

## 6 LA COMPETENZA SCIENTIFICA DEI QUINDICENNI

Marta Herbst, Mauro Valer

Il capitolo presenta i risultati ottenuti dagli studenti quindicenni nella literacy scientifica, che costituisce il focus principale della rilevazione PISA 2015, dopo che - per la prima volta nel 2006 - le Scienze costituirono l'ambito principale di rilevazione.

Nelle pagine seguenti saranno illustrati: la definizione di competenza relativa al quadro di riferimento PISA 2015, alcuni esempi tratti dalle prove rilasciate e la presentazione dei risultati. In particolare i risultati ottenuti dalle studentesse e dagli studenti della Provincia di Bolzano saranno presentati in comparazione con i risultati di altri Paesi, con le macro-aree geografiche italiane, nonché per tipo di scuola frequentata e per genere.

### 6.1 Evoluzione della *literacy* scientifica in PISA

La definizione di *literacy* scientifica in PISA è sensibilmente variata nel corso delle indagini triennali: nel 2000 e nel 2003 l'accento era posato sulla capacità di utilizzare la conoscenza scientifica, identificare le problematiche e trarre conclusioni basate su prove, per capire e aiutare a prendere decisioni sul mondo naturale. L'OCSE apporta sensibili variazioni nella valutazione delle competenze di uno specifico ambito, quando questo costituisce il dominio principale di rilevazione; ciò è avvenuto nel 2006 ed ora nella rilevazione 2015.

La definizione 2006, pur mantenendosi concettualmente coerente con le precedenti, separò ed elaborò il termine "conoscenza scientifica" dividendolo in due componenti strettamente collegate: "la conoscenza della scienza" e "la conoscenza sulla scienza", dove per "*conoscenza della scienza*" s'intese una conoscenza del mondo naturale trasversale agli ambiti principali della fisica, della chimica, delle scienze biologiche, delle scienze della Terra e dell'Universo, nonché della tecnologia e per *conoscenza sulla scienza*, s'intese la conoscenza dei mezzi (indagine scientifica) e dei fini (spiegazioni di carattere scientifico) della scienza. In PISA 2015 queste idee subiscono un'ulteriore evoluzione, differenziando la definizione di "*conoscenza sulla scienza*", specificandola più chiaramente e dividendola in due componenti: la *conoscenza procedurale* e la *conoscenza epistemica*.

Nel 2006, il quadro PISA venne inoltre ampliato per includere gli aspetti attitudinali degli studenti verso scienza e tecnologia all'interno del costrutto di alfabetizzazione scientifica. Tali atteggiamenti vennero misurati utilizzando, sia il questionario studente, sia gli elementi incorporati nel test studente. In considerazione di alcune discrepanze emerse dalla correlazione tra risposte sugli atteggiamenti tratte dal questionario, con quelle tratte dagli elementi incorporati nel test studente, l'OCSE ha optato per misurare gli aspetti attitudinali della rilevazione del 2015 unicamente attraverso il questionario studente.

Un'ulteriore novità della rilevazione PISA 2015 è data dall'utilizzo del mezzo informatico, che ha consentito, in ambito scientifico, di ampliare il campo d'indagine rispetto alle precedenti versioni cartacee dei test: viene valutata, per la prima volta, la capacità degli studenti di procedere sperimentalmente e di interpretare l'evidenza dei risultati osservando gli esiti delle loro

ipotesi attraverso la simulazione dell'esperienza. Si è ritenuto che una tale presentazione potesse mettere in evidenza situazioni di movimento e di cambiamento (ad esempio reazioni chimiche) in un modo più realistico e motivante<sup>7</sup>.

## 6.2 La *literacy* scientifica in PISA 2015

In PISA 2015 la *literacy* è definita come “l’abilità di un individuo di confrontarsi con questioni di tipo scientifico e con idee che riguardano la scienza, come cittadino che riflette”. Ciò richiede le seguenti competenze:

- spiegare i fenomeni scientificamente: riconoscere, offrire e valutare spiegazioni per una varietà di fenomeni naturali o tecnologici;
- valutare e progettare una ricerca scientifica: descrivere e valutare le ricerche scientifiche e proporre modi di affrontare problemi in maniera scientifica;
- interpretare dati e prove scientificamente: analizzare e valutare dati, affermazioni e argomentazioni in una varietà di rappresentazioni e trarre conclusioni scientifiche appropriate.

### 6.2.1 Spiegare i fenomeni scientificamente

La cultura scientifica ha sviluppato una serie di sistemi e teorie volti a raggiungere la comprensione di quei fenomeni osservabili, associati a qualsiasi attività correlata, sia agli esseri viventi, sia ai non viventi. Lo sviluppo di tale cultura ha strutturato e - nel tempo - ristrutturato tali teorie, rifondando la nostra comprensione del mondo. La competenza necessaria alla spiegazione dei fenomeni scientifici passa attraverso una profonda conoscenza delle idee esplicative di queste teorie, dimostrando di:

- ricordare e applicare le conoscenze scientifiche adeguate;
- identificare, utilizzare e generare modelli esplicativi e rappresentazioni;
- fare previsioni adeguate e giustificarle;
- fornire ipotesi esplicative;
- spiegare le potenziali implicazioni della conoscenza scientifica per la società.

### 6.2.2 Valutare e progettare una ricerca scientifica

L’alfabetizzazione scientifica implica che gli studenti abbiano una certa comprensione dello scopo della ricerca scientifica, partendo dalla raccolta dei dati, ottenuti attraverso l’osservazione e l’esperimento (in laboratorio ed in campo), passando attraverso lo sviluppo di modelli e ipotesi esplicative, per poter infine ipotizzare previsioni che potranno poi essere testate sperimentalmente.

Al fine del raggiungimento della competenza del valutare e progettare una ricerca sono richieste le abilità di:

- identificare una domanda esplorata in un dato studio scientifico;

<sup>7</sup> OECD – PISA 2015 Ergebnisse (Band 1): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung. – W. Bertelsmann Verlag 2016, S. 61.

- distinguere le domande che è possibile indagare in modo scientifico;
- proporre un modo per esplorare scientificamente una determinata problematica;
- valutare modi di esplorare scientificamente una determinata problematica;
- descrivere e valutare una serie di modi che gli scienziati utilizzano per garantire l'affidabilità dei dati, l'obiettività e la generalizzabilità delle spiegazioni.

### 6.2.3 Interpretare dati e prove scientificamente

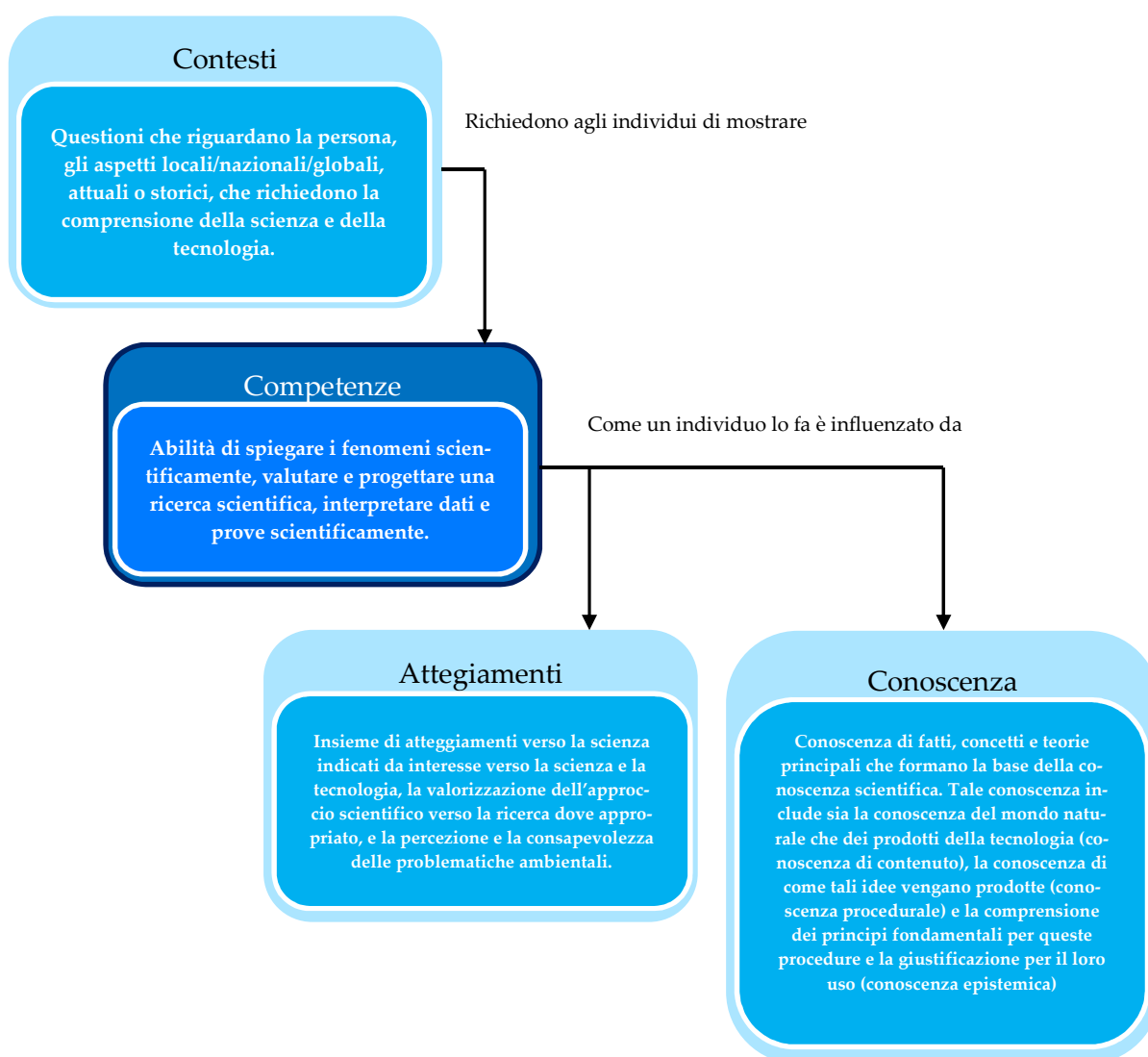
L'interpretazione dei dati è il cuore dell'attività degli scienziati e la ricerca di modelli e strumenti idonei allo scopo, rappresenta una competenza che studenti e studentesse acquisiscono progressivamente. Avere, inoltre, la consapevolezza che l'incertezza è una caratteristica intrinseca di tutte le misurazioni e che l'aspetto probabilistico deve essere tenuto nella dovuta considerazione, permette di interpretare e valutare i dati con la giusta attenzione, consci che il disaccordo tra gli scienziati è normale, non straordinario. Al raggiungimento della competenza riguardante l'interpretazione dei dati concorrono le abilità di:

- trasformare i dati da una rappresentazione all'altra;
- analizzare e interpretare i dati e trarre conclusioni adeguate;
- identificare assunzioni, prove e ragionamenti in testi scientifici;
- distinguere tra gli argomenti che si basano su prove e teorie scientifiche e quelli che si basano su altri tipi di considerazioni;
- valutare argomentazioni e prove scientifiche provenienti da diverse fonti, ad esempio possibili pubblicazioni cartacee e digitali.

