; Consorzio PISA.ch, 2018). Innanzitutto il quadro teorico di scienze è stato aggiornato con le più recenti conoscenze e capacità considerate importanti per i quindicenni per partecipare pienamente nella società del domani (OCDE, 2016b). In secondo luogo, la maggior parte dei Paesi è passata dalla somministrazione del test PISA dal formato cartaceo a quello digitale. Ciò ha permesso l'introduzione di simulazioni di situazioni sperimentali di laboratorio o di eventi naturali altrimenti non proponibili in una modalità "carta e penna" (per un esempio vedere l'allegato). Infine, vi sono state variazioni anche a livello di analisi e di test design riguardanti il numero e l'ordine degli esercizi sottoposti agli allievi.

¹ OCSE è la sigla in italiano che corrisponde all'abbreviazione inglese OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). Le principali informazioni di riferimento riguardo all'indagine PISA sono consultabili al sito internet <https://www.oecd.org/pisa/>.

² Si utilizza il termine "quindicenni" per comodità, anche se per essere più precisi gli allievi testati hanno un'età compresa tra i 15 anni e 3 mesi e i 16 anni e 2 mesi. Il punto di riferimento è la data di nascita che, per PISA 2015, include gli allievi nati nel 1999. Nella maggior parte dei Paesi gli allievi di quest'età hanno terminato la scuola obbligatoria.

Dal cartaceo al digitale

Anche la Svizzera è passata dal test cartaceo a quello digitale, svolto al computer³. Gli esercizi di tutti e tre gli ambiti sono stati adattati per la versione digitale. Durante il test pilota del 2014, sono stati somministrati test sia in formato cartaceo sia in formato digitale per studiare l'effetto di questa nuova modalità di somministrazione. Nonostante lo studio dei risultati del test pilota e dell'esistenza di varie ricerche sul tema, la reale portata del passaggio dalle indagini in forma cartacea a quella elettronica non è ancora del tutto chiara. Quel che è certo è che, pur misurando gli stessi costrutti, in tutti gli ambiti la compilazione degli esercizi al computer risulta in media un po' più difficile rispetto a quella cartacea (Consorzio PISA.ch, 2018). Per molti Paesi, tra cui la Svizzera, il passaggio dal cartaceo al digitale ha implicato una gestione diversa nella somministrazione del test, svoltasi con il supporto di memorie esterne USB da inserire nei computer presenti nelle scuole.

Modifiche nel campione PISA 2015 in Svizzera e in Canton Ticino

L'Assemblea plenaria del 25 ottobre 2012 della CDPE (Conferenza dei direttori della pubblica educazione⁴) ha deciso che la Svizzera avrebbe partecipato a PISA 2015 con un solo campione rappresentativo di giovani quindicenni che inglobasse tutte le regioni linguistiche della Svizzera.

Fino al 2012, vi era anche un campione supplementare rappresentativo di allievi dell'ultimo anno della scuola dell'obbligo, e cioè del nono anno scolastico (11° anno HarmoS) che, di conseguenza, potevano avere età diverse a seconda del sistema educativo cantonale di riferimento. In PISA 2015 il campione svizzero è stato ridotto e, a differenza delle indagini precedenti, si è rinunciato alla campionatura supplementare che permetteva di confrontare gli allievi delle regioni linguistiche svizzere e dei cantoni alla fine della scolarità obbligatoria. Ciò implica che il campione del Canton Ticino è diverso rispetto alle indagini precedenti. Dal 2000 al 2012, il campione per il Canton Ticino era costituito solo da **allievi di quarta media** (nono anno scolastico - 11° anno HarmoS), e cioè allievi nati in anni diversi e con un'età media di 15 anni e 1 mese. Il campione ticinese di PISA nel 2015 è invece costituito solo da allievi **nati nel 1999** (parametro utilizzato in tutti i partecipanti all'indagine PISA), che hanno dunque un'età media di 15 anni e 8 mesi: una parte di esso è sempre costituita da allievi che frequentano le scuole medie, ma la maggior parte le ha terminate ed è inserita nei settori post-obbligatorie.

La procedura di campionamento utilizzata in PISA prevede un campionamento casuale stratificato in due momenti: dapprima si estraggono gli istituti scolastici e in seguito gli allievi che li frequentano. Per il campione svizzero, il numero complessivo delle scuole da selezionare è stato suddiviso nelle tre regioni linguistiche proporzionalmente al numero di allievi quindicenni iscritti. Di conseguenza è possibile avere dei campioni rappresentativi delle regioni linguistiche⁵.

Inoltre, il Ticino è stato l'unico cantone a richiedere espressamente un campione di quindicenni che fosse rappresentativo anche a livello cantonale, in modo da avere la possibilità di confrontare i propri risultati cantonali a livello internazionale.

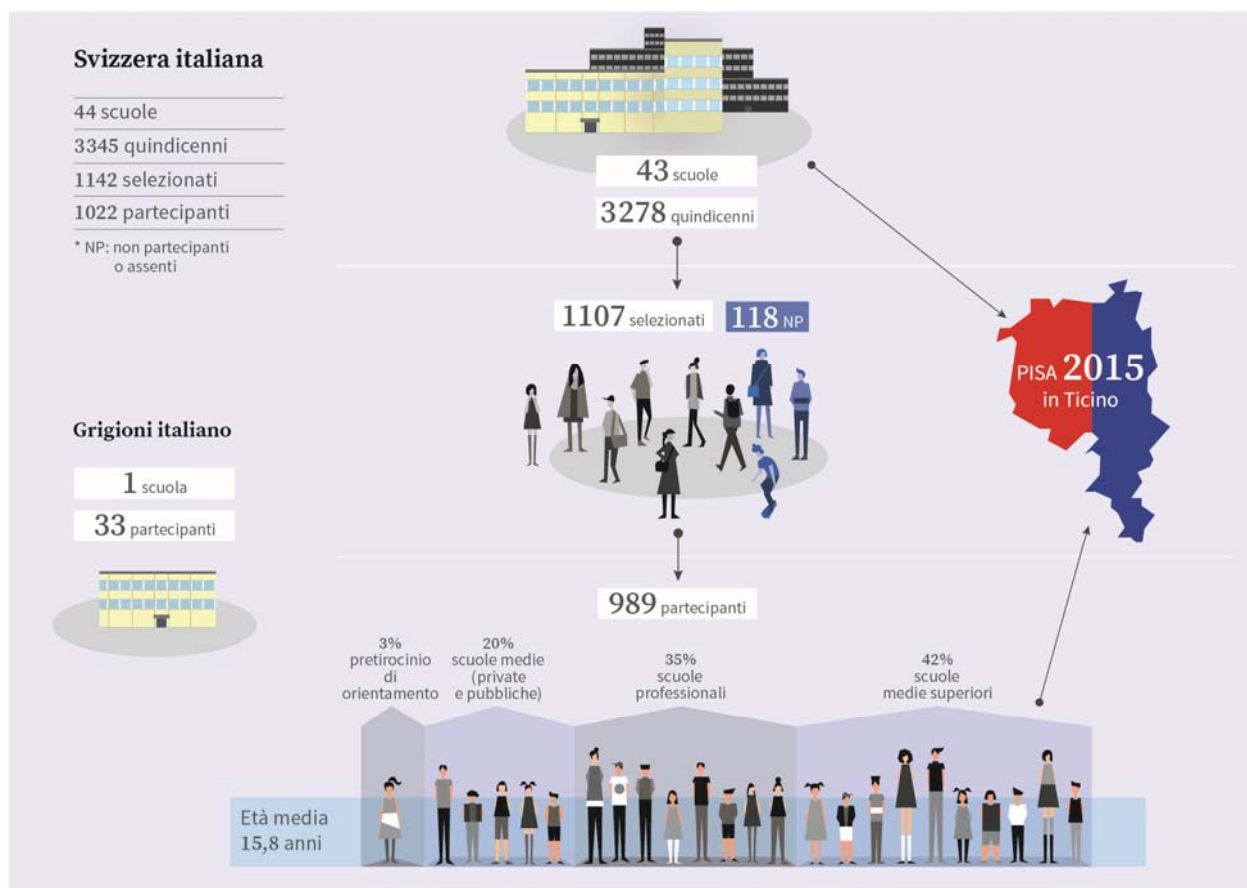
Visti questi cambiamenti, i risultati ticinesi di PISA 2015 possono essere confrontati direttamente con quelli degli altri Paesi. Non è invece possibile paragonare i campioni del Canton Ticino dal 2000 al 2012 con quello del 2015 a causa della loro natura differente. Si prospetta dunque una nuova fase per le indagini PISA per il Canton Ticino.

³ 57 Paesi hanno condotto l'indagine PISA 2015 in formato elettronico e 15 Paesi in formato cartaceo.

⁴ Maggiori informazioni sulla CDPE sono disponibili al sito internet <http://www.edk.ch>.

⁵ Per maggiori dettagli sulla descrizione del campione svizzero e sulla procedura di campionamento cfr. Consorzio PISA.ch, 2018.

Figura 1.1: Campione del Canton Ticino per PISA 2015



Nella figura 1.1 sono rappresentati i principali dati riguardanti il campione ticinese, che, con una scuola del Grigioni italiano, compone il campione della Svizzera italiana. È opportuno sottolineare che il principio della campionatura, come definito in PISA, si basa sull'estrazione casuale delle scuole e degli allievi attingendo alla popolazione totale disponibile sul territorio. Il campione ticinese è dunque rappresentativo della popolazione di scuole e di quindicenni del cantone. In Ticino, 989 allievi hanno effettivamente partecipato all'indagine e provengono da diverse tipologie di scuola: il 42% proviene dalle scuole medie superiori, il 35% dalle scuole professionali, il 20% dalle scuole medie (private e pubbliche) e un 3% dal Pretirocinio di orientamento. Queste percentuali sono rappresentative della distribuzione reale dei quindicenni provenienti dalle tipologie di scuola menzionate.

Il prossimo capitolo propone una panoramica di come è definita la cultura scientifica e il quadro teorico in PISA per l'indagine svolta nel 2015. Nel terzo capitolo, i risultati in scienze naturali del Canton Ticino sono confrontati con alcuni Paesi di riferimento, con le regioni linguistiche svizzere e con due regioni e due province italiane. Nel quarto capitolo i risultati di scienze sono messi in relazione con l'educazione scientifica ticinese. Il quinto e il sesto capitolo mostrano i risultati in matematica e lettura del Canton Ticino a confronto con i Paesi di riferimento, le regioni linguistiche svizzere e le regioni italiane.

2 Cultura scientifica in PISA 2015

Il concetto *scientific literacy*, usato dal Consorzio internazionale per inserire in un quadro generale dell'educazione scientifica nei test PISA, è stato tradotto in italiano con *cultura scientifica*, allineandosi alla traduzione francese di *culture scientifique*. Si è preferita questa espressione in alternativa ad *alfabetizzazione scientifica*, anch'essa usata in italiano, ma che può essere riduttiva rispetto al concetto più articolato e complesso che le è stato attribuito già a partire dagli anni '50 dello scorso secolo dalla letteratura anglosassone (DeBoer, 2000). L'analisi dettagliata della *scientific literacy* condotta da DeBoer (2000) permette di inquadrarla negli aspetti culturali fondanti e avvalorare la scelta lessicale di cultura scientifica:

“Insegnare e imparare le scienze come una forza culturale nel mondo moderno. Le scienze meritano un posto nei piani di studio sulla base della loro importanza in quanto parte del nostro patrimonio intellettuale. È una grande parte della nostra esperienza culturale che va trasferita di generazione in generazione. Almeno dalla metà del diciannovesimo secolo i sostenitori delle scienze hanno argomentato che un individuo ben informato, acculturato e letterato deve sapere qualcosa su come funziona il mondo naturale, sul modo di pensare scientifico e sull'effetto delle scienze sulla società”. (DeBoer, 2000, pp. 591 – 592, tda)

Fin dai primi rilevamenti PISA, gli esperti di scienze coinvolti hanno elaborato un concetto di cultura scientifica che è poi maturato nel corso delle indagini. Il quadro di riferimento per l'indagine del 2015 è stato ulteriormente sviluppato rispetto a quello del 2006 (ultimo rilevamento centrato sulle scienze) e rappresenta allo stato attuale la sintesi completa di quanto elaborato nel corso delle indagini precedenti. In particolare, il concetto di cultura scientifica è stato esteso mettendo in relazione in modo esplicito le scienze con la tecnologia, la definizione di conoscenze scientifiche è stata specificata in dettaglio e sono stati meglio definiti i contesti di riferimento in cui sono stati sviluppati gli esercizi.

L'analisi di PISA sull'educazione scientifica così come proposta nei vari sistemi educativi del mondo, identifica due tendenze contrapposte, ma non incompatibili:

- la comprensione delle scienze è indispensabile per formare dei cittadini consapevoli e rientra nel contesto di formazione generale di educazione alla cittadinanza;
- l'educazione scientifica dovrebbe preparare nuove generazioni di scienziati (OECD, 2016a).

L'intenzione di PISA è di trovare una zona d'intersezione tra le due tendenze. È stato quindi posto l'accento sull'apprendimento attraverso l'esperienza e su nuovi modelli pedagogici che rispondano anche ai bisogni educativi di quegli allievi che non si dedicheranno in modo specifico allo studio delle scienze. Così come intesa dal PISA, l'educazione scientifica raggiunge il suo principale obiettivo quando i giovani diventano utilizzatori informati e critici delle conoscenze scientifiche.

Per questo motivo è necessario che nel corso dell'educazione scientifica gli allievi siano messi nella condizione di sviluppare tre competenze (OECD, 2016a, p. 20):

- spiegare i fenomeni in modo scientifico: riconoscere, proporre e valutare delle tesi che spiegano una serie di fenomeni naturali e tecnologici;
- valutare e progettare delle ricerche scientifiche: descrivere e valutare delle ricerche scientifiche e proporre metodi per rispondere alle domande in modo scientifico;
- interpretare i dati e i fatti in modo scientifico: analizzare e valutare i dati, delle tesi o degli argomenti presentati in forme diverse e trarne delle conclusioni scientifiche appropriate.

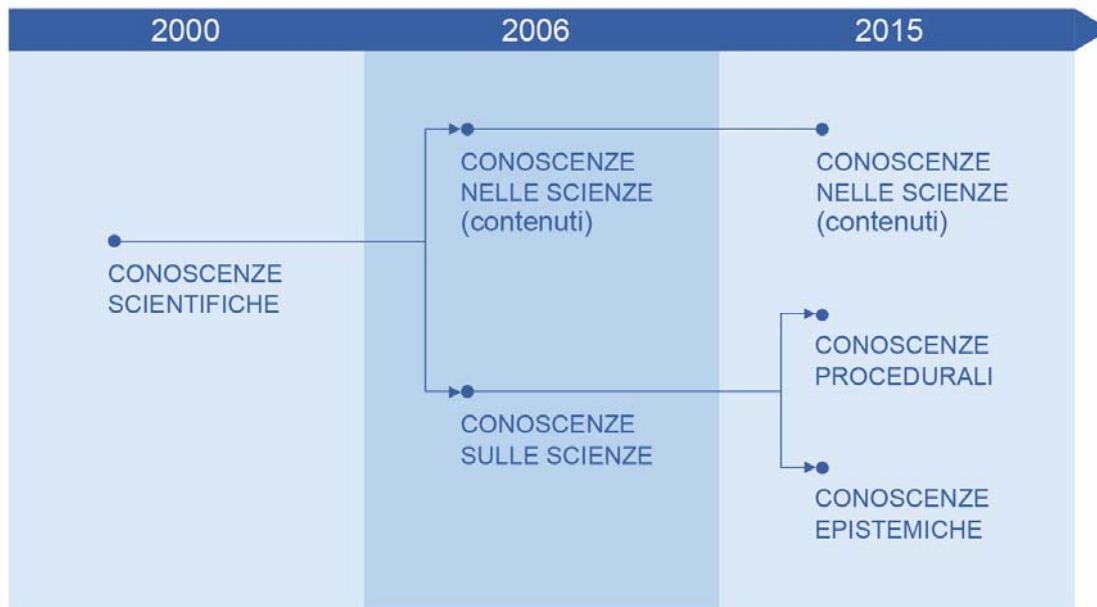
Nel manifestare queste tre competenze, i quindicenni devono ricorrere alle loro conoscenze scientifiche. L'educazione scientifica per l'indagine PISA 2015 include tre tipi di conoscenze:

- conoscenze di contenuto;
- conoscenze procedurali;
- conoscenze epistemiche.

Come mostrato nella figura 2.1, il concetto di conoscenze scientifiche si è evoluto nel corso delle inchieste PISA (OECD, 2016a, pp. 24-25): nei primi rilevamenti erano intese in senso generico quali conoscenze scientifiche, senza distinzione tra conoscenze disciplinari sui contenuti scientifici (conoscenze nelle scienze) e conoscenze sulle scienze (questa distinzione è stata introdotta nel quadro di riferimento del

rilevamento del 2006). Le conoscenze di contenuto (conoscenze nelle scienze) si rifanno essenzialmente alle conoscenze disciplinari, mentre la definizione di conoscenze sulle scienze è stata ulteriormente affinata nel 2015, distinguendo le conoscenze procedurali (conoscenza dei concetti e delle procedure essenziali per un approccio scientifico) e le conoscenze epistemiche (conoscenze sulle strutture e sugli attributi implicati in un approccio scientifico e sul loro ruolo per stabilire l'attendibilità dei risultati)⁶.

Figura 2.1: Evoluzione delle conoscenze nelle indagini PISA



La cultura scientifica di PISA 2015 include anche i contesti nei quali le competenze e le conoscenze sono applicate. I diversi contesti sono utilizzati per inserire i problemi e le situazioni rilevanti per le scienze negli stimoli introduttivi degli item⁷. Si parte dal contesto ristretto della sfera personale, per passare al locale/nazionale (che in PISA 2006 era definito sociale) fino a raggiungere quello mondiale. PISA intende valutare come i giovani riescano ad applicare competenze e conoscenze nei tre diversi contesti cercando di rispettare le particolarità (cultura, lingua, ecc.) dei Paesi partecipanti all'indagine (OECD, 2016a, p.22).

Il modello di cultura scientifica per l'indagine PISA 2015 si completa con l'ultimo aspetto valutato, già presente nel 2006: l'attitudine degli allievi verso le scienze. L'attitudine rivela l'interesse e l'importanza che i giovani assegnano alle scienze nella loro sfera personale e nella società e a come queste influiscano su uno stile di vita sostenibile per l'ambiente. Un giovane manifesta la sua cultura scientifica anche attraverso il valore attribuito ai metodi scientifici, all'interesse manifestato per i temi scientifici, e da come riesce ad interrogarsi in modo critico sui problemi nei quali convergono aspetti legati alle tecnologie, alle risorse e all'ambiente. PISA ritiene che la formazione obbligatoria svolga un ruolo decisivo per sviluppare negli allievi queste attitudini che diventano un parametro di riferimento per stabilire la riuscita dell'educazione scientifica nell'arco della scolarità obbligatoria.

A differenza dell'indagine del 2006, nel 2015 l'attitudine per le scienze è stata valutata attraverso il questionario allievi e non è inclusa negli esercizi cognitivi del test (OECD, 2016a, p.25).

⁶ Maggiori dettagli sulle componenti principali dei tre tipi di conoscenze considerati sono consultabili in OECD, 2016a, pp. 28-31.

⁷ In PISA gli item, a volte detti esercizi, sono le domande che compongono il test degli allievi. Questi item sono ripartiti in unità, ovvero in gruppi di una o più domande basate sullo stesso stimolo che contestualizza l'esercizio (ad esempio un grafico, un testo, una tabella).

La cultura scientifica per l'indagine 2015 si articola pertanto su quattro aspetti interdipendenti:

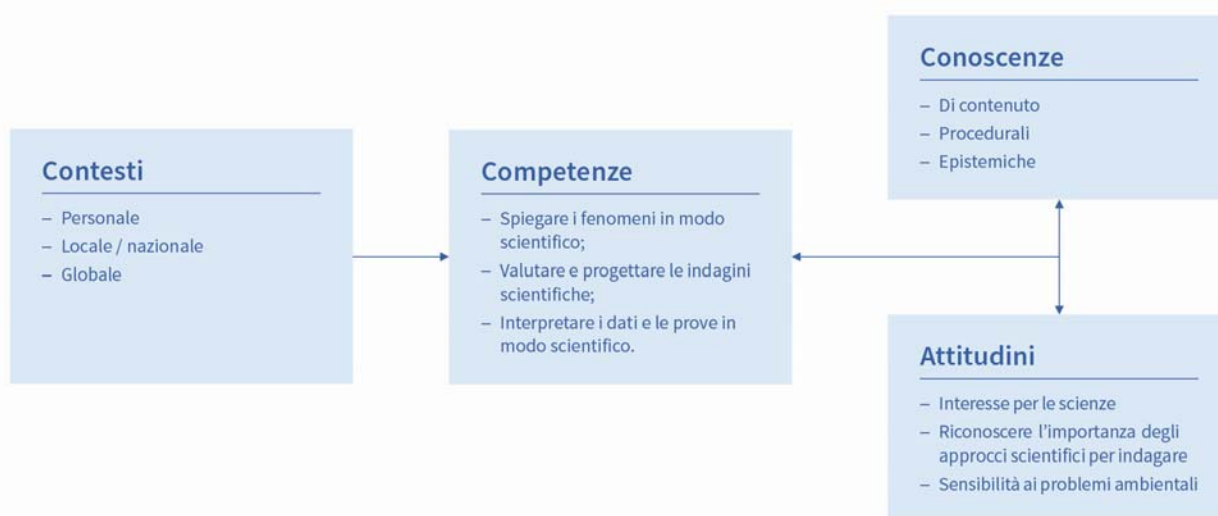
- competenze;
- conoscenze;
- contesti;
- attitudini.

La tabella 2.1 riassume i quattro aspetti mentre la figura 2.2 mostra le relazioni tra di essi.

Tabella 2.1: Aspetti del modello di cultura scientifica in PISA 2015 (OECD, 2016a, p.25)

Competenze	La capacità di spiegare i fenomeni con un approccio scientifico, impostare/progettare e valutare un'indagine scientifica, interpretare i dati delle indagini/ricerche con un approccio scientifico.
Conoscenze	Comprensione dei fatti, dei concetti e delle teorie più importanti alla base del pensiero scientifico. Più in particolare le conoscenze sul mondo naturale e sugli artefatti tecnologici (conoscenze di contenuto), le procedure secondo le quali queste conoscenze si sono prodotte (conoscenze procedurali), gli elementi che giustificano queste procedure e i principi che le sottendono (conoscenze epistemiche).
Contesti	Problematiche attuali o passate rientranti nella sfera privata, locale/nazionale e globale che richiedono una certa comprensione della scienza e della tecnica.
Attitudini	L'interesse e l'impegno verso le scienze e le tecnologie; il valore attribuito ai metodi scientifici, la percezione e la sensibilità verso le problematiche ambientali.

Figura 2.2: Modello di cultura scientifica in PISA 2015 (OECD, 2016a, p.25)



Gli esercizi per le scienze naturali di PISA sono costruiti partendo da situazioni e stimoli che traggono ispirazione diretta dal mondo reale e che permettono di tener conto contemporaneamente degli aspetti di contesto, di conoscenza e di competenza. Le situazioni scelte sono inserite in tre sistemi disciplinari propri delle scienze, entro i quali sono valutate le competenze e le conoscenze (OCDE, 2016a, p. 58):

- Sistemi fisici (fisica e chimica).
- Sistemi dei viventi (biologia).
- Sistemi terrestri e cosmici.

Sono stati scelti alcuni esempi di esercizi (Vedi allegati) per mostrare concretamente come il modello di cultura scientifica definito da PISA sia stato applicato nell'indagine 2015. Gli esercizi sono stati selezionati in maniera da presentare almeno un'applicazione nelle tre competenze scientifiche, nei tre tipi di conoscenze e per tre livelli di carico cognitivo (*depth of Knowledge*).

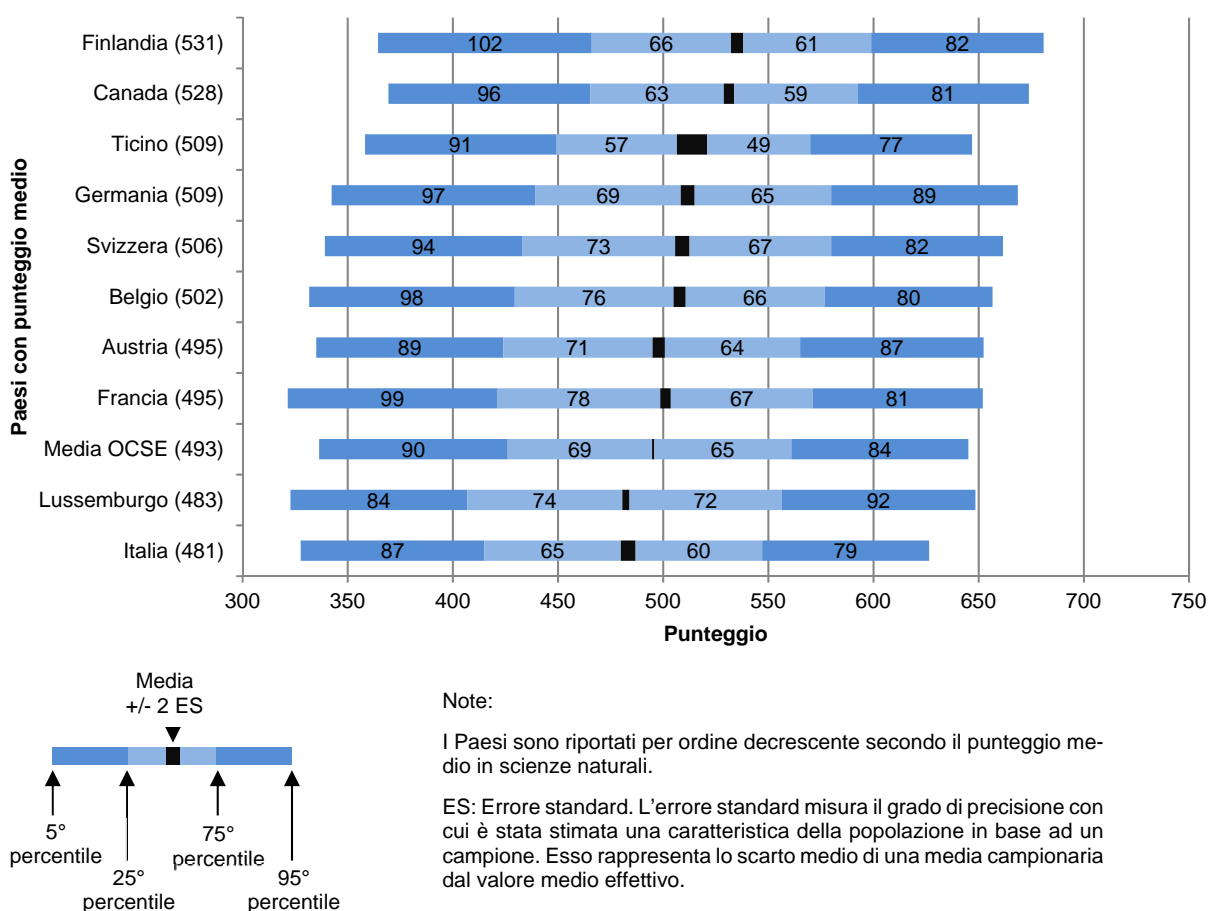
3 Risultati generali in scienze naturali

Siccome in PISA 2015 il Ticino ha un campione rappresentativo di quindicenni del cantone, le analisi presenti in questo rapporto si focalizzano sul confronto dei risultati ticinesi con quelli dei Paesi di riferimento⁸, con le regioni linguistiche svizzere e con le regioni italiane.

Il Ticino, con una media di 509 punti⁹, si situa sopra la media OCSE (493 punti) in maniera statisticamente significativa.

Nove Paesi ottengono una media superiore a quella ticinese¹⁰. Tra questi figurano, oltre a sei Paesi dell'Estremo Oriente e all'Estonia, due dei Paesi di riferimento: la Finlandia (531) e il Canada (528). In tutto, quindici Paesi, compresi un Paese di riferimento (la Germania con 509 punti) e la Svizzera (con una media di 506 punti), registrano una media che non si distingue significativamente da quella ticinese. I restanti quarantasette Paesi raggiungono una media significativamente inferiore a quella ticinese. Tra questi figurano ad esempio Belgio (502 punti), Austria (495 punti), Francia (495 punti), Lussemburgo (483 punti) e Italia (481 punti).

Grafico 3.1: Prestazioni medie e dispersione in scienze naturali - Ticino e Paesi di riferimento



⁸ I Paesi a confronto con il Ticino sono quelli utilizzati nei paragoni svolti con la Svizzera che di norma sono limitati a pochi Paesi e che rivestono un particolare interesse per la Svizzera: i Paesi confinanti (Italia, Francia, Austria, Germania), Belgio, Lussemburgo, Canada e Finlandia. Belgio, Lussemburgo e Canada sono stati selezionati perché analogamente alla Svizzera sono Paesi plurilingui. La Finlandia è stata inclusa nei Paesi di riferimento in quanto ottiene i risultati globalmente migliori in Europa. I risultati della Svizzera sono composti dai risultati di tutte le regioni linguistiche svizzere e dunque contengono anche i risultati del Ticino.

⁹ Per una definizione della scala PISA sul punteggio vedere il glossario.

¹⁰ In OCDE (2016b). *Résultats du PISA 2015 (Volume I) : L'excellence et l'équité dans l'éducation*. Paris: PISA, Editions OCDE, si trovano i punteggi medi di tutti i Paesi partecipanti all'indagine.

Equità

L'equità è un concetto importante per il sistema educativo ticinese, scritto di fatto nella legge della scuola: "(...) In particolare la scuola, interagendo con la realtà sociale e culturale e operando in una prospettiva di educazione permanente: (...) promuove il principio di parità tra uomo e donna, si propone di correggere gli scompensi socio-culturali e di ridurre gli ostacoli che pregiudicano la formazione degli allievi" (Legge della scuola, 2/1990).

Con una prospettiva analoga, in PISA l'equità è definita nel "dare a tutti le stesse possibilità formative in termini di qualità, indipendentemente da fattori quali il genere o la condizione socioeconomica dell'allievo" (OCDE, 2016b, p. 212).

Questa definizione si allinea con quanto viene auspicato dalle Nazioni Unite nel quadro dello sviluppo sostenibile nell'obiettivo 4: "Fornire un'educazione di qualità, equa ed inclusiva, e opportunità di apprendimento per tutti" (Centro regionale di informazione delle Nazioni Unite, n.d.).

In PISA l'equità è costituita da due dimensioni: l'inclusione e l'uguaglianza. L'inclusione consiste nel "garantire che tutti gli allievi acquisiscano le competenze fondamentali", mentre l'uguaglianza focalizza l'attenzione sulla misura in cui "i risultati degli allievi sono l'esito delle loro attitudini e di fattori sui quali essi possono avere un'influenza, ad esempio la loro volontà o i loro sforzi" invece di essere condizionati da caratteristiche contestuali (ad esempio il genere, lo status migratorio o la loro condizione socioeconomica) sulle quali gli allievi non hanno nessun potere (OCDE, 2016b, p. 213).

L'indagine PISA misura l'equità di un sistema educativo attraverso alcuni indicatori, due dei quali sono stati analizzati in questo rapporto:

- la soglia delle competenze degli allievi (in termini di inclusione, vedi capitolo 3.1)
- la dispersione dei punteggi (in merito all'uguaglianza vedi capitolo 3.2 per un'analisi di alcune caratteristiche individuali)

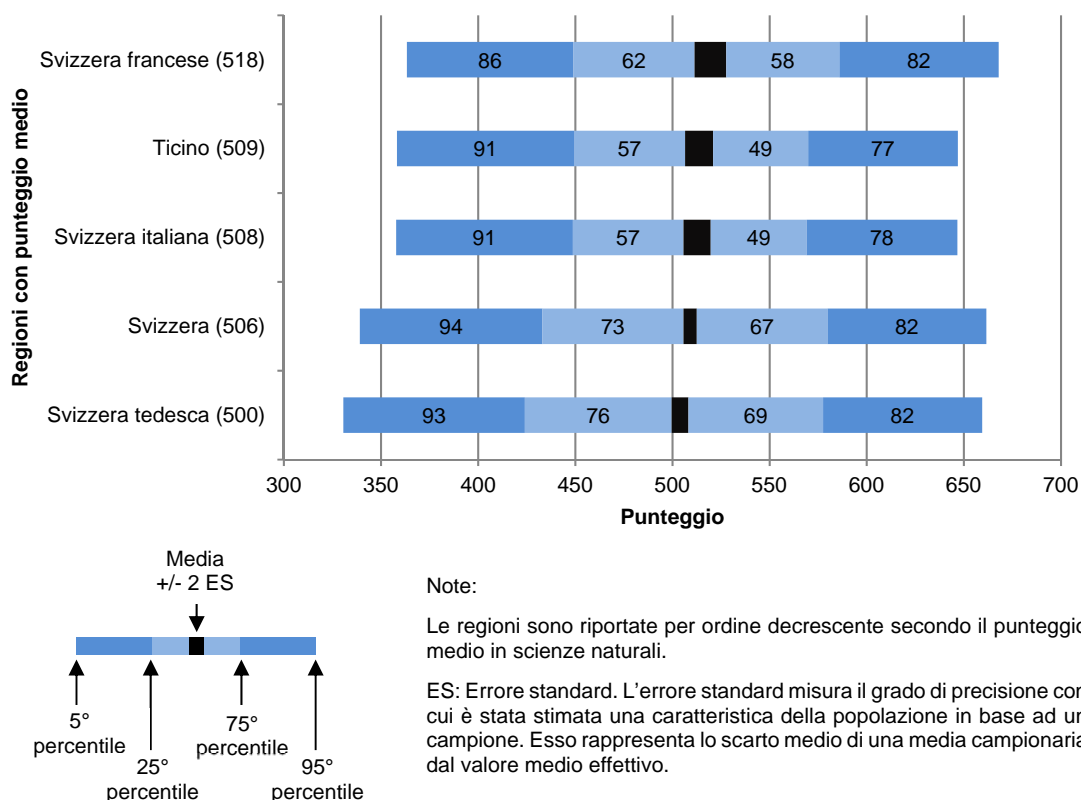
Il grafico 3.1, oltre alle prestazioni medie degli allievi, presenta la dispersione dei punteggi, ovvero la distribuzione dei punteggi dei singoli allievi rispetto al punteggio medio. Se un Paese ha una grande dispersione, significa che esiste un'ampia distanza tra i punteggi più bassi e quelli più alti. I punteggi sono stati suddivisi in quattro parti uguali (ognuna contenente 25% dei risultati). Queste parti sono chiamate percentili¹¹. Sono poi state tolte le due estremità (i punteggi racchiusi nel 5% degli allievi con i punteggi più bassi e quelli più alti). Di conseguenza rimangono i punteggi del 90% degli allievi suddivisi in quattro parti. Per ognuna di esse, nel grafico 3.1, è stata esplicitata la differenza tra il punteggio minore e il punteggio maggiore ottenuti dagli allievi inclusi in quell'intervallo. Ad esempio, si può osservare che in Ticino la differenza di punteggio tra gli allievi più competenti (compresi tra il 75° percentile e il 95° percentile) è di 77 punti, cifra che corrisponde alla dispersione più bassa per questa sezione rispetto agli altri Paesi di riferimento. Nel grafico 3.1 si osserva anche che in Ticino nel 90% degli allievi esiste una differenza di 289 punti tra il punteggio più basso (5° percentile) e quello più alto (95° percentile). È la differenza più bassa rispetto a tutti i Paesi di riferimento: la Germania e la Svizzera, che ottengono una media non statisticamente differente dal Ticino, hanno il 90% di allievi racchiusi rispettivamente in 326 punti e 322 punti, mentre la Finlandia in 316 punti e il Canada in 305 punti. Si nota che il punteggio minore ottenuto in Ticino (358) è il più alto rispetto a quello di tutti gli altri Paesi di riferimento tranne che per la Finlandia (364) e il Canada (369). Tuttavia il punteggio ticinese più alto (647) è uno dei più bassi rispetto agli altri Paesi. Questa prima analisi permette di costatare che il sistema educativo ticinese presenta una minor dispersione rispetto ai Paesi di riferimento e che quindi esso riesce a contenere meglio le disparità tra gli allievi. Si nota tuttavia già da questo primo grafico che in Ticino gli allievi molto performanti (inclusi dal 75° percentile in poi) ottengono punteggi massimi più bassi rispetto a quelli degli altri Paesi.