### 6.3 Gli aspetti della valutazione della *literacy* scientifica

La *literacy* scientifica nel ciclo 2015, mette in risalto la necessità di coordinare alcuni aspetti – tra loro interconnessi – che nel loro insieme restituiscono la valutazione delle abilità di un individuo di confrontarsi con questioni di tipo scientifico e con le idee che riguardano la scienza come cittadino che riflette. Gli aspetti considerati nella formulazione degli item di PISA riguardano, oltre le competenze precedentemente illustrate, i contesti, gli atteggiamenti personali e la conoscenza (Abbildung / Figura 6.1:)

Abbildung / Figura 6.1: Rappresentazione degli elementi del quadro teorico di riferimento per la rilevazione della *literacy* scientifica



Fonte: OECD 2016 - PISA 2015 Ergebnisse (Band 1): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung, W. Bertelsmann Verlag, S. 58.

La casella evidenziata in tonalità più scura, elenca le tre **competenze** che stanno alla base della definizione di *literacy* scientifica in PISA 2015: spiegare i fenomeni scientificamente, valutare e progettare un'indagine scientifica ed interpretare scientificamente i dati e le prove. Gli studenti

utilizzano tali competenze in contesti specifici che richiedono una certa comprensione della scienza e della tecnologia. I contesti, generalmente, si riferiscono a questioni riguardanti gli ambiti di competenza: la salute, le risorse naturali, la qualità dell'ambiente, i rischi, le frontiere della scienza e della tecnologia. La capacità degli studenti di applicare le loro competenze in uno specifico contesto è influenzata dai loro atteggiamenti verso la scienza e dalle conoscenze specifiche in loro possesso.

Le tre categorie di contesto (Tabelle / Tabella 6.1) individuano grandi aree della vita in cui possono sorgere le problematiche proposte nei quesiti. È contesto "Personale" se relativo a problematiche della vita quotidiana degli studenti e delle loro famiglie; i contesti "Locale/Nazionale", sono legati alla comunità in cui gli studenti vivono; il contesto "Globale" è definito dalle variabili riguardanti la vita in tutti i suoi aspetti affrontabili scientificamente.

Una voce relativa ad un problema di combustibili fossili, per esempio, può essere classificata come personale se esplora i comportamenti di risparmio energetico, come locale/nazionale, se si rivolge all'impatto ambientale sulla qualità dell'aria e come globale, se si prende in esame il legame tra consumi di combustibili fossili e la concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera<sup>8</sup>.

Tabelle / Tabella 6.1: Struttura teorica dei contesti per le prove di Scienze PISA 2015

Contesto	Personale	Locale/Nazionale	Globale
Salute	Mantenimento della salute, nutrizione	Controllo delle malattie, trasmissione sociale, scelte alimentari	Epidemie, diffusione delle malattie infettive
Risorse Naturali	Consumo personale delle risorse	Mantenimento della popolazione, qualità della vita, sicurezza, produzione e distribuzione alimentare, fornitura di energia	Sistemi naturali rinnovabili e non, crescita della popolazione, uso sostenibile delle specie
Qualità Ambientale	Azioni rispettose per l'ambiente, uso e smaltimento di materiali	Distribuzione della popolazione, smaltimento dei rifiuti, impatto ambientale	La biodiversità, la sostenibilità ecologica, controllo dell'inquinamento, la produzione e la perdita di suolo / biomassa
Rischi	Valutazione del rischio e stile di vita	Cambiamenti rapidi (es. Terremoti, maltempo), cambiamenti lenti e progressivi (es. Erosione costiera, sedimentazione), la valutazione del rischio	Cambiamento climatico, impatto della comunicazione moderna
Frontiere della Scienza e della Tecnologia	Aspetti scientifici degli hobby, tecnologia personale, musica e attività sportive	Nuovi materiali, dispositivi e processi, modificazioni genetiche, tecnologie sanitarie, trasporti	Estinzione delle specie, esplorazione dello spazio, l'origine e la struttura dell'universo

<sup>8</sup> OECD – PISA 2015 Ergebnisse (Band 1): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung. – W. Bertelsmann Verlag 2016, S. 60.

Fonte: Gruppo di ricerca PISA 2015 - INVALSI

Ognuna delle competenze scientifiche richiede una certa **conoscenza** dei contenuti (teorie, idee esplicative, informazioni e fatti), ma anche la comprensione di come tale conoscenza è stata determinata (conoscenza procedurale), nonché la natura di tale conoscenza (sapere epistemico).

“La conoscenza procedurale” si riferisce alla conoscenza dei concetti e le procedure che sono essenziali per la ricerca scientifica e sono alla base della raccolta, l'analisi e l'interpretazione dei dati scientifici. Nel tentativo di dare spiegazione ai fenomeni, la scienza procede verificando le ipotesi attraverso l'indagine empirica, che si basa su alcune procedure standard per ottenere dati validi e affidabili. Gli studenti sono tenuti a conoscere queste procedure ed i concetti correlati, quali: la nozione di variabili dipendenti ed indipendenti; la distinzione tra i diversi tipi di misura; modalità di valutazione e di riduzione al minimo dell'incertezza; le comuni modalità di presentazione dei dati. Il "Sapere epistemico" si riferisce ad una comprensione della natura che consenta agli studenti di pensare, riflettere ed impegnarsi in un discorso ragionato al pari degli scienziati. La conoscenza epistemica è necessaria per capire la distinzione tra osservazioni, fatti, ipotesi, modelli e teorie, ma anche per capire il perché di alcune procedure.

In PISA 2015, un po' più della metà (98 su 184) dei quesiti inerenti la scienza richiedono principalmente contenuti, 60 richiedono conoscenze procedurali e 26 richiedono la conoscenza epistemica.

La **conoscenza** può essere classificata in base ai principali settori scientifici a cui si riferisce. Gli studenti quindicenni sono tenuti a comprendere le principali idee esplicative e le teorie negli ambiti della Fisica, della Chimica, della Biologia, della Terra e dell'Universo e come queste si applicano in contesti in cui gli elementi di conoscenza sono interdipendenti o interdisciplinari. A titolo d'esempio, si ritiene che gli studenti quindicenni debbano avere acquisito la comprensione della particella, del modello della materia, la teoria dell'evoluzione per selezione naturale e la storia e la scala dell'universo. In PISA 2015, circa un terzo (61 su 184) di tutti gli item inerenti la scienza si riferiscono a sistemi fisici, 74 per ai sistemi viventi, ed i restanti 49 ai sistemi terrestri e dell'universo<sup>9</sup>.

Gli **atteggiamenti** e le credenze delle persone svolgono un ruolo significativo nello stimolare in loro l'interesse e l'attenzione verso problemi di carattere scientifico e tecnologico. La definizione PISA di *literacy* scientifica riconosce che la risposta di uno studente a un problema di carattere scientifico dipende anche da quanto questi sia disposto verso la soluzione del problema. Gli atteggiamenti, le credenze e la volontà sono stati esaminati unicamente mediante la somministrazione di un questionario agli studenti.

## 6.4 Esempi di prove

Alcuni esempi tratti dalle ultime prove rilasciate, possono essere utili alla comprensione dei processi coinvolti nella soluzione di *item* modulati sul modello di competenza scientifica precedentemente esposto. La seguente tabella elenca le prove portate ad esempio, ordinate per livello di difficoltà PISA decrescente. In grigio sono indicate le prove di livello inferiore a 3, reperibili all'indirizzo <http://www.oecd.org/pisa/test/other-languages/>, ma non riportate tra gli esempi di questa pubblicazione.

<sup>9</sup> OECD – PISA 2015 Ergebnisse (Band 1): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung. – W. Bertelsmann Verlag 2016, S. 60.

Tabelle / Tabella 6.2: Tavola riassuntiva delle prove rilasciate dall'OSCE PISA

Li-vello	Limite inferiore	Domande	Difficoltà PISA punteggio
6	708	Acquacoltura sostenibile – domanda 1	740
5	633	Corsa a temperature elevate – domanda 3B	641
5		Migrazione degli uccelli – domanda 2	630
4	559	Corsa a temperature elevate – domanda 2	580
4		Migrazione degli uccelli – domanda 3	874
3	484	Corsa a temperature elevate – domanda 1	497
		Corsa a temperature elevate – domanda 3A	531
		Migrazione degli uccelli – domanda 1	501
2	410	Acquacoltura sostenibile – domanda 3	456
		Meteoriti e crateri – domanda 2	450
1b	261	Meteoriti e crateri – domanda 3A	299

Fonte: OECD 2016 - PISA 2015 Ergebnisse (Band 1): Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung, Bildung. – W. Bertelsmann Verlag 2016, Anhang C1.

#### 6.4.1 Corsa a temperature elevate

Il quesito si compone di cinque domande e chiede agli studenti di esprimere valutazioni sulla perdita d'acqua e la temperatura corporea di una persona dopo una corsa di un'ora in diverse condizioni, utilizzando la simulazione a video, attraverso la quale vengono controllati i livelli di temperatura, di umidità dell'aria e di assunzione d'acqua da parte del corridore. Gli studenti possono eseguire una o più simulazioni ed utilizzare i risultati per rispondere alle domande di tale unità.

A titolo di esempio si portano tre domande che concentrano la valutazione sulla capacità di interpretare i dati e le prove scientifiche (per esempio domanda 1), sulla capacità di spiegare i fenomeni scientificamente (per esempio domanda 2) o sulla capacità di valutare e progettare la ricerca scientifica (ad esempio domanda 3) e possono riguardare tutte le aree di contenuti e le tipologie di conoscenza.

## Corsa a temperature elevate - domanda 1

Abbildung / Figura 6.2: domanda 1 di "Corsa a temperature elevate"

Fonte: OCSE PISA - <http://www.oecd.org/pisa/test/other-languages/> (visitato il 01/06/2017)

Tipologia	Domanda a scelta multipla
Competenze	interpretare i dati e prove scientifiche
Conoscenza - Ambito	Procedurale - viventi
Contesto	Personale - salute
Difficoltà	497 – Livello 3
Valutazione	<b>Punteggio pieno:</b> Per questa domanda, gli studenti hanno a disposizione alcuni valori per ciascuna delle variabili, devono selezionare i controlli ed eseguire la simulazione. Un segnale rosso è visualizzato per indicare che, in quelle condizioni, la persona soffrirebbe di eccessiva perdita d'acqua rischiando la disidratazione. Si tratta della domanda più semplice nel gruppo; agli studenti è richiesto di individuare correttamente la condizione che porta ad un'eccessiva perdita d'acqua.



## Corsa a temperature elevate – domanda 2

Abbildung / Figura 6.3: domanda 2 di “Corsa a temperature elevate”

PISA 2015

**Corsa a temperature elevate**  
Domanda 2 / 5

► Come eseguire la simulazione

Esegui la simulazione per raccogliere dati basandoti sulle informazioni qui sotto. Per rispondere alla domanda, clicca su una delle alternative e poi seleziona i dati nella tabella.