¹¹ Per una definizione dei percentili vedere il glossario.

Per la prima volta da quando la Svizzera partecipa all'indagine PISA, si possono effettuare confronti tra regioni linguistiche svizzere fondandosi sui risultati di giovani quindicenni nati nello stesso anno (ma che frequentano anni scolastici diversi). Fino a PISA 2012 si sono svolti paragoni tra le regioni linguistiche sulla base di allievi che frequentavano lo stesso anno scolastico (11° anno HarmoS), ma con età diverse.

Nei grafici che presentano le analisi tra le regioni linguistiche svizzere si è deciso di rappresentare anche la Svizzera italiana sebbene essa abbia perlopiù risultati analoghi a quelli del Ticino¹².

Grafico 3.2: Prestazioni medie e dispersione in scienze naturali - Ticino e regioni linguistiche svizzere



Gli allievi della regione linguistica francese ottengono il punteggio medio più alto in scienze naturali (518), significativamente differente solamente da quello della Svizzera tedesca (500). La Svizzera italiana registra una media di 508 punti e il Ticino di 509 punti, senza distinguersi significativamente dalle altre regioni e dalla Svizzera.

Per quanto riguarda la dispersione dei punteggi, la Svizzera italiana e il Ticino hanno la differenza minore tra il punteggio più basso e quello più alto (289 punti entrambi). La Svizzera ha le prestazioni del 90% di allievi racchiuse in 322 punti, la Svizzera tedesca in 329 punti e la Svizzera francese in 305 punti. Riguardo a questo indicatore, la Svizzera italiana si rivela essere la regione linguistica svizzera più equa, fatto che era emerso già nelle indagini precedenti con i paragoni tra i campioni del 11° anno scolastico HarmoS.

¹² Come spiegato in precedenza (p. 10), la Svizzera italiana è composta da un campione costituito dalle scuole ticinesi e da una dei Grigioni italiani.

Le regioni italiane, Lombardia e Campania, e le province italiane, Bolzano e Trento, condividono con il Ticino diversi aspetti culturali, ad esempio la lingua. Esse hanno un campione rappresentativo di quindicenni in PISA 2015 e possono dunque essere confrontate con il campione ticinese. Nel breve approfondimento che segue è presentata una descrizione sintetica del sistema educativo italiano.

Il sistema educativo in Italia

In Italia la scolarità obbligatoria va dai 6 ai 16 anni (Legge 296/2006) e comprende due livelli: il primo ciclo (8 anni) e il secondo ciclo (almeno 2 anni). La scuola dell'infanzia (per i bambini di un'età compresa tra i 3 e i 6 anni) fa parte del sistema educativo, ma non è obbligatoria.

Il primo ciclo include 5 anni di scuola primaria (scuola elementare) e 3 anni (2 di base più uno di orientamento) di scuola secondaria di primo grado (scuola media). Al termine del primo ciclo e a condizione di aver ricevuto almeno 6 su 10 in tutte le materie, bisogna svolgere un esame di stato che dà accesso al secondo ciclo e che è composto da prove scritte (in italiano, inglese, seconda lingua straniera, matematica e rudimenti di informatica e delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC)) e da prove orali (in tutte le materie dell'ultimo anno). Qualsiasi scuola secondaria di secondo grado, compreso il liceo, può essere frequentata con il conseguimento del diploma di licenza media derivante dall'esame di stato.

L'obbligo d'istruzione (Legge 296/2006) della durata di 10 anni (fino ai 16 anni) comporta che si è tenuti a proseguire la propria formazione con i primi due anni del secondo ciclo, in cui è possibile scegliere tra il liceo (5 anni), gli istituti tecnici/professionali (5 anni) e l'istruzione e formazione professionale (IFP, tra i 3 e i 6 anni). Siccome i primi due anni del secondo ciclo sono obbligatori, il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR) ha definito le conoscenze e le competenze che tutti gli studenti devono acquisire indipendentemente dalla scuola frequentata. Esse sono organizzate in quattro aree culturali: lingue, matematica, scienze/tecnologia e studi sociali/storici (MIUR & INDIRE, 2014, p. 62). L'obbligo d'istruzione di 10 anni che rende obbligatori i primi due anni del secondo ciclo è stato introdotto nell'ambito della Legge Moratti secondo cui vi è il diritto/dovere d'istruzione e formazione "per almeno dodici anni o, comunque, sino al conseguimento di una qualifica entro il diciottesimo anno di età" (Legge 53/2003). Dopo i 16 anni è possibile assolvere il diritto/dovere di formazione e istruzione svolgendo un apprendistato come alternativa al liceo e all'istruzione professionale oppure optando per l'alternanza scuola/lavoro, modalità che permette di affiancare il lavoro in azienda alla formazione nei licei o nelle istruzioni professionali. Se dopo aver adempito al diritto/dovere si dovesse scegliere di interrompere il percorso scolastico, viene rilasciato un attestato dichiarante l'adempimento dell'obbligo d'istruzione e le competenze acquisite.

I principi di base del sistema scolastico italiano sono la sussidiarietà e l'autonomia degli istituti scolastici. Secondo l'articolo 117 della Costituzione, lo Stato è legislatore in materia d'istruzione determinandone gli standard di base e le norme generali (ad esempio durata e tipologia dei corsi, validità nazionale delle certificazioni e criteri di accreditamento nazionali). Tuttavia, eccezione è l'autonomia degli istituti scolastici, che permette la libertà di scelta in materia didattica e organizzativa, così come l'istruzione e la formazione professionale (IFP) che è di competenza delle regioni.

In Italia vi sono poi eccezioni per le province autonome come Trento e Bolzano, che godono di un'autonomia scolastica ancora maggiore. Il sistema formativo di queste province si basa su quello italiano, ma con peculiarità di cui alcuni esempi sono menzionati di seguito.

Il sistema educativo trentino è basato sulla Legge Provinciale n.5 del 7 agosto 2006. Essa richiama ripetutamente la necessità di tenere conto delle specificità del territorio trentino.

Uno dei punti che è maggiormente evidenziato nella legge trentina è la tutela delle minoranze linguistiche locali (ladina, cimbra e mochena), prevedendone l'insegnamento della cultura e della lingua nei piani di studio nelle regioni in cui queste minoranze sono presenti. Poiché due di questi gruppi linguistici sono di ascendenza germanica (cimbri e mocheni), in questa provincia il tedesco è una delle lingue straniere che viene insegnata fin dal primo ciclo. Secondo le disposizioni speciali per le scuole nelle regioni in cui sono presenti le minoranze linguistiche, il tedesco può essere utilizzato per insegnare altre materie o si può prevedere l'insegnamento bilingue italiano-tedesco (Legge provinciale 5/2006, art. 52). Invece, la scuola di Fassa è oggetto di disposizioni particolari per assicurare la rappresentanza della lingua e della cultura ladina.

Nella provincia di Bolzano l'importanza del plurilinguismo è ancor più rilevante anche perché il tedesco è una lingua ufficiale. Circa il 65% della popolazione frequenta scuole in lingua tedesca, il 24,5% in italiano e il 7,4% in ladino (MINNEI in CIRSE, 2016, p. 44). Non vi è insegnamento bilingue nella stessa scuola, ma la seconda lingua (ad esempio in una scuola di lingua tedesca sarebbe l'italiano) è materia di studio fin dai primi anni della scuola primaria e si protrae per tutte le classi della scuola dell'obbligo. Nella provincia di Bolzano si punta a far sì che l'apprendimento di altre lingue sia precoce e che inizi già dalla scuola dell'infanzia.

Figura 3.1: Cicli di istruzione obbligatoria del sistema educativo italiano

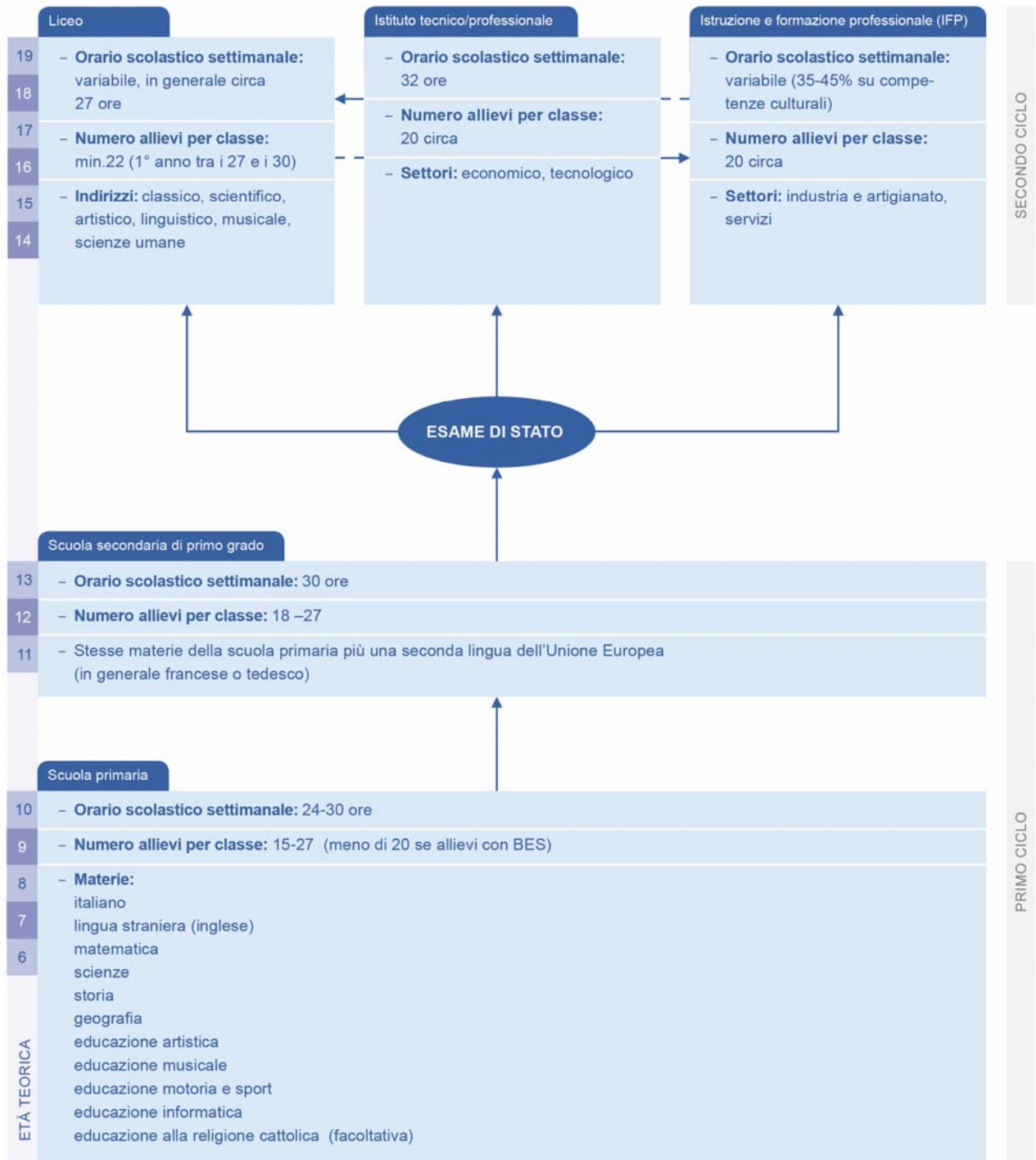
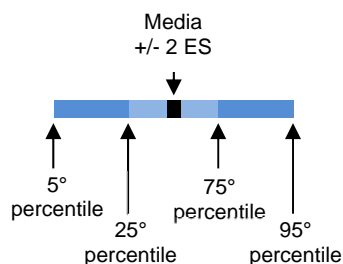
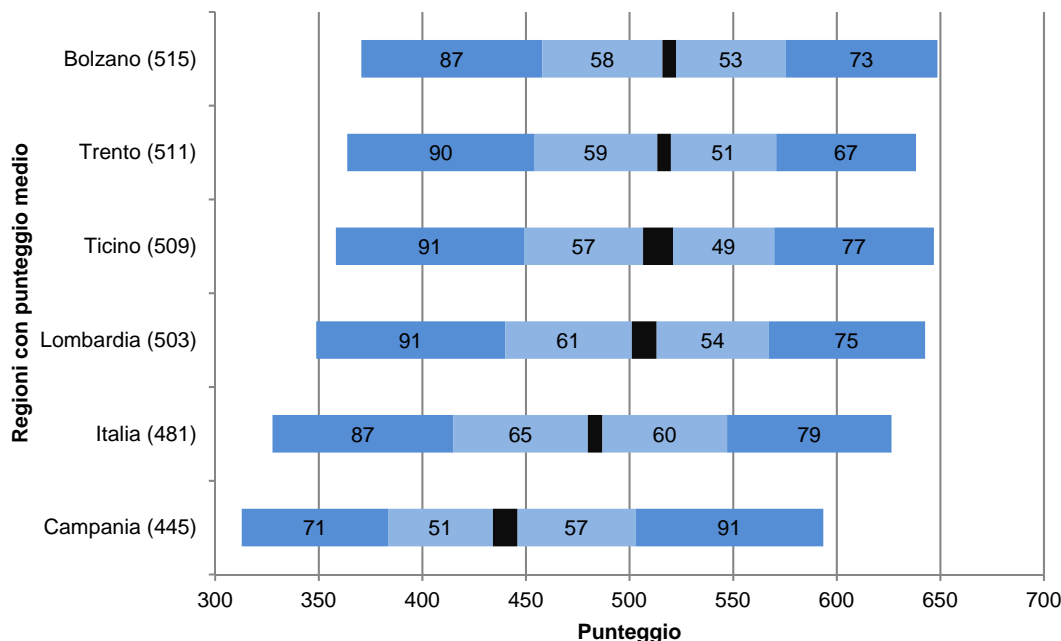


Grafico 3.3: Prestazioni medie e dispersione in scienze naturali - Ticino e regioni/province italiane

Note:

Le regioni/province sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze naturali.

ES: Errore standard. L'errore standard misura il grado di precisione con cui è stata stimata una caratteristica della popolazione in base ad un campione. Esso rappresenta lo scarto medio di una media campionaria dal valore medio effettivo.

Con una media di 509 punti, il Ticino ha una posizione statisticamente superiore alla media dell'Italia nel suo insieme (481 punti) e della Campania (445 punti), mentre non si differenzia significativamente da quella della Lombardia (503 punti) e nemmeno da quella di Bolzano (515 punti) o di Trento (511 punti).

La distanza tra il punteggio minore e quello maggiore è più bassa a Trento (275), Bolzano (278) e Campania (281) rispetto al Ticino (289), mentre l'Italia e la Lombardia hanno il 90% di risultati degli allievi racchiusi rispettivamente in 299 punti e 294 punti. Da questi primi risultati si constata che soprattutto le due province autonome (Trento e Bolzano) sembrano riuscire a contenere maggiormente le differenze di punteggio tra gli allievi rispetto al Ticino.

3.1 Livelli di competenza

La scala elaborata da PISA per valutare la cultura scientifica acquisita dai quindicenni è suddivisa in 6 livelli (OCDE, 2016b, p. 64). Rispetto ai rilevamenti precedenti, in PISA 2015 il livello 1 è stato diviso in due: livello 1a e livello 1b. Il Consorzio internazionale propone una descrizione di ogni livello di PISA definendo il tipo di conoscenze e di competenze necessarie e i contesti in cui gli allievi sono in grado di applicarle (tabella 3.1). Un allievo che si trova in un determinato livello è in grado di risolvere gli item¹³ di quel livello e di quelli precedenti. Infatti per ogni item vi è un livello di competenze predefinito (vedi esempi di item in allegato).

Tabella 3.1: Livelli in scienze naturali in PISA 2015 (OCDE, 2016b, p. 65)

Livello	Limite del punteggio più basso	Percentuale allievi ticinesi e svizzeri che hanno raggiunto il livello	Caratteristiche dei livelli di competenza
1b	261 punti	3% TI 4% CH	Nel livello 1b, gli allievi sanno utilizzare la conoscenza scientifica base o quotidiana per riconoscere aspetti a loro familiari o fenomeni semplici. Sono capaci di identificare schemi semplici nei dati, riconoscere termini scientifici di base e seguire istruzioni esplicite per eseguire un procedimento scientifico.
1a	335 punti	12% TI 14% CH	Nel livello 1a, gli allievi sono capaci di utilizzare argomenti di base o quotidiani e una conoscenza procedurale per riconoscere o identificare spiegazioni di fenomeni scientifici semplici. Sono capaci di identificare semplici relazioni causali o correlate e di interpretare dati grafici o visivi che richiedono un basso livello cognitivo.
2	410 punti	23% TI 23% CH	Nel livello 2, gli allievi sono in grado di attingere a conoscenze di contenuti della vita quotidiana e alla conoscenza procedurale di base per identificare un'adeguata spiegazione scientifica, per interpretare i dati e identificare le domande per un semplice progetto sperimentale. Sanno utilizzare le loro conoscenze scientifiche di base o quotidiane per identificare una conclusione valida da una semplice raccolta dati. Gli allievi con un livello 2 dimostrano una conoscenza scientifica di base nell'identificazione di domande che possono essere investigate scientificamente.
3	484 punti	33% TI 26% CH	Nel livello 3, gli allievi sono in grado di attingere a conoscenze di contenuti moderatamente difficili per identificare o costruire spiegazioni su un fenomeno familiare. Sono in grado, basandosi su elementi di conoscenza procedurale o scientifica, di eseguire un semplice esperimento in un contesto determinato. Gli allievi di livello 3 sono capaci a distinguere tra argomenti scientifici e non scientifici e identificare le prove a sostegno di un'affermazione scientifica.
4	559 punti	23% TI 23% CH	Nel livello 4, gli allievi sono in grado di utilizzare conoscenze più astratte o più complesse per fornire spiegazioni di processi più complessi o meno familiari. Sono in grado di condurre esperimenti che coinvolgono due o più variabili indipendenti in un contesto determinato. Sono in grado di giustificare un progetto sperimentale, basandosi su elementi procedurali o sulla conoscenza scientifica. Gli allievi di livello 4, sanno interpretare dati da una raccolta moderatamente complessa o da un contesto poco familiare, traendo conclusioni appropriate che vanno oltre i dati e che forniscono giustificazioni per le loro scelte.

¹³ In PISA gli item, a volte detti esercizi, sono le domande che compongono il test degli allievi. Questi item sono ripartiti in unità, ovvero in gruppi di una o più domande basate sullo stesso stimolo che contestualizza l'esercizio (ad esempio un grafico, un testo, una tabella).

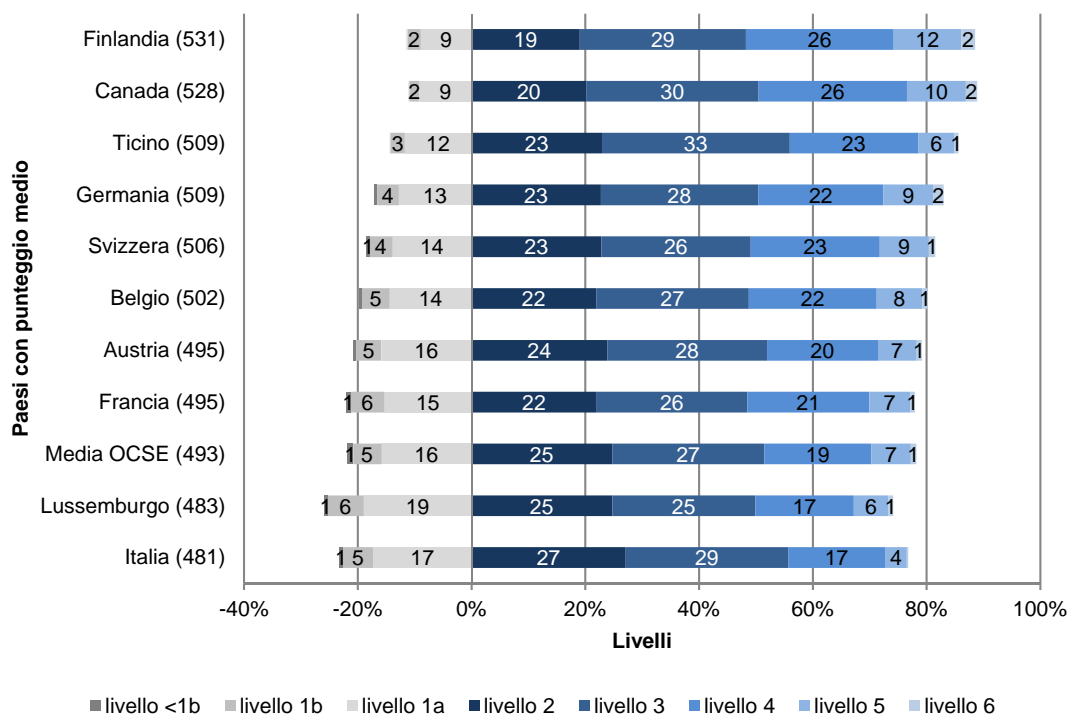
5	633 punti	6% TI 9% CH	Al livello 5, gli allievi sanno utilizzare idee o concetti scientifici astratti per spiegare un fenomeno poco familiare e più complesso o eventi e processi con più collegamenti causali. Sono in grado di applicare una conoscenza scientifica sofisticata per valutare un progetto sperimentale alternativo, giustificare le loro scelte e utilizzare conoscenze teoriche per interpretare informazioni o fare previsioni. Gli allievi con un livello 5, sanno valutare i percorsi di esplorazione per le domande scientifiche e identificare le limitazioni nell'interpretazione dei dati, incluse le fonti e gli effetti di incertezza nei dati scientifici.
6	708 punti	1% TI 1% CH	Al livello 6, gli allievi sono in grado di attingere ad una vasta gamma di idee scientifiche correlate a concetti della fisica, della vita, delle scienze della terra e dello spazio e di utilizzare contenuti e conoscenza scientifica e procedurale con lo scopo di costruire ipotesi esplicative di nuovi fenomeni scientifici, eventi e processi o per fare previsioni. Nell'interpretazione dei dati e delle prove, sono in grado di fare distinzione tra informazioni rilevanti e irrilevanti e possono avvalersi di conoscenze acquisite al di fuori della scuola. Gli allievi con le competenze del livello 6, sanno valutare progetti concorrenti di esperimenti complessi, studi sul campo o simulazioni e giustificare le loro scelte.

L'elaborazione di questa scala di prestazioni tiene conto dei quattro fattori che hanno permesso di determinare il carico cognitivo (*cognitive demand*) di ciascun item in PISA 2015 (OCSE, 2016, p. 43):

- il numero e il grado di complessità degli elementi di conoscenza richiesti dagli item;
- il livello di familiarità e di conoscenze pregresse che potrebbero avere gli allievi negli ambiti di conoscenza coinvolti (di contenuto, procedurali, epistemiche);
- il processo cognitivo richiesto all'item (richiamo mnemonico, analisi, valutazione, ecc.);
- la misura in cui la formulazione di una risposta poggia su modelli o concetti astratti delle scienze.

Analizzare i risultati degli allievi per livelli permette di studiare un altro indicatore dell'equità: la soglia di competenza, ovvero il livello 2. In particolare, in PISA raggiungere il livello 2 significa acquisire le competenze di base per riuscire ad avere opportunità future negli studi e a partecipare attivamente nella società moderna in un mondo globalizzato (OCDE, 2016b). Gli allievi situati sotto al livello 2 sono considerati poco competenti, mentre coloro che si posizionano nei livelli 5 e 6 possono essere definiti molto competenti.

Grafico 3.4: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in scienze naturali - Ticino e Paesi di riferimento



Nota: I Paesi sono riportati per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze naturali.

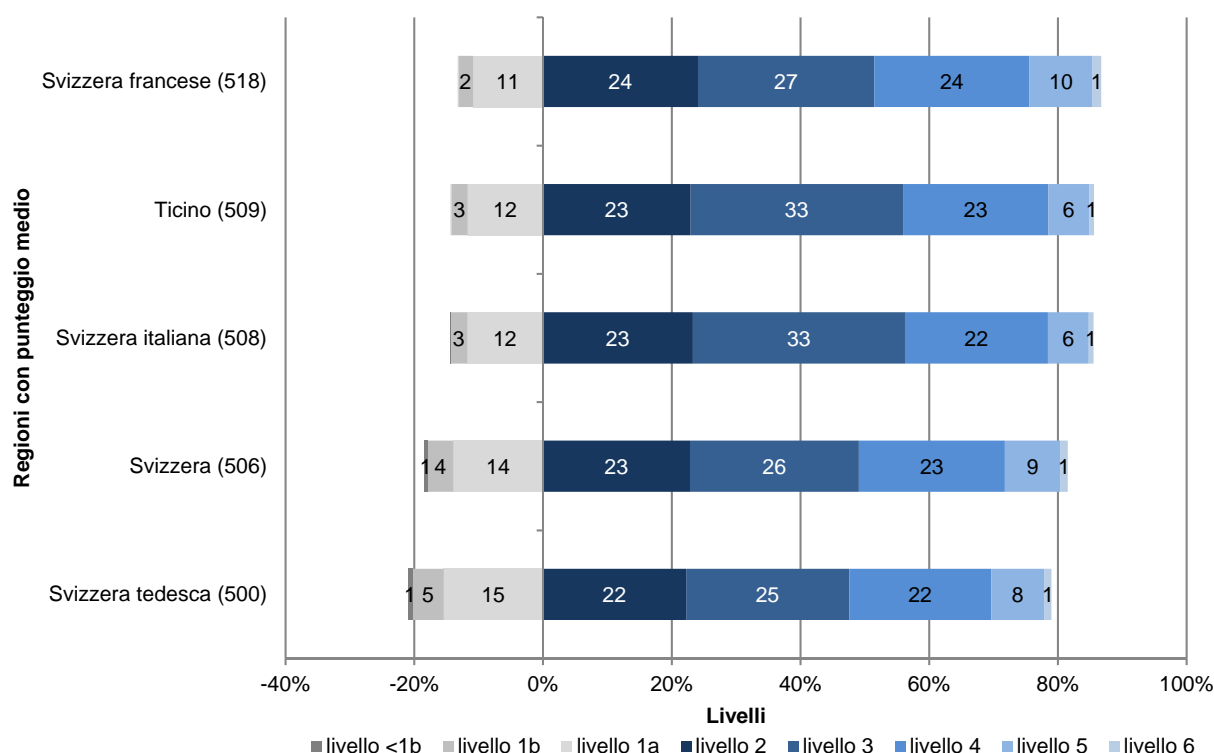
La differenza tra le cifre nel grafico e quelle nel testo sono dovute alle approssimazioni automatiche effettuate dal programma che elabora i grafici.

Il grafico 3.4 permette di osservare la ripartizione degli allievi nei sei livelli di competenza definiti dall'indagine PISA. In Ticino la percentuale degli allievi che non raggiunge il livello 2 di competenza è il 15%, mentre in Svizzera corrisponde al 19% e nella media OCSE al 22%, quote che si scostano in modo statisticamente significativo rispetto a quella ticinese. I Paesi di riferimento che hanno una media superiore al Ticino (Canada e Finlandia), registrano una quota inferiore di allievi poco competenti (11%), che però non si scosta in modo statisticamente significativo da quella ticinese. Per quanto riguarda i Paesi di riferimento che hanno una media simile o inferiore a quella ticinese, si possono osservare percentuali superiori di allievi al di sotto del livello 2, come ad esempio in Germania (17%) e in Lussemburgo (26%), quote che hanno differenze statisticamente significative con il Ticino.

Gli allievi molto competenti in scienze naturali (ovvero quelli situati nei livelli 5 e 6) in Ticino rappresentano il 7% del totale e in Svizzera il 10%, mentre la media OCSE è dell'8% (entrambe le differenze non sono statisticamente significative da quella ticinese). Per quanto riguarda gli altri Paesi si possono citare quale esempio positivo i risultati della Finlandia (14%), del Canada (12%) e della Germania (11%), che hanno percentuali di allievi molto competenti diverse statisticamente da quella ticinese.

Tramite l'analisi per livelli di competenza, si conferma che il Ticino riesce a contenere con successo la percentuale di allievi poco competenti (sotto la soglia del livello 2), ma rispetto ad altri Paesi potrebbe aumentare quella degli allievi molto competenti.

Grafico 3.5: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in scienze naturali - Ticino e regioni linguistiche svizzere



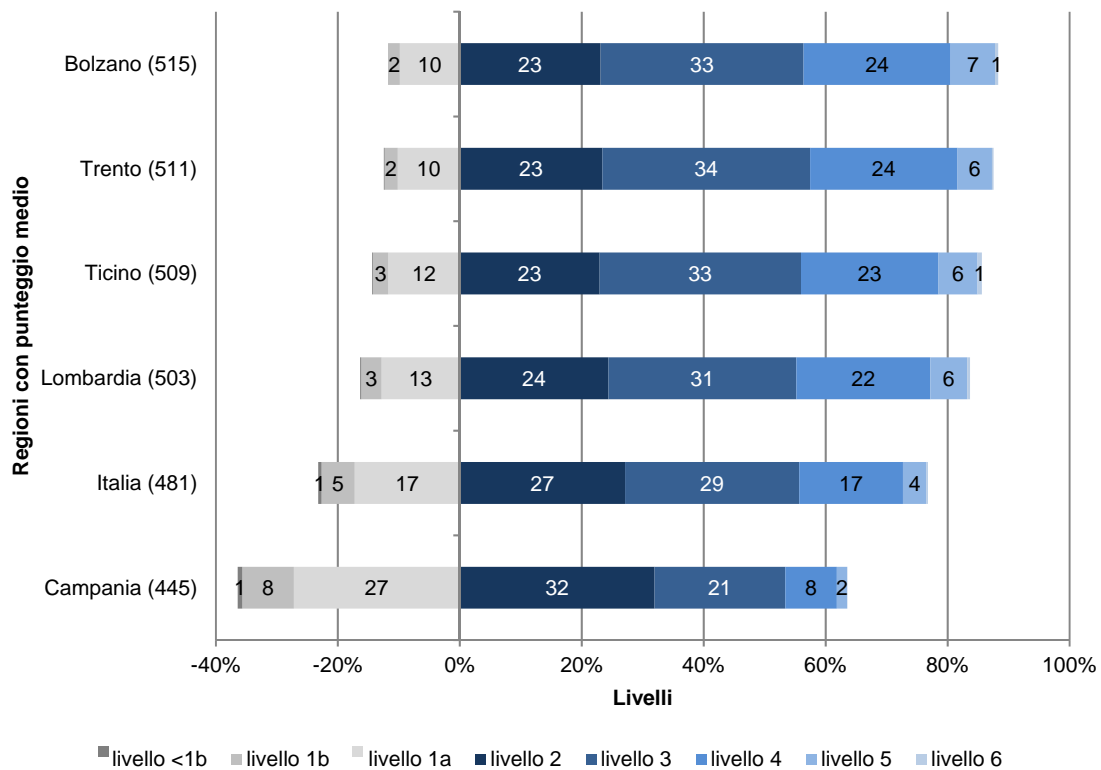
Nota: Le regioni sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze naturali. La differenza tra le cifre nel grafico e quelle nel testo sono dovute alle approssimazioni automatiche effettuate dal programma che elabora i grafici.

Per quanto riguarda le regioni linguistiche svizzere, la percentuale di allievi che non raggiunge il livello 2 in Svizzera francese è il 13% mentre nella Svizzera italiana e in Ticino la quota è del 15%. Queste regioni si differenziano statisticamente dalla Svizzera tedesca e da tutta la Svizzera, dove le percentuali di allievi poco competenti sono rispettivamente pari al 21% e al 18%.

Gli allievi molto competenti (livelli 5 e 6) nella Svizzera francese sono l'11% (differenza statisticamente significativa rispetto al 7% della Svizzera italiana e del Ticino), nella Svizzera tedesca sono il 9% e in Svizzera il 10%.

Dalle analisi emerge che il Ticino, pur non avendo un punteggio medio statisticamente diverso da quello della Svizzera tedesca, ha invece la quota degli allievi poco competenti staticamente minore rispetto ad essa, mentre non ci sono differenze significative tra gli allievi molto competenti. Ciò conferma quanto emerso già nel grafico precedente: il Ticino si distingue per una quota bassa di allievi poco competenti, ma non per un numero elevato di allievi molto competenti.