Un corridore corre per un'ora in una giornata calda e umida (temperatura dell'aria a 35°C, umidità dell'aria del 60%) senza bere acqua. Il corridore rischia la disidratazione e il colpo di calore.

Quale potrebbe essere l'effetto di bere acqua durante la corsa sul rischio di disidratazione e del colpo di calore del corridore?

- Bere acqua ridurrebbe il rischio di colpo di calore ma non di disidratazione.
- Bere acqua ridurrebbe il rischio di disidratazione ma non di colpo di calore.
- Bere acqua ridurrebbe il rischio di colpo di calore e di disidratazione.
- Bere acqua non ridurrebbe il rischio di colpo di calore né di disidratazione.

★ Nella tabella, seleziona due righe di dati che avvalorano la tua risposta.

Temperature 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)

Fonte: OCSE PISA - <http://www.oecd.org/pisa/test/other-languages/> (visitato il 01/06/2017)

Tipologia	domande a scelta multipla e risposta aperta
Competenze	interpretare i dati e prove scientifiche
Conoscenza - Ambito	sapere sistemico - viventi
Contesto	Personale - salute
Difficoltà	580 - Livello 4
Valutazione	<p><b>Punteggio pieno:</b> Il punteggio pieno si ottiene se la risposta è: “Bere acqua ridurrebbe il rischio di disidratazione ma non di colpo di calore” e lo studente seleziona le due seguenti righe della tabella dati:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– temperatura dell'aria impostata a 35 °C, 60% di umidità dell'aria e “No” per “Bere acqua”</li> <li>– temperatura dell'aria impostata a 35 °C, 60% di umidità dell'aria “Sì” per “Bere acqua”</li> </ul> <p><b>Punteggio parziale:</b> Si ottiene, invece, un punteggio parziale se la risposta è: “Bere acqua ridurrebbe il rischio di disidratazione ma non di colpo di calore”, ma seleziona dati erronei o incompleti.</p>

Per rispondere a questa domanda gli studenti sono invitati ad eseguire la simulazione tenendo costante la temperatura e l'umidità dell'aria, mentre devono modificare la variabile "Bere acqua". La simulazione mostra che se, alle specificate condizioni di temperatura ed umidità dell'aria, viene assunta acqua, si riduce il rischio di disidratazione, ma non il rischio di colpo di calore.

La selezione in tabella delle due righe che indicano i dati di riferimento per una risposta corretta implica la spiegazione del fenomeno e motiva l'aumento di difficoltà rispetto alla domanda precedente.

### Corsa a temperature elevate – domanda 3

Abbildung / Figura 6.4: domanda 3 di "Corsa a temperature elevate"

The screenshot shows the PISA 2015 simulation interface. On the left, there is a text box with instructions: "Esegui la simulazione per raccogliere dati basandoti sulle informazioni qui sotto. Per rispondere alla domanda, clicca su una delle alternative, seleziona i dati nella tabella e poi digita una spiegazione." Below this, a question asks: "Quando l'umidità dell'aria è del 60%, qual è l'effetto di un aumento della temperatura dell'aria sul volume di sudorazione dopo un'ora di corsa?" with two radio button options: "Il volume di sudorazione aumenta" and "Il volume di sudorazione diminuisce". A green star icon indicates that two rows in the table should be selected. Below the question is a text input field for the biological explanation.

The simulation area on the right features four vertical gauges: "Volume di sudorazione (litri)" (0-3), "Perdita di acqua (%)" (0-5), "Temperatura corporea (°C)" (36-42), and "Colpo di calore" (36-42). Below the gauges are sliders for "Temperatura dell'aria (°C)" (20-40), "Umidità dell'aria (%)" (20-60), and a radio button for "Bere acqua" (Si/No). An "Esegui" button is also present.

At the bottom is a data table with the following columns: Temperatura dell'aria (°C), Umidità dell'aria (%), Bere acqua, Volume di sudorazione (litri), Perdita di acqua (%), and Temperatura corporea (°C). The table has 10 rows for data entry.

Fonte: OCSE PISA - <http://www.oecd.org/pisa/test/other-languages/> (visitato il 01/06/2017)

Il quesito richiede due risposte:

#### Risposta 3A

Tipologia	domande a scelta multipla e risposta aperta (selezione dati)
Competenze	valutare e progettare l'indagine scientifica
Conoscenza – Ambito	procedurale – viventi
Contesto	Personale - salute
Difficoltà	531 - Livello 3
Valutazione	<b>Punteggio pieno:</b> La risposta è corretta se lo studente sceglie "Il volume di sudorazione aumenta" e le due

	righe selezionate hanno umidità del 60%, nonché due temperature dell'aria consecutive (es. 20°C in una riga e nella successiva 25°C oppure 35°C in una riga e 40°C nella successiva) ed inoltre la stessa condizione (“Sì” o “No”) per l’indicazione “Bere acqua”.
--	--

## Risposta 3B

Tipologia	risposta aperta
Competenze	spiegare i fenomeni scientificamente
Conoscenza – Ambito	dei contenuti – viventi
Contesto	Personale - salute
Difficoltà	641 - Livello 5
Valutazione	<p><b>Punteggio pieno:</b> La risposta è corretta se nella spiegazione dell’effetto biologico è indicata o implicata la funzione del sudore nel raffreddamento del corpo e/o di regolatore della temperatura del corpo stesso.</p> <p>Ad esempio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– il sudore evapora per raffreddare il corpo quando le temperature sono elevate;</li> <li>– aumentare i livelli di sudore a temperature elevate impedisce al corpo di diventare troppo caldo;</li> <li>– il sudore aiuta a mantenere la temperatura corporea ad un livello sicuro.</li> </ul>

In questo set di domande una variabile è definita - il livello di umidità - e gli studenti devono eseguire la simulazione utilizzando almeno due diverse temperature dell’aria, per dimostrare l’effetto che queste variazioni apportano sul volume di sudorazione. Gli studenti devono identificare almeno due righe di dati nella tabella per sostenere la loro risposta. La maggiore difficoltà della domanda 3B (livello 5) è data dalla richiesta di motivare la risposta attingendo alle conoscenze in biologia (contenuto di conoscenza) per spiegare che la sudorazione ha l’effetto di raffreddare il corpo all’aumentare della temperatura.

#### 6.4.2 Migrazione degli uccelli

Questo quesito si compone di tre domande riguardanti lo studio delle migrazione degli uccelli e chiede agli studenti di dare risposte in riferimento all'evoluzione del comportamento dei volatili migratori, a valutazioni procedurali che potrebbero influenzare la ricerca ed infine ad interpretazioni di dati sperimentali.

Riportiamo le tre domande che bene rappresentano i tre livelli di competenza precedentemente indicati e tre livelli di difficoltà.

## Migrazione degli uccelli - domanda 1

Abbildung / Figura 6.5: domanda 1 di "Migrazione degli uccelli"

PISA 2015
■ ■ ■ ■ ■
⏸
?
⏪
⏩

**Migrazione degli uccelli**  
Domanda 1 / 3


*Fai riferimento a «Migrazione degli uccelli» presentato sulla destra. Per rispondere alla domanda, clicca su una delle alternative.*

La maggior parte degli uccelli migratori si riunisce in una determinata area per migrare in grandi gruppi piuttosto che in solitario. Quale tra le seguenti è la migliore spiegazione scientifica dell'evoluzione del comportamento della maggior parte degli uccelli migratori?

- Gli uccelli che migravano da soli o in piccoli gruppi avevano meno probabilità di sopravvivere e riprodursi.
- Gli uccelli che migravano da soli o in piccoli gruppi avevano più possibilità di trovare cibo adatto alle loro esigenze.
- Volare in grandi gruppi consentiva ad altre specie di uccelli di unirsi alla migrazione.
- Volare in grandi gruppi consentiva a ciascun uccello di avere maggiori possibilità di trovare un luogo per la nidificazione.

**MIGRAZIONE DEGLI UCCELLI**

La migrazione degli uccelli è un movimento stagionale su larga scala degli uccelli da e verso i luoghi di riproduzione. Ogni anno i volontari contano gli uccelli migratori in luoghi specifici. Gli scienziati catturano alcuni uccelli e li contrassegnano applicando anelli colorati ed etichette sulle loro zampe. Gli scienziati utilizzano gli avvistamenti degli uccelli contrassegnati insieme ai conteggi dei volontari per determinare le rotte migratorie degli uccelli.



Fonte: OCSE PISA - <http://www.oecd.org/pisa/test/other-languages/> (visitato il 01/06/2017)

Tipologia	scelta multipla
Competenze	spiegare i fenomeni scientificamente
Conoscenza – Ambito	dei contenuti – viventi
Contesto	globale – qualità dell’ambiente
Difficoltà	501 - Livello 3
Valutazione	<b>Punteggio pieno:</b> Il punteggio pieno è ottenuto se lo studente sceglie la risposta “ Gli uccelli che migravano da soli o in piccoli gruppi avevano meno possibilità di sopravvivere e riprodursi”. La domanda richiede una spiegazione del beneficio evolutivo di questo comportamento. La collocazione al livello 3 è giustificata dal semplice confronto con le altre tre domande del gruppo.

## Migrazione degli uccelli - domanda 2

Abbildung / Figura 6.6: domanda 2 di "Migrazione degli uccelli"

PISA 2015







?
◀ ▶


**Migrazione degli uccelli**  
Domanda 2 / 3

*Fai riferimento a «Migrazione degli uccelli» presentato sulla destra. Digita la risposta alla domanda.*

Identifica un fattore che potrebbe rendere impreciso il conteggio degli uccelli migratori da parte dei volontari e spiega come questo fattore può influenzare il conteggio.

**MIGRAZIONE DEGLI UCCELLI**

La migrazione degli uccelli è un movimento stagionale su larga scala degli uccelli da e verso i luoghi di riproduzione. Ogni anno i volontari contano gli uccelli migratori in luoghi specifici. Gli scienziati catturano alcuni uccelli e li contrassegnano applicando anelli colorati ed etichette sulle loro zampe. Gli scienziati utilizzano gli avvistamenti degli uccelli contrassegnati insieme ai conteggi dei volontari per determinare le rotte migratorie degli uccelli.



Fonte: OCSE PISA - <http://www.oecd.org/pisa/test/other-languages/> (visitato il 01/06/2017)

Tipologia	risposta aperta
Competenze	valutare e progettare la ricerca scientifica
Conoscenza – Ambito	sapere sistemico – viventi
Contesto	globale – qualità dell’ambiente
Difficoltà	630 - Livello 5
Valutazione	<p><b>Punteggio pieno:</b> Lo studente è chiamato ad identificare almeno un fattore specifico che può influenzare la precisione dei conteggi dei volatili da parte di osservatori. Le risposte corrette possono essere diverse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– gli osservatori possono perdere il conteggio degli uccelli perché questi volano troppo in alto;</li> <li>– i volontari possono solo stimare il numero di una grande quantità di volatili;</li> <li>– gli osservatori potrebbero essere imprecisi sull'identificazione della specie e dunque contare erroneamente;</li> <li>– gli uccelli migrano nel corso della notte;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le postazioni dei volontari non potranno essere sempre sulla rotta migratoria degli uccelli;</li> <li>- nuvole o foschie possono nascondere alcuni volatili.</li> </ul>
--	--

Per rispondere correttamente a questa domanda, gli studenti devono utilizzare conoscenze procedurali per identificare un fattore che potrebbe portare a conteggi imprecisi degli uccelli migratori ed inoltre spiegare come ciò possa influire sui dati raccolti. Essere in grado di identificare e spiegare le potenziali limitazioni di una procedura di raccolta dati è un aspetto importante della cultura scientifica e giustifica l'alto livello in cui è posizionata la domanda.