Grafico 3.6: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in scienze naturali - Ticino e regioni/province italiane



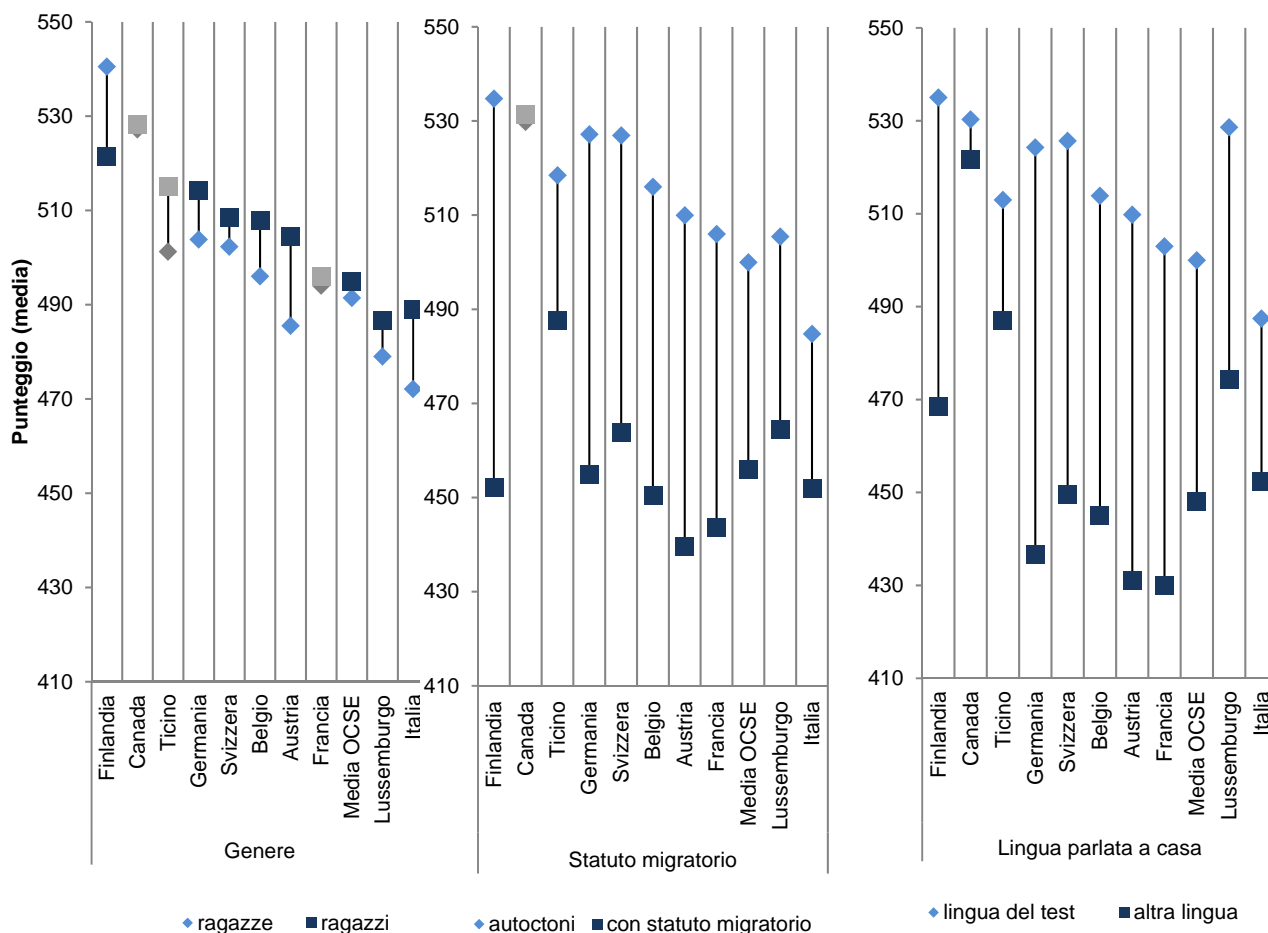
Nota: Le regioni/province sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze naturali. La differenza tra le cifre nel grafico e quelle nel testo sono dovute alle approssimazioni automatiche effettuate dal programma che elabora i grafici.

Gli allievi sotto il livello 2 nella regione della Campania sono il 36%, in Italia la quota è del 23%, in Lombardia del 16%, a Trento e a Bolzano del 12%. Gli allievi molto competenti (livelli 5 e 6) sono il 2% nella regione Campania, in Italia il 4%, in Lombardia e a Trento il 6% e a Bolzano l'8%. Il Ticino si differenzia in modo statisticamente significativo dalle quote della Campania e dall'Italia sia per gli allievi poco competenti sia per gli allievi molto competenti, mentre le regioni autonome di Trento e di Bolzano e la Lombardia ottengono risultati simili a quelli del Ticino.

3.2 Prestazioni medie secondo le caratteristiche degli allievi

Nelle prossime pagine sono presentate le medie degli allievi secondo alcune caratteristiche individuali: genere, statuto migratorio, lingua parlata a casa e condizione sociale¹⁴.

Grafico 3.7: Prestazioni in scienze naturali secondo il genere, lo statuto migratorio e la lingua parlata a casa - Ticino e Paesi di riferimento



Nota: I Paesi sono riportati per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze. I punti colorati in blu chiaro e blu scuro indicano le differenze statisticamente significative, mentre i punti in grigio segnalano i risultati non statisticamente significativi.

Per quanto riguarda il genere, tutti i Paesi presenti nel grafico registrano punteggi più alti nei ragazzi rispetto alle ragazze, fa eccezione la Finlandia, dove le ragazze ottengono in media 19 punti in più rispetto ai ragazzi (differenza statisticamente significativa). Nella media OCSE si riscontra la differenza significativa minore tra i due gruppi, equivalente a 4 punti, seguita dalla Svizzera con 6 punti, mentre la più grande, pari a 19 punti, si rileva in Austria. In Ticino, in Canada e in Francia, le differenze tra ragazzi e ragazze non risultano essere statisticamente significative. Lo scarto tra le medie di un Paese (o di una regione) può essere statisticamente non significativo anche se la distanza tra le medie è maggiore rispetto a quella di un altro Paese (o regione) con una differenza significativa, a causa della grandezza e della composizione del campione. Un campione piccolo e molto variegato nella sua composizione può generare un errore standard più grande

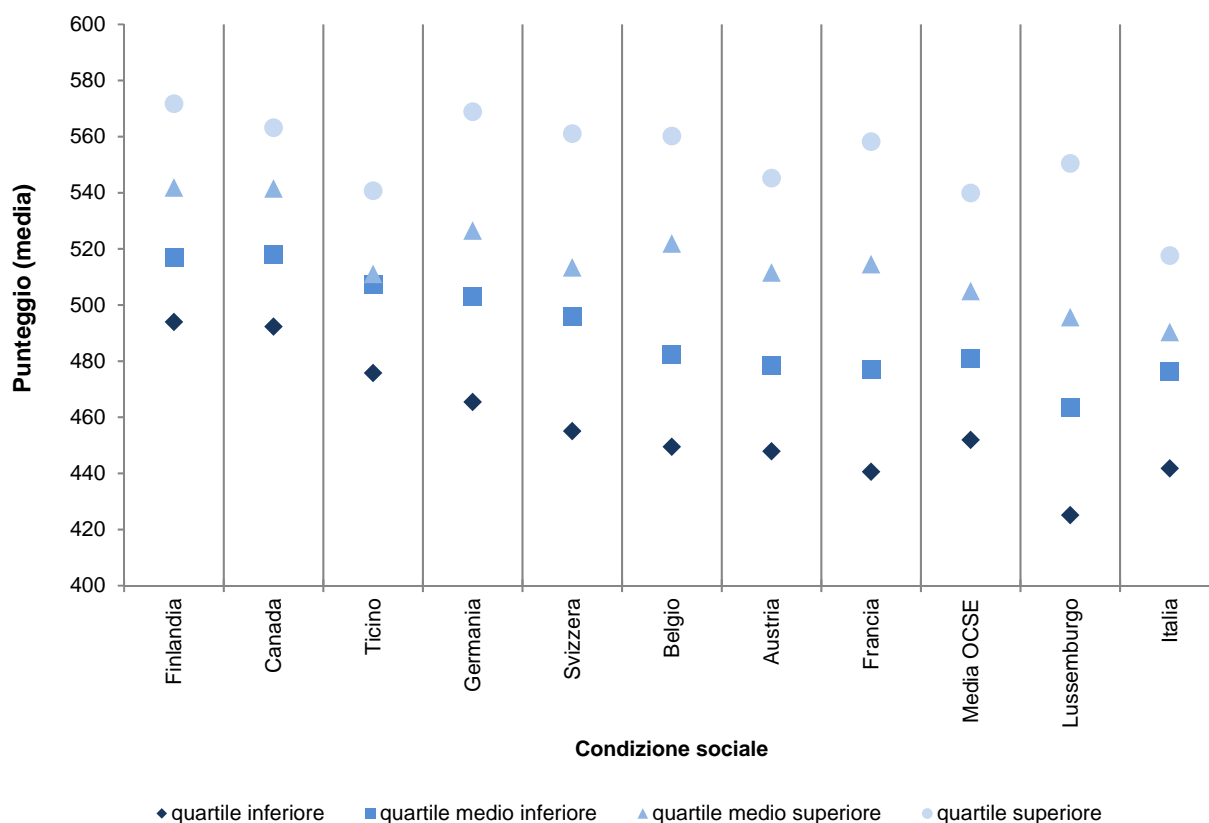
¹⁴ Per le definizioni delle caratteristiche "condizione sociale", "lingua parlata a casa" e "statuto migratorio" vedi glossario.

e di conseguenza la media reale della popolazione si trova in un intervallo di punteggi molto più grande che rende più probabile che gli intervalli delle medie di due gruppi non si distinguano statisticamente¹⁵. Questo potrebbe essere il caso delle differenze di genere del Ticino rispetto, ad esempio, alla Svizzera.

Per quanto riguarda lo statuto migratorio, si nota che in tutti i Paesi raffigurati nel grafico, eccetto in Canada, gli allievi con statuto migratorio ottengono prestazioni statisticamente inferiori rispetto agli allievi autoctoni. Le differenze tra i Paesi variano, passando dai 31 punti in Ticino, ai 63 punti in Svizzera fino agli 83 punti in Finlandia. La media OCSE si situa a 43 punti di differenza.

In merito alla lingua parlata a casa si riscontra in tutti i Paesi presenti nel grafico che le prestazioni più alte sono ottenute dagli allievi che a casa parlano la lingua del test. Tuttavia, si notano anche in questo caso delle differenze in termini di grandezza tra i diversi Paesi: in Canada tra le due categorie di allievi si registrano 9 punti di differenza, in Ticino 26, in Svizzera 76 e in Germania 88. La differenza per la media OCSE è di 52 punti.

Grafico 3.8: Prestazioni in scienze naturali secondo la condizione sociale - Ticino e Paesi di riferimento



Nota: I Paesi sono riportati per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze. Le differenze tra il quartile inferiore e il quartile superiore sono statisticamente significative in tutti i Paesi.

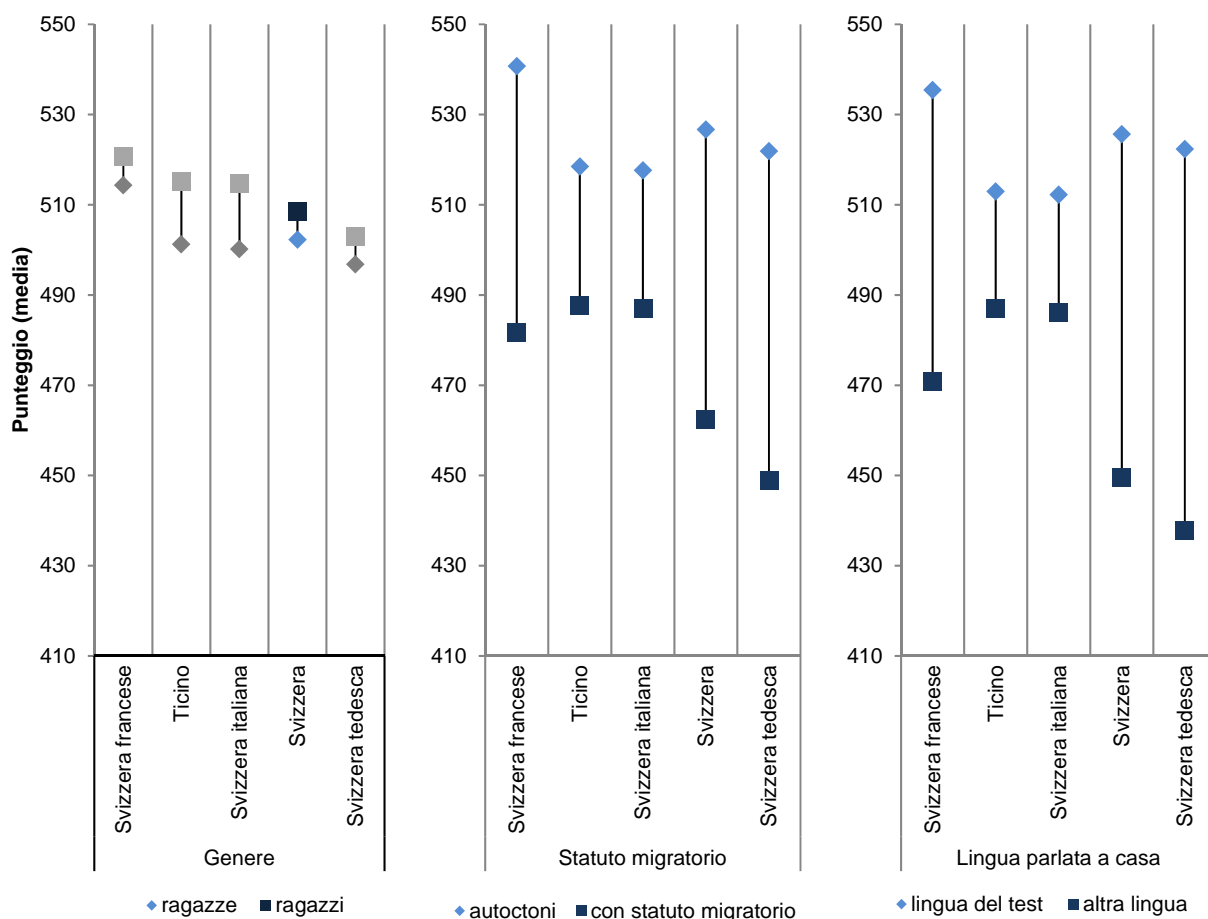
Per quanto riguarda il livello socioeconomico, in tutti i Paesi presenti nel grafico, si riscontra una differenza significativa tra le prestazioni degli allievi situati nel quartile inferiore e quelli situati nel quartile superiore. Le differenze variano dai 65 punti in Ticino, ai 106 punti in Svizzera fino ai 125 punti in Lussemburgo. Nella

¹⁵ Per maggiori informazioni sull'errore standard e i principi di campionatura consultare il capitolo 3 del Volume PISA Data Analysis Manual (OECD, 2009).

media OCSE la differenza è di 88 punti. Il Ticino è quindi il paese in cui vi è la minor distanza tra i punteggi ottenuti dagli allievi di condizione sociale inferiore con quelli di condizione sociale superiore.

I risultati presentati nei grafici 3.7 e 3.8 indicano l'equità del sistema educativo ticinese: le differenze di genere non sono significative e le differenze riguardanti lo statuto migratorio e la lingua parlata a casa e la condizione sociale, sebbene statisticamente significative, sono minori rispetto agli altri Paesi di riferimento (ad eccezione del Canada).

Grafico 3.9: Prestazioni in scienze naturali secondo il genere, lo statuto migratorio e la lingua parlata a casa - Ticino e regioni linguistiche svizzere



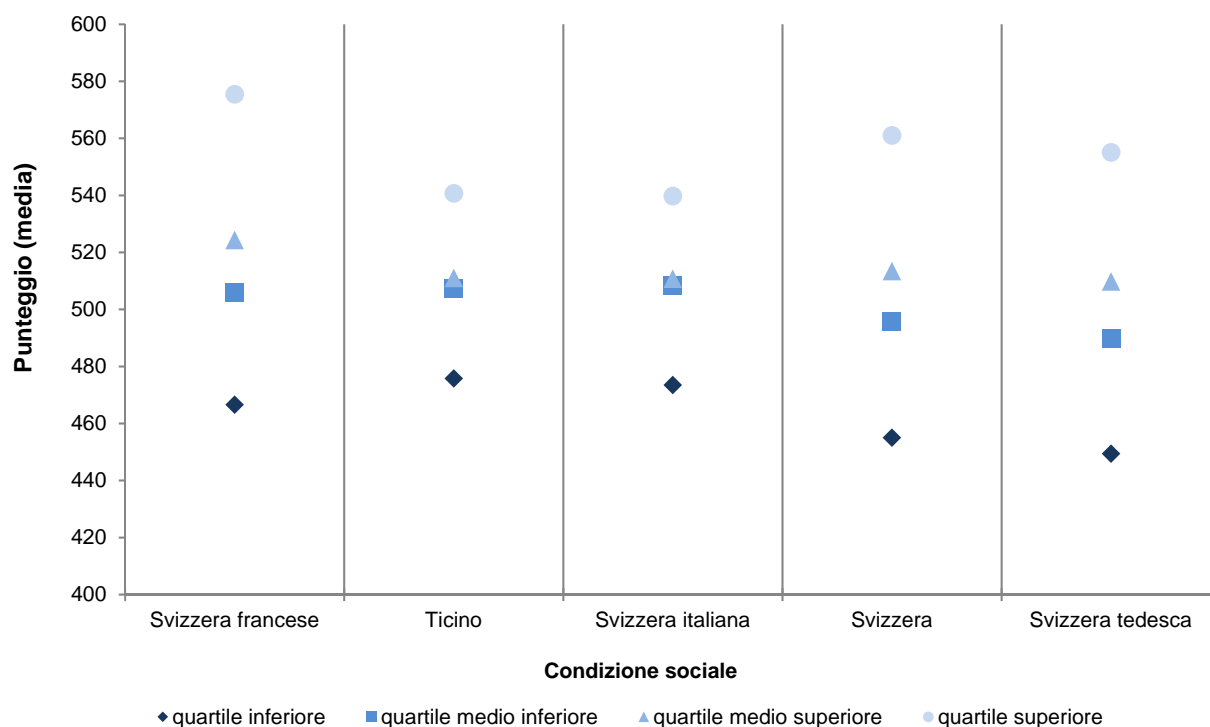
Nota: Le regioni sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze. I punti colorati (blu chiaro e blu scuro) indicano le differenze statisticamente significative, mentre i punti in grigio segnalano i risultati non statisticamente significativi.

Comparando le regioni svizzere, si nota, per il genere, che i ragazzi hanno un punteggio più alto rispetto alle ragazze in tutte le regioni linguistiche svizzere, ma solo a livello nazionale questa differenza è statisticamente significativa.

Per quanto riguarda gli allievi con statuto migratorio, in tutte le regioni linguistiche svizzere essi raggiungono prestazioni minori rispetto agli allievi autoctoni (differenze tutte statisticamente significative). Tuttavia ci sono alcune differenze tra le regioni: nella Svizzera italiana e nel Ticino gli allievi con statuto migratorio hanno 31 punti in meno rispetto agli autoctoni, mentre in Svizzera francese 59 punti e in Svizzera tedesca 73 punti.

Per quanto riguarda la lingua parlata a casa, gli allievi che a casa parlano la lingua del test hanno i punteggi più alti rispetto agli allievi che non parlano la lingua del test (differenze tutte statisticamente significative). Tuttavia, anche in questo caso sussistono alcune disparità tra le regioni. Nella Svizzera italiana e nel Ticino la differenza è di 26 punti, mentre nella Svizzera francese è di 65 punti e in quella tedesca di 84 punti.

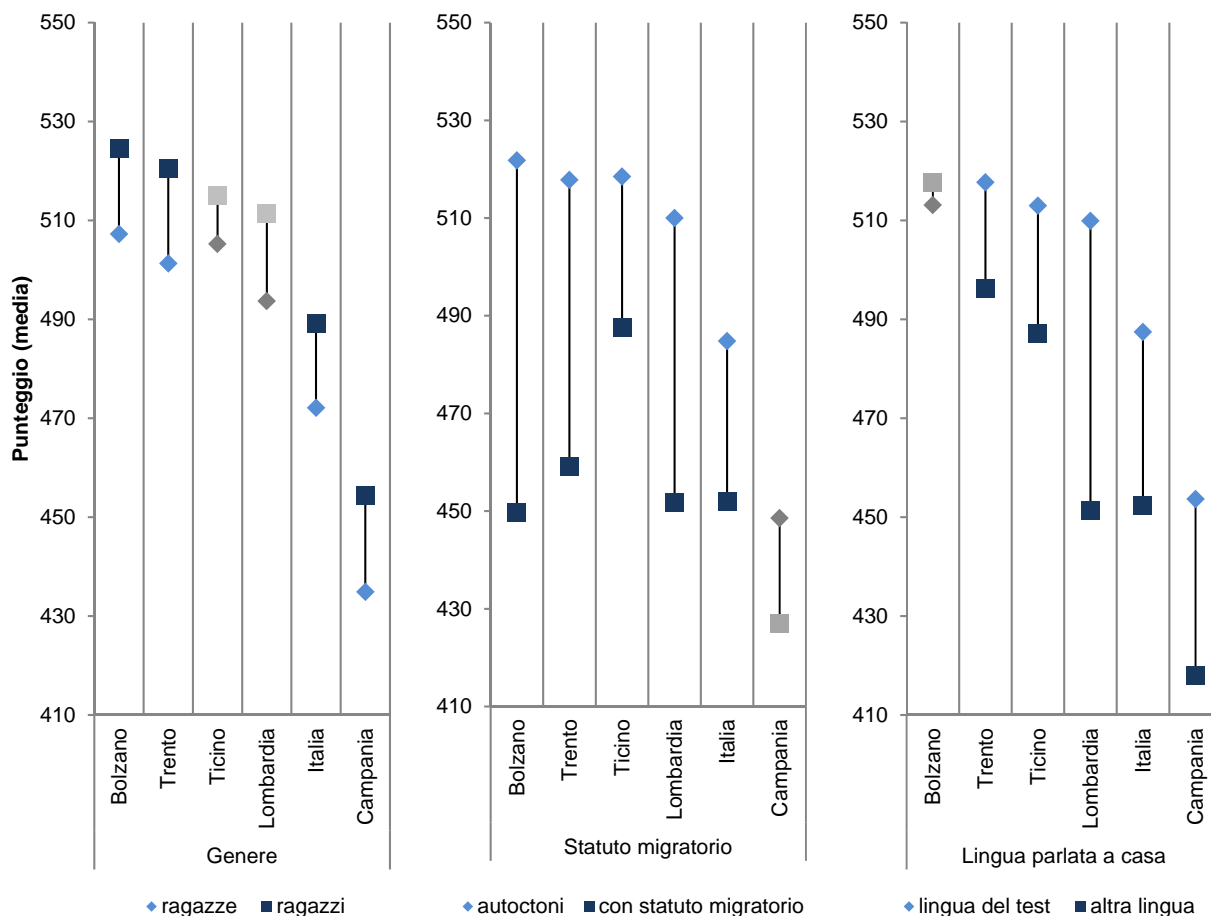
Grafico 3.10: Prestazioni in scienze naturali secondo la condizione sociale - Ticino e regioni linguistiche svizzere



Nota: Le regioni sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze. Le differenze tra il quartile inferiore e il quartile superiore sono statisticamente significative in tutte le regioni.

Per quanto riguarda lo statuto socioeconomico, si osserva una minor distanza in Ticino (65 punti) e in Svizzera italiana (66 punti) tra gli allievi del quartile inferiore e quelli del quartile superiore rispetto alle altre due regioni linguistiche. In Svizzera francese ci sono 109 punti di differenza e in Svizzera tedesca 106 punti.

Grafico 3.11: Prestazioni in scienze naturali secondo il genere, lo statuto migratorio e la lingua parlata a casa - Ticino e regioni/province italiane



Nota: Le regioni/province sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze. I punti colorati (blu chiaro e blu scuro) indicano le differenze statisticamente significative, mentre i punti in grigio segnalano i risultati non statisticamente significativi.

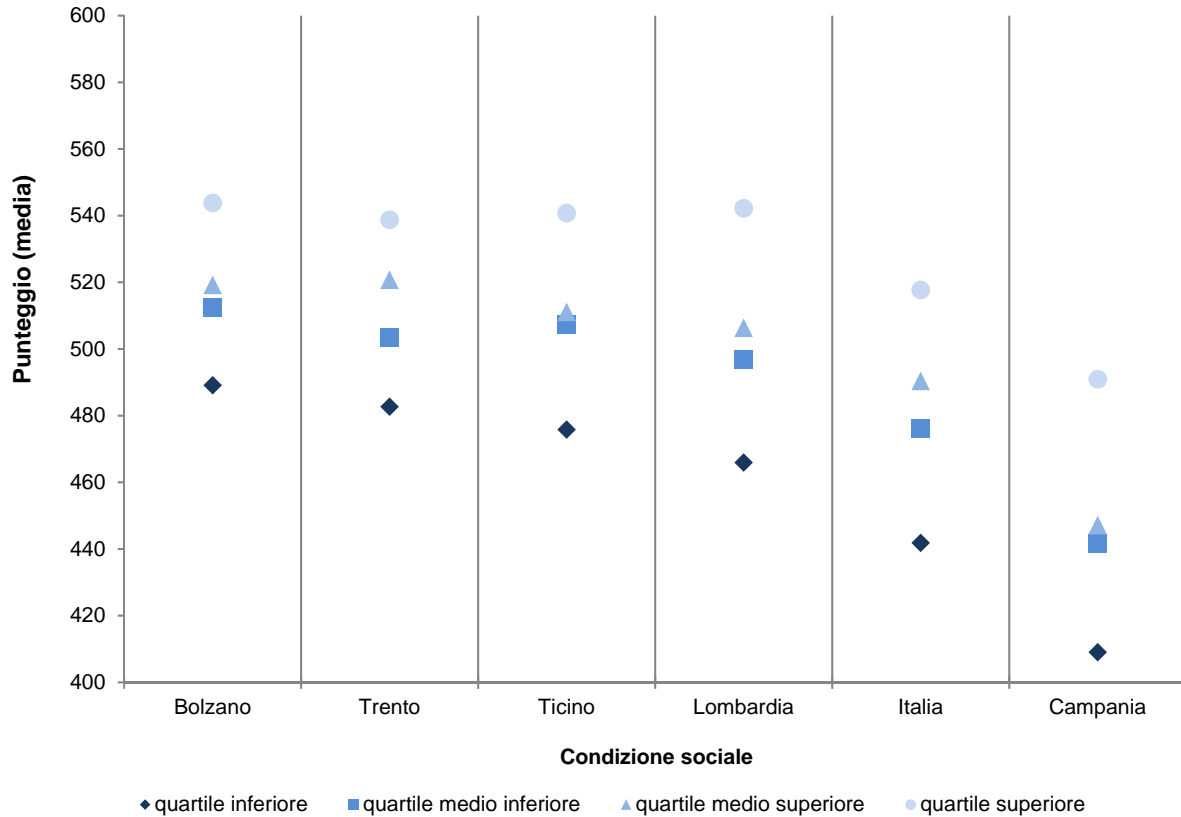
Anche nelle regioni e nelle province italiane i ragazzi ottengono punteggi migliori rispetto alle ragazze, ma solo nella provincia di Bolzano questa differenza è statisticamente significativa e si attesta a 19 punti.

Per quanto riguarda lo statuto migratorio si osserva ancora una volta che gli allievi autoctoni ottengono punteggi maggiori rispetto a quelli con statuto migratorio (differenze statisticamente significative tranne in Campania, dove la differenza è di appena 22 punti). La differenza significativa minore si registra invece in Ticino con 31 punti, seguito dall'Italia con 33 punti. La differenza maggiore si osserva a Bolzano con 72 punti.

Gli allievi che parlano la lingua del test ottengono punteggi maggiori in tutte le regioni e province (differenze statisticamente significative), salvo a Bolzano, che registra la minor differenza con 5 punti. Trento ha una differenza di 21 punti e il Ticino di 26 punti, mentre la Lombardia di 58 punti.

Il caso di Bolzano si rivela piuttosto interessante e necessita di qualche approfondimento. Come esplicitato precedentemente in questo rapporto (inserto sul sistema educativo italiano, p. 18), a Bolzano circa il 65% di allievi frequenta una scuola in lingua tedesca. Infatti, il 70% degli allievi quindicenni di questa regione svolge il test PISA in tedesco (lingua del test e lingua di scolarizzazione). Il 61% di questi allievi afferma di parlare a casa un dialetto italiano. Evidentemente nel caso di Bolzano il dialetto italiano quale lingua parlata a casa, diversa dalla lingua del test, che per questi ragazzi è in tedesco, è comunque la lingua usata correntemente sul territorio e non soltanto all'interno delle mura domestiche ed è probabilmente per questo motivo che la differenza di prestazione tra chi parla la lingua del test e chi parla un'altra lingua a casa non sia significativa, mentre si ha comunque una differenza significativa in termini di statuto migratorio. È una realtà diversa rispetto al resto dell'Italia e del Canton Ticino.

Grafico 3.12: Prestazioni in scienze naturali secondo la condizione sociale - Ticino e regioni/province italiane

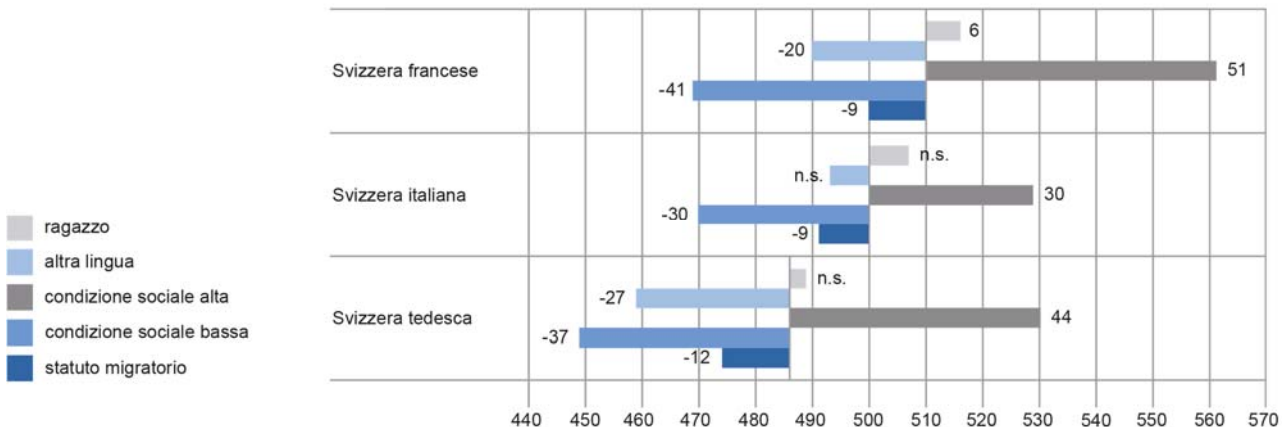


Nota: Le regioni/province sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in scienze.

La differenza minore tra i punteggi degli allievi del quartile inferiore e di quello superiore è registrata a Bolzano e Trento (55 e 56 punti), mentre quella più alta si osserva in Campania con 82 punti, seguita dalla Lombardia con 76 punti e dal Ticino con 65 punti.

In sintesi, è interessante notare che le province autonome di Bolzano e di Trento, per cui si è osservato un basso livello generale di dispersione dei punteggi (grafico 3.3), non sembrano invece distinguersi rispetto al Ticino per un sistema educativo più equo in termini di genere e di statuto migratorio: Bolzano è l'unica regione considerata nel grafico 3.11 ad avere una differenza statisticamente significativa tra ragazzi e ragazze e il punteggio medio degli allievi con statuto migratorio è mediamente più basso di quello del Ticino. Tuttavia, per quanto riguarda la lingua del test (Bolzano è l'unica regione a registrare una differenza non significativa) e la condizione sociale, per quanto riguarda ciò che emerso dai risultati di scienze, i sistemi educativi delle due province autonome italiane sembrano essere più equi rispetto al Ticino. Per quanto riguarda la lingua, questa minor differenza di punteggio è forse dovuta alla particolare attenzione rivolta alla protezione delle minoranze linguistiche di queste regioni, come menzionato precedentemente nell'approfondimento sul sistema educativo italiano. La Lombardia invece sembra avere un sistema educativo meno equo rispetto al Ticino, soprattutto per quanto riguarda lo statuto migratorio e la lingua del test.

Grafico 3.13: Influenza di alcune caratteristiche individuali sulle prestazioni in scienze naturali - Regioni linguistiche svizzere



Nota: per n.s. si intende non statisticamente significativo.