### Migrazione degli uccelli - domanda 3

Abbildung / Figura 6.7: domanda 3 di "Migrazione degli uccelli"

Fonte: OCSE PISA - <http://www.oecd.org/pisa/test/other-languages/> (visitato il 01/06/2017)

**PISA 2015**

**Migrazione degli uccelli**  
Domanda 3 / 3

*Fai riferimento a «Piviere dorato» presentato sulla destra. Per rispondere alla domanda, clicca su una o più caselle.*

Quali affermazioni sulla migrazione del piviere dorato sono avvalorate dalla cartina?

✓ Ricordati di selezionare **una o più caselle**.


- Le cartine mostrano una diminuzione nel numero di pivieri dorati che hanno migrato verso sud negli ultimi dieci anni.
- Le cartine mostrano che le rotte migratorie di alcuni pivieri dorati verso nord sono diverse dalle rotte migratorie verso sud.
- Le cartine mostrano che i pivieri dorati migratori trascorrono l'inverno in aree a sud e a sudovest dei loro luoghi di riproduzione e nidificazione.
- Le cartine mostrano che le rotte migratorie del piviere dorato si sono allontanate dalle aree costiere negli ultimi dieci anni.


**MIGRAZIONE DEGLI UCCELLI**  
Piviere dorato

Il piviere dorato è un uccello migratore che si riproduce nel Nord Europa. In autunno questo uccello migra verso luoghi più caldi, dove può trovare più cibo. In primavera ritorna nei luoghi di riproduzione.


Le seguenti cartine si basano su più di dieci anni di ricerche sulla migrazione del piviere dorato. La cartina 1 mostra le rotte migratorie del piviere dorato verso sud in autunno e la cartina 2 mostra le rotte migratorie verso nord in primavera. Le aree colorate in grigio indicano la terra e le aree colorate in bianco l'acqua. Lo spessore delle frecce indica la dimensione dei gruppi di uccelli migratori.

**Rotte migratorie del piviere dorato**





Cartina 1: rotte migratorie verso sud durante l'autunno



Cartina 2: rotte migratorie verso nord durante la primavera

Tipologia	Scelta multipla
Competenze	interpretare i dati e le prove scientificamente
Conoscenza – Ambito	sapere sistemico – viventi
Contesto	globale – qualità dell’ambiente
Difficoltà	574 - Livello 4

Valutazione	<p><b>Punteggio pieno:</b> La risposta è corretta se lo studente sceglie entrambe le seguenti possibilità:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- le cartine mostrano che le rotte migratorie di alcuni pivieri dorati verso nord sono diverse dalle rotte migratorie verso sud;</li><li>- le cartine mostrano che i pivieri dorati migratori trascorrono l'inverno in aree a sud e a sudovest dei loro luoghi di riproduzione e nidificazione.</li></ul>
-------------	--

La domanda richiede agli studenti di capire come i dati sono rappresentati nelle due diverse cartine ed utilizzare le informazioni ottenute, per confrontare le diverse rotte migratorie che il piviere dorato percorre durante l'autunno e durante la primavera. Questo quesito richiede perciò di interpretare, analizzare i dati ed individuare la conclusione corretta tra quelle fornite.

### 6.4.3 Acquacoltura sostenibile

Inseriamo, a titolo di esempio, la prima domanda del quesito riguardante l'acquacoltura sostenibile in quanto, tra quelle rilasciate, mette bene in evidenza la complessità delle decisioni in un sistema in equilibrio dinamico. La continua crescita della domanda di pesce e frutti di mare deve consentire il mantenimento equilibrato dell'ecosistema. Un'acquacoltura sostenibile avrà l'obiettivo di ricostruire al suo interno un'ideale catena alimentare e mantenere un'alta qualità dell'acqua corrente proveniente dall'oceano. I pesci di allevamento richiedono grandi quantità di cibo, per cui la sostenibilità deriverà da un equilibrio tra produzione del cibo necessario per nutrire i pesci ed il riciclo degli scarti e degli avanzi di nutrienti.

Anche in questo caso l'utilizzo del mezzo informatico consente, con il trascinarsi delle icone, un'immediata visualizzazione dei cicli prodotti nell'acquacoltura.

#### Acquacoltura sostenibile – Domanda 1

Abbildung / Figura 6.8: – domanda 1 di “Acquacoltura sostenibile”

**PISA 2015**

**Acquacoltura sostenibile**  
Domanda 1 / 3

Fai riferimento alle informazioni qui sotto. Per rispondere alla domanda, usa la funzione di trascinamento selezione.

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.

I ricercatori devono decidere in quale vasca collocare ciascun organismo. Selezione 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.

Diagramma: Tre vasche in serie. 1. Vasca in cui l'acqua viene ripulita (riceve acqua filtrata dall'oceano). 2. Vasca in cui vengono catturati i pesci (riceve acqua dalla prima vasca). 3. Vasca in cui vengono aggiunti i nutrienti (riceve acqua dalla seconda vasca). L'acqua dalla terza vasca ritorna all'oceano. Filtri permettono il passaggio dell'acqua tra le vasche.

Organismi disponibili:

- Sogliola comune
- Nereidi
- Molluschi
- Erbe acquatiche

Fonte: OCSE PISA - <http://www.oecd.org/pisa/test/other-languages/> (visitato il 01/06/2017)

Tipologia	complesso a scelta multipla
Competenze	spiegare i fenomeni scientificamente
Conoscenza – Ambito	dei contenuti – viventi
Contesto	locale/nazionale – risorse naturali
Difficoltà	740 - Livello 6
Valutazione	<b>Punteggio pieno:</b> La risposta corretta richiede allo studente di trascinare “Nereidi” e “Sogliola comune” nella



	seconda vasca, mentre i “Molluschi” e le “Erbe acquatiche” dovranno essere trascinati nell’ultima vasca.
--	--

La domanda richiede agli studenti di comprendere il sistema “Acquacoltura sostenibile” ed il ruolo dei diversi organismi all’interno di questo. La risposta corretta deriva dalla comprensione dell’obiettivo dell’allevamento ittico, la funzione di ognuno dei tre serbatoi, la funzione di ciascuno dei quattro organismi e la relazione che li connette.

Una difficoltà aggiuntiva è data dalla natura aperta del compito, in quanto la simulazione non prevede alcuna limitazione al posizionamento nei serbatoi di ciascuno degli organismi, aprendo diverse scelte per risolvere correttamente il problema.

## 6.5 I risultati generali della *literacy* scientifica in Alto Adige

### 6.5.1 Comparazione dei risultati con altri Paesi e con la media OCSE

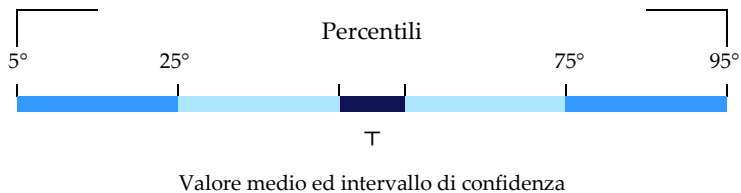
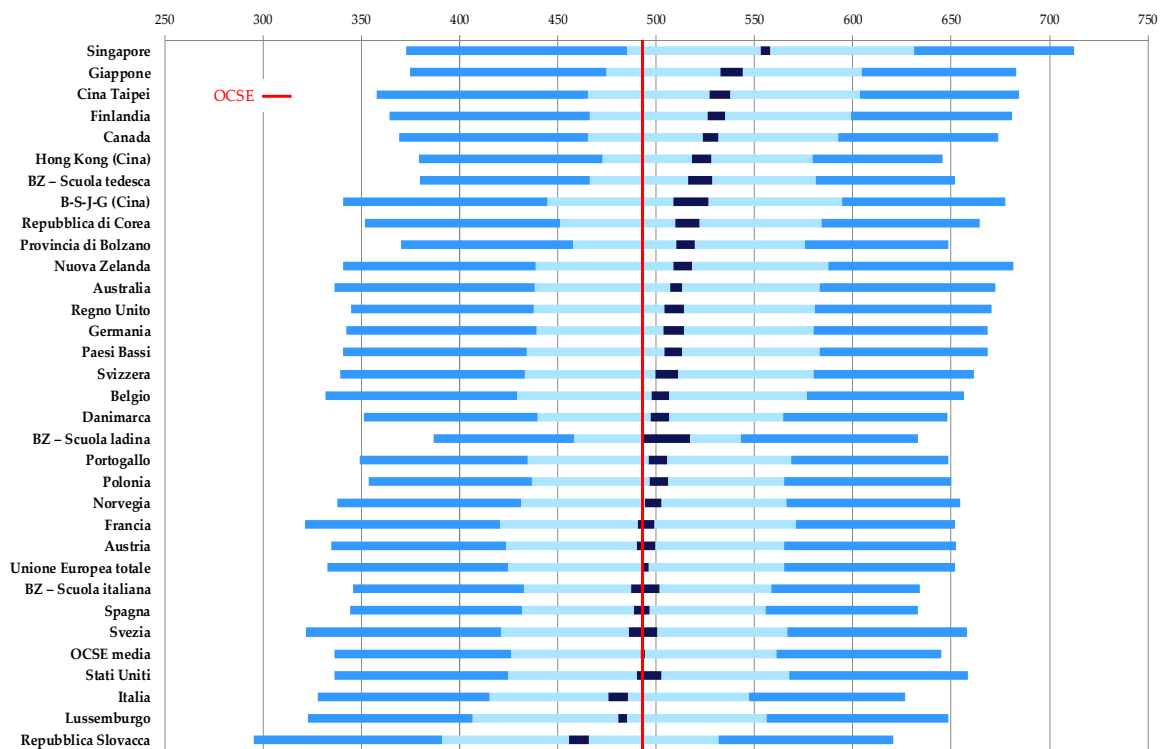
Il grafico mostra una comparazione dei risultati medi nella *literacy* scientifica tra alcuni Paesi europee ed asiatiche oltre che gli Stati Uniti. Il punteggio medio utilizzato per confrontare i risultati conseguiti dagli studenti nei Paesi OCSE nella *literacy* scientifica di PISA 2015 è 493 (E.S. 0,4), indicato dalla linea verticale rossa, mentre la media di ogni paese è centrata nell’intervallo di confidenza rappresentato da un rettangolo colorato, che ha un’area tanto maggiore quanto maggiore è l’intervallo di confidenza stesso.