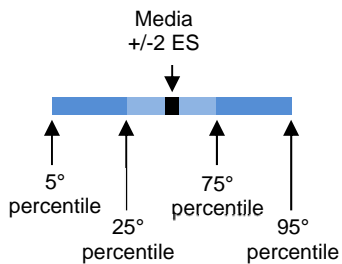
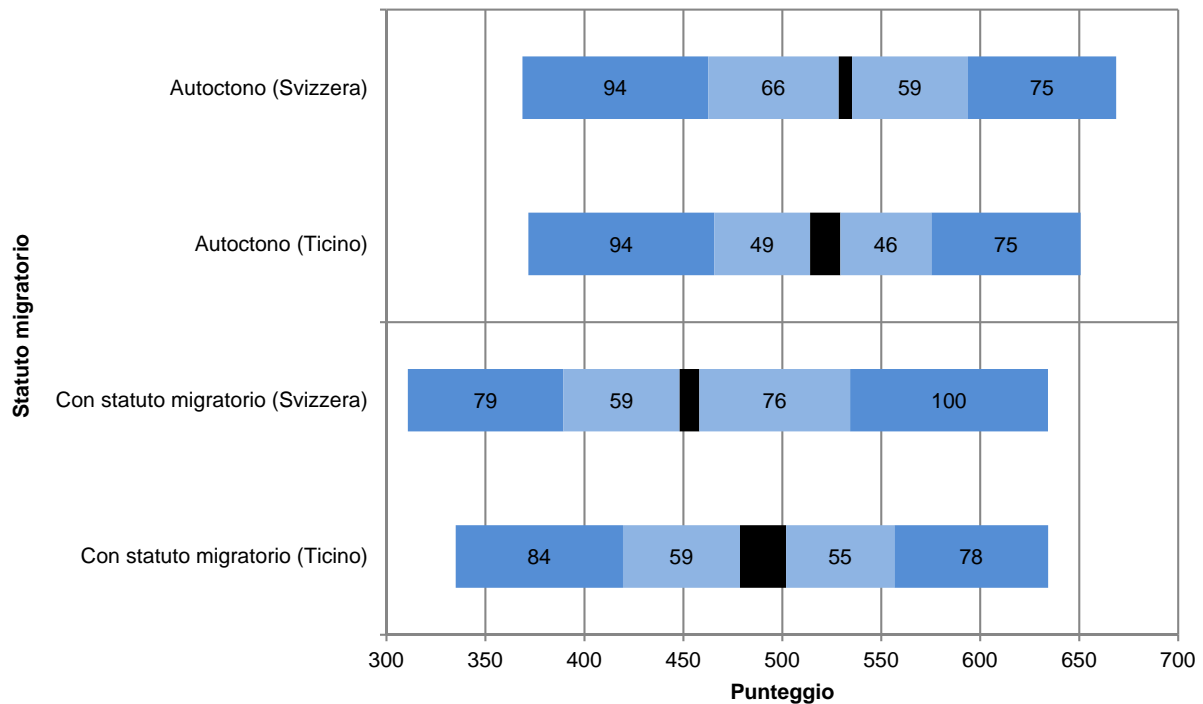
Il grafico 3.13 mostra, secondo la regione linguistica, l'influenza di alcune caratteristiche individuali dell'allievo sulla prestazione media in scienze naturali. L'asse di riferimento per ogni regione rappresenta la media ottenuta da una ragazza, svizzera, di condizione sociale media e che parla la lingua del test. Le barre raffigurano le singole caratteristiche individuali (statuto migratorio, condizione sociale alta e bassa, lingua parlata a casa diversa dal test e genere maschile) e l'influenza che hanno rispetto alla media di riferimento. Ad esempio, una ragazza nella Svizzera italiana che parla italiano (la lingua del test), che appartiene a un livello socioeconomico medio e autoctona, ha una media di 500 punti e corrisponde all'asse di riferimento della Svizzera italiana. Se la ragazza fosse sempre autoctona e parlasse la lingua del test, ma fosse di condizione sociale bassa, la sua media diminuirebbe di 30 punti, ottenendo dunque una media di 470 punti. In questo grafico quindi le singole caratteristiche individuali vanno sempre interpretate secondo il riferimento di base proposto. Ciò può comportare che alcune caratteristiche, che nei grafici precedenti risultavano statisticamente significative, ora non lo siano più o viceversa. Infatti, le analisi precedenti mostrano le differenze all'interno di una singola caratteristica, ad esempio tra allievi di genere femminile e maschile, senza tenere conto dell'influenza concorrente di altre caratteristiche, come invece è stato fatto per questa rappresentazione.

Per quanto riguarda la media tra ragazzi e ragazze, non vi è differenza significativa tra i due gruppi per la Svizzera italiana e per la Svizzera tedesca, mentre in Svizzera francese la differenza tra ragazzi e ragazze è di 6 punti.

È interessante osservare che nella Svizzera italiana il fatto di non parlare a casa la lingua del test non produca risultati diversi con i compagni che invece la parlano. Questa caratteristica è invece molto rilevante sia in Svizzera tedesca che in Svizzera francese, dove rispettivamente le prestazioni medie diminuiscono di 27 e 20 punti.

In tutte le regioni svizzere la condizione sociale rappresenta una caratteristica avente un forte impatto sulle prestazioni. Se la condizione sociale è alta, gli allievi ottengono una media maggiore: 51 punti per la Svizzera francese, 44 punti per la Svizzera tedesca e 30 punti nella Svizzera italiana, dove l'influenza di questa caratteristica è minore rispetto alle altre regioni. Provenendo invece da un livello socioeconomico inferiore, i risultati calano di 41 punti in Svizzera francese, di 37 in Svizzera tedesca e di 30 nella Svizzera italiana.

Infine, in Svizzera tedesca si può notare che lo statuto migratorio ha un'influenza negativa maggiore sulla media ottenuta in scienze naturali rispetto alle altre due regioni: il fatto di avere uno statuto migratorio diminuisce di 12 punti la prestazione media in Svizzera tedesca e di 9 nella Svizzera francese e italiana. Per tutte le regioni questa differenza è statisticamente significativa.

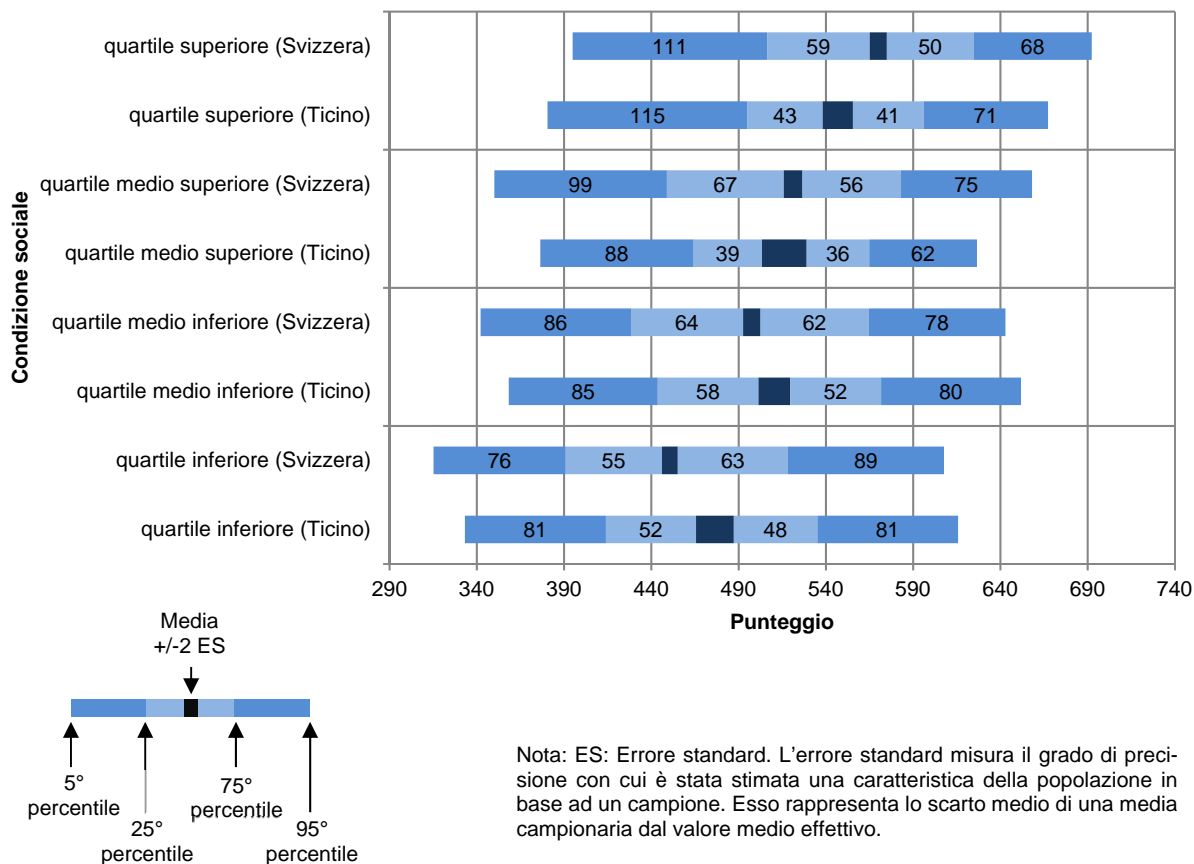
Grafico 3.14: Dispersione risultati in scienze naturali secondo lo statuto migratorio - Ticino e Svizzera

Nota:

ES: Errore standard. L'errore standard misura il grado di precisione con cui è stata stimata una caratteristica della popolazione in base ad un campione. Esso rappresenta lo scarto medio di una media campionaria dal valore medio effettivo.

In Canton Ticino sia i risultati degli allievi autoctoni, sia di quelli con statuto migratorio mostrano una dispersione minore rispetto a quella della Svizzera: in Ticino il 90% degli allievi autoctoni è racchiuso in 279 punti mentre in Svizzera in 300 punti. Per quanto riguarda gli allievi con statuto migratorio, in Svizzera vi è ancora una maggior dispersione (323 punti) rispetto al Ticino (299 punti). In entrambi i casi dunque il Ticino risulta più equo rispetto alla totalità della Svizzera poiché vi è una minor distanza in termini di punteggi tra il risultato più basso e quello più alto. Ad ogni modo, sia in Ticino che in Svizzera si può osservare che gli autoctoni raggiungono prestazioni più elevate rispetto ai loro compagni con statuto migratorio dal posizionamento delle barre degli autoctoni più verso a destra (punteggi più alti) rispetto alle barre degli allievi con statuto migratorio.

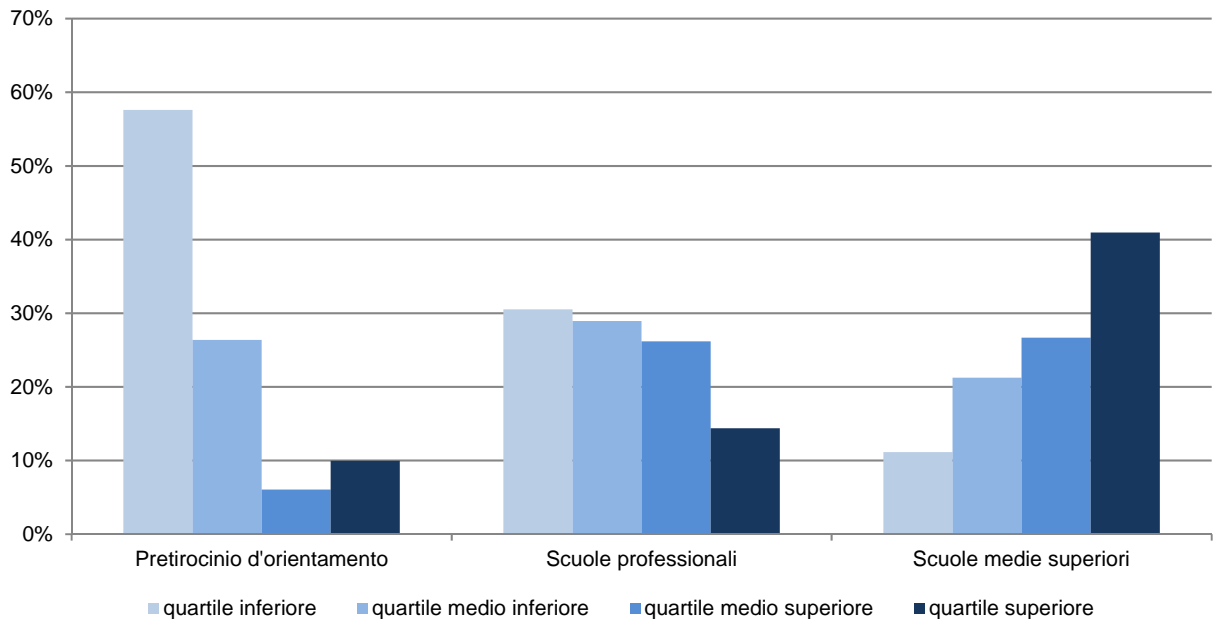
Grafico 3.15: Dispersione risultati in scienze naturali secondo la condizione sociale - Ticino e Svizzera



Il grafico raffigura la dispersione delle prestazioni medie dell'intera Svizzera confrontate a quelle del Canton Ticino secondo l'appartenenza socioeconomica. La dispersione tra il punteggio più basso e il punteggio più alto di ogni quartile è sempre più bassa in Ticino rispetto al resto della Svizzera. La differenza maggiore tra le dispersioni di Svizzera e Ticino si può individuare nella barra che raffigura le prestazioni degli allievi appartenenti alla condizione sociale del terzo quartile. Infatti, la distanza tra gli allievi più competenti e quelli meno competenti è di 250 punti in Ticino, mentre in Svizzera si tratta di 297 punti.

Gli allievi di condizione sociale inferiore in Ticino ottengono complessivamente risultati migliori rispetto alla Svizzera, ciò lo si può dedurre dal posizionamento delle barre del primo e del secondo quartile spostati più verso destra rispetto a quelle della Svizzera. Tuttavia da questo grafico si può comprendere che sia in Ticino sia nel resto della Svizzera la condizione sociale gioca un ruolo importante nell'ottenimento di prestazioni elevate. In effetti, le barre degli allievi di estrazione sociale alta sono posizionate sempre più a destra (rappresentando punteggi più alti) rispetto a quelle raffiguranti le prestazioni degli allievi di condizione sociale inferiore.

Grafico 3.16: Distribuzione percentuale degli allievi secondo la condizione sociale e gli ordini scolastici - Ticino

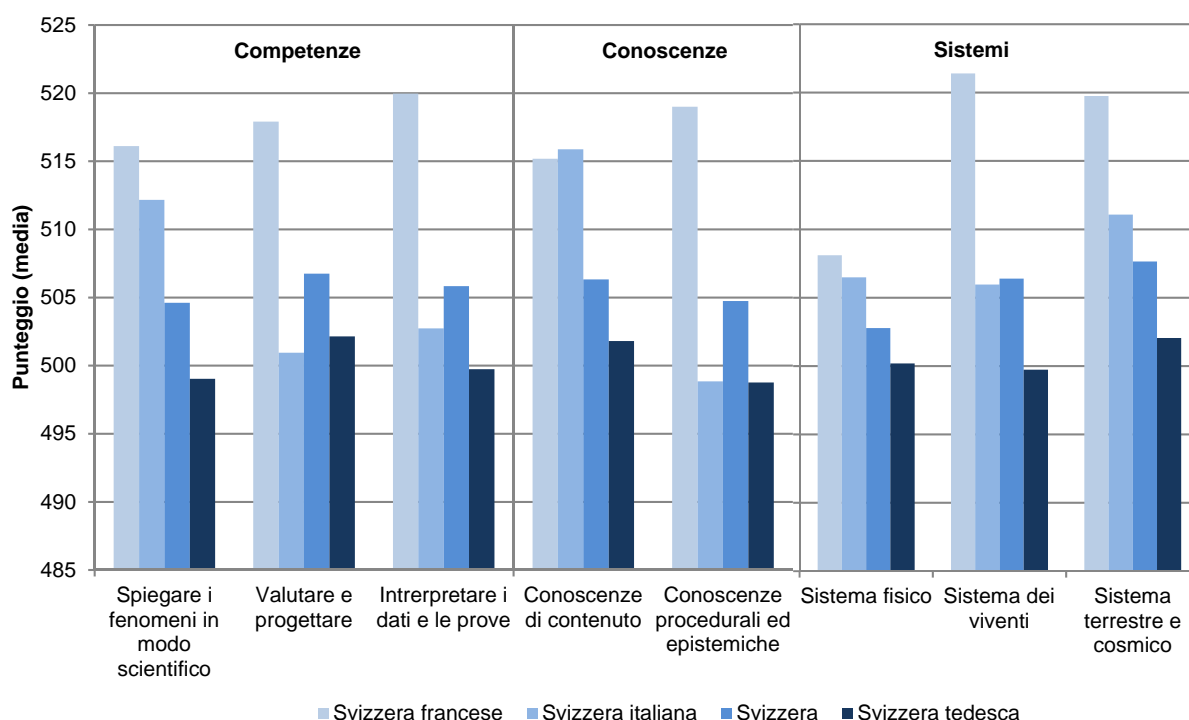


Questa rappresentazione grafica ritrae la distribuzione degli allievi nelle varie tipologie di scuole dopo la scuola dell'obbligo, a seconda della condizione sociale. Si può notare che la maggior parte degli allievi (58%) che frequentano il Pretirocinio appartiene a una condizione sociale inferiore, mentre nelle scuole medie superiori la maggior parte degli allievi (41%) proviene da un'estrazione sociale superiore. La distribuzione delle percentuali nelle scuole professionali risulta essere più equilibrata tra le quattro classi sociali, sebbene vi sia comunque una percentuale minore di allievi di condizione sociale superiore.

3.3 Competenze, conoscenze e sistemi in scienze naturali

Siccome l'ambito principale in PISA 2015 riguarda le scienze naturali, è possibile analizzare in modo approfondito anche le sottoscale¹⁶ delle competenze (spiegare i fenomeni, valutare e progettare, interpretare i dati e le prove), delle conoscenze (di contenuto, procedurali ed epistemiche) e i sistemi (fisico, terrestre e cosmico e dei viventi) che sono state esplicitate nel modello di cultura scientifica al capitolo 2.

Grafico 3.17: Prestazioni medie nelle competenze, nelle conoscenze e nei sistemi in scienze naturali - Regioni linguistiche svizzere



Gli allievi della Svizzera francese ottengono punteggi più alti in tutte le sottoscale, rispetto alle altre regioni salvo in quella delle conoscenze di contenuto (515). In particolare il distacco più grande dalle altre regioni è rilevato nel sistema dei viventi (522).

Gli allievi della Svizzera tedesca generalmente ottengono in tutte le sottoscale i punteggi più bassi rispetto alle altre due regioni, ad eccezione della competenza a valutare e progettare per cui la Svizzera tedesca ottiene un punteggio medio lievemente più alto (502) rispetto alla Svizzera italiana (501).

Gli allievi della Svizzera italiana ottengono prestazioni medie situandosi tra le altre due regioni linguistiche. Rispetto ai risultati della Svizzera e delle altre due regioni, nella Svizzera italiana c'è una maggior differenza tra i punteggi delle diverse sottoscale: la distanza massima è di 17 punti, raggiungendo il punteggio più alto nelle conoscenze di contenuto (516) e quello più basso nelle conoscenze procedurali ed epistemiche (499). Per quanto riguarda i sistemi, il punteggio più alto è registrato per il sistema terrestre e cosmico, mentre per le competenze il punteggio più alto risulta nello spiegare i fenomeni in modo scientifico.

¹⁶ Per più informazioni sulle sottoscale riferirsi alla voce "Scala PISA" del glossario.

4 Il quadro teorico di PISA 2015 e l'educazione scientifica in Ticino

4.1 La cultura scientifica di PISA 2015 e il piano di formazione a confronto

Il confronto tra il modello di cultura scientifica di PISA e il Piano di formazione della scuola media è fondamentale per riconoscere in quale misura i risultati ottenuti dal campione di allievi ticinesi trovino riscontro con l'impostazione dell'educazione scientifica del sistema educativo ticinese. Si parte dal presupposto che tutta la formazione obbligatoria a partire dalla scuola dell'infanzia abbia giocato un ruolo importante nella formazione scientifica degli allievi sottoposti al test PISA, ma che soprattutto nei quattro anni di scuola media gli allievi abbiano avuto maggiori possibilità di sviluppare quella cultura scientifica che PISA vuole rilevare.

È necessario sottolineare che il campione sottoposto al test PISA è costituito per l'80% da allievi già fuori dalla scuola dell'obbligo. Al momento della prova PISA gli studenti potevano quindi contare su una formazione post obbligatoria di circa un semestre e mezzo. È legittimo chiedersi in quale misura questo tempo di formazione possa aver costituito un fattore discriminante sull'esito finale della prova PISA. È inoltre un fenomeno ben conosciuto che, ad ogni passaggio di ciclo scolastico, i primi mesi rappresentino per gli allievi un periodo di assestamento e accomodamento al nuovo corso di studi, un passaggio obbligato nel quale l'apprendimento resta ancora condizionato e ancorato alla formazione precedente. Non è possibile escludere a priori che questo semestre e mezzo abbia condizionato l'esito dei punteggi, in ogni caso per le ragioni sopra esposte, se anche un'influenza non può essere negata, supponiamo che questa abbia giocato un ruolo verosimilmente piuttosto marginale. Per questo motivo non si è ritenuto necessario in questo rapporto entrare nello specifico in merito della cultura scientifica così come intesa nella formazione post obbligatoria ticinese, ma potrebbe essere oggetto di approfondimenti e ricerche auspicabili, ma che esulano dal presente rapporto.

Il piano di formazione (PF) per le scienze naturali del 2009 (Ufficio dell'insegnamento medio, 2009), ancora in vigore per PISA 2015, contiene i fondamenti pedagogici e didattici per l'educazione scientifica sui quali si è basata la formazione degli allievi selezionati per svolgere gli item di PISA. Si tratta di un documento la cui origine è riconducibile a *Materiali per l'elaborazione del Piano di formazione della scuola media* (Ufficio dell'insegnamento medio, 1999), che ha portato alla stesura del *Piano di formazione della scuola media* nel 2004 (Ufficio dell'insegnamento medio, 2004). Quest'ultimo conteneva la versione provvisoria del PF di scienze naturali giunta pressoché invariata nella sua impostazione generale alla versione finale del 2009, con l'aggiunta in allegato della tabella sinottica dei contenuti da trattare nell'arco del quadriennio di scuola media.

Il PF per le scienze naturali si basa su una ripartizione in tre dimensioni dell'imparare, descritte in dettaglio nel capitolo dedicato alla mappa formativa (Ufficio dell'insegnamento medio, 2009, pp. 10-12):

- Imparare a conoscere.
- Imparare a fare.
- Imparare a essere.

La loro analisi le rivela anticipatrici di un approccio didattico basato sulle competenze in via d'introduzione con il nuovo piano di studio (Divisione della scuola, 2015), a seguito del concordato HarmoS.

In verità già nel PF si accenna alle competenze, definite come "la capacità dell'allievo a mobilitare le conoscenze acquisite per risolvere una situazione problema concreta e costruire un semplice modello esplicativo" (Ufficio dell'insegnamento medio, 2009, p. 15), definizione che richiama una delle competenze in PISA: spiegare i fenomeni con un approccio scientifico.

Le stesse dimensioni che connotano l'apprendimento sono riprese anche in termini di conoscenze nel capitolo "Risorse" (Ufficio dell'insegnamento medio, 2009, p. 14):

- Sapere.
- Saper fare.
- Saper essere.

In allegato al PF sono infine elencati e descritti i saperi disciplinari da apprendere nell'arco dei quattro anni di scuola media, sui quali è possibile stabilire un confronto diretto con le conoscenze richieste per risolvere gli item di PISA 2015.

Il confronto tra la cultura scientifica di PISA e il PF è stabilito tenendo come riferimento i quattro aspetti fondamentali attorno ai quali ruota la cultura scientifica di PISA (contesti, conoscenze, competenze e attitudini) come presentati nel quadro teorico di riferimento (OECD, 2016a, p. 26) ricercando in che misura essi siano presi in considerazione nelle tre dimensioni dell'imparare e del sapere delle scienze naturali descritte nel PF. La principale difficoltà e sfida nello stabilire questo confronto sta nella diversa impostazione e conseguente difficoltà a ricercare le relazioni semantiche tra due modelli d'intendere la cultura scientifica. Il risultato del confronto è proposto nella tabella 4.1. A complemento d'analisi, l'aspetto concernente le attitudini è stato pure incluso nella tabella anche se, come già menzionato, nell'indagine PISA 2015 è stato misurato attraverso le domande del questionario allievi e non con il test.

Per quanto riguarda i tre sistemi (dei viventi, terrestre e cosmico e fisico) sono stati fatti dei confronti diretti e immediati con la tabella sinottica del PF (Ufficio dell'insegnamento medio, 2009, A2/16 – A5/16). Nella tabella 4.2 la lista PISA è esaustiva, mentre è possibile che alcuni argomenti previsti dal PF siano stati tralasciati in mancanza di un diretto riscontro con gli argomenti di PISA. In questo caso evidentemente il confronto è avvenuto senza complicazioni e/o rischio di forzature interpretative.

Tabella 4.1: Competenze, conoscenze e attitudini in scienze naturali – PISA 2015 e piano di formazione

PISA 2015	Piano di formazione
Conoscenze di contenuto	Imparare a conoscere
Comprensione dei fatti, dei concetti e delle teorie più importanti alla base del pensiero scientifico. Più in particolare le conoscenze sul mondo naturale.	1.1 Il contributo del sapere scientifico, con i suoi valori di pensiero e di metodo, alla comprensione del mondo e della vita, soprattutto per quanto concerne: a) l'energia, la materia, l'informazione e i loro flussi; b) l'universo, la terra, gli organismi, l'uomo e la loro origine ed evoluzione; c) le interrelazioni esistenti tra le varie parti costitutive del mondo circostante. [...]
Conoscenze procedurali	Saper fare
I metodi che permettono di riassumere e rappresentare i dati con tabelle, grafici e schemi usati in modo appropriato.	3.2.2. ... Saper costruire, leggere e interpretare semplici grafici. Essere in grado di redigere un rapporto. Saper utilizzare un foglio di calcolo. Saper comporre una semplice presentazione multimediale.
Conoscenze epistemiche	Imparare a fare
Comprendere il ruolo dei modelli fisici, sistemici e astratti così come i loro limiti. Comprendere la deontologia degli scienziati, per esempio l'oggettività e l'eliminazione delle distorsioni. Comprendere il ruolo della collaborazione, della critica; Comprendere che le conoscenze scientifiche permettono di prendere atto dei problemi sociali e tecnologici e di trovare delle soluzioni.	2.1 Capacità di stabilire corrispondenze tra pensiero e realtà, di generalizzare la conoscenza e di mettere in relazione gli elementi del pensiero con la propria vita. 2.2 Capacità di far propri i valori della conoscenza, dell'esperimento, delle argomentazioni, staccandosi dal proprio punto di vista. Capacità di affrontare argomentazioni diverse come fonte di approfondimento. · [...] 2.3 Capacità di discutere argomenti scientifici con implicazioni sociali, come occasione di confronto, di condivisione e di crescita personale e di gruppo. 3.3 Riconoscere che la cultura scientifica, su cui si fonda in parte la civiltà occidentale, è all'origine di importanti cambiamenti sociali, in generale positivi. [...]
	Saper essere
Comprendere l'obiettivo della scienza di produrre delle spiegazioni sul mondo naturale.	3.1 Riconoscere che le scienze naturali danno spiegazioni plausibili della realtà sensibile, ma non esprimono verità assolute.

	Utilizzare le conoscenze scientifiche e l'approccio sperimentale per capire meglio la realtà circostante [...].
Competenze	Saper fare
Interpretare i dati e le prove in modo scientifico	Saper usare correttamente e leggere con precisione le indicazioni dei vari strumenti di misura utilizzati... Saper costruire, leggere e interpretare semplici grafici. [...] Saper valutare i risultati ottenuti per rapporto alle ipotesi formulate.
Valutare e progettare indagini scientifiche	Saper progettare semplici esperienze per verificare le proprie ipotesi per rapporto a un fenomeno osservato. Valutare la coerenza (di un modello esplicativo) e, se necessario, apportarvi delle modifiche o rivederlo. Essere in grado di consultare Internet per ricercare informazioni in modo critico e mirato.
	Competenze
Spiegare i fenomeni con un approccio scientifico	- identificare, adducendo delle motivazioni pertinenti, gli elementi essenziali; - esplicitare le relazioni tra queste componenti utilizzando un linguaggio e un formalismo appropriato; - ipotizzare il funzionamento del modello.
Attitudini	Saper essere
L'interesse e l'impegno verso le scienze e le tecnologie; il valore attribuito ai metodi scientifici, la percezione e la sensibilità verso le problematiche ambientali.	3.2 Sviluppare un atteggiamento responsabile verso la vita, la natura e le risorse naturali. · Assumere un comportamento rispettoso nei confronti dell'uomo, della vita e della natura. [...]
	Imparare a conoscere
	1.2 I valori etici riguardo a conoscenze, attività e applicazioni scientifiche. · La riflessione personale sull'universo, sull'origine e sulla trasmissione della vita. · La complementarità tra la cultura scientifica e quella letteraria e artistica. 1.3 La protezione e la valorizzazione dell'ambiente; l'uso sostenibile delle risorse naturali. · Il ruolo delle scienze naturali applicate e della tecnica. · La divulgazione del sapere scientifico.

Per le conoscenze sulle scienze, che per la prima volta in PISA 2015 sono distinte in conoscenze procedurali e conoscenze epistemiche, è possibile trovare alcune corrispondenze nel PF anche nel capitolo dedicato alla declinazione dell'apprendimento nelle scienze (Imparare a...). A tal proposito nel PF trova riscontro solo una delle conoscenze di tipo procedurale prese in considerazione dal modello di PISA, mentre è più esaustivo sulle conoscenze epistemiche, in particolare nella sezione imparare a fare, anche se non vi sono le indicazioni operative su come tradurle concretamente in classe.

Per quanto riguarda le competenze scientifiche, esse si ritrovano in ordine sparso nel capitolo sulle risorse alla sezione "saper fare" e nel capitolo sulle competenze. Nell'ambito dell'"imparare a conoscere" e del "saper essere" è possibile riconoscere una corrispondenza con l'aspetto delle attitudini di PISA. Nessun riferimento è stato riscontrato sull'aspetto che riguarda i contesti.

In conclusione, dalla tabella 4.1 si può constatare una certa corrispondenza tra la mappa formativa e gli aspetti del modello di cultura scientifica proposto da PISA. Benché l'impostazione di base tra i due modelli sia diversa, è possibile stabilire una sorta di risonanza tra i due che, seppure con modalità differenti, convergono verso un modello di cultura scientifica simile.

Tabella 4.2: Le conoscenze scientifiche nei tre sistemi riconosciuti da PISA 2015 e l'elenco degli argomenti dalla tabella sinottica del piano di formazione (giugno 2009)

PISA 2015	Piano di formazione
<p>Sistema fisico</p> <p>Struttura della materia (modello particellare, legami intramolecolari, ecc.)</p> <p>Proprietà della materia (cambiamenti di stato, conducibilità termica ed elettrica, ecc.)</p> <p>Cambiamenti chimici della materia (Reazioni chimiche, trasferimenti d'energia, acidi/basi, ecc.)</p> <p>Forza e movimento (velocità, attrito, ecc.) e azioni a distanza (magnetismo, gravitazione, elettrostatica, ecc.)</p> <p>L'energia e le sue trasformazioni (conservazione, dissipazione, reazioni chimiche, ecc.)</p> <p>Interazioni tra l'energia e la materia (onde luminose e onde radio, onde sonore e sismiche)</p>	<p>Scienze della Terra - La materia e le sue trasformazioni</p> <p>La struttura della materia</p> <p>Alcune proprietà della materia (stati di aggregazione, sostanze e miscugli, solubilità, tecniche di separazione)</p> <p>La combustione e la neutralizzazione (reagenti e prodotti)</p> <p>Proprietà fisiche e chimiche di alcune classi di sostanze (metalli e non metalli, acidi e basi, sali)</p> <p>Quantità di moto e velocità, carica elettrica e potenziale elettrico</p> <p>Entropia e temperatura</p> <p>L'energia</p> <p>Composizione spettrale della luce bianca</p>
<p>Sistema dei viventi</p> <p>Cellule (es.: strutture e funzioni, DNA, piante animali)</p> <p>Concetto di organismo (es.: unicellulare e pluricellulare)</p> <p>Essere umano (es.: salute, alimentazione, apparati come il digestivo, respiratorio, circolatorio, escretore, riproduttivo e le loro relazioni)</p> <p>Popolazioni (es.: specie, evoluzione, biodiversità, variazioni genetiche)</p> <p>Ecosistemi (es.: catene alimentari, flussi di materia e energia)</p> <p>Biosfera (es.: servizi ecosistemici, sostenibilità)</p>	<p>Scienze della vita</p> <p>Organismi microscopici, livello cellulare degli esseri viventi</p> <p>L'uomo e la salute (informazione nervosa, ormonale, risposta immunitaria, assunzione di alimenti, percorso delle sostanze e loro utilizzo, sessualità)</p> <p>Introduzione alla biodiversità, relazioni tra popolazioni di specie diverse, relazioni delle diverse specie con l'ambiente, selezione di specie animali e vegetali, biotecnologie antiche e moderne.</p> <p>Concetto di evoluzione, la selezione naturale, i fattori che concorrono all'evoluzione.</p> <p>Catene e reti alimentari, ruolo dei microorganismi nel ciclo della materia</p>
<p>Sistemi terrestri e cosmico</p> <p>Struttura del sistema terrestre (es.: litosfera, atmosfera, idrosfera)</p> <p>Energia nel sistema terrestre (es.: risorse, clima globale)</p> <p>Cambiamenti nel sistema terrestre (es.: Tettonica a placche, cicli geochimici, forze costruttive e distruttive)</p> <p>Storia della terra (es.: fossili, origine e evoluzione)</p> <p>Terra nello spazio (es.: gravità, sistema solare, galassie)</p> <p>Storia e scale dell'universo (es.: anno luce, teoria del Big Bang)</p>	

Dal confronto si evince una certa corrispondenza dei temi trattati nella scuola media con i contenuti inseriti negli item di PISA per quanto riguarda gli ambiti disciplinari del sistema fisico e del sistema dei viventi. Per i sistemi terrestri e cosmici non si individuano corrispondenze, nonostante nel PF si faccia esplicito riferimento alle "scienze della Terra" come ambito di conoscenze. Si potrebbe attribuire questa differenza a una possibile migrazione dei contenuti verso l'area disciplinare della geografia (anche se non vengono menzionati nel capitolo dedicato alla geografia del PF). È tuttavia improbabile che i sistemi terrestri e cosmico, anche se affrontati in geografia, lo siano con un approccio scientifico, tenuto conto che nel PF l'impostazione generale dell'insegnamento della geografia verte piuttosto su aspetti politici, sociali ed economici.

4.2 Item di PISA 2015 e prove cantonali a confronto

Il monitoraggio del sistema educativo a livello della scuola media è assicurato dalle prove cantonali (PC), organizzate con lo scopo di “verificare il raggiungimento degli obiettivi previsti dal programma e regolare le attività d’insegnamento” (Regolamento della scuola media, 26/1996).

“Le prove cantonali hanno esplicitamente un valore formativo e regolativo e non incidono sulla certificazione degli allievi. Esse vengono realizzate secondo un piano pluriennale predisposto dall’Ufficio dell’insegnamento medio in collaborazione con gli organi cantonali e possono interessare anche più materie in un’ottica interdisciplinare; assumono un valore particolare nella verifica dell’acquisizione delle competenze previste per la fine della scuola media. Agli esperti compete la responsabilità per la loro preparazione e realizzazione, tenendo conto dell’esigenza di monitorare l’impostazione didattica e la validità dell’insegnamento in relazione agli obiettivi di apprendimento previsti dal Piano di formazione. Dai risultati delle prove cantonali ci si attendono indicazioni per indirizzare le attività di insegnamento e apprendimento a livello cantonale, quindi per assicurare un adeguato livello di qualità generale e la necessaria coerenza fra i diversi istituti.” (Ufficio dell’insegnamento medio, n.d.).

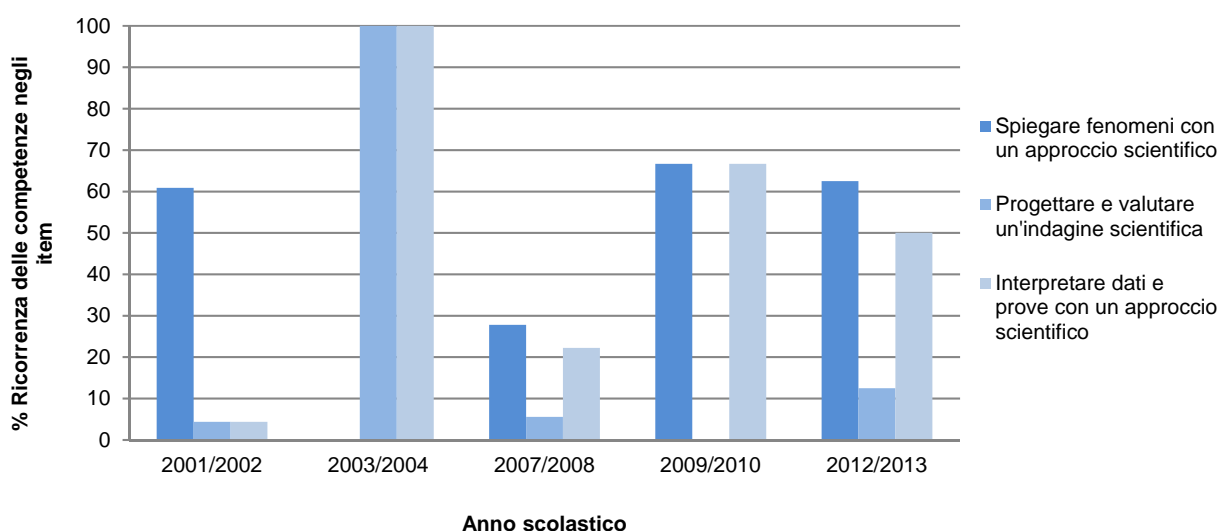
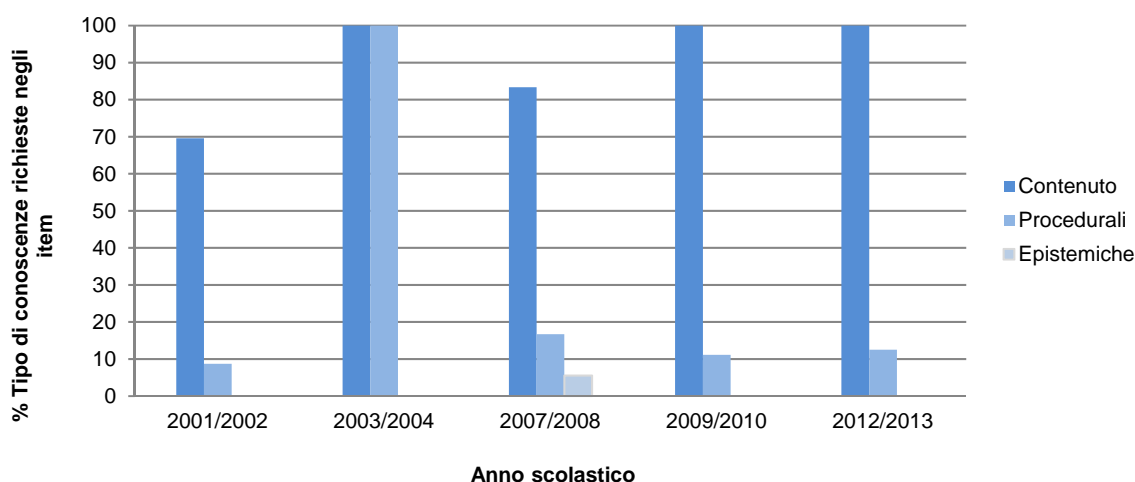
Le PC rappresentano un interessante termine di paragone con i test PISA riguardo agli approcci usati per la valutazione della cultura scientifica. Alcuni item più complessi e articolati, talvolta presenti nelle PC, possono inoltre costituire per il corpo docenti l’esemplificazione concreta degli indirizzi didattici e pedagogici contenuti nel PF. Le PC possono considerarsi in questo senso lo specchio più fedele e concreto su come l’educazione scientifica sia proposta nella realtà scolastica ticinese.

Per un confronto con PISA, sono state prese in esame tutte le PC dal 2000 al 2015: la tabella 4.3. riporta gli anni scolastici e le classi alle quali le PC erano destinate.

Tabella 4.3: Prove cantonali esaminate per il confronto con PISA 2015

Anno scolastico	Classe
2001/02	II ^a media
2003/04	III ^a media
2007/08	IV ^a media
2009/10	IV ^a media
2012/13	II ^a media

Benché le prove cantonali non siano state concepite sui tre aspetti della cultura scientifica considerati in PISA - conoscenze, competenze, contesti - come accaduto per il confronto con il PF, è stato possibile, laddove presenti, riconoscere le competenze e le conoscenze analoghe agli item PISA. I risultati complessivi dell’analisi sono stati riportati in due grafici distinti per competenze e conoscenze. Essi mostrano in percentuale sul totale degli esercizi delle PC, quale tipo di competenze e conoscenze sia stato valutato.

Grafico 4.1: Competenze mobilitate nelle prove cantonali in scienze naturali (2001-2013)**Grafico 4.2: Conoscenze mobilitate nelle prove cantonali in scienze naturali (2001-2013)**

L'analisi delle PC ha permesso di tracciare un'interessante evoluzione nel tempo. Nelle prime prove le competenze entravano in gioco in modo marginale. Salvo rari casi, solo le competenze relative alla spiegazione scientifica dei fenomeni erano presenti, ma senza l'intenzione di valutare la competenza in quanto tale, quanto piuttosto per legittimare la conoscenza disciplinare con la formula ripetitiva e invariata "argomenta la tua risposta". Questa impostazione si è in parte modificata nel tempo. A partire dal 2003/04 le prove cantonali risultano strutturate in due parti. La parte iniziale è impostata in modo tradizionale con domande dirette, volte a richiamare mnemonicamente le conoscenze disciplinari che, secondo la classificazione PISA, richiedono agli allievi un basso carico cognitivo (OECD, 2016a). Nella seconda parte gli allievi sono chiamati a risolvere situazioni problematiche complesse e a mettere in gioco le loro competenze scientifiche in modo più articolato e aderente al modello PISA, collocandosi su un livello medio di carico cognitivo. L'intenzione di proporre prove divise, distinte in una parte nozionistica e di triviale richiamo mnemonico delle conoscenze e in una più applicata, risponde alla volontà di stabilire in quale misura gli allievi siano in grado di rendere operative le loro conoscenze. In queste prove inizia a manifestarsi l'intenzione di valutare gli allievi sulle competenze scientifiche così come intese da PISA. L'apparente anomalia per la prova del 2003/04 è da ricondurre all'impostazione del test di quell'anno, nel quale gli allievi sono stati chiamati ad eseguire concretamente alcuni saggi sugli alimenti e a riportarne in un referto finale i risultati. Erano presenti solo due item ed entrambi richiedevano le medesime competenze e lo stesso tipo di conoscenze.

Per quanto riguarda il tipo di conoscenze richiesto, nel grafico 4.2, si osserva la netta persistenza nel tempo di item nei quali sono richieste quasi esclusivamente conoscenze sui contenuti disciplinari. È comunque osservabile un avvicinamento al modello di cultura scientifica presente in PISA nelle ultime prove cantonali,

testimoniato anche dalla presenza di un'introduzione agli esercizi attraverso delle situazioni problema, che mettono gli allievi in condizioni concrete e favorevoli per mettere in gioco le loro effettive competenze.

Grafico 4.3: Distribuzione delle competenze negli item di scienze naturali - Prove cantonali e PISA 2015

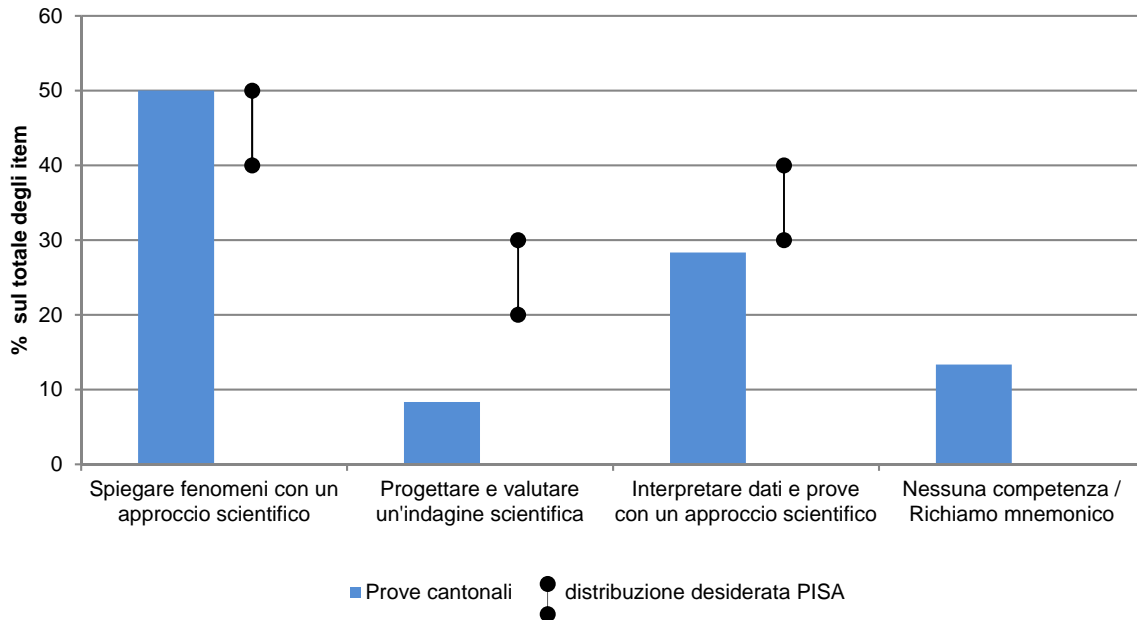
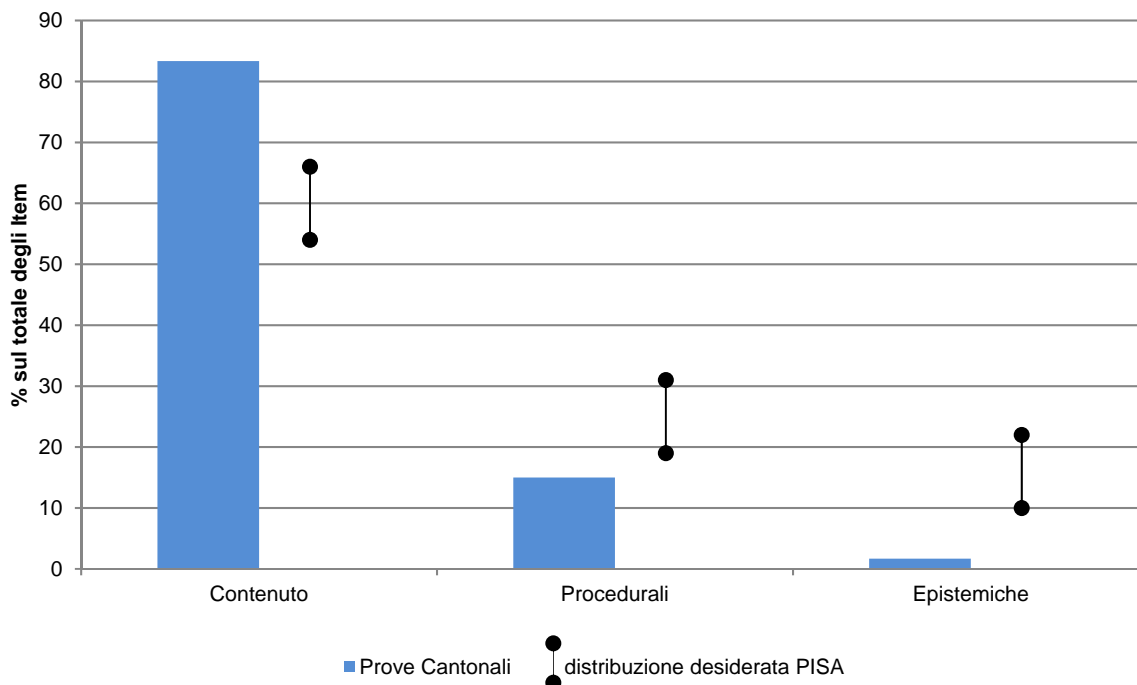


Grafico 4.4: Distribuzione delle conoscenze negli item di scienze naturali - Prove cantonali e PISA 2015



I grafici 4.3 e 4.4 mostrano i dati complessivi di tutte le prove cantonali, che si possono comparare con l'intervallo di distribuzione desiderato degli item in PISA 2015 tra i vari tipi di competenze e di conoscenze (OECD, 2016b, pp. 28-31). Anche se con percentuali diverse, le competenze e le conoscenze vengono rilevate secondo gli stessi criteri: sia in PISA che nelle PC si voleva una percentuale di item per la competenza "spiegare fenomeni con un approccio scientifico" più alta rispetto agli altri tipi. Si vede comunque che la rilevazione delle competenze scientifiche nelle PC è ancora sottorappresentata (ad eccezione di "spiegare fenomeni con un approccio scientifico"); d'altro canto nelle PC sono spesso presenti item che non

sono riconducibili alla valutazione delle competenze, ma che sono atti a richiamare mnemonicamente delle nozioni (15%). Questa scelta d'impostazione condiziona anche la distribuzione dei tipi di conoscenza nelle PC. È, infatti, inevitabile con questo approccio privilegiare le conoscenze di contenuto che risultano sovra rappresentate rispetto alle conoscenze sulle scienze (procedurali ed epistemiche) prese in considerazione in PISA 2015.

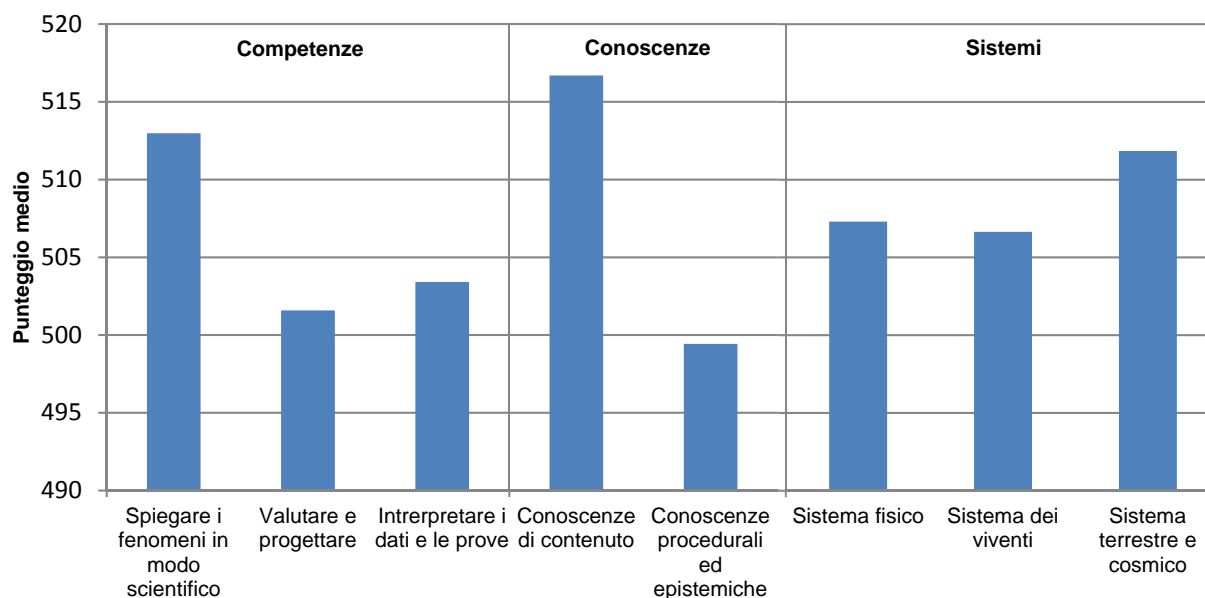
Prima di stabilire in quale misura l'esito dell'indagine PISA 2015 sia attribuibile all'approccio dell'educazione scientifica proposto nel sistema educativo ticinese, occorre collocare in un unico quadro di sintesi gli intendimenti del PF con l'impostazione delle PC.

Tra questi due elementi si può stabilire una relazione tra intenzioni dichiarate e azioni perseguite poiché, come si è visto, lo scopo delle PC è proprio quello di controllare in quale misura il PF sia applicato coerentemente nelle pratiche professionali. A tal proposito, occorre rilevare come il focus delle PC risulti ancora polarizzato sulla valutazione delle conoscenze disciplinari piuttosto che sulle competenze, soprattutto per quanto riguarda la capacità di progettare e valutare le indagini scientifiche e di interpretare i dati e le prove. Inoltre, quando è richiesta la competenza a spiegare i fenomeni in modo scientifico, l'intenzione è più di legittimare una risposta di conoscenza disciplinare che di mettere alla prova gli allievi nel manifestare questa competenza. Gli esercizi che prendono in considerazione le conoscenze sulle scienze (procedurali ed epistemiche) sono pochi. D'altra parte, come già rilevato nelle pagine precedenti, nel PF le conoscenze procedurali sono considerate limitatamente alla rappresentazione dei dati e risultati, mentre quelle epistemiche compaiono in modo più esaustivo, ma meno sistematico e strutturato da quanto proposto da PISA. In tutte le PC prese in esame, solo un esercizio si occupa di verificare queste conoscenze esplicitamente. In ogni caso, anche gli item PISA mostrano una leggera tendenza a privilegiare le conoscenze di contenuto e la competenza a spiegare i fenomeni in modo scientifico (vedi grafici 4.3 e 4.4).

4.3 I risultati PISA 2015 e l'educazione scientifica in Ticino

Per quanto riguarda i risultati PISA del Ticino, i punteggi medi degli allievi nelle diverse sottoscale (competenze, conoscenze, e sistemi), rappresentati nel grafico 4.5, sono utili per tentare di interpretare i risultati ottenuti dai quindicenni ticinesi in relazione a quella che è stata la loro educazione scientifica nel ciclo di studi obbligatorio.

Grafico 4.5: Prestazioni medie nelle competenze, nelle conoscenze e nei sistemi in scienze naturali – Ticino



In Ticino, il punteggio medio più alto è nelle conoscenze di contenuto (517 punti) e il punteggio più basso nelle conoscenze procedurali ed epistemiche (499). Il risultato ticinese può rivelare un modo d'intendere un'educazione scientifica ancora centrato sui contenuti disciplinari, che trova riscontro nell'analisi degli esercizi delle PC e nell'assenza di un riferimento esplicito a riconoscere come tali le conoscenze procedurali e ai riferimenti poco strutturati ed espliciti sulle conoscenze epistemiche.

Un'analisi dei risultati ticinesi per quanto riguarda i macroambiti tematici (sistema fisico, sistema dei viventi, sistema terrestre e cosmico) mostra che il punteggio medio più alto è stato ottenuto per il sistema terrestre e cosmico. Ci si sarebbe potuti attendere punteggi inferiori per questo sistema a causa dell'assenza di riferimenti nel PF. Allo stesso tempo sarebbe lecito aspettarsi punteggi maggiori nel sistema dei viventi in virtù del fatto che sono notoriamente i temi più ricorrenti a partire già dalla scuola d'infanzia e che la formazione degli insegnanti delle scuole medie in Ticino è preferenzialmente orientata verso la biologia. Ciò potrebbe essere ricondotto alla copertura, a livello di contenuti disciplinari da parte dell'insegnamento della geografia, oppure al ruolo giocato dall'educazione non formale e informale, sempre più presente nell'accompagnare i vissuti extra scolastici delle ultime generazioni di allievi. Nel caso specifico degli argomenti del sistema terrestre, basti pensare alla risonanza mediatica e al conseguente stuolo d'informazioni scientifiche che seguono le catastrofi naturali come terremoti, eruzioni vulcaniche, tsunami, o per restare più vicini alla realtà alpina del Ticino, le inondazioni, le frane ed i fenomeni gravitativi analoghi, tutti temi ricorrenti negli esercizi PISA. Una spiegazione alternativa potrebbe risiedere nel divario tra quanto è indicato nel PF e l'insegnamento in classe. È stata anche presa in considerazione la possibilità che questi argomenti siano stati affrontati nel primo semestre delle scuole post obbligatorie, ma subito scartata, una volta esaminato il piano cantonale degli studi liceali e della scuola cantonale di commercio. Infatti, nella sezione matematica e scienze sperimentali non viene rinvenuto alcun riferimento esplicito ai temi di scienze della Terra presi in considerazione da PISA¹⁷. Nessuna verifica è stata fatta per le scuole professionali (35 % del campione): appare in ogni caso remota la possibilità che nell'ambito di tale percorso di studi così specifico siano trattati argomenti che esulano dall'area circoscritta agli specifici interessi della formazione.

La questione resta, in ogni caso, aperta. Una spiegazione potrebbe risiedere nel concorso congiunto di molteplici cause che rimanderebbe all'intrigante ipotesi finale che gli allievi, con la giusta motivazione e se educati ad usare gli strumenti per farlo, dispongano oggi di un ampio spettro di possibilità per apprendere anche al di fuori del sistema educativo formale.

I punteggi raggiunti dagli allievi ticinesi sulle competenze scientifiche e sulle conoscenze si accordano con la preferenza data dal PF, e rivelata nelle PC, alla competenza di essere in grado di spiegare i fenomeni in modo scientifico e alle conoscenze di contenuto. Per quanto riguarda le conoscenze, sarebbe stato lecito aspettarsi una differenza ancora maggiore vista la centralità che le conoscenze disciplinari rivestono ancora nell'educazione scientifica del sistema educativo obbligatorio ticinese (nel nuovo Piano di studio (PdS) questa dimensione affiora ancora quando si enfatizzano i "sapere irrinunciabili"). Ciò nonostante, i punteggi mostrano che gli allievi sono in grado di riuscire anche nelle competenze e nei tipi di conoscenze meno riconosciute dall'impostazione data all'educazione scientifica dal sistema scolastico ticinese. È un risultato che si potrebbe interpretare come segnale precursore di un approccio all'educazione scientifica per competenze già in atto nel sistema educativo ticinese. Questa tendenza si rivela tra l'altro nella struttura di alcuni esercizi presenti nelle ultime edizioni delle PC.

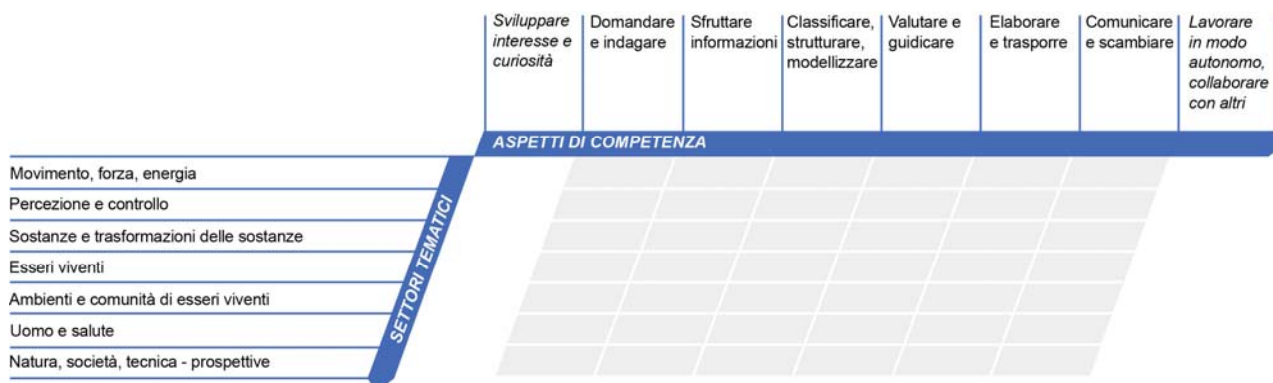
¹⁷ https://www4.ti.ch/fileadmin/DECS/DS/UIMS/documenti/PianiStudio/Liceo/III_matematica_scienze.pdf; https://www4.ti.ch/fileadmin/DECS/DS/UIMS/documenti/PianiStudio/PS_SCC_2017.pdf

4.4 Prospettive future: il modello svizzero di competenza a seguito della riforma HarmoS

L'Accordo intercantonale sull'armonizzazione della scuola obbligatoria del 14 giugno 2007 (Concordato HarmoS) (CDPE, 2007) prevede "l'armonizzazione della scuola obbligatoria sul piano nazionale attraverso l'armonizzazione dei suoi obiettivi fissati in termini di standard di formazione sulla base dei modelli di competenza" (Bernasconi Tamagni & Vanetta, 2011). Il 16 giugno 2011 la CDPE ha approvato questi standard nazionali o competenze fondamentali di formazione per la lingua di scolarizzazione, le lingue seconde, la matematica e le scienze naturali. Gli standard definiscono le competenze fondamentali che gli allievi devono raggiungere in queste quattro discipline scolastiche. Questi standard non rappresentano, né hanno l'intenzione di stabilire, un piano di studio per la scuola dell'obbligo, né per la totalità delle discipline, ma sono una base comune per orientare i sistemi scolastici nelle diverse regioni linguistiche svizzere per la redazione dei nuovi piani di studio a seguito dell'adesione al concordato HarmoS. Queste competenze devono essere integrate nei piani di studio, come obiettivi da raggiungere al termine dei tre cicli scolastici ripartiti sull'arco degli 11 anni di formazione obbligatoria. Nella Svizzera francese il *Plan d'Etude Romand (PER)* è in vigore dal 2013, mentre due anni più tardi sono stati approvati il *Lehrplan21* nella Svizzera tedesca e il *Piano di studio della scuola dell'obbligo ticinese* (Divisione della scuola, 2015) nel Canton Ticino.

Per tutte le discipline è stata adottata la seguente definizione di competenza generale, ripresa poi nei piani di studio cantonali: "le competenze sono le capacità e le abilità cognitive che un individuo possiede o che può apprendere per risolvere determinati problemi, ma anche le capacità motivazionali, vocazionali e sociali, ad esse connesse, per riuscire ad utilizzare in situazioni diverse le soluzioni trovate, con successo e in modo responsabile" (Klieme et al., 2004, p. 72).

Figura 4.1: Modello di competenza in scienze naturali (CDPE, 2011, p.6)



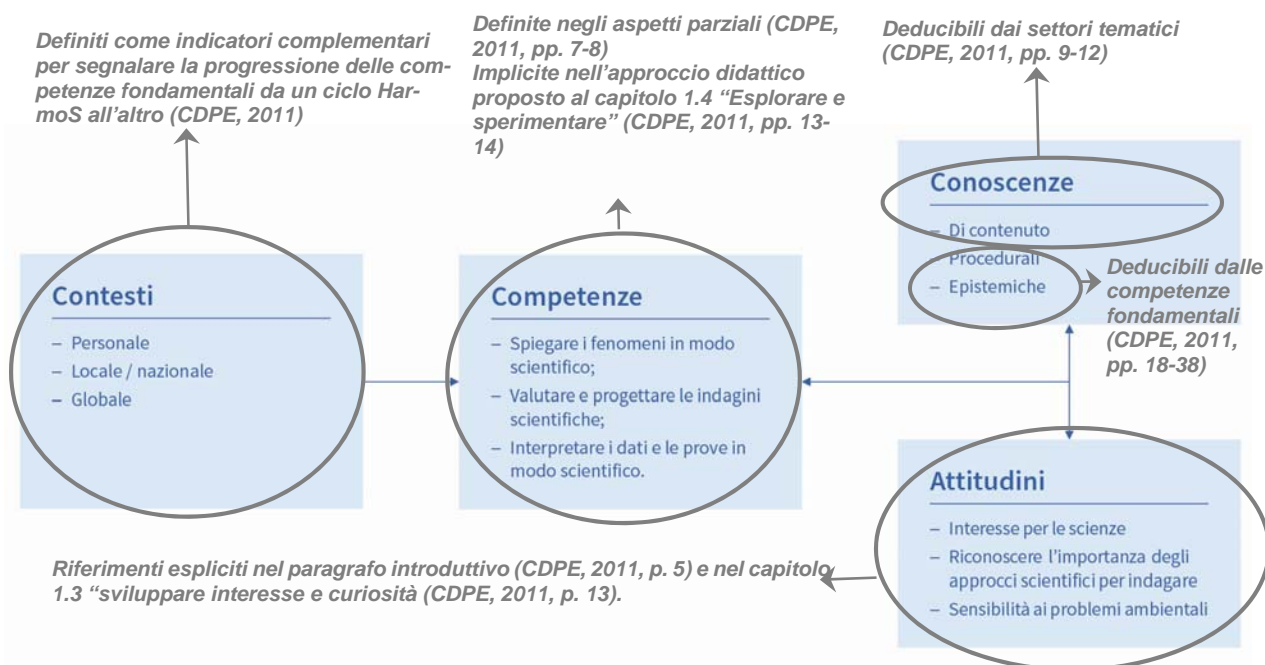
Nel modello di competenza per le scienze naturali "le competenze fondamentali risultano sempre dalla relazione tra aspetti di competenza e settori tematici" (CDPE, 2011, p. 13). Si mettono così in relazione processi e contenuti in modo incrementale lungo tutto il corso della formazione obbligatoria. In pratica, una volta definiti a livello generale aspetti e ambiti di competenze comuni, per ogni ciclo scolastico si fornisce una declinazione adeguata al livello cognitivo degli allievi (CDPE, 2011, pp. 18-50).

Gli aspetti di competenza nazionali per le scienze, nella loro definizione generale, descrivono delle attività mentali ("modalità di pensiero") avulse da un preciso inquadramento disciplinare, tali che potrebbero applicarsi a qualsiasi contesto disciplinare. L'aspetto di competenza "comunicare e scambiare", ad esempio, può essere sviluppato sia per le scienze, sia per la storia, o le lingue, le arti visive, ecc. Per arrivare ad una sua declinazione specifica nelle scienze occorre prendere in considerazione i cosiddetti aspetti parziali (CDPE, 2011, p. 7). In questo modo è possibile ritrovare delle corrispondenze con le tre competenze scientifiche di PISA. Ad esempio, alla competenza PISA di "interpretare i dati e le prove in modo scientifico" corrispondono sette aspetti di competenza parziali, rintracciabili su cinque aspetti di competenza generali. È possibile anche il contrario, ovvero che un aspetto di competenza parziale possa essere ascritto a più competenze di PISA.

Come è stato già illustrato nel capitolo 2, il modello di cultura scientifica di PISA 2015 scaturisce dalla relazione complessa che si stabilisce tra contesti, competenze, conoscenze e attitudini che permettono ai quindicenni di confrontarsi in situazioni su diversi livelli di complessità. Negli standard nazionali il modello di cultura scientifica risulta più circoscritto all'intersezione di processi cognitivi e conoscenze contenutistiche. Nella figura 4.2, che schematizza il modello di cultura scientifica di PISA, sono stati messi in evidenza

gli aspetti considerati negli standard nazionali per le scienze naturali rintracciati nel documento di riferimento (CDPE, 2011).

Figura 4.2: Elementi delle competenze fondamentali nazionali nel modello di cultura scientifica di PISA 2015



Riguardo ai contesti, nella formulazione delle competenze fondamentali sono frequenti i riferimenti ai contesti personali/locali per i primi due cicli e a quelli globali per il terzo ciclo. I contesti presentati in PISA nei quali le competenze si manifestano sono definiti per segnalare in modo più esplicito la progressione delle competenze da un ciclo HarMoS all'altro. Riguardo alle attitudini esplicitate nel Consorzio internazionale PISA, si trova un riscontro nel paragrafo introduttivo delle competenze fondamentali (CDPE, 2011, p. 5). Inerente le conoscenze sui contenuti, la tabella 4.4 mostra che due dei tre macroambiti disciplinari dei sistemi considerati in PISA sono facilmente riconducibili ai sette ambiti tematici delle competenze fondamentali. Per contro, come già individuato nel PF ticinese anche nelle competenze fondamentali il sistema terrestre e cosmico non è presente.

Tabella 4.4: I tre sistemi in PISA 2015 e i settori tematici delle competenze fondamentali nazionali

Sistemi - PISA 2015	Settori tematici competenze fondamentali
Sistema fisico	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Movimento, forza, energia ✓ Percezione e controllo ✓ Sostanze e trasformazioni delle sostanze
Sistema dei viventi	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Esseri viventi ✓ Ambienti e comunità di esseri viventi ✓ Uomo e salute ✓ Natura, società, tecnica - prospettive
Sistema terrestre e cosmico	

Nel testo introduttivo iniziale delle competenze fondamentali per le scienze naturali si fa esplicito riferimento alla *scientific literacy* proposta in PISA: “La formazione di base delle scienze naturali [...] si orienta ai concetti tipici della *Scientific Literacy*, così come sono stati utilizzati anche nello studio PISA” (OECD, 2016a, p. 25). Occorre, tuttavia, rilevare che all’epoca della redazione delle competenze fondamentali, il modello di cultura scientifica di riferimento in PISA era ancora quello stabilito per il rilevamento del 2006 e come già menzionato al capitolo 2, esso è evoluto verso quello più complesso e articolato proposto dal *framework* del 2015. Il modello di competenza nazionale è quindi inevitabilmente già in parte superato per un confronto con PISA 2015. Ad esempio, le conoscenze sono riconducibili per la gran parte alle conoscenze di contenuto. Tuttavia ciò non significa che le conoscenze procedurali ed epistemiche non siano prese in considerazione dagli standard nazionali.