Osservando i punteggi medi conseguiti dai Paesi che hanno partecipato a PISA 2015, la Provincia autonoma di Bolzano, nel suo complesso, conseguendo un punteggio di 515 (E.S. 2,5), si colloca significativamente sopra la media OCSE, come pure sopra la media italiana di 481 punti (E.S. 2,5). Nel panorama internazionale si collocano attorno al punteggio altoatesino: Corea (516), Nuova Zelanda (513) e Australia (510). Il punteggio più alto è ottenuto da Singapore (556) ed in Europa, sono ottenuti da Finlandia (531) che si colloca anche in questa rilevazione nella fascia significativamente superiore alla media OCSE, Regno Unito (509) Germania (509).

In questo quadro, le *performance* in Scienze degli studenti e delle studentesse linguistiche delle scuole della Provincia di Bolzano sono significativamente differenti: gli studenti delle scuole in lingua tedesca ottengono 522 punti (E.S. 3,2) e quelli delle scuole in lingua ladina 505 punti (E.S. 6,2), collocandosi entrambi significativamente sopra la media OCSE. Gli studenti delle scuole in lingua italiana, con un punteggio di 495 (E.S. 3,6), si collocano nella fascia lievemente superiore alla media OCSE ed al pari della media degli studenti dell’Unione Europea.

Il grafico riporta l’andamento nel suo complesso. La successiva tabella riporta i punteggi ottenuti dai diversi Paesi. Abbiamo ritenuto di inserire solo i Paesi più significativi al fine di un confronto con l’Italia nella sua totalità e con la Provincia di Bolzano.

Abbildung / Figura 6.9: Distribuzione de risultati per la *literacy* scientifica dei principali paesi OCSE e della Provincia di Bolzano





Fonte: OCSE, Database PISA 2015 - elaborazione SPV

Tabelle / Tabella 6.3: Punteggi medi per la *literacy* scientifica dei principali paesi OCSE e della Provincia di Bolzano

STATO	SCIENZE	E.S.
Singapore	556	(1,2)
Giappone	538	(3,0)
Cina Taipei	532	(2,7)
Finlandia	531	(2,4)
Canada	528	(2,1)
Hong Kong (Cina)	523	(2,5)
BZ – Scuola tedesca	522	(3,2)
B-S-J-G (Cina)	518	(4,6)
Repubblica di Corea	516	(3,1)
Provincia di Bolzano	515	(2,5)
Nuova Zelanda	513	(2,4)
Australia	510	(1,5)
Regno Unito	509	(2,6)
Germania	509	(2,7)
Paesi Bassi	509	(2,3)
Svizzera	506	(2,9)
Belgio	502	(2,3)
Danimarca	502	(2,4)
BZ – Scuola ladina	505	(6,2)
Portogallo	501	(2,4)
Polonia	501	(2,5)
Norvegia	498	(2,3)
Francia	495	(2,1)
Austria	495	(2,4)
Unione Europea totale	495	(0,7)
BZ – Scuola italiana	495	(3,6)
Spagna	493	(2,1)
Svezia	493	(3,6)
<b>OCSE media</b>	<b>493</b>	<b>(0,4)</b>
Stati Uniti	496	(3,2)
Italia	481	(2,5)
Lussemburgo	483	(1,1)
Repubblica Slovacca	461	(2,6)

 significativamente superiore alla media OCSE

 differenza non significativa rispetto alla media OCSE

 significativamente inferiore alla media OCSE

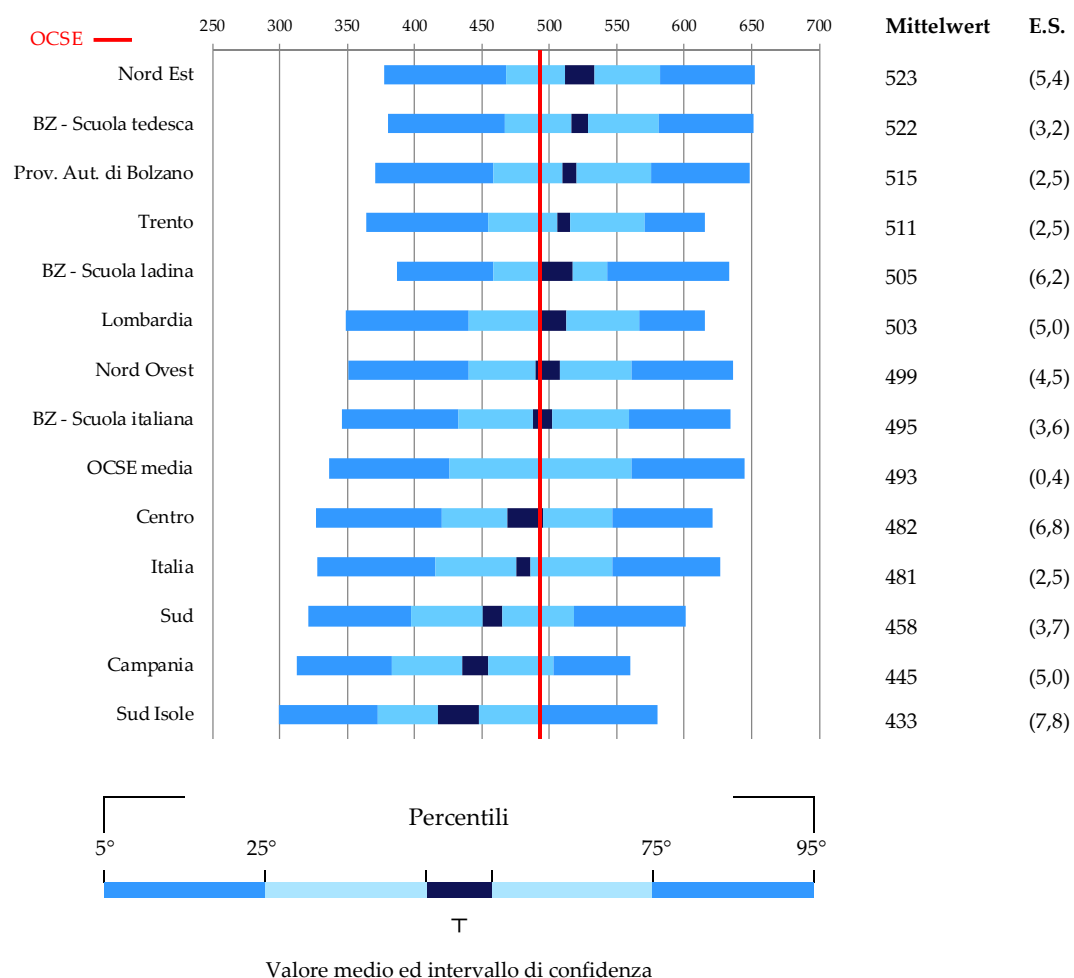
Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

### 6.5.2 Comparazione dei risultati delle scuole della Provincia di Bolzano con la performance italiana

Il punteggio ottenuto in Italia nella *performance* in Scienze dagli studenti e dalle studentesse è 481. Come abbiamo potuto osservare dalla lettura del grafico precedente, i dati riguardanti la provincia di Bolzano sono significativamente differenti tra le scuole dei diversi gruppi linguistici. Le scuole in lingua tedesca (522) si collocano in una posizione superiore, sia alla media italiana, sia alla media OCSE (493) e solo leggermente inferiore al risultato raggiunto nella macro-area geografica "Nord Est" che ottiene 523 punti, ma superiore al punteggio della Lombardia (503) e del Trentino (511).

Le scuole delle Valli ladine, con un punteggio medio di 505, ottengono un risultato migliore sia della media italiana, sia della media OCSE, così pure per la performance degli studenti delle scuole altoatesine in lingua italiana, che raggiungono un punteggio medio di 495.

Abbildung / Figura 6.10: Distribuzione dei risultati nelle macroregioni, nelle province di Bolzano e Trento



Fonte: OCSE, Database PISA 2015 - elaborazione SPV

Se si esamina la distribuzione dei punteggi nei diversi percentili, si riconosce come i punteggi della scuola in lingua tedesca, delle Valli ladine e della scuola in lingua italiana si mantengano sistematicamente migliori dei corrispondenti dati nazionali (Abbildung / Figura 6.10: Distribuzione dei risultati nelle macroregioni).

Altra interessante osservazione è data dal confronto fra l'estremo superiore e quello inferiore della distribuzione dei punteggi nei tre gruppi linguistici (Tabelle / Tabella 6.4). Le differenze

maggiori si riscontrano tra gli studenti che si collocano sotto la soglia del 5° percentile: 380 (dt.), 387 (lad.), 346 (it.), mentre le differenze diminuiscono al progredire delle competenze e nel quando raggiungono la soglia del 95° si attestano a: 652 (dt.), 633 (lad.), 634 (it.).

Tabelle / Tabella 6.4: Distribuzione dei punteggi medi

	punteggio	E.S.	5°	25°	50°	75°	95°
Nord Est	523	(5,4)	377	468	528	582	652
BZ lingua tedesca	522	(3,2)	380	466	526	581	652
Prov. Auton. BZ	515	(2,5)	371	458	519	576	649
TN Provincia	511	(2,5)	364	454	517	571	615
BZ lingua ladina	505	(6,2)	387	458	504	543	633
Lombardia	503	(5,0)	349	440	507	567	615
Nordovest	499	(4,5)	351	440	502	561	636
BZ lingua italiana	495	(3,6)	346	433	497	559	634
Media OCSE	493	(0,4)	336	426	495	561	645
Italia centrale	482	(6,8)	327	420	489	547	621
Italy	481	(2,5)	328	415	483	547	626
Sud Italia	458	(3,7)	321	397	456	518	601
Campania	445	(5,0)	313	383	440	503	594
Sud Isole	433	(7,8)	299	372	428	492	580

Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

### 6.5.3 Comparazione dei risultati per livelli di competenza

Nel 2006, quando le scienze hanno costituito il focus dell'indagine, vennero individuati 6 livelli di competenza per la scala della *literacy* scientifica. Gli stessi livelli sono stati utilizzati per presentare i risultati in scienze di PISA 2009 e 2012. In PISA 2015 i livelli di competenza sono descritti attraverso una scala articolata in sette livelli: nella parte bassa della scala è stato aggiunto il livello 1b, al fine di poter fornire una descrizione più articolata delle competenze degli studenti che precedentemente venivano indicati al di sotto del livello 1.

Le domande che si trovano al livello più alto della scala richiedono l'interpretazione di dati complessi su una varietà di idee scientifiche e concetti interconnessi riguardanti i sistemi fisici, dei viventi, della terra e dello spazio. Agli studenti si chiede inoltre di fornire una giustificazione della propria risposta a partire dai dati disponibili. Questo tipo di argomentazione richiede, da parte degli studenti, capacità di pensiero critico e di ragionamento astratto ed una conoscenza epistemica relativamente sofisticata.

Le domande che si trovano al livello intermedio della scala richiedono di fornire interpretazioni, spesso in relazione a situazioni che risultano poco familiari per gli studenti. A volte, richiedono elementi di conoscenza procedurale o epistemica medie o di base per effettuare un semplice esperimento in un contesto vincolato.

Le domande che si trovano al livello inferiore della scala richiedono conoscenze scientifiche limitate, di base o di tutti i giorni ed applicate in contesti familiari, con semplici spiegazioni scientifiche che derivano direttamente dalle istruzioni fornite.