Ad esempio, la **conoscenza procedurale** di PISA definita come:

“la conoscenza dei metodi usuali per astrarre e rappresentare i dati usando in modo appropriato tabelle grafici e schemi” (OECD, 2016a, p. 27 fig. 2.6)

compare nella **competenza fondamentale** da raggiungere all’ottavo anno di scolarizzazione:

“essere in grado di rappresentare i risultati di esplorazioni, ricerche ed esperienze secondo diverse forme semplici (in particolare mediante schizzi, protocolli, tabelle, diagrammi, piani) e di commentarle” (CDPE 2011 p. 26).

È interessante notare come, tra PISA e le competenze fondamentali, la frontiera tra i concetti di conoscenza e di competenza diventi indefinita e indefinibile. Occorre chiedersi quale effettiva ricaduta questa arbitrarietà, riconducibile alla differenza di formulazioni, “conosce” (per le conoscenze) ed “è in grado di” (per le competenze), potrebbe avere in termini didattici e pedagogici per promuovere la cultura scientifica nella scuola dell’obbligo. In ogni caso, il modello di competenza nazionale mostra delle similitudini con quello di PISA, anche se non vi è una diretta corrispondenza tra il modello di competenza PISA e quello nazionale. Un lavoro di dettaglio condotto in tal senso, ha evidenziato che la maggior difficoltà nel confronto deriva dalla differenza lessicale nel definire le competenze nei due modelli, anche se gli autori hanno ritrovato delle corrispondenze attraverso la disamina dei contenuti rispondenti alle varie descrizioni (Nidegger et al., 2009).

Nel nuovo *Piano di studio della scuola dell’obbligo ticinese* le competenze fondamentali sono state adottate con alcune modifiche solo per la scuola media (terzo ciclo HarmoS); per quanto riguarda i cicli precedenti, si è optato per il mantenimento dell’area ambiente, nella quale le scienze naturali sono accorpate insieme a geografia e storia. Le competenze fondamentali previste per le scienze non potevano pertanto essere applicate come tali anche per le altre due discipline. Ciò ha imposto la scrittura delle nuove competenze cercando di accorpare le tre discipline. Ai fini della preparazione specifica alla cultura scientifica, ciò potrebbe comportare che il raggiungimento delle competenze fondamentali venga condensato negli anni di scuola media. Se si leggono i descrittivi dei livelli 5 e 6 definiti da PISA (tabella 3.1), è fuori dubbio che per portare un maggior numero di allievi su questi livelli, occorra una formazione alla cultura scientifica graduale e specifica che si protrae su tutto l’arco della scolarità obbligatoria, così come è previsto nella riforma HarmoS.

I tre piani d’azione sui quali impostare la formazione obbligatoria sono rappresentati nel nuovo PdS dalle competenze trasversali, la formazione generale e le discipline tradizionali. Spetta a ciascuna disciplina il compito di integrare gli aspetti legati alle competenze trasversali ed alla formazione generale. Con questa impostazione si dovrebbero aprire degli scenari favorevoli alla progettazione didattica sui quali inserire in contesti di senso le attività di scienze naturali sulla falsariga degli item di PISA. A tal proposito un ruolo determinante potrebbe avere il settore della formazione generale dedicato all’educazione a stili di vita sostenibili, anche se nel PdS tale settore è classificato in maniera un po’ nascosta sotto la dicitura di “Contesto economico e consumi”.

5 La matematica in PISA 2015

5.1 Cultura matematica

La definizione di *literacy* (cultura) in matematica è la stessa utilizzata nell'indagine precedente, svoltasi nel 2012, anno in cui la matematica era l'ambito principale.

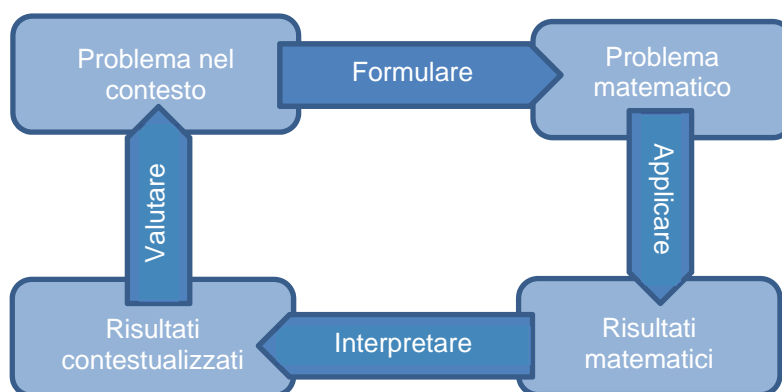
In PISA si definisce la cultura matematica come “la capacità di un individuo di formulare, utilizzare e interpretare la matematica in una varietà di contesti, e cioè di impegnarsi nel ragionamento matematico e di utilizzare concetti, procedure, fatti e strumenti matematici per descrivere, spiegare e prevedere i fenomeni. Essa aiuta le persone a capire il ruolo che la matematica riveste nel mondo e a comportarsi come cittadini costruttivi, impegnati e riflessivi, ovvero sia a dare giudizi e prendere decisioni consapevolmente” (OCDE, 2016a, p.71, tda).

Come per la cultura scientifica, quella matematica è composta dall'interazione di più aspetti interdipendenti tra loro: i processi, i contenuti ed i contesti.

Riguardo ai contesti, l'utilizzo ed il ragionamento della matematica si rivelano importanti in molte circostanze della vita quotidiana, siano esse personali, professionali, sociali o scientifiche. Per questo motivo, in PISA la concezione della matematica è fortemente legata alla situazione contestuale: i partecipanti all'indagine sono confrontati con situazioni e problemi reali che possono risolvere con l'ausilio di mezzi che avrebbero a disposizione anche nella quotidianità, come ad esempio la calcolatrice (che è direttamente integrata nella versione digitale del test per riflettere il legame sempre più presente tra matematica e informatica in contesti come quello professionale).

Oltre alle categorie contestuali (personale, sociale, professionale e scientifica), in PISA si enfatizza l'importanza di ciò che gli individui fanno per stabilire un legame tra tali contesti e la matematica. I processi matematici sono menzionati nella definizione della cultura matematica attraverso i verbi *formulare* (riconoscimento della possibilità di utilizzare la matematica per risolvere un problema del mondo reale), *applicare* (capacità di fare calcoli e applicare le nozioni matematiche) e *interpretare* (riflessione e valutazione dei risultati matematici ottenuti). La base della cultura matematica risiede nel ciclo di modellizzazione matematica (figura 5.1) rappresentante le varie tappe che si possono susseguire nella risoluzione degli esercizi.

Figura 5.1: Pensiero e azione matematici (OCDE, 2016a, p.72)



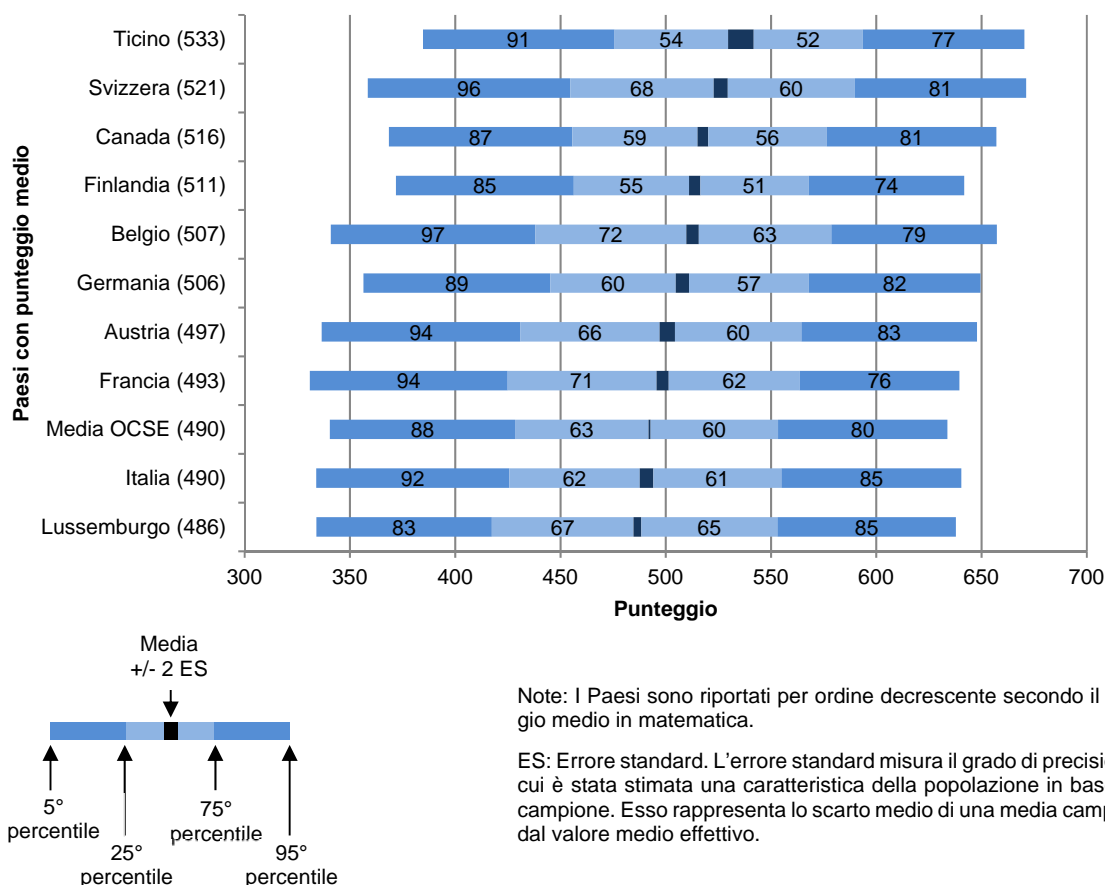
Tali processi sono il fondamento delle sette facoltà matematiche fondamentali che sono state ritenute nel quadro di valutazione dei quindicenni: comunicazione; matematizzazione; rappresentazione; ragionamento e argomentazione; concezione di strategie per la risoluzione di problemi; utilizzo di un linguaggio e di operazioni simboliche, formali e tecnici; utilizzo di strumenti matematici (OCDE, 2016a, pp. 75-76).

I contenuti matematici da utilizzare per rispondere agli esercizi cercano di riflettere gli argomenti convenzionali della matematica che i quindicenni dovrebbero padroneggiare e che sono stati suddivisi in quattro categorie generali: trasformazioni e relazioni, spazio e forma, quantità, incertezza e dati.

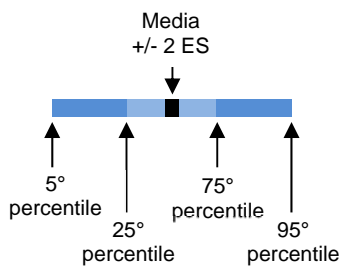
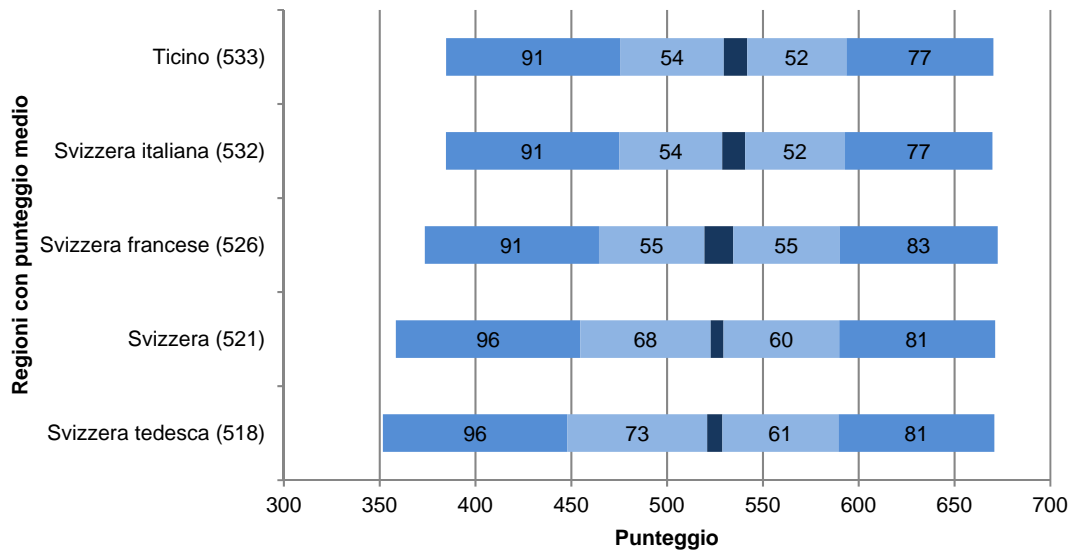
5.2 Risultati generali in matematica

Unicamente Singapore (564 punti) e due province cinesi (Hong Kong con 548 e Macao con 544) ottengono prestazioni migliori statisticamente significative in matematica rispetto al Ticino (533). Quattro Paesi hanno una media che non si differenzia in modo significativo rispetto a quella ticinese, mentre tutti gli altri (64 Paesi) hanno invece una media statisticamente inferiore rispetto al Ticino, tra cui tutti i Paesi di riferimento e la Svizzera, che ottiene un risultato di 521 punti. La media OCSE è di 490 punti.

Grafico 5.1: Prestazioni medie e dispersione in matematica - Ticino e Paesi di riferimento



Riguardo alla dispersione dei punteggi in matematica raffigurata nel grafico 5.1, la Finlandia presenta la differenza più bassa (270 punti) tra il punteggio più basso e quello più alto rispetto agli altri Paesi di riferimento, seguita dal Ticino (286 punti) e dal Canada (289 punti). La dispersione della media OCSE è di 293 punti. Il Paese di riferimento con una maggiore differenza è il Belgio (316).

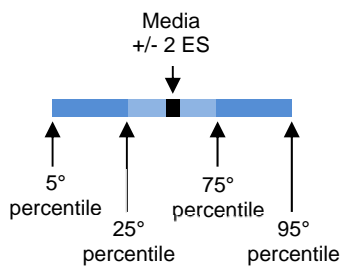
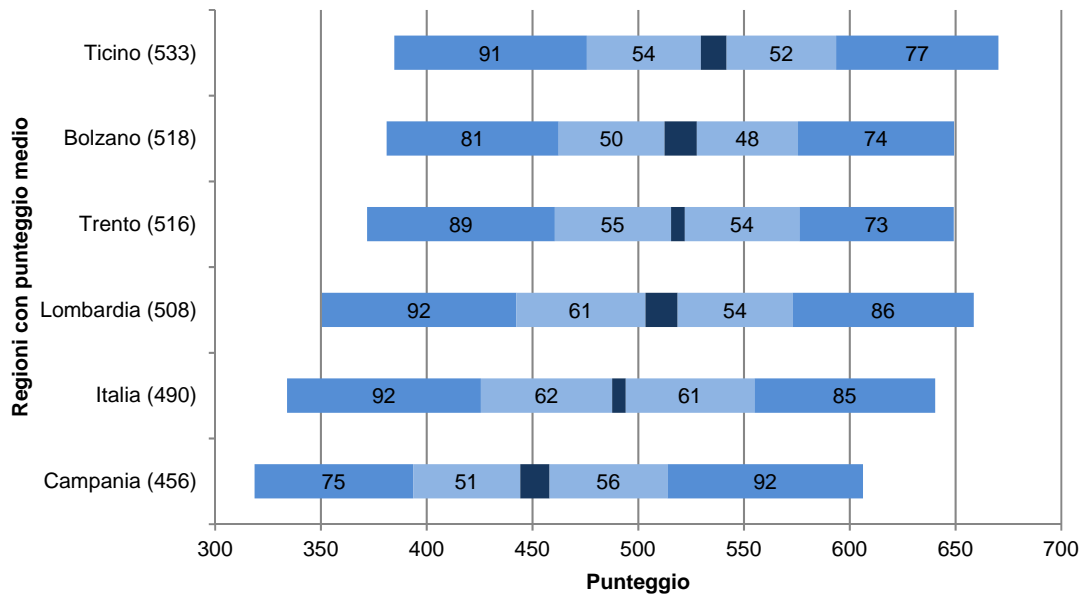
Grafico 5.2: Prestazioni medie e dispersione in matematica - Ticino e regioni linguistiche svizzere

Note: Le regioni sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in matematica.

ES: Errore standard. L'errore standard misura il grado di precisione con cui è stata stimata una caratteristica della popolazione in base ad un campione. Esso rappresenta lo scarto medio di una media campionaria dal valore medio effettivo.

Il Ticino ottiene una media di 533 punti e la Svizzera italiana di 532: entrambi i punteggi sono statisticamente diversi rispetto alla Svizzera tedesca (518 punti) e alla Svizzera (521 punti). La Svizzera francese ottiene 526 punti, differenza non statisticamente significativa dalla Svizzera italiana e dal Ticino.

Per quanto riguarda la dispersione dei punteggi, la Svizzera italiana ha la differenza più bassa (285 punti) tra il punteggio più basso e quello più alto, seguita dal Ticino (286 punti). La Svizzera ha il 90% di allievi racchiusi in 313 punti, la Svizzera tedesca in 319 e la Svizzera francese in 299 punti.

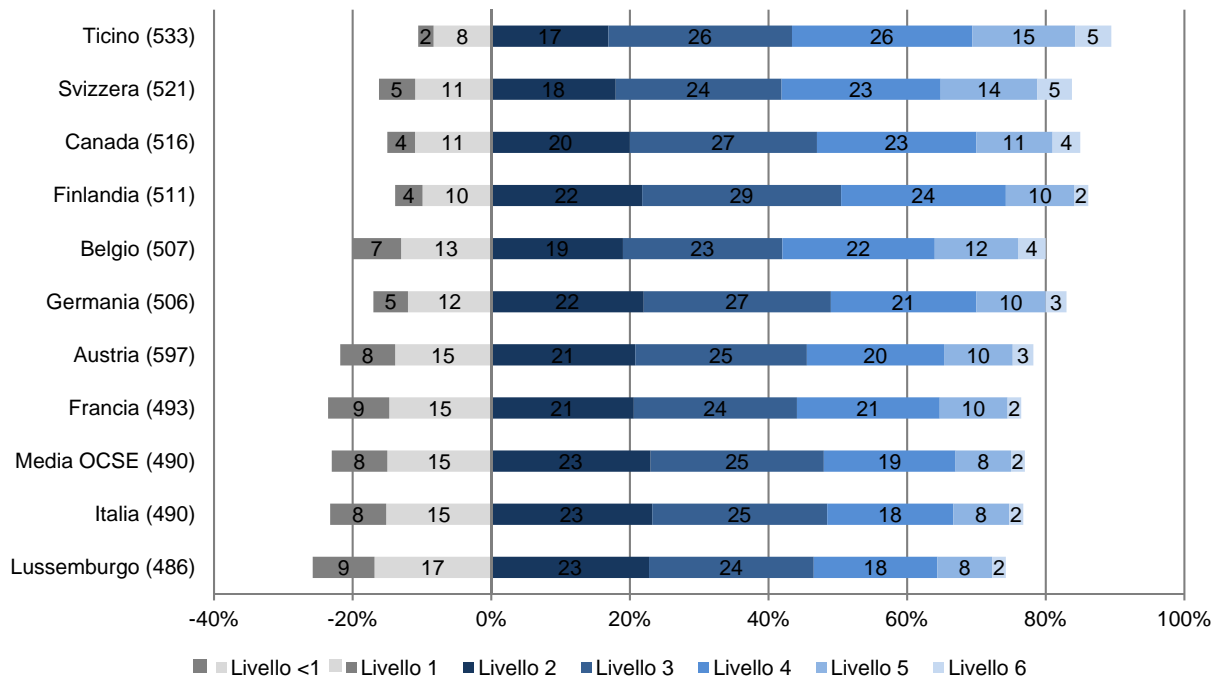
Grafico 5.3: Prestazioni medie e dispersione in matematica - Ticino e regioni/province italiane

Note: Le regioni/province sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in matematica.

ES: Errore standard. L'errore standard misura il grado di precisione con cui è stata stimata una caratteristica della popolazione in base ad un campione. Esso rappresenta lo scarto medio di una media campionaria dal valore medio effettivo.

La media dei punti in matematica in Ticino (533 punti) si differenzia in modo statisticamente significativo da tutte le altre regioni e province italiane e dall'Italia nel suo insieme, tranne che per Bolzano (518 punti).

Per quanto riguarda la dispersione, si osserva che le regioni di Bolzano (268 punti) e di Trento (277 punti) hanno una minor dispersione rispetto al Ticino (286 punti). La differenza maggiore è riscontrabile nella regione della Lombardia (308 punti).

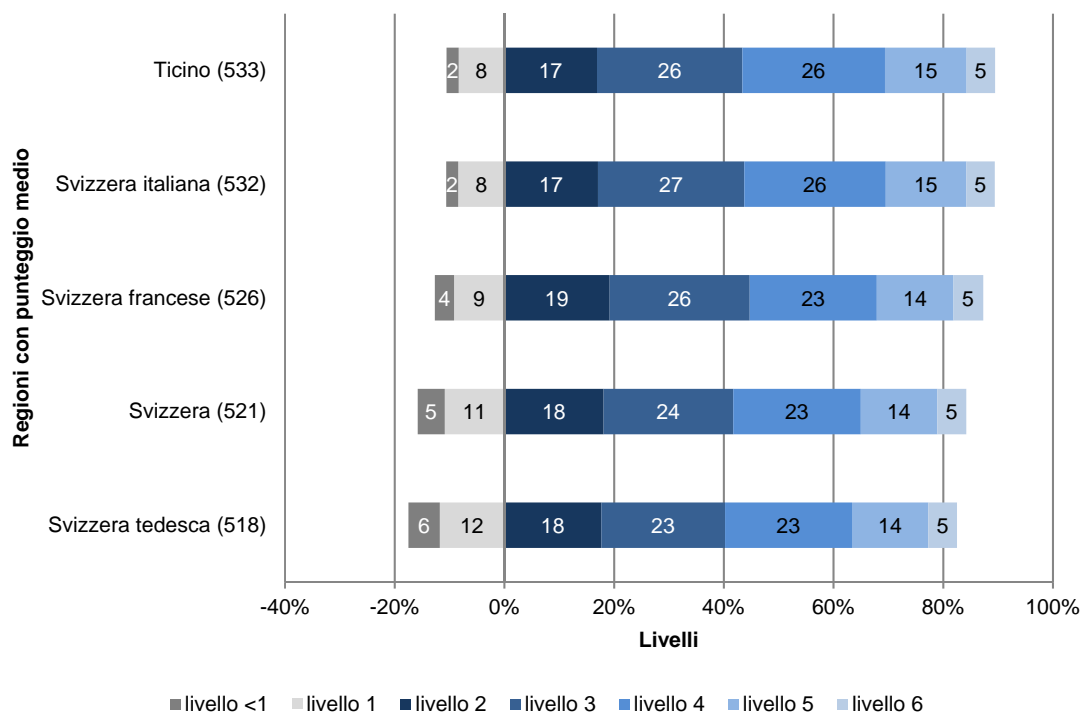
Grafico 5.4: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in matematica - Ticino e Paesi di riferimento

Nota: I Paesi sono riportati per ordine decrescente secondo il punteggio medio in matematica.

Il grafico 5.4 mostra la distribuzione percentuale degli allievi tra i livelli di competenza in matematica. In Ticino gli allievi sotto al livello 2 sono il 10%. Questa è la percentuale più bassa tra tutti i Paesi di riferimento e che si differenzia in modo statisticamente significativo da quella svizzera (16%) e da quella della media OCSE che si attesta al 23%. Tra i Paesi di riferimento le percentuali variano dal 26% in Lussemburgo al 15% in Canada. Solo la quota degli allievi poco competenti in Finlandia (14%) non è differente in modo statisticamente significativo da quella ticinese.

In Ticino gli allievi molto competenti in matematica (livelli 5 e 6) sono il 20% del totale e in Svizzera il 19%, quote che non si scostano significativamente tra loro. La percentuale della media OCSE è più bassa in modo statisticamente significativo dal Ticino ed equivale al 10%. Tra i Paesi di riferimento, solo il Belgio registra una quota di allievi molto competenti (16%) che non si discosta in modo statisticamente significativo da quella ticinese.

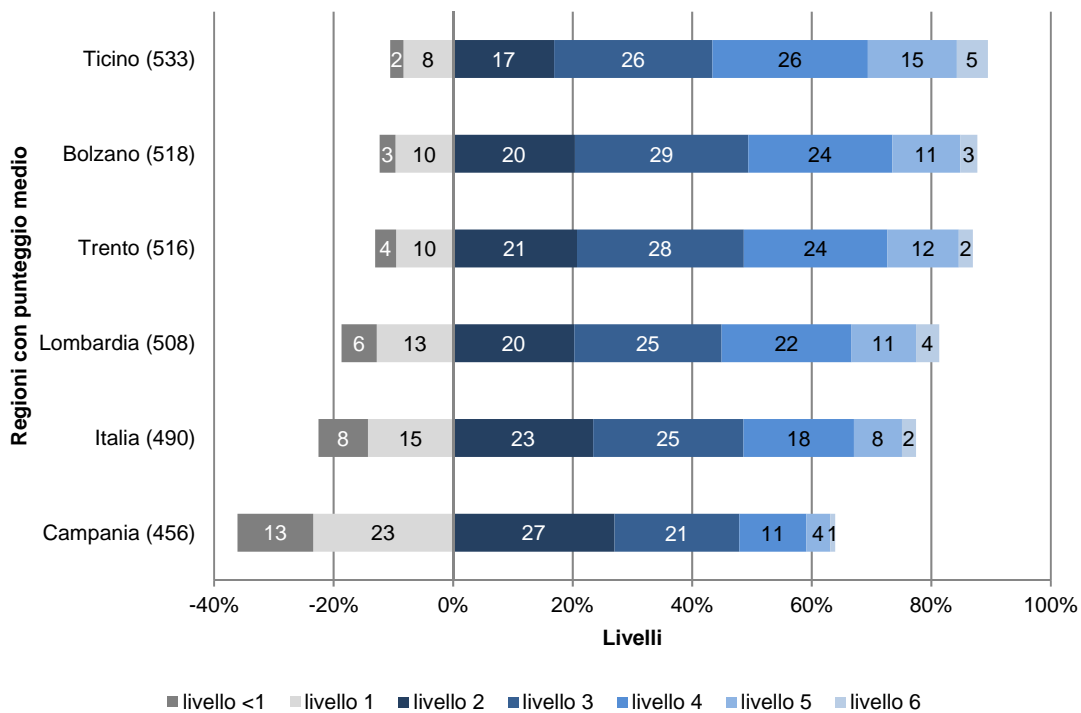
Grafico 5.5: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in matematica - Ticino e regioni linguistiche svizzere



Nota: Le regioni sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in matematica.

Nella Svizzera italiana il 10% di allievi è sotto il livello 2, quota che si differenzia in modo statisticamente significativo da quella della Svizzera (16%) e della Svizzera tedesca (18%), mentre ciò non accade nella Svizzera francese (13%). Gli allievi che raggiungono i livelli 5 e 6 presentano circa la stessa percentuale nelle tre regioni e in Svizzera e dunque non vi sono differenze statisticamente significative. In Svizzera e nelle regioni linguistiche francese e tedesca sono il 19%, mentre nella Svizzera italiana e in Ticino sono il 20%.

Grafico 5.6: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in matematica - Ticino e regioni/province italiane



Nota: Le regioni/province sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in matematica.

Le quote di allievi al di sotto del livello 2 di Bolzano (13%) e Trento (14%) non si differenziano in modo statisticamente significativo da quella del Ticino (10%) mentre vi è una differenza statisticamente significativa tra Ticino e Lombardia (19%), Italia (23%) e Campania (36%). I livelli 5 e 6 raggruppano in Lombardia il 15% degli allievi e a Bolzano il 14%. Il Ticino (20%) si differenzia statisticamente da Trento (14%), dall'Italia (10%) e dalla Campania (5%).

6 La lettura in PISA 2015

6.1 Cultura in lettura

Il quadro concettuale della lettura (comprensione dello scritto) è lo stesso dal 2009 e non prende ancora in considerazione la comprensione dello scritto digitalizzato, in quanto nel 2015 sono stati utilizzati unicamente gli esercizi già precedentemente sviluppati nel formato cartaceo. Il quadro di valutazione di quest'ambito verrà rivisitato per l'indagine del 2018, anno in cui la lettura sarà l'ambito principale, in modo da includere una presentazione dei testi che sfrutti le possibilità offerte dalla versione digitale del test (inserendo ad esempio dei legami ipertestuali per rendere i testi dinamici).

La definizione della comprensione dello scritto in PISA è la seguente: "comprendere lo scritto non è solamente comprendere e utilizzare dei testi scritti, ma è anche riflettere e impegnarsi su di essi. Questa capacità dovrebbe permettere ad ognuno di realizzare i propri obiettivi, di sviluppare le proprie conoscenze e il proprio potenziale e di prendere una parte attiva nella società" (OCDE, 2016a, p. 53, tda). Nella spiegazione appare chiaro come in quest'ambito sia centrale la *comprensione attiva* di ciò che si legge, dando un senso al testo in base alle proprie conoscenze per permettere una *riflessione*, ma anche *utilizzando* il testo in base agli obiettivi per cui si sta leggendo.

La definizione della cultura (literacy) in lettura ritenuta nell'indagine PISA 2015 riguarda principalmente tre caratteristiche: la situazione, il testo e l'aspetto di competenza. La situazione fa riferimento al ventaglio di contesti in cui la lettura può essere effettuata. In PISA si tiene conto dell'utilizzo dei testi a scopo personale (per esempio lettere personali, biografie, testi informativi che vengono letti per attività di svago), pubblico (documenti ufficiali e informazioni su eventi pubblici), educativo (manuali e software educativi interattivi) e professionale (annunci di lavoro e istruzioni scritte su come svolgere delle attività). Analogamente agli ambiti delle scienze e della matematica, la lettura si rivela cruciale nella sfera della vita di tutti i giorni.

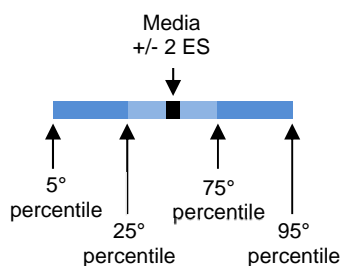
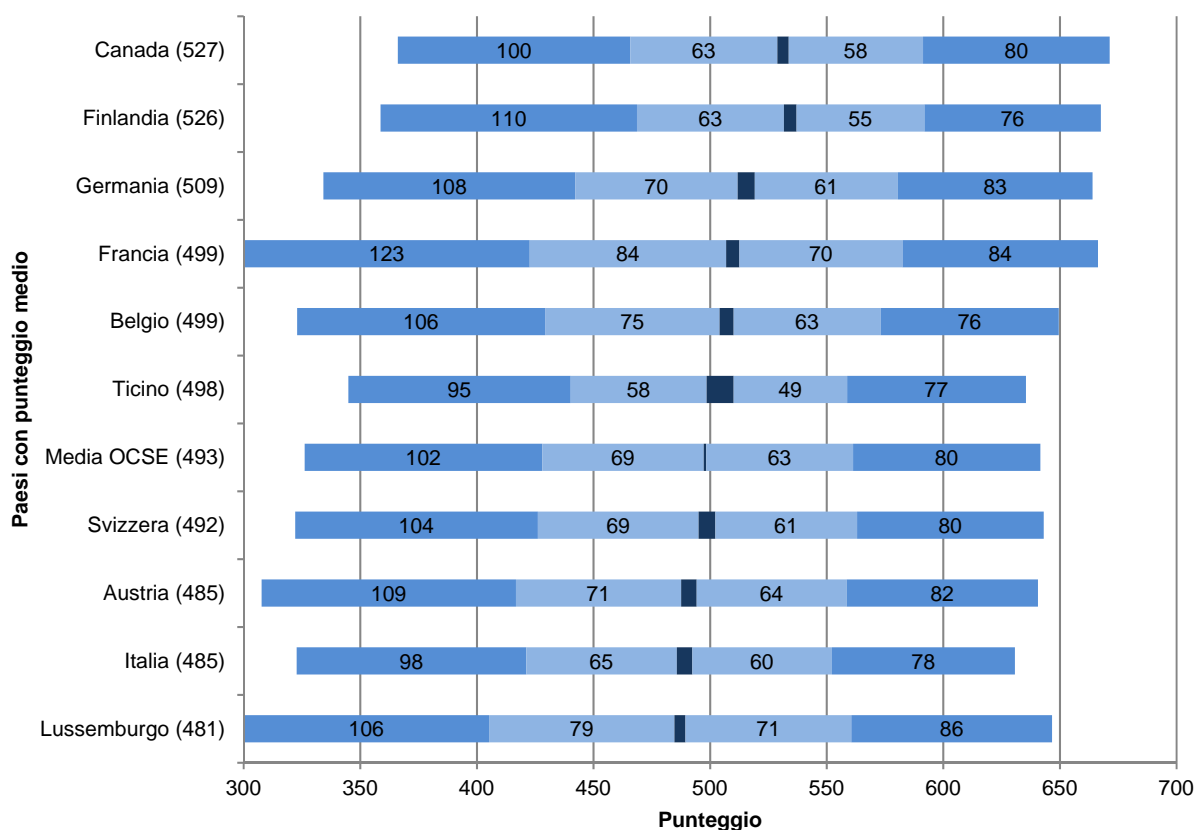
Riguardo al testo, sono stati mantenuti solo due dei quattro criteri utilizzati nelle indagini precedenti. Il primo criterio è il formato del testo, che può essere continuo se è formato da paragrafi, non continuo se invece è presentato per esempio sotto forma di liste, grafici, tabelle e formulari, misto se contiene entrambi i precedenti formati e multiplo se è costituito da più testi. Il secondo criterio di classificazione è il tipo di testo (descrittivo, narrativo, informativo, argomentativo, istruttivo e transitivo).

L'aspetto di competenza si riferisce alla strategia ed al processo cognitivo che vengono utilizzati per affrontare il testo. Il primo aspetto è "individuare e selezionare l'informazione", mentre il secondo è "integrare e interpretare" perché gli allievi devono capire il senso globale del testo e/o sviluppare un'interpretazione. A differenza dei primi due aspetti, il terzo richiede anche l'utilizzo di conoscenze esterne per riflettere e valutare il contenuto o la forma del testo.

6.2 Risultati generali in lettura

Per quanto riguarda i risultati generali in lettura, il Ticino, con una media di 498 punti, non si distingue in modo statisticamente significativo dalla media OCSE (493 punti) e neppure da quella svizzera (492). Dieci Paesi hanno una media superiore statisticamente significativa rispetto a quella ticinese, tra cui il Canada (527) e la Finlandia (526). 22 Paesi, compresi la Germania (509), la Francia (499) e il Belgio (499) registrano risultati in lettura equivalenti a quelli ticinesi: le loro medie non si distinguono infatti in modo statisticamente significativo dalla media del Canton Ticino. 39 Paesi, tra cui l'Austria (485), l'Italia (485) e il Lussemburgo (481), si collocano alle spalle del Ticino con uno scarto statisticamente significativo.

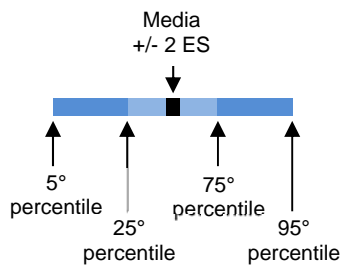
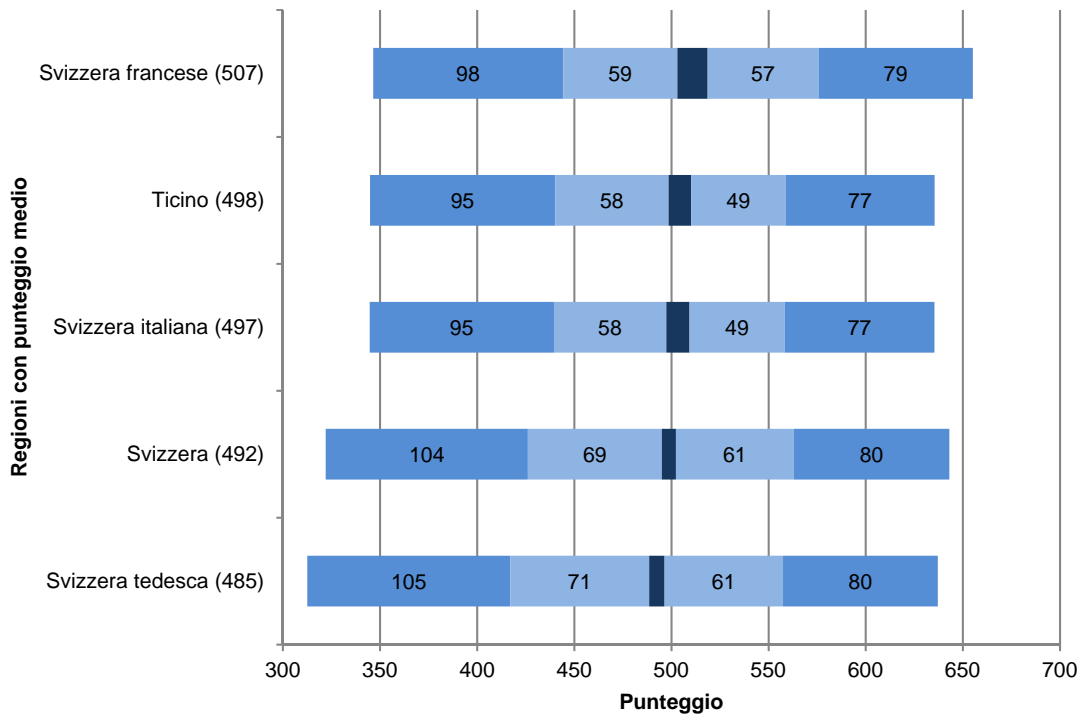
Grafico 6.1: Prestazioni medie e dispersione in lettura - Ticino e Paesi di riferimento



Note: I Paesi sono riportati per ordine decrescente secondo il punteggio medio in lettura.

ES: Errore standard. L'errore standard misura il grado di precisione con cui è stata stimata una caratteristica della popolazione in base ad un campione. Esso rappresenta lo scarto medio di una media campionaria dal valore medio effettivo.

Per quanto riguarda la dispersione dei punteggi, tra tutti i Paesi di riferimento si riscontra la differenza minore tra il punteggio più basso e quello più alto in Ticino (291 punti). Seguono Canada con 305 punti, Italia con 308 e Finlandia con 309 punti. La Francia è il Paese nel quale si riscontra una maggior dispersione di punteggi (367 punti). In Svizzera si osserva una dispersione di 321 punti.

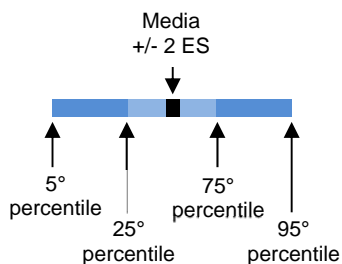
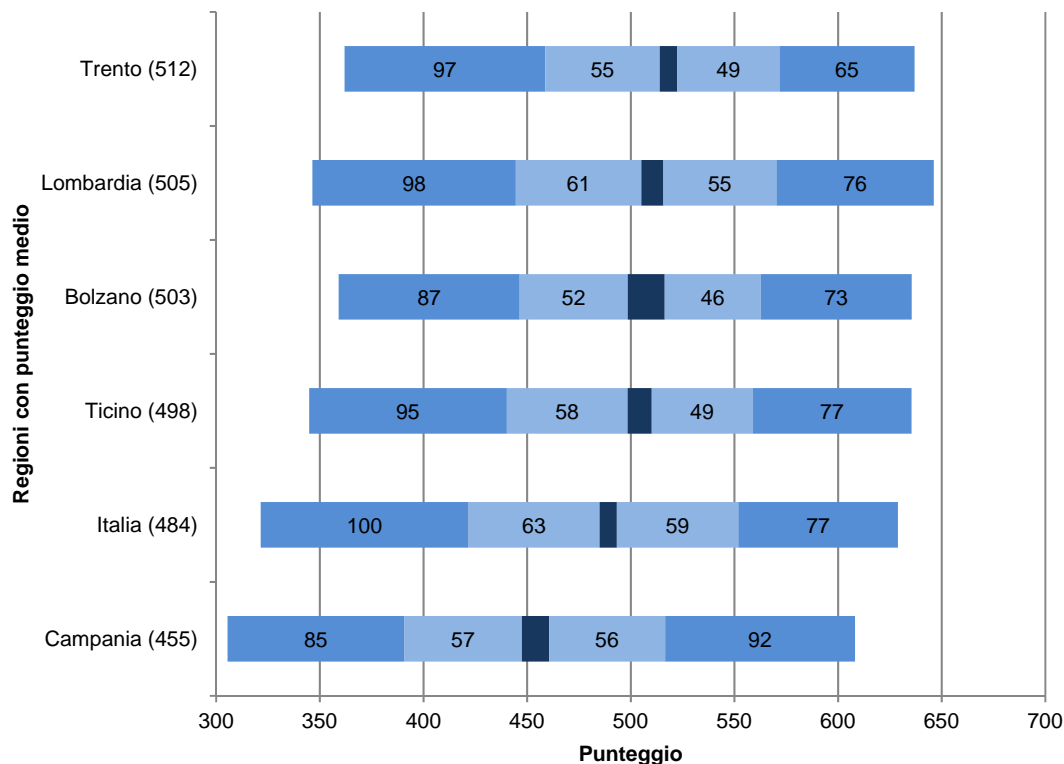
Grafico 6.2: Prestazioni medie e dispersione in lettura - Ticino e regioni linguistiche svizzere

Note: Le regioni sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in lettura.

ES: Errore standard. L'errore standard misura il grado di precisione con cui è stata stimata una caratteristica della popolazione in base ad un campione. Esso rappresenta lo scarto medio di una media campionaria dal valore medio effettivo.

La Svizzera ha una media di 492 punti. La Svizzera francese ottiene 507 punti, il Ticino 498 punti, la Svizzera italiana 497 punti e la Svizzera tedesca 485 punti. L'unica differenza statisticamente significativa è tra la Svizzera tedesca e la Svizzera francese.

Per quanto riguarda la dispersione, la Svizzera italiana e il Ticino presentano uno scarto minore tra i punteggi più bassi e quelli più alti (291) rispetto alle altre due regioni e alla Svizzera. La Svizzera ha i risultati del 90% di allievi racchiusi in 321 punti, la Svizzera tedesca in 324 e la Svizzera francese in 309 punti. Il punteggio più basso è registrato nella Svizzera tedesca (313), mentre il punteggio più basso in Svizzera francese è di 346 punti e nella Svizzera italiana di 345 punti. La Svizzera francese ottiene i punteggi più alti (655), seguita dalla Svizzera tedesca (637) e dalla Svizzera italiana (635).

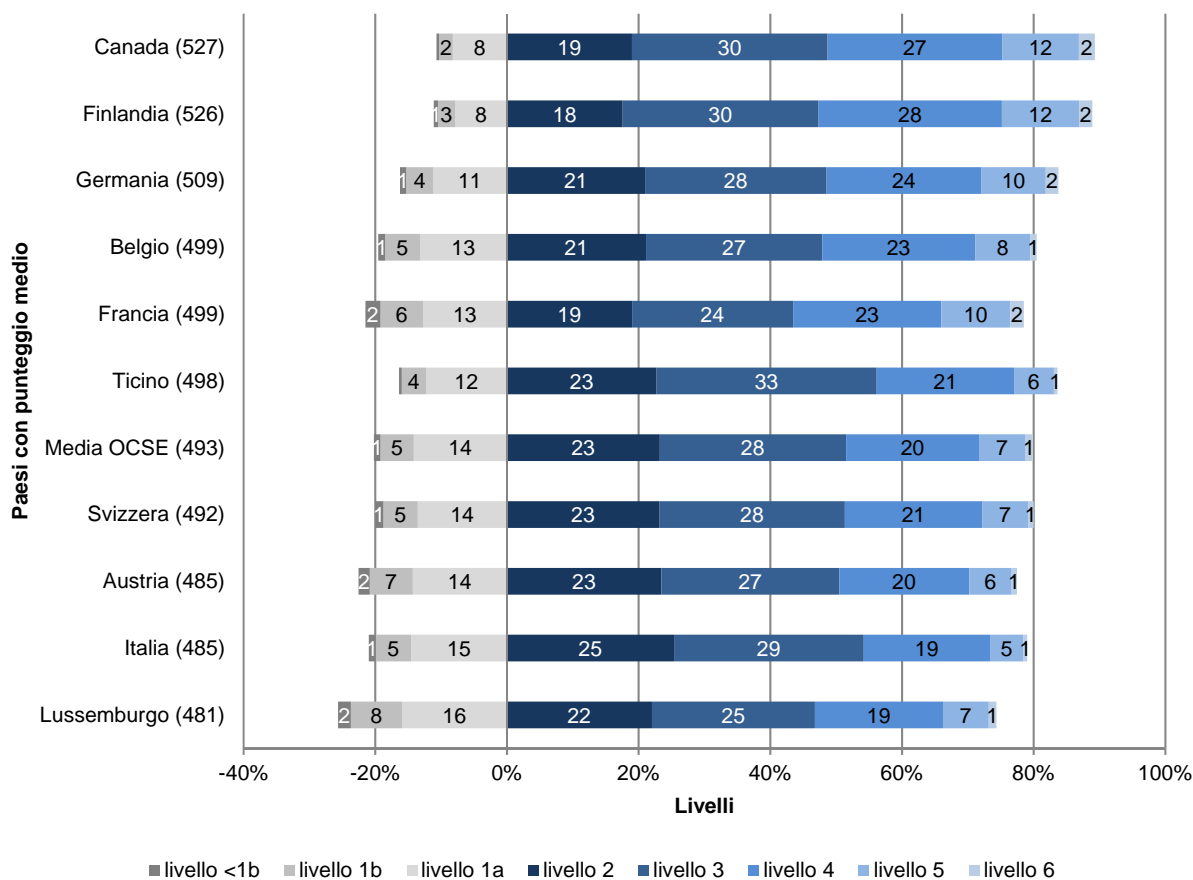
Grafico 6.3: Prestazioni medie e dispersione in lettura - Ticino e regioni/province italiane

Note: Le regioni/province sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in lettura.

ES: Errore standard. L'errore standard misura il grado di precisione con cui è stata stimata una caratteristica della popolazione in base ad un campione. Esso rappresenta lo scarto medio di una media campionaria dal valore medio effettivo.

Gli allievi della provincia di Trento ottengono il punteggio medio più elevato (512 punti) che si distanzia in modo statisticamente significativo da quello ticinese (498 punti). La media del Ticino è statisticamente più alta rispetto a quella italiana (485) e a quella della regione di Campania (455).

La dispersione minore tra i punteggi più bassi e quelli più alti è riscontrata a Trento (275 punti) e a Bolzano (276 punti), mentre quella più alta riguarda l'Italia (307 punti). In Campania si registrano 303 punti, in Lombardia 300 punti e in Ticino 291 punti.

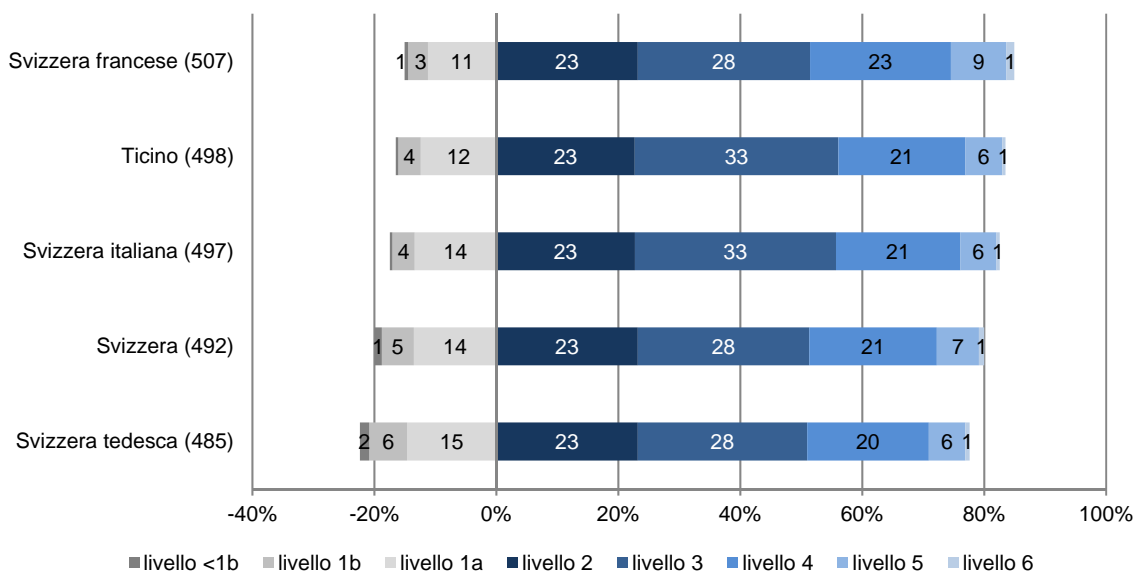
Grafico 6.4: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in lettura - Ticino e Paesi di riferimento

Nota: I Paesi sono riportati per ordine decrescente secondo il punteggio medio in lettura. La differenza tra le cifre nel grafico e quelle nel testo sono dovute alle approssimazioni effettuate dal programma che elabora i grafici.

Il grafico mostra la distribuzione degli allievi tra i livelli di competenza in lettura in Ticino, in Svizzera e nei Paesi di riferimento. In Ticino gli allievi sotto il livello 2 sono pari al 16% del totale, in Svizzera al 20%, percentuale simile alla media OCSE, anche se in entrambi i casi non c'è una differenza statisticamente significativa rispetto a quella ticinese. Tra i Paesi di riferimento che hanno una media superiore al Ticino, si notano il Canada e la Finlandia con l'11% di allievi sotto il livello 2 (differenze statisticamente significative). Le quote degli allievi poco competenti degli altri Paesi di riferimento sono tutte superiori, con differenze statisticamente significative ad eccezione della Germania (16%) e del Belgio (19%).

In Ticino la percentuale di allievi molto competenti in lettura (livelli di competenza 5 e 6) è del 7%, mentre la Svizzera e la media OCSE si attestano all'8% (differenze non statisticamente significative). Canada e Finlandia hanno il 14% di allievi molto competenti, differenze statisticamente significative con il Ticino. I Paesi che non hanno una media statisticamente differente rispetto a quella ticinese sono Germania, Francia e Belgio, che hanno rispettivamente 12%, 13% (percentuali statisticamente significative) e 9% di allievi molto competenti (differenza statisticamente non significativa) rispetto alla quota del Ticino.

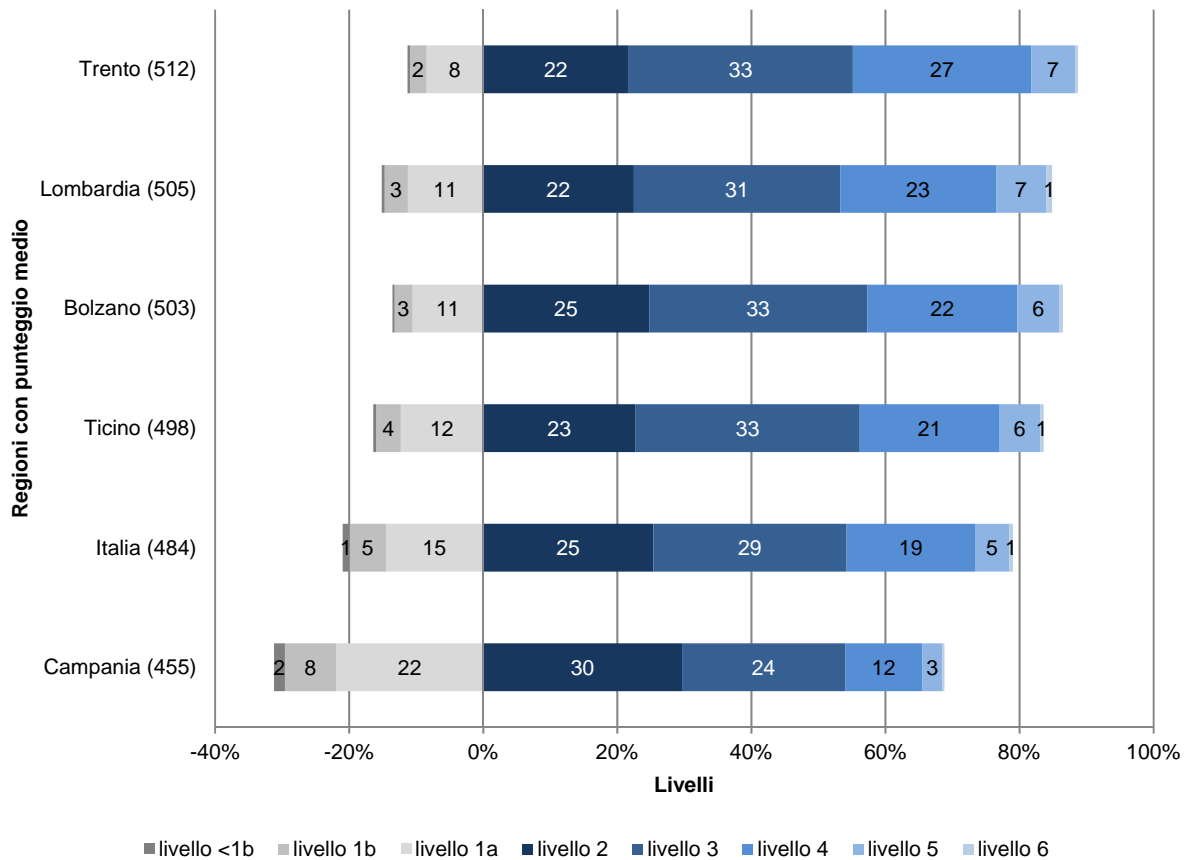
Grafico 6.5: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in lettura - Ticino e regioni linguistiche svizzere



Nota: Le regioni sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in lettura. La differenza tra le cifre nel grafico e quelle nel testo sono dovute alle approssimazioni effettuate dal programma che elabora i grafici.

Il 20% di allievi svizzeri non raggiunge il livello 2, in Svizzera francese è il 15% e nella Svizzera italiana il 18%, mentre nella Svizzera tedesca sono il 23% (differenza statisticamente significativa rispetto alle altre due regioni). Gli allievi molto competenti in Svizzera sono l'8%, in Svizzera tedesca il 7%, come anche nella Svizzera italiana, mentre in Svizzera francese sono il 10% (differenza statisticamente significativa rispetto alle altre due regioni).

Grafico 6.6: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in lettura - Ticino e regioni/province italiane



Nota: Le regioni/province sono riportate per ordine decrescente secondo il punteggio medio in lettura. La differenza tra le cifre nel grafico e quelle nel testo sono dovute alle approssimazioni effettuate dal programma che elabora i grafici.

Gli allievi sotto il livello 2 di Trento sono il 10%, di Bolzano il 14%, della Lombardia il 15%, dell'Italia il 21% e della Campania il 32%, ma solo quest'ultima si differenzia statisticamente rispetto alla percentuale del Ticino (16%). La percentuale di allievi nei livelli 5 e 6 in Ticino, come a Trento è del 7%. In Lombardia la quota si attesta all'8%, in tutta l'Italia e a Bolzano al 6% e in Campania dal 3%. L'unica differenza statisticamente significativa per il Ticino è con la Campania.

7 Conclusioni

L'indagine PISA del 2015 ha introdotto alcune novità rispetto ai rilevamenti precedenti. Innanzitutto vi è stato il passaggio dalla somministrazione del test in formato cartaceo a quella in formato elettronico in molti paesi, Svizzera inclusa. In seguito, in Svizzera si è deciso di testare unicamente gli allievi di quindici anni rinunciando al campione dell'undicesimo anno HarmoS con il quale venivano effettuati i confronti tra regioni linguistiche e cantoni nelle indagini precedenti. Solo il Canton Ticino ha deciso di effettuare una campionatura di quindicenni rappresentativa a livello cantonale. Questo ha permesso di svolgere confronti diretti tra il Ticino e gli altri Paesi partecipanti per la prima volta nel contesto delle indagini PISA. La natura diversa del campione ticinese PISA 2015 rispetto al passato potrebbe essere oggetto di studio in un prossimo rapporto, approfondendo l'ipotesi formulata nelle indagini precedenti per la quale i punteggi più bassi dei ticinesi rispetto a quelli degli altri cantoni e delle regioni svizzere sarebbero stati da imputare alla più giovane età media dei ticinesi, talvolta con scarti fino a 12 mesi rispetto ad alcuni altri cantoni.

In questo rapporto sono stati presentati i risultati PISA 2015 del Canton Ticino e della Svizzera, che erano già stati parzialmente esposti il 6 dicembre 2016 dal consorzio internazionale e nazionale. In aggiunta, i risultati del Ticino sono stati paragonati ai Paesi di riferimento, alle regioni svizzere e infine, per la prima volta, anche alla vicina Italia e ad alcune sue regioni e province (Bolzano, Trento, Lombardia e Campania).

Dalle analisi è emerso che il Ticino ha ottenuto buoni risultati in scienze naturali, raggiungendo una media di 509 punti che si situa sopra quella dell'OCSE (493). Nove Paesi hanno ottenuto una media superiore a quella ticinese e quindici Paesi una media che non si discosta da quella ticinese, tra cui quella della Svizzera e delle regioni linguistiche che la compongono. Tra le regioni e province italiane, il Ticino si è distinto solo dalla Campania, che ha ottenuto 445 punti.

I ticinesi hanno raggiunto ottimi risultati in matematica. Infatti, nel mondo, unicamente Singapore (564) e due province cinesi (Hong Kong con 548 punti e Macao con 544 punti) hanno raggiunto prestazioni significativamente migliori in matematica rispetto al Ticino (533). Quattro Paesi hanno una media che non si differenzia in modo significativo rispetto a quella ticinese, mentre tutti gli altri 64 Paesi hanno una media statisticamente inferiore rispetto al Ticino. Tra questi, si ritrovano tutti i Paesi di riferimento, la media OCSE (490 punti), la Svizzera (521) e la Svizzera tedesca (518). Il Ticino si discosta in modo significativo anche dalle regioni e province italiane, che hanno tutte medie statisticamente inferiori ad eccezione di Bolzano.

In lettura, il Ticino ottiene delle prestazioni medie, con un punteggio di 498 punti che non si distingue in modo significativo dalla media OCSE (493 punti), da quella svizzera (492) e da quelle delle regioni svizzere e italiane, ad eccezione degli allievi di Trento, che ottengono un punteggio statisticamente più elevato (512).

In tutti e tre gli ambiti è stato possibile osservare che il Canton Ticino, rispetto ai Paesi di riferimento e alle regioni svizzere, riesce a contenere meglio le disparità tra gli allievi. In scienze naturali per esempio, il Ticino ha la dispersione più bassa poiché tra gli allievi poco competenti e molto competenti esiste una differenza di 288 punti, mentre in Svizzera e in Svizzera tedesca questa differenza è rispettivamente di 322 punti e 328 punti. Diverso è il discorso se ci si confronta con le province italiane di Trento e Bolzano, che in tutti e tre gli ambiti hanno una minor dispersione rispetto al Ticino. Per le scienze ad esempio, le due province autonome italiane registrano il 90% degli allievi racchiusi rispettivamente in 274 e 278 punti.

Un'altra tendenza generale che si riscontra in tutti e tre gli ambiti (soprattutto in matematica) è che in Ticino la percentuale di allievi che si collocano sotto il livello 2 è piuttosto bassa. Ciò significa che la maggior parte degli allievi riesce ad acquisire le competenze minime e in questa prospettiva il sistema educativo del Canton Ticino si rivela piuttosto equo in termini di inclusione. In particolare, in scienze naturali il Canton Ticino con il 15% ha la quota di allievi sotto la soglia di competenza del livello 2 più bassa rispetto alla Svizzera (19%), alla media OCSE (21%) e alla Germania (17%). Tra le regioni svizzere, il Ticino si differenzia statisticamente dalla Svizzera tedesca (21%), mentre da quelle italiane solo dalla Campania (36%).

Tuttavia, per quanto riguarda la soglia degli allievi molto competenti, in scienze e in lettura il Ticino potrebbe aumentare la percentuale di allievi molto competenti. A titolo di esempio positivo, ci sono alcuni Paesi e regioni svizzere che non hanno una media statisticamente differente rispetto a quella ticinese, ma che hanno quote di allievi molto competenti più alte rispetto a quella ticinese. Ad esempio in scienze, le percentuali della Germania e della Svizzera francese sono dell'11%, mentre quella del Ticino è del 7%. In lettura, le quote di Germania, Francia e Svizzera francese sono rispettivamente il 12%, il 13% e il 10%, mentre quella ticinese è del 7%. L'obiettivo di accrescere ulteriormente la quota di allievi molto competenti andrebbe ricercato non a discapito dell'equità, che contraddistingue positivamente questo cantone, ma

piuttosto in un'equità dell'eccellenza. Le prestazioni in matematica ottenute dagli allievi del Ticino rappresentano un possibile esempio per un futuro miglioramento delle prestazioni negli altri ambiti di scienze e lettura. Infatti, pur avendo un intervallo di dispersione dei punteggi simile agli altri ambiti, in matematica i punteggi ottenuti mediamente sono più alti e indicano che è possibile garantire un'educazione di eccellenza (punteggi alti), pur restando nell'equità (dispersione dei punteggi bassa).

Le scienze naturali, essendo l'ambito principale nel test PISA 2015, sono state anche oggetto di analisi più approfondite. In particolare si è trattato di esaminare le competenze degli allievi in relazione a diverse caratteristiche personali come il genere, la condizione sociale, lo statuto migratorio e la lingua parlata a casa. Queste caratteristiche hanno ancora un'influenza importante nell'ottenimento di prestazioni elevate in PISA. In particolare, in Ticino le disparità maggiori si osservano per quanto riguarda i livelli socioeconomici. Sembra comunque che queste caratteristiche abbiano meno peso in Ticino rispetto al resto della Svizzera. Il Ticino conferma dunque avere un sistema educativo equo, dove le caratteristiche individuali esercitano chiaramente un'influenza minore rispetto ad altri sistemi educativi.

Infine, confrontando il piano di formazione della scuola media (PF) e le prove cantonali ticinesi con il modello di cultura scientifica proposto in PISA si scoprono alcuni punti in comune. A livello di contenuti disciplinari vi è una certa corrispondenza, anche se nel PF non sono presenti gli aspetti che riguardano i sistemi terrestri e cosmici. Le conoscenze di contenuto sono le uniche riconosciute in quanto tali nel PF, mentre le conoscenze procedurali sono quasi assenti e quelle epistemiche compaiono solo in parte. Le prove cantonali confermano il maggior peso dato alla valutazione dei saperi disciplinari, anche se le ultime prove mettono in evidenza la volontà di proporre esercizi che mettono gli allievi nella condizione di manifestare le loro competenze e sembrano favorire sempre di più un approccio didattico in linea con quello che in PISA viene identificato come cultura scientifica. In generale, si può rilevare che le competenze nelle scienze di PISA sono presenti nel piano di formazione, ma sono situate e definite in maniera diversa. In PISA i ticinesi ottengono il punteggio più alto nelle conoscenze di contenuto e nella competenza a spiegare i fenomeni in modo scientifico, aspetti che trovano diretto riscontro nel piano di formazione e che sono i più ricorrenti nelle prove cantonali. Tuttavia, i risultati ottenuti dagli studenti ticinesi nel test 2015 non sono sempre allineati con quanto emerge dall'analisi degli orientamenti didattici e pedagogici stabiliti dal sistema educativo ticinese. Infatti, gli allievi ticinesi ottengono anche punteggi alti nella competenza a valutare e progettare delle indagini scientifiche - dimensione presente nel piano di formazione, ma meno nelle prove cantonali - e nelle conoscenze riguardo il sistema terrestre e cosmico, per cui non è stato trovato riscontro nel PF. Un'ipotesi per la seconda dimensione è il ruolo sempre più importante giocato dall'educazione formale e informale sugli allievi, ovvero quanto gli allievi imparano in contesti esterni alla scuola. Un'altra possibile spiegazione potrebbe derivare dal fatto che le pratiche didattiche sono comunque più orientate verso il sistema terrestre e cosmico nonostante esso non sia presente nel piano di formazione o ancora dal fatto che la maggior parte degli allievi abbia già seguito ulteriori lezioni in scienze naturali dopo la scuola media. Il confronto tra quadri teorici, può essere ampliato, in un prossimo rapporto, portando uno sguardo al nuovo *Piano di studio* ticinese, basato sugli standard nazionali HarmoS. È importante menzionare anche l'introduzione negli ultimi anni dei test per la verifica del raggiungimento delle competenze fondamentali nazionali, il cui obiettivo è la valutazione del raggiungimento delle competenze minime (a differenza della scala di livelli di PISA) e i cui risultati forniranno ulteriori informazioni riguardo all'educazione in Svizzera.

Glossario

Condizione sociale

Sulla base delle risposte degli allievi nei questionari, un indice del livello sociale, economico e culturale (*Economical, Social and Cultural Status*, ESCS) è stato costruito per l'indagine PISA. Questo indice combina tre tipi d'informazioni: la posizione professionale più elevata dei genitori, il livello d'istruzione più elevato dei genitori e il patrimonio familiare. Per agevolare la lettura del presente rapporto abbiamo generalmente utilizzato i termini condizione sociale o livello socioeconomico.

Per facilitare le analisi di questo indice, gli allievi svizzeri sono stati ripartiti in quattro parti eguali (quartili):

- (1) gli allievi di condizione sociale sfavorita con il valore dell'indice fino al 25° percentile (quartile inferiore);
- (2 e 3) gli allievi di condizione sociale media con il valore dell'indice compreso tra il 25° e il 50° (quartile medio inferiore) e tra il 50° e il 75° percentile (quartile medio superiore);
- (4) gli allievi di condizione sociale favorita con il valore dell'indice dal 75° percentile (quartile superiore).

Lingua parlata a casa

Un'altra caratteristica individuale è la lingua parlata a casa. Nel questionario per gli allievi, questi hanno risposto alla domanda se parlassero a casa più frequentemente la lingua del test (ovvero quella d'insegnamento) oppure un'altra lingua.

Scala PISA

Nel primo ciclo PISA è stata fissata e standardizzata la scala PISA dell'ambito testato prioritariamente (lettura: PISA 2000; matematica: PISA 2003; scienze: PISA 2006), per far sì che, per tutti i paesi dell'OCSE, la media dei risultati si situasse su un valore medio di 500 punti e su una deviazione standard di 100 punti. In tal modo, nella media OCSE, i 2/3 circa degli allievi raggiungono un valore situato tra 400 e 600 punti, il 95% circa un valore situato tra 300 e 700 punti.

Oltre alle tre scale globali di competenza (lettura, matematica e scienze) sono stati definiti aspetti più specifici di competenza con delle sottoscale per ciascun ambito. Esse permettono di analizzare in modo approfondito le competenze testate nell'ambito principale (rimandiamo ai grafici 3.17 e 4.5 per le sottoscale dell'ambito principale di scienze di PISA 2015).

Statuto migratorio

Per determinare l'origine migratoria, il questionario PISA ha permesso di raccogliere informazioni relative al luogo di nascita degli allievi e dei loro genitori. Gli allievi con entrambi i genitori nati all'estero sono considerati allievi con statuto migratorio. Tutti gli altri sono considerati allievi autoctoni.

Percentile

Un determinato valore corrispondente ad un percentile indica la percentuale di allievi che raggiunge tale valore o si situa al di sotto di esso. Se, ad esempio, il valore della prestazione al 25° percentile è di 450 punti, ciò significa che il 25% degli allievi raggiunge 450 punti o un punteggio inferiore. Allo stesso tempo, significa che il restante 75% degli allievi raggiunge i 450 punti o un punteggio superiore.

Allegati

Esempi di esercizi al computer in scienze naturali (OECD, 2015)¹⁸

Corsa a temperature elevate

Questa unità presenta un'indagine scientifica sulla termoregolazione nell'ambito di una corsa su lunga distanza.

Figura 1: Corsa a temperature elevate - Introduzione all'unità

CORSO A TEMPERATURE ELEVATE

Durante una corsa su lunga distanza, la temperatura corporea aumenta e si suda.