Descrizione dei livelli di competenza nella scala della *literacy* scientifica

Table / Tabella 6.5: Descrizione dei livelli della *literacy* scientifica in OCSE PISA 2015

Li- vello	Punteg- gio limite inferiore	Percentuali di studenti in grado di svol- gere i compiti del livello con- siderato	Competenze necessarie a risolvere i compiti proposti e caratteristi- che dei compiti stessi
6	708	OCSE: 1,1%  ITALIA: 0,2%  Prov BZ: 0,5%	Al livello 6, gli studenti sono in grado di trarre conclusioni su una varietà di idee scientifiche e concetti interconnessi dei sistemi fisici, viventi, della terra e dello spazio. Sono in grado di utilizzare la conoscenza di contenuto, procedurale, epistemica per fornire ipotesi esplicative di nuovi fenomeni scientifici, eventi e processi o per fare previsioni. Nell'interpretazione di dati e prove sono in grado di discriminare tra informazioni rilevanti e non rilevanti e di basarsi su conoscenze esterne al normale curriculum scolastico. Possono distinguere tra argomenti basati sull'evidenza e la teoria scientifica e quelli che sono basati su altri tipi di considerazioni; sono in grado di confrontare tra loro disegni sperimentali complessi, studi su campo o simulazioni e di giustificare le proprie scelte.
5	633	OCSE: 6,7%  ITALIA: 3,8%  Prov BZ: 7,3%	Al livello 5, gli studenti sono in grado di utilizzare idee o concetti scientifici astratti per spiegare fenomeni, eventi e processi sconosciuti e più complessi, che richiedono molteplici nessi causali. Sanno applicare una conoscenza epistemica più sofisticata per valutare disegni sperimentali alternativi e per giustificare le loro scelte. Sanno utilizzare conoscenze teoriche per interpretare informazioni o fare previsioni, gli studenti del livello 5 sono in grado di valutare modi di esplorare scientificamente un problema e di identificare le limitazioni nelle interpretazioni di insiemi di dati, comprese le fonti e gli effetti di incertezza nei dati scientifici.
4	559	OCSE: 19,0%  ITALIA: 17,0%  Prov BZ: 24,1%	Al livello 4, gli studenti sanno utilizzare una conoscenza di contenuto più complessa o più astratta, fornita o ricordata, per costruire spiegazioni di eventi e processi più complessi o meno familiari. Sono in grado di condurre esperimenti che coinvolgono due o più variabili indipendenti in un contesto vincolato. Sono in grado di giustificare un disegno sperimentale, progettato sulla base di elementi di conoscenza procedurale ed epistemica. Sanno interpretare dati tratti da un insieme moderatamente complesso o da un contesto meno familiare, trarre conclusioni appropriate che vanno oltre i dati e giustificare le proprie scelte.

3	484	OCSE: 27,2% ITALIA: 28,6% Prov BZ: 33,3%	Al livello 3, gli studenti sanno ricorrere a una conoscenza di contenuto moderatamente complessa per identificare o costruire una spiegazione di un fenomeno familiare. In situazioni meno familiari o più complesse, sono in grado di costruire spiegazioni prendendo gli elementi essenziali. Attingono a elementi di conoscenza procedurale o epistemica per effettuare un semplice esperimento in un contesto vincolato. Sanno distinguere tra questioni scientifiche e non scientifiche e identificare le prove a supporto di una affermazione scientifica.
2	410	OCSE: 24,8% ITALIA: 27,1% Prov BZ: 23,1%	Al livello 2, gli studenti sanno attingere a conoscenze di contenuto di tutti i giorni e a conoscenze procedurali di base per identificare una spiegazione scientifica appropriata, interpretare dati e identificare il problema affrontato in un disegno sperimentale semplice. Sanno usare conoscenze scientifiche di base o di tutti i giorni per identificare conclusioni valide da un set di dati semplice. Gli studenti a questo livello mostrano conoscenze epistemiche di base e sono in grado di identificare domande che possono essere indagate scientificamente.
1a	335	OCSE: 15,7% ITALIA: 17,2% Prov BZ: 9,8%	Al livello 1a, gli studenti sono in grado di utilizzare conoscenze di contenuto e procedurali semplici o di tutti i giorni per riconoscere o identificare spiegazioni di fenomeni scientifici semplici. Se aiutati, sono in grado di avviare indagini scientifiche strutturate con non più di due variabili. Sanno identificare semplici rapporti causali o di correlazione e interpretare grafici e immagini che richiedono un impegno cognitivo minimo. A questo livello gli studenti sanno selezionare la migliore spiegazione scientifica a dati forniti in un contesto familiare, personale, locale e globale.
1b	261	OCSE: 4,9% ITALIA: 5,4% Prov BZ: 1,8%	Al livello 1b, gli studenti sanno utilizzare conoscenze scientifiche di base o di tutti i giorni per riconoscere aspetti di fenomeni familiari o semplici. Sono in grado di identificare modelli semplici nei dati, riconoscere termini scientifici di base e seguire le istruzioni fornite per effettuare una procedura scientifica.

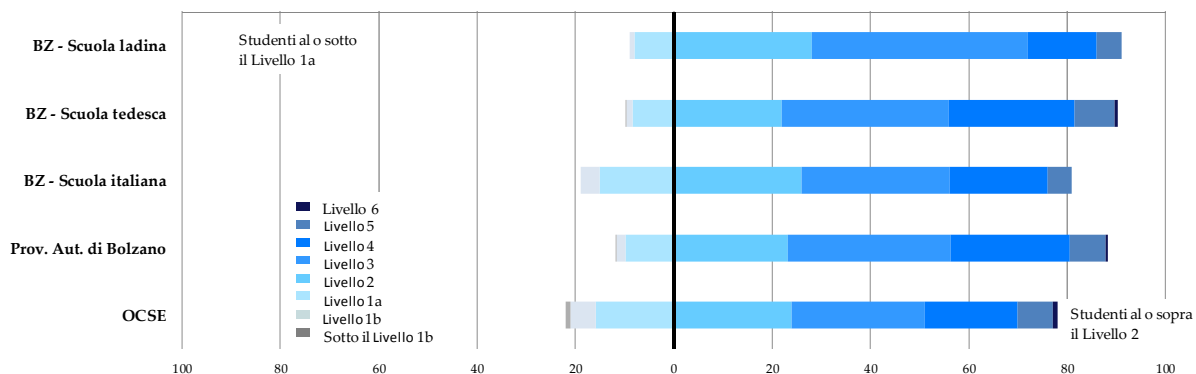
Fonte: INVALSI, Indagine OCSE PISA 2015: i risultati degli studenti italiani in scienze, matematica e lettura, pag. 19 – 20.

Il livello minimo di competenza nella scala della *literacy* scientifica 2015 è definito dal livello 2. Questo livello “rappresenta la base, a partire dalla quale uno studente comincia a dimostrare le competenze scientifiche che gli consentiranno di partecipare in modo efficace e produttivo in situazioni di vita legate alla scienza e alla tecnologia” (INVALSI, Indagine OCSE PISA 2015: i risultati degli studenti italiani in scienze, matematica e lettura). Sotto tale valore si collocano i livelli 1a, 1b e <1b. La percentuale degli studenti che a livello medio OCSE si colloca sotto al livello di competenza 2 è del 21,2%; in Italia, la percentuale di studenti al di sotto di questa soglia è del 23,2%, mentre per la Provincia di Bolzano, nel suo insieme, è dell’11,6%. Il dettaglio delle percentuali nei diversi livelli di competenza, riferite ad OCSE, Italia e Provincia Autonoma di Bolzano nel suo insieme, è indicato nella precedente tabella.

Nel dettaglio della situazione altoatesina è interessante notare che nei livelli molto bassi (1a ed 1b) la scuola in lingua italiana, sembra risentire della ancor forte presenza (11%) di studenti

quindicenni immigrati di I generazione. Significante è, inoltre, il numero esiguo di studenti quindicenni della Provincia di Bolzano che si colloca al di sotto del livello 1b.

Abbildung / Figura 6.11: Distribuzione dei risultati secondo i livelli di competenza



Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

Table / Tabella 6.6: dati riferita al grafico di Abbildung / Figura 6.11: Distribuzione dei risultati secondo i livelli di competenza

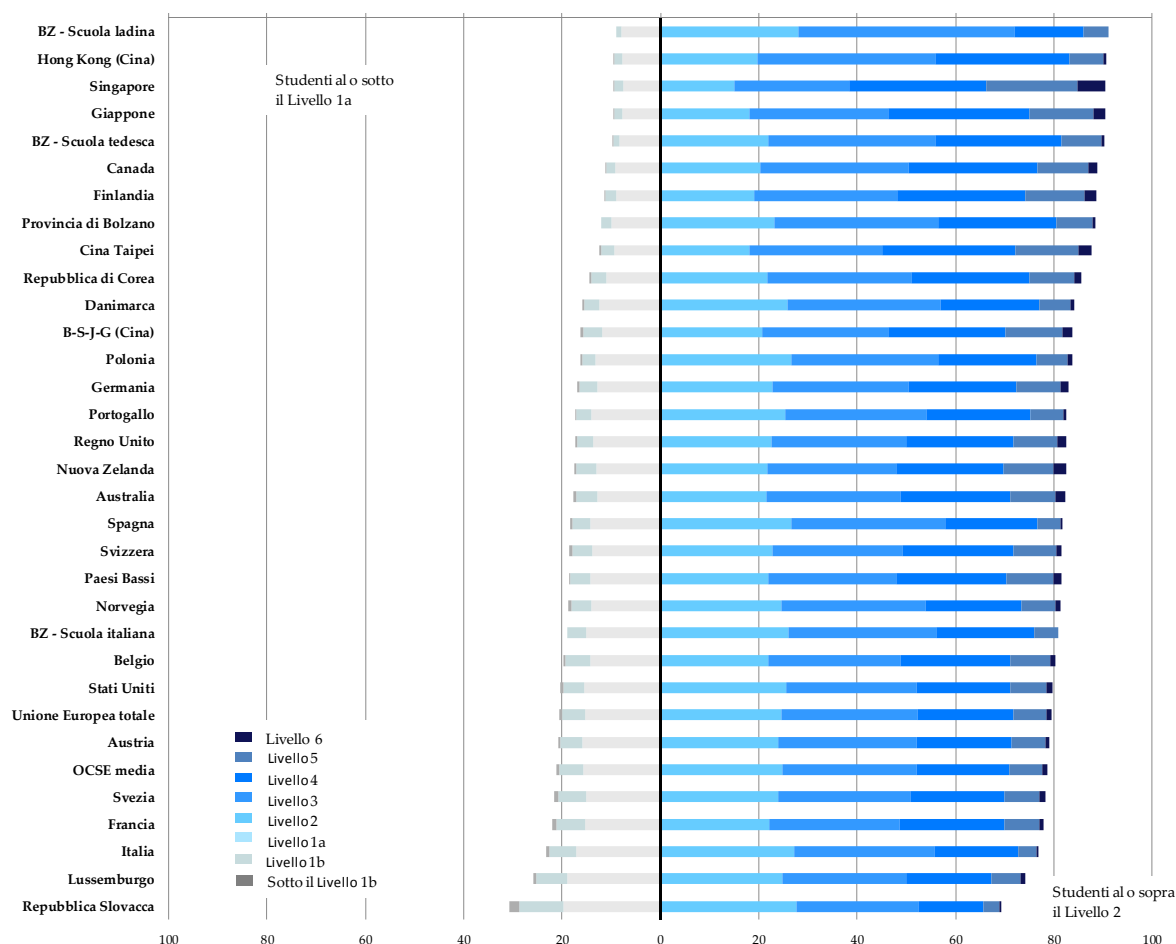
Level	BZ lad	BZ td	BZ it	BZ Prov	OCSE	ITALIA
livello 6	0,3	0,6	0,3	0,5	0,2	1,1
livello 5	4,9	8,1	4,8	7,3	3,8	6,7
livello 4	14,0	25,7	20,2	24,1	17,0	19,0
livello 3	43,8	33,9	30,2	33,3	28,6	27,2
livello 2	27,6	22,0	26,3	23,1	27,1	24,8
livello 1	8,2	8,4	14,6	9,8	17,2	15,7
livello 1b	0,9	1,3	3,6	1,8	5,4	4,9
< livello 1b	0,2	0,0	0,2	0,1	0,6	0,6

Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

Nei grafici precedenti, lo zero definisce la soglia minima di competenza e l'area di ogni singola sezione, indicata in scale di grigio o in scale di azzurro, è direttamente proporzionale alla percentuale di studenti collocati al corrispondente livello.