Se i corridori non bevono abbastanza per reintegrare l'acqua che perdono a causa della sudorazione, possono soffrire di disidratazione. Una perdita di acqua pari o superiore al 2% della massa corporea è considerata uno stato di disidratazione. Questa percentuale è indicata sulla scala di misurazione della perdita di acqua illustrata qui sotto.

Se la temperatura corporea aumenta a 40°C o a un valore superiore, i corridori possono accusare un male potenzialmente mortale, noto come colpo di calore. Questa temperatura è indicata sul termometro della temperatura corporea qui sotto.

Perdita di acqua (%)	Temperatura corporea (°C)
0	36
1	37
2	38
3	39
4	40
5	41
	42

L'unità in questione è provvista di uno strumento che permette di svolgere delle simulazioni sullo stress fisiologico cui è sottoposto un corridore dopo un'ora di corsa. La simulazione permette di cambiare il livello della temperatura e dell'umidità dell'aria e di scegliere se il corridore beva o no dell'acqua.

L'esito della simulazione restituisce i dati riguardanti il volume di sudorazione, la perdita di acqua e la temperatura corporea del corridore sia nella tabella gialla in basso che nelle immagini in alto (figura 2). Se le condizioni provocano disidratazione o un colpo di calore, è presente un pericolo per la salute del corridore e le etichette accanto agli strumenti di misurazione diventano rosse.

Prima di iniziare a rispondere alle domande, gli allievi seguono un'introduzione sul funzionamento della simulazione e viene chiesto loro di provare l'impostazione dei livelli di temperatura e di umidità dell'aria. Possono apparire alcuni messaggi di aiuto, nel caso in cui l'allievo non segua le richieste entro 1 minuto. Se l'allievo non esegue nessuna azione entro 2 minuti, viene mostrato come avrebbe dovuto apparire la simulazione avendo seguito le istruzioni fornite.

¹⁸ Altri esempi si possono trovare sul sito web dell'OCSE: www.oecd.org/pisa/test/

Figura 2: Corsa a temperature elevate – Come eseguire la simulazione

Corsa a temperature elevate
Introduzione

Questa simulazione è basata su un modello che calcola il volume di sudorazione, la perdita di acqua e la temperatura corporea di un corridore dopo un'ora di corsa.

Per vedere come funzionano i vari comandi da usare nella simulazione, questi sono i passaggi da effettuare:

1. Sposta il cursore della **Temperatura dell'aria**.
2. Sposta il cursore dell'**Umidità dell'aria**.
3. Clicca su "Sì" o "No" per **Bere acqua**.
4. Clicca sul pulsante "Esegui" per vedere i risultati. Ricorda che una perdita di acqua pari o superiore al 2% causa disidratazione e una temperatura corporea pari o superiore a 40°C causa un colpo di calore. I risultati sono indicati anche nella tabella.

Nota: I risultati che appaiono nella simulazione sono basati su un modello matematico semplificato che analizza le funzioni corporee di un determinato individuo dopo un'ora di corsa in condizioni diverse.

Temperatura dell'aria (°C) 20 25 30 35 40
Umidità dell'aria (%) 20 40 60
Bere acqua Sì No

Temperatura dell'aria (°C)	Umidità dell'aria (%)	Bere acqua	Volume di sudorazione (litri)	Perdita di acqua (%)	Temperatura corporea (°C)

L'introduzione generale all'inizio della sezione riguardante le unità di scienze spiega che è sempre disponibile un promemoria su come utilizzare i controlli o come selezionare o cancellare una riga di dati. È possibile accedere al promemoria cliccando su "Come eseguire la simulazione" nel riquadro azzurro a sinistra (figura 3).

Figura 3: Corsa a temperature elevate – Domanda 1

Corsa a temperature elevate
Domanda 1 / 6

Come eseguire la simulazione

Esegui la simulazione per raccogliere dati basandoti sulle informazioni qui sotto. Per rispondere alla domanda, scegli un'alternativa da ciascun menu a tendina.

Un corridore corre per un'ora in una giornata calda e secca (temperatura dell'aria a 40°C, umidità dell'aria del 20%). Il corridore non beve acqua.

A quale pericolo per la salute si espone il corridore correndo in queste condizioni?

Il pericolo per la salute a cui si espone il corridore è
Seleziona

Ciò è evidenziato dal/dalla Seleziona
del corridore dopo un'ora di corsa.

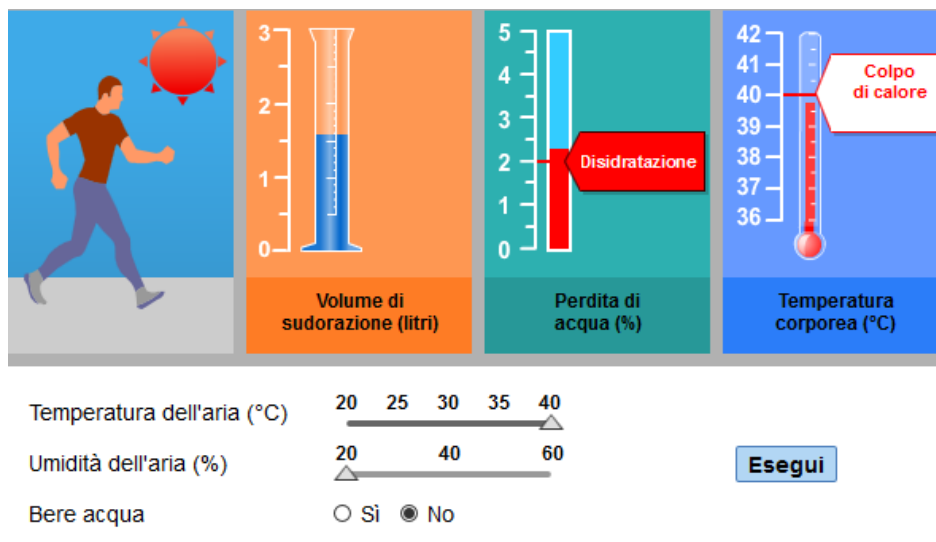
Temperatura dell'aria (°C) 20 25 30 35 40
Umidità dell'aria (%) 20 40 60
Bere acqua Sì No

Temperatura dell'aria (°C)	Umidità dell'aria (%)	Bere acqua	Volume di sudorazione (litri)	Perdita di acqua (%)	Temperatura corporea (°C)

Nella prima domanda viene chiesto agli allievi di utilizzare la simulazione e i dati generati per riconoscere se il corridore, sotto specifiche condizioni, è in pericolo a causa di disidratazione o di un colpo di calore e viene domandato di precisare se il risultato è leggibile dal volume di sudorazione del corridore oppure dalla temperatura corporea.

Nel quesito viene messo a disposizione degli allievi ogni valore specifico per le variabili presenti nella simulazione (temperatura a 40°C, umidità dell'aria al 20%, il corridore non beve acqua). Come precisato, devono fissare i livelli ed eseguire una volta la simulazione.

Figura 4: Corsa a temperature elevate – Simulazione per la domanda 1



L'etichetta rossa indica che, a quelle condizioni, il corridore soffrirebbe di disidratazione conseguente alla perdita di acqua.

Un punteggio pieno viene attribuito all'allievo che seleziona entrambe le soluzioni corrette (disidratazione e perdita di acqua).

Questa è la domanda più semplice dell'unità. Essa mette gli allievi nella condizione di mostrare la loro capacità nel saper interpretare i dati in modo scientifico (*competenza*), identificando le condizioni di pericolo per il corridore attraverso la lettura appropriata di tabelle e diagrammi (*conoscenza procedurale*) e interpretando la schermata correttamente per riconoscere la perdita di acqua come causa della disidratazione del corridore.

Di conseguenza la domanda 1 dell'unità "corsa a temperature elevate" è stata classificata come segue.

Tabella 1: Corsa a temperature elevate – Classificazione domanda 1

<i>Tipo di domanda</i>	Scelta multipla complessa
<i>Competenza</i>	Interpretare i dati e le prove in modo scientifico
<i>Conoscenza – Sistema</i>	Procedurale – Sistema dei viventi
<i>Contesto</i>	Personale – Salute e malattia
<i>Difficoltà</i>	495 – Livello 3
<i>ID domanda</i>	CS623Q01

Indagine sui versanti di una valle

L'unità "Indagine sui versanti di una valle" propone un'indagine scientifica svolta su due versanti vallivi da un gruppo di studenti che vuole conoscere le ragioni per le quali su un versante la vegetazione è molto più attiva e sviluppata che sull'altro. La prima azione per intraprendere l'indagine prevede l'installazione di dispositivi per il rilevamento di alcuni dati climatici sui due versanti in un dato lasso di tempo: irradiazione solare, umidità del suolo e precipitazioni. La domanda 1 chiede di motivare per quale ragione gli studenti abbiano deciso di predisporre una doppia strumentazione per ogni singolo parametro di misura e un sistema di misura identico nei due versanti vallivi. La risposta aperta deve pertanto lasciar intendere che gli allievi sappiano che le scienze si basano su dati oggettivi e confrontabili tra loro per permettere di stabilire delle correlazioni senza possibilità di equivoci. Questa domanda di livello 3, valuta quelle che PISA ascrive alle conoscenze epistemiche.

Figura 5: Indagine sui versanti di una valle – Domanda 1

The screenshot shows the PISA 2015 assessment interface. On the left, there is a navigation bar with 'PISA 2015' and a progress indicator. The main content area is titled 'INDAGINE SUI VERSANTI DI UNA VALLE' and 'Raccolta dei dati'. It contains the following text:

Indagine sui versanti di una valle
Introduzione 1 / 4

Fai riferimento a «Raccolta dei dati» presentato sulla destra. Digita la risposta alla domanda.

Durante l'indagine sulla differenza di vegetazione tra un versante e l'altro, perché gli studenti hanno collocato due strumenti di ciascun tipo su ogni versante?

Gli studenti collocano due strumenti di ciascuno dei seguenti tre tipi su ogni versante, come si vede qui sotto.

- Sensore di irraggiamento solare:** misura la quantità di luce solare in megajoule per metro quadrato (MJ/m^2)
- Sensore di umidità del terreno:** misura la quantità di acqua in percentuale rispetto a un determinato volume di terra
- Pluviometro:** misura la quantità di precipitazioni in millimetri (mm)

Below the text is an illustration of two slopes, labeled 'Versante A' and 'Versante B', with various sensors placed on them. The sensors include solar radiation sensors, soil moisture sensors, and pluviometers.

Trattandosi di una domanda aperta, la codifica è umana e viene dunque assegnato il punteggio pieno se l'allievo fornisce una spiegazione che identifica un vantaggio scientifico nell'utilizzo di più di uno strumento di misurazione in ogni versante come ad esempio:

- In questo modo possono determinare se la differenza tra i versanti è significativa.
- Perché è probabile che ci siano delle variazioni in un versante.
- Per incrementare la precisione della misurazione in ogni versante.
- I dati saranno più accurati.
- Nel caso in cui uno dei due dispositivi di misurazione non dovesse funzionare.
- Per paragonare la differente quantità di irraggiamento solare su un versante [Un paragone implica che sono possibili delle variazioni.]

Tabella 2: Indagine sui versanti di una valle – Classificazione domanda 1

<i>Tipo di domanda</i>	Domanda aperta – Codifica umana
<i>Competenza</i>	Valutare e progettare le indagini scientifiche
<i>Conoscenza – Sistema</i>	Epistemica – Sistemi terrestre e cosmico
<i>Contesto</i>	Locale/nazionale – Risorse naturali
<i>Difficoltà</i>	520 – Livello 3
<i>ID domanda</i>	S637Q01

Acquacoltura sostenibile

L'unità verte sul funzionamento di un dispositivo per l'allevamento dei pesci che assicuri un basso impatto ambientale sugli ecosistemi naturali adiacenti e una buona qualità alimentare del pesce prodotto.

Figura 6: Acquacoltura sostenibile – Introduzione

PISA 2015

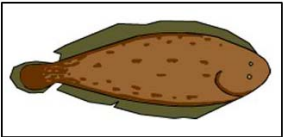
Acquacoltura sostenibile
Introduzione

Leggi l'introduzione, poi clicca sulla freccia del pulsante AVANTI.

ACQUACOLTURA SOSTENIBILE

Un aumento della domanda di pesci e frutti di mare grava sempre di più sulle popolazioni di pesci selvatici. Per ridurre questo problema, alcuni ricercatori stanno studiando metodi per allevare i pesci in acquaculture sostenibili.

Per creare un'acquacoltura sostenibile occorre affrontare due sfide: (1) nutrire i pesci di allevamento e (2) mantenere la qualità dell'acqua. I pesci di allevamento richiedono grandi quantità di cibo. Un'acquacoltura sostenibile produce il cibo necessario per nutrire i propri pesci. Gli scarti derivati dai pesci si possono accumulare all'interno dell'allevamento fino a raggiungere livelli dannosi per i pesci stessi. Un'acquacoltura sostenibile è attraversata da un flusso costante di acqua proveniente dall'oceano. Gli scarti e gli avanzi di nutrienti (cibo che favorisce la crescita di alghe e piante) vengono eliminati dall'acqua prima che il flusso ritorni nell'oceano.



Per garantire queste qualità l'allevamento funziona come mostrato nella figura 7, attraverso un sistema di vasche comunicanti dove le acque pompate dall'oceano circolano in una sola direzione e alla fine del ciclo sono reintrodotte nelle acque aperte dell'oceano.

La domanda 1 di quest'unità richiede agli allievi la comprensione di questo sistema e di saper collocare gli organismi all'interno del sistema stesso.

Figura 7: Acquacoltura sostenibile – Domanda 1

PISA 2015

Acquacoltura sostenibile
Domanda 1 / 4

Fai riferimento alle informazioni qui sotto. Per rispondere alla domanda, usa il menu a tendina.

Lo schema mostra il progetto di un'acquacoltura sperimentale con tre grandi vasche. L'acqua salata filtrata viene inizialmente pompata dall'oceano, poi passa da una vasca all'altra, infine ritorna all'oceano. L'obiettivo principale di questa acquacoltura è allevare sogliole comuni destinate a una pesca sostenibile.

- **Sogliola comune:** il tipo di pesce allevato. Il suo cibo preferito è la nereide.

Nell'allevamento vengono inoltre utilizzati i seguenti organismi:

- **Microalghe:** organismi microscopici che necessitano solamente di luce e nutrienti per crescere.
- **Nereidi:** invertebrati che crescono molto rapidamente nutrendosi di microalghe.
- **Molluschi:** organismi che si nutrono di microalghe e altri piccoli organismi presenti nell'acqua.
- **Erbe acquatiche:** erbe che assorbono nutrienti e scarti presenti nell'acqua.

Vasca in cui l'acqua viene ripulita. Vasca in cui vengono catturati i pesci.

Filtri che consentono solo alle microalghe di attraversare l'allevamento seguendo il flusso dell'acqua.

I ricercatori devono decidere in quale vasca collocare ciascun organismo. Seleziona e trascina ognuno dei seguenti organismi sulla vasca appropriata per garantire un corretto nutrimento alla sogliola comune e un ritorno dell'acqua salata nell'oceano senza alterazioni. Le microalghe sono già collocate nella vasca giusta.

Sogliola comune Nereidi Molluschi Erbe acquatiche

Per rispondere correttamente, gli allievi devono comprendere l'obiettivo dell'acquacoltura, la finalità di ogni vasca e quale organismo potrebbe svolgere al meglio ogni funzione. Gli allievi devono utilizzare ogni informazione fornita nello stimolo e nel diagramma, inclusa la nota a piè di pagina sotto il diagramma. È quindi indispensabile che gli allievi abbiano delle conoscenze di tipo disciplinare sul funzionamento delle reti trofiche.

Un altro elemento che aumenta la difficoltà è la natura aperta dell'esercizio. Ognuno dei quattro organismi può essere messo in ognuna delle tre vasche e non c'è nessuna restrizione per il numero di organismi inseribili in ogni vasca. Di conseguenza, aumentano le possibilità di non svolgere l'esercizio correttamente.

Il punteggio pieno è assegnato agli allievi che trascinano Nereidi e Sogliola comune nella vasca 2 (in basso a destra) e Erbe acquatiche e Molluschi nella vasca 3 (sinistra).

Tabella 3: Indagine sui versanti di una valle – Classificazione domanda 1

Tipo di domanda	Scelta multipla complessa
Competenza	Spiegare i fenomeni in modo scientifico
Conoscenza – Sistema	Di contenuto– Sistema dei viventi
Contesto	Locale/nazionale – Risorse naturali
Difficoltà	750 – Livello 6
ID domanda	CS601Q01S

Indice delle figure

Figura 1.1: Campione del Canton Ticino per PISA 2015	9
Figura 2.1: Evoluzione delle conoscenze nelle indagini PISA	12
Figura 2.2: Modello di cultura scientifica in PISA 2015 (OECD, 2016a, p.25)	13
Figura 3.1: Cicli di istruzione obbligatoria del sistema educativo italiano	19
Figura 4.1: Modello di competenza in scienze naturali (CDPE, 2011, p.6)	46
Figura 4.2: Elementi delle competenze fondamentali nazionali nel modello di cultura scientifica di PISA 2015	47
Figura 5.1: Pensiero e azione matematici (OCDE, 2016a, p.72)	49
Figura 1: Corsa a temperature elevate - Introduzione all'unità	69
Figura 2: Corsa a temperature elevate – Come eseguire la simulazione	70
Figura 3: Corsa a temperature elevate – Domanda 1	70
Figura 4: Corsa a temperature elevate – Simulazione per la domanda 1	71
Figura 5: Indagine sui versanti di una valle – Domanda 1	72
Figura 6: Acquacoltura sostenibile – Introduzione	73
Figura 7: Acquacoltura sostenibile – Domanda 1	74

Indice dei grafici

Grafico 3.1: Prestazioni medie e dispersione in scienze naturali - Ticino e Paesi di riferimento	15
Grafico 3.2: Prestazioni medie e dispersione in scienze naturali - Ticino e regioni linguistiche svizzere..	17
Grafico 3.3: Prestazioni medie e dispersione in scienze naturali - Ticino e regioni/province italiane	20
Grafico 3.4: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in scienze naturali - Ticino e Paesi di riferimento	23
Grafico 3.5: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in scienze naturali - Ticino e regioni linguistiche svizzere	24
Grafico 3.6: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in scienze naturali - Ticino e regioni/province italiane	25
Grafico 3.7: Prestazioni in scienze naturali secondo il genere, lo statuto migratorio e la lingua parlata a casa - Ticino e Paesi di riferimento	26
Grafico 3.8: Prestazioni in scienze naturali secondo la condizione sociale - Ticino e Paesi di riferimento	27
Grafico 3.9: Prestazioni in scienze naturali secondo il genere, lo statuto migratorio e la lingua parlata a casa - Ticino e regioni linguistiche svizzere	28
Grafico 3.10: Prestazioni in scienze naturali secondo la condizione sociale - Ticino e regioni linguistiche svizzere	29
Grafico 3.11: Prestazioni in scienze naturali secondo il genere, lo statuto migratorio e la lingua parlata a casa - Ticino e regioni/province italiane	30
Grafico 3.12: Prestazioni in scienze naturali secondo la condizione sociale - Ticino e regioni/province italiane	31
Grafico 3.13: Influenza di alcune caratteristiche individuali sulle prestazioni in scienze naturali - Regioni linguistiche svizzere	32
Grafico 3.14: Dispersione risultati in scienze naturali secondo lo statuto migratorio - Ticino e Svizzera ..	33
Grafico 3.15: Dispersione risultati in scienze naturali secondo la condizione sociale - Ticino e Svizzera.	34
Grafico 3.16: Distribuzione percentuale degli allievi secondo la condizione sociale e gli ordini scolastici - Ticino	35
Grafico 3.17: Prestazioni medie nelle competenze, nelle conoscenze e nei sistemi in scienze naturali - Regioni linguistiche svizzere	36
Grafico 4.1: Competenze mobilitate nelle prove cantonali in scienze naturali (2001-2013)	42
Grafico 4.2: Conoscenze mobilitate nelle prove cantonali in scienze naturali (2001-2013)	42
Grafico 4.3: Distribuzione delle competenze negli item di scienze naturali - Prove cantonali e PISA 2015	43
Grafico 4.4: Distribuzione delle conoscenze negli item di scienze naturali - Prove cantonali e PISA 2015	43
Grafico 4.5: Prestazioni medie nelle competenze, nelle conoscenze e nei sistemi in scienze naturali – Ticino	44
Grafico 5.1: Prestazioni medie e dispersione in matematica - Ticino e Paesi di riferimento	50

Grafico 5.2: Prestazioni medie e dispersione in matematica - Ticino e regioni linguistiche svizzere	51
Grafico 5.3: Prestazioni medie e dispersione in matematica - Ticino e regioni/province italiane	52
Grafico 5.4: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in matematica - Ticino e Paesi di riferimento.....	53
Grafico 5.5: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in matematica - Ticino e regioni linguistiche svizzere.....	54
Grafico 5.6: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in matematica - Ticino e regioni/province italiane	55
Grafico 6.1: Prestazioni medie e dispersione in lettura - Ticino e Paesi di riferimento	58
Grafico 6.2: Prestazioni medie e dispersione in lettura - Ticino e regioni linguistiche svizzere	59
Grafico 6.3: Prestazioni medie e dispersione in lettura - Ticino e regioni/province italiane	60
Grafico 6.4: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in lettura - Ticino e Paesi di riferimento.....	61
Grafico 6.5: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in lettura - Ticino e regioni linguistiche svizzere.....	62
Grafico 6.6: Ripartizione percentuale degli allievi per livelli di competenza in lettura - Ticino e regioni/province italiane	63

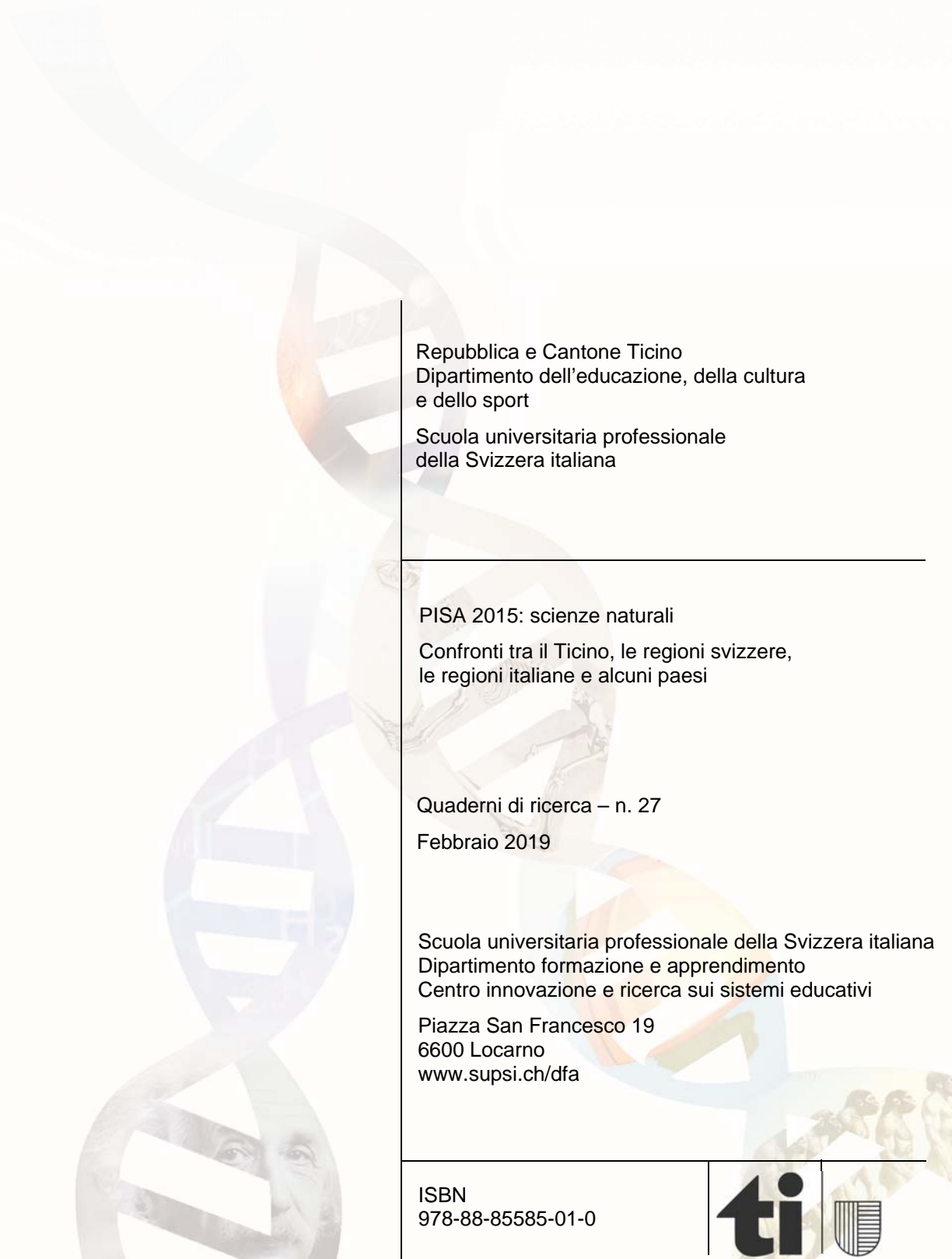
Indice delle tabelle

Tabella 2.1: Aspetti del modello di cultura scientifica in PISA 2015 (OECD, 2016a, p.25).....	13
Tabella 3.1: Livelli in scienze naturali in PISA 2015 (OCDE, 2016b, p. 65).....	21
Tabella 4.1: Competenze, conoscenze e attitudini in scienze naturali – PISA 2015 e piano di formazione	38
Tabella 4.2: Le conoscenze scientifiche nei tre sistemi riconosciuti da PISA 2015 e l'elenco degli argomenti dalla tabella sinottica del piano di formazione (giugno 2009)	40
Tabella 4.3: Prove cantonali esaminate per il confronto con PISA 2015	41
Tabella 4.4: I tre sistemi in PISA 2015 e i settori tematici delle competenze fondamentali nazionali.....	47
Tabella 1: Corsa a temperature elevate – Classificazione domanda 1	71
Tabella 2: Indagine sui versanti di una valle – Classificazione domanda 1	73
Tabella 3: Indagine sui versanti di una valle – Classificazione domanda 1	74

Bibliografia e sitografia

- Bernasconi Tamagni, K., & Vanetta, F. (a cura di) (2011). *Linee guida per la redazione del nuovo piano di studio della scuola dell'obbligo ticinese*. Documento di lavoro. Gruppo HarmoS. Bellinzona: Divisione della scuola.
- CDPE. (n.d.) Disponibile in: www.edk.ch [24 maggio 2017].
- CDPE. (2008). *Accordo intercantonale del 14 giugno 2007 sull'armonizzazione della scuola obbligatoria (concordato HarmoS)*. Disponibile in: https://edudoc.ch/record/24709/files/HarmoS_i.pdf [30 giugno 2017].
- CDPE. (2011). *Competenze fondamentali per le scienze naturali*. Standard nazionali di formazione approvati dall'Assemblea plenaria della CDPE il 16 giugno 2011. Disponibile in: https://edudoc.ch/record/96788/files/grundkomp_nawi_i.pdf [30 giugno 2017].
- Centro regionale di informazione delle Nazioni Unite. (n.d.). *Obiettivo 4: Fornire un'educazione di qualità, equa ed inclusiva, e opportunità di apprendimento per tutti*. Disponibile in: <http://www.un-ric.org/it/agenda-2030/30815-obiettivo-4-fornire-una-educacione-di-qualita-equa-ed-inclusiva-e-opportunita-di-apprendimento-per-tutti> [24 maggio 2017].
- Consorzio PISA.ch (2013). *Primi risultati di PISA 2012*. Disponibile in: <http://pisa.educa.ch/it/pisa-2012> [24 maggio 2017].
- Consorzio PISA.ch (2018). *PISA 2015: Gli allievi della Svizzera nel confronto internazionale*. Berna e Ginevra: SEFRI/CDPE e Consorzio PISA.ch.
- DeBoer, G.E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at Its Historical and Contemporary Meanings and Its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 583 – 601.
- Dipartimento Istruzione e Formazione Italiana, provincia autonoma di Bolzano – Alto Adige. (n.d.). *La buona Scuola. Sintesi*. Bolzano. Disponibile in: http://www.provincia.bz.it/intendenza-scolastica/download/Sintesi_La_Buona_scuola_MeB.pdf [15 maggio 2017].
- Divisione della scuola. (2015). *Piano di studio della scuola dell'obbligo ticinese*. Lugano: Società d'arti grafiche già Veladini e co. SA.
- Eurydice. (n.d.). *Sistema educativo italiano – Sintesi*. Disponibile in: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/eurydice/sintesi_sistema_educativo_italiano.pdf [15 maggio 2017].
- Intendenza scolastica italiana. Provincia autonoma di Bolzano Alto Adige. (n.d.). Disponibile in: www.provincia.bz.it/intendenza-scolastica/ [15 maggio 2017].
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M., et al. (2004). *Le développement de standards nationaux de formation. Une expertise*. Bonn : Ministère fédéral de l'éducation et de la recherche.
- Legge sulla scuola 1 febbraio 1990, art.2 in materia di "Finalità". Disponibile in: <https://www3.ti.ch/CAN/RLeggi/public/index.php/raccolta-leggi/legge/vid/140> [24 maggio 2017].
- Legge 28 marzo 2003, n.53, in materia di "Diritto-dovere all'Istruzione e Formazione".
- Legge 27 dicembre 2006, n.296, in materia di "Obbligo di istruzione".
- Legge Provinciale 19 luglio 1994, n. 2 in materia di "Programmi per l'insegnamento del tedesco-lingua seconda nelle scuole dell'obbligo in lingua italiana della provincia autonoma di Bolzano". LGBNZ Current Ed.
- Legge Provinciale 29 giugno 2000, n. 12 in materia di "Autonomia delle scuole". LGBNZ Current Ed.
- Legge Provinciale 7 agosto 2006, n.5 in materia di "Sistema educativo di istruzione e formazione nel Trentino".
- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca & INDIRE. (2014). *The Italian Education System. I quaderni di Eurydice*, 30. Disponibile in: http://www.indire.it/lucabas/lkmw_img/eurydice/quaderno_eurydice_30_per_web.pdf [15 maggio 2017].

- Minnei, N. (2016). La scuola italiana dell'Alto Adige e il suo Servizio Provinciale di Valutazione. Prove standardizzate e altro per far crescere il sistema scolastico. In CIRSE. *Prove standardizzate in ambito educativo: confronto tra Svizzera e Italia*. Atti del Convegno CH-I, Locarno 11-13 novembre 2015. Locarno: CIRSE.
- Nidegger, C., Moreau, J., & Gingins, F. (2009). Compétences des élèves en sciences: apports de PISA et d'HarmoS, in *PISA 2006: Etudes sur les compétences en science, Rôle de l'enseignement, facteurs déterminant les choix professionnels, comparaison de modèle de compétences*. Neuchâtel: OFS, CDIP.
- OCDE (2016a). *Cadre d'évaluation et d'analyse de l'enquête PISA 2015 : Compétences en sciences, en compréhension de l'écrit, en mathématiques et en matières financières*. Paris: Éditions OCDE.
- OCDE (2016b). *Résultats du PISA 2015 (Volume I) : L'excellence et l'équité dans l'éducation*. Paris: PISA, Editions OCDE.
- OECD. (n.d.). PISA. Disponibile in: www.oecd.org/pisa [15 maggio 2017].
- OECD. (2009) *PISA Data Analysis Manual SPSS Second Edition*. Paris: OECD Editions.
- OECD. (2015). *PISA 2015 released field trial cognitive items*. Disponibile in: <https://www.oecd.org/pisa/test/PISA2015-Released-FT-Cognitive-Items.pdf> [24 maggio 2017].
- Provincia autonoma di Trento (n.d.). *Piani di Studio Provinciali. Primo ciclo di istruzione*. Disponibile in: http://www.vivoscuola.it/c/document_library/get_file?uuid=c94e880e-9445-442e-a220-7f1b59520420&groupId=10137 [15 maggio 2017].
- Regolamento della scuola media 18 settembre 1996, art.26 in materia di "Prove cantonali".
- Salvisberg, M. & Zampieri, S. (2015). Valutazioni sotto esame. *Piste esplorative per un confronto tra PISA e note scolastiche 2009 e 2012*. Locarno: Centro Innovazione e Ricerca sui Sistemi Educativi.
- Santolli, G. (2014). *Perché a Trento i dati Ocse-Pisa sono migliori?* Disponibile in: <http://www.ilsussidiario.net/News/Educazione/2014/1/3/SCUOLA-Perche-a-Trento-i-dati-Ocse-Pisa-sono-migliori-/456080/> [15 maggio 2017].
- Transalp lavoro senza frontiere. (n.d.). *Il sistema scolastico in Italia*. Disponibile in: http://transalp.lavoro-senzafrontiere.org/contenuti_it/italia/sist_scolastico_it.htm [15 maggio 2017].
- Ufficio dell'insegnamento medio. (1999). *Materiali per l'elaborazione del Piano di formazione della scuola media*. Bellinzona: Ufficio dell'insegnamento medio.
- Ufficio dell'insegnamento medio. (2004). *Piano di formazione della scuola media*. Bellinzona: Ufficio dell'insegnamento medio.
- Ufficio dell'insegnamento medio. (2009). *Piano di formazione di Scienze Naturali*. Bellinzona: Ufficio dell'insegnamento medio.
- Ufficio dell'insegnamento medio. (n.d.). *Prove cantonali*. Disponibile in: <http://www4.ti.ch/decs/ds/uim/cosa-facciamo/prove-cantonali/> [15 maggio 2017].
- Vivoscuola. Il portale della scuola per il Trentino. (n.d.). Disponibile in: www.vivoscuola.it [15 maggio 2017].



Repubblica e Cantone Ticino
Dipartimento dell'educazione, della cultura
e dello sport

Scuola universitaria professionale
della Svizzera italiana

PISA 2015: scienze naturali

Confronti tra il Ticino, le regioni svizzere,
le regioni italiane e alcuni paesi

Quaderni di ricerca – n. 27

Febbraio 2019

Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana
Dipartimento formazione e apprendimento
Centro innovazione e ricerca sui sistemi educativi

Piazza San Francesco 19
6600 Locarno
www.supsi.ch/dfa

ISBN
978-88-85585-01-0