Abbildung / Figura 6.12: Distribuzione dei risultati secondo i livelli di competenza internazionale



Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

#### 6.5.4 Comparazione dei risultati in base alla provenienza degli studenti

L'analisi sviluppata in questo paragrafo ha per oggetto la distribuzione nei livelli di competenza in relazione alla provenienza degli studenti (nativi, stranieri di II generazione, stranieri di I generazione)<sup>10</sup> e mette a confronto la situazione in Italia, nel Nord Est, in Provincia di Bolzano ed in quest'ultima si distingue ulteriormente tra i tre gruppi linguistici. Per quanto riguarda la scuola nelle zone ladine, il dato preso in considerazione riguarda solo gli studenti "nativi", in quanto non è presente un campione significativo di studenti quindicenni appartenenti alle altre due categorie.

Dalla lettura del grafico si osservi che, quanto maggiore è l'ampiezza dello spezzone di barra di interesse, tanto maggiore è la percentuale di studenti che si collocano a quel livello di competenza. La barra nel suo complesso è suddivisa al massimo in otto parti, corrispondenti ai livelli di competenza e contraddistinti da otto sfumature diverse di colore. I livelli di competenza contraddistinti con <1b, 1b ed 1a, sono collocati nella fascia della "non sufficienza". Dai dati in tabella e dal correlato grafico, si può osservare che gli studenti di origine straniera di I generazione che si collocano nei livelli inferiori della scala sono circa il 40% nelle scuole in

<sup>10</sup> Si considerano come "stranieri" (OECD, 2013) gli studenti nati all'estero da genitori stranieri (I generazione) e gli studenti nati in Italia da genitori entrambi stranieri (II generazione).

lingua italiana e circa il 35% nelle scuole in lingua tedesca (Nord Est 33%), mentre gli studenti con origine migratoria di II generazione, agli stessi livelli di competenza, sono il 29% circa nelle scuole in lingua italiana ed il 34% nelle scuole in lingua tedesca (Nord Est 22%).

Anche in questa rilevazione PISA, un dato di cui tener conto è la diversa composizione della popolazione nelle scuole dei due principali gruppi linguistici in relazione all'origine degli studenti: nelle scuole in lingua italiana la percentuale di alunni stranieri quindicenni, di I e II generazione, è pari al 18% a fronte di una percentuale del 5% nelle scuole in lingua tedesca (cfr. Cap. 4.1).

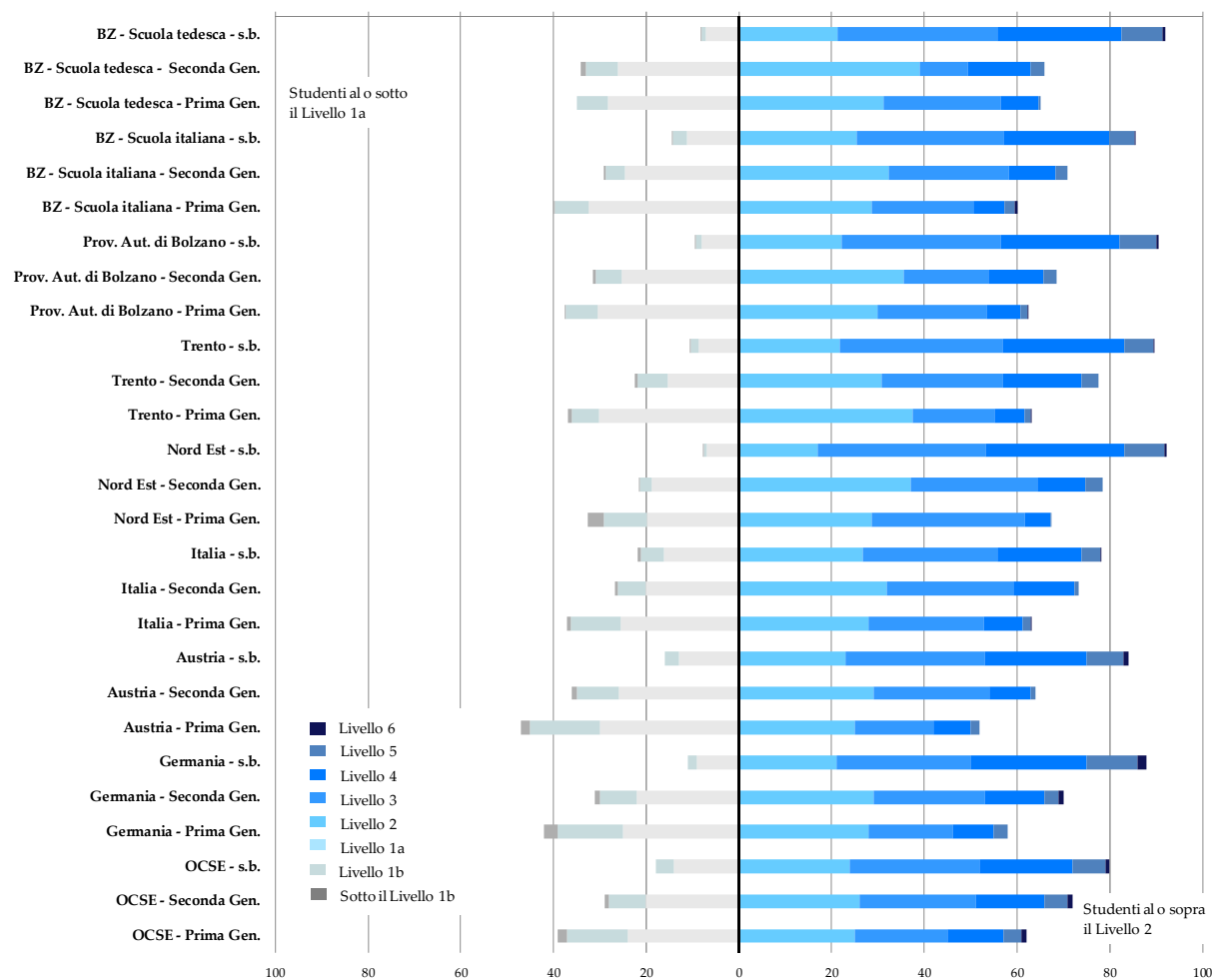
Table / Tabella 6.7: Distribuzione percentuale dei risultati degli alunni stranieri nei diversi livelli di competenza

Land	Status	Stufe <1b	Stufe 1b	Stufe 1a	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
Italia	o. M.	0,50	4,92	16,30	26,74	29,12	17,96	4,18	0,27
	2. G.	0,49	5,99	20,18	31,98	27,22	13,24	0,90	0,00
	1. G.	0,99	10,75	25,39	28,01	24,68	8,59	1,59	0,00
Nord Est	o. M.	0,14	0,70	6,92	16,92	36,38	29,99	8,42	0,54
	2. G.	0,11	2,72	18,69	37,06	27,46	10,26	3,71	0,00
	1. G.	3,47	9,34	19,79	28,59	33,09	5,62	0,10	0,00
Prov. Aut. di BZ	o. M.	0,06	1,39	7,99	22,28	34,26	25,59	7,88	0,55
	2. G.	0,74	5,46	25,29	35,58	18,31	11,78	2,84	0,00
	1. G.	0,14	7,00	30,39	29,87	23,57	7,36	1,39	0,28
BZ – Scuola ted.	o. M.	0,01	0,98	7,09	21,22	34,67	26,71	8,68	0,65
	2. G.	1,01	6,98	26,02	39,01	10,31	13,59	3,07	0,00
	1. G.	0,00	6,70	28,18	31,16	25,38	8,06	0,54	0,00
BZ – Scuola lad.	o. M.	0,23	0,90	8,17	27,59	43,85	14,03	4,95	0,28
	2. G.	-	-	-	-	-	-	-	-
	1. G.	-	-	-	-	-	-	-	-
BZ – Scuola it.	o. M.	0,20	2,94	11,28	25,50	31,58	22,93	5,32	0,25
	2. G.	0,48	4,05	24,61	32,39	25,75	10,10	2,63	0,00
	1. G.	0,26	7,28	32,42	28,69	21,91	6,72	2,18	0,54
Austria <sup>11</sup>	o. M.	0,00	3,00	13,00	23,00	30,00	22,00	8,00	1,00
	2. G.	1,00	9,00	26,00	29,00	25,00	9,00	1,00	0,00
	1. G.	2,00	15,00	30,00	25,00	17,00	8,00	2,00	0,00
Germania <sup>11</sup>	o. M.	0,00	2,00	9,00	21,00	29,00	25,00	11,00	2,00
	2. G.	1,00	8,00	22,00	29,00	24,00	13,00	3,00	1,00
	1. G.	3,00	14,00	25,00	28,00	18,00	9,00	3,00	0,00
OCSE <sup>11</sup>	o. M.	0,00	4,00	14,00	24,00	28,00	20,00	7,00	1,00
	2. G.	1,00	8,00	20,00	26,00	25,00	15,00	5,00	1,00
	1. G.	2,00	13,00	24,00	25,00	20,00	12,00	4,00	1,00

Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

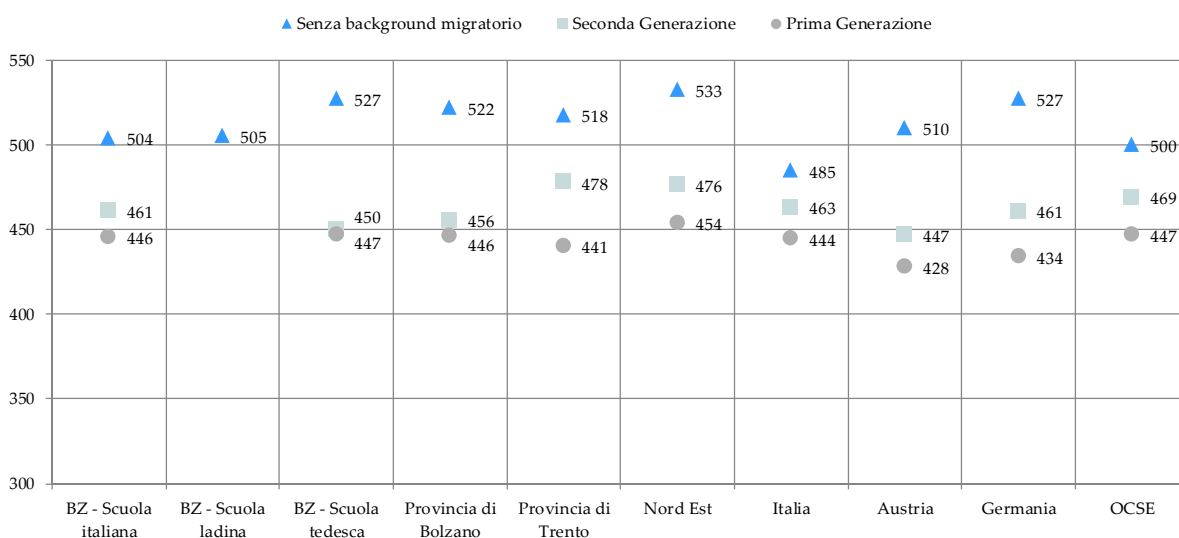
<sup>11</sup> Il calcolo con il Data explorer dell'OCSE non permette di utilizzare i decimali precisi.

Abbildung / Figura 6.13: Distribuzione dei risultati secondo i livelli di competenza in Provincia di Bolzano (s.b. è uguale a studente senza *background* migratorio)



Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

Abbildung / Figura 6.14: Punteggi medi nella literacy scientifica per origine



Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

### 6.5.5 Comparazione dei risultati in base alla tipologia di scuola

Innanzitutto è utile riportare l'attenzione ai grafici di *Abbildung / Figura 6.15*, che evidenzia la diversa distribuzione degli studenti quindicenni nelle scuole in lingua tedesca, italiana e ladina, per meglio comprendere la comparazione dei risultati che qui esporremo.

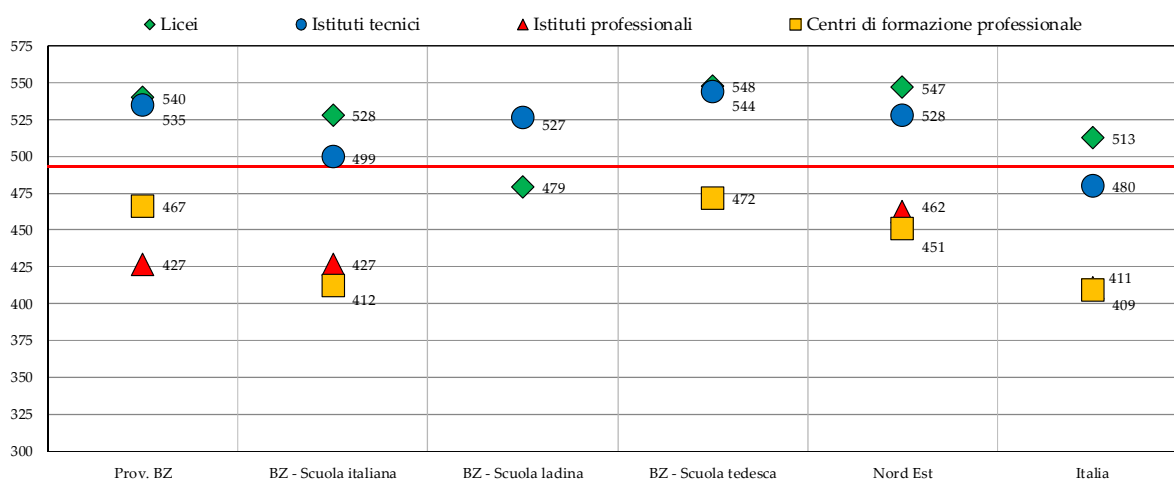
I risultati per tipologia di scuola indicano come la media dei licei in provincia di Bolzano (540), sia superiore alla media nazionale (513), mentre non lo è se confrontata con i licei del Nord Est (547).

Leggendo il dato per la scuola in lingua tedesca emerge la significativa vicinanza di *performance* tra i licei (548) e le scuole ad indirizzo tecnico (544), come pure è da porre in evidenza la collocazione della formazione professionale (472), che si posiziona ad un livello molto alto, superiore sia al livello medio nazionale (409), sia alla media del Nord Est (451) delle scuole di uguale tipologia.

I quindicenni delle scuole in lingua italiana ottengono *performance* meno eterogenee tra le diverse tipologie di scuola, rispetto alla rilevazione precedente: i licei, pur sopra la media nazionale generale, riportano un risultato di 528 punti, che è sensibilmente inferiore al punteggio dei licei della stessa area geografica. Le scuole in lingua italiana ad indirizzo tecnico (499) si posizionano al di sotto delle altre scuole di pari indirizzo, pur presentando rispetto ai licei un divario meno netto di quello riscontrato nella precedente rilevazione PISA (29 punti contro i 73 di PISA 2012). Gli istituti professionali in lingua italiana raggiungono risultati (427) che si attestano su valori sensibilmente inferiori rispetto alle stesse scuole del Nord Est, mentre sono sensibilmente superiori a quelli nazionali. La formazione professionale si colloca a 412 punti, al di sotto quindi dei risultati delle scuole della stessa area geografica, ma superiori alla media italiana. Per l'analisi di questo dato sarà interessante valutare la situazione di contesto, in quanto la formazione professionale in lingua italiana accoglie una percentuale altissima di studenti e studentesse di nazionalità non italiana.

Dall'analisi dei risultati della scuola ladina nelle Valli ladine, emerge il punteggio riguardante gli Istituti tecnici (527), più alto rispetto ai licei di tali località (479). Abbiamo ritenuto utile rappresentarlo, ma necessita di un'ulteriore considerazione: tale differenza è influenzata dalla numerosità del campione, che – essendo in questo caso molto contenuto – presenta un errore standard elevato. Nella tabella successiva la scuola media non è inserita in quanto il numero di studenti appartenenti a questo campione è estremamente limitato e rappresentato solo nella scuola in lingua tedesca.

Abbildung / Figura 6.15: Distribuzione dei risultati secondo i tipi di scuola



Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

Tabelle / Tabella 6.8: Risultati per tipologia di scuola

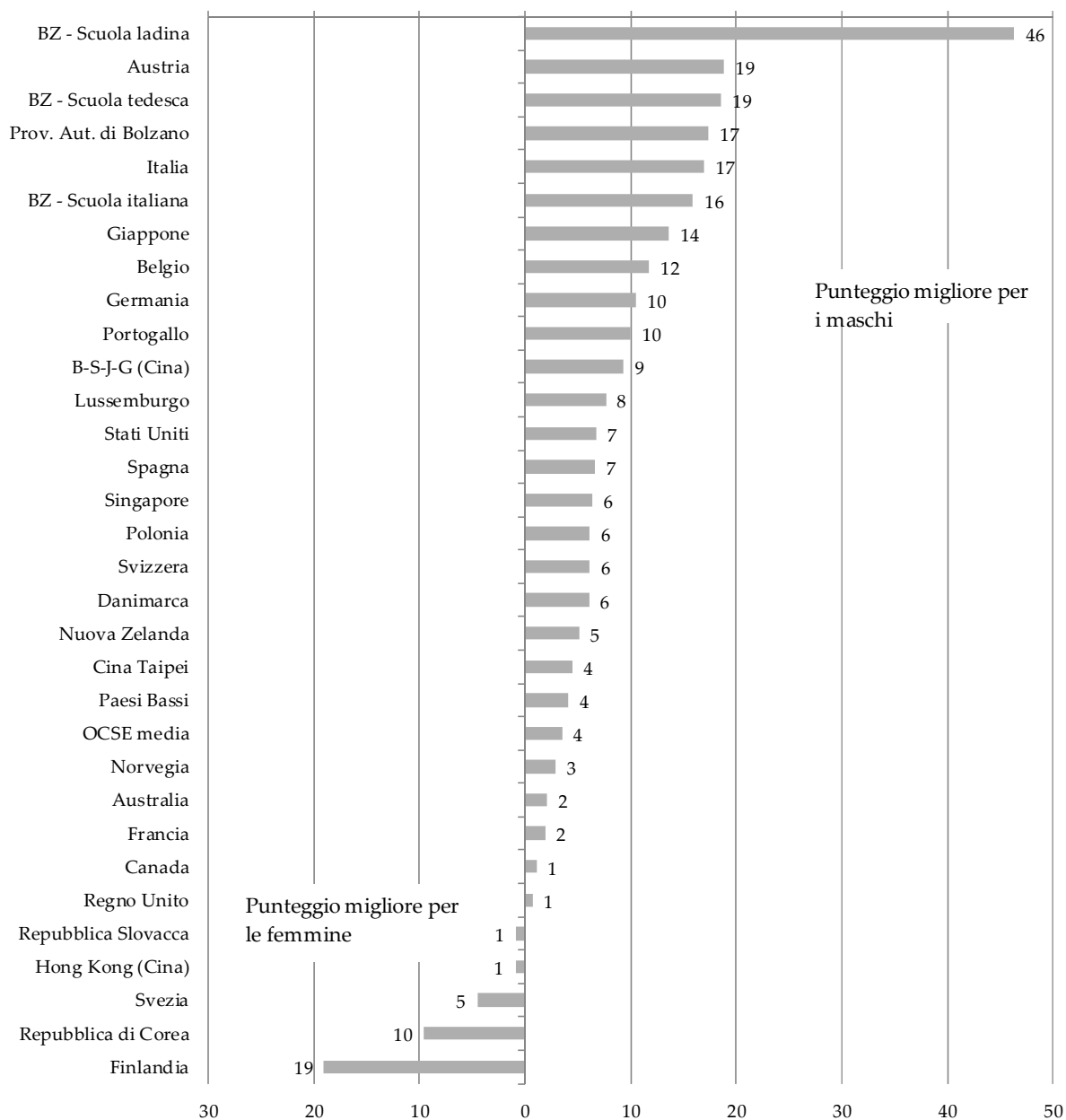
	Prov. BZ	BZ it.	BZ lad.	BZ td.	Trentino	Nord Est	Italia
Licei	540 (3,0)	528 (5,2)	479 (9,4)	548 (4,0)	544 (3,2)	547 (9,7)	513 (4,0)
Istituti tecnici	535 (3,2)	499 (7,7)	527 (9,0)	544 (3,9)	519 (3,2)	528 (6,2)	480 (3,8)
Istituti professionali	427 (6,5)	427 (6,4)	-	-	-	462 (12,9)	411 (4,5)
Centri di formazione professionale	467 (4,2)	412 (9,0)	-	472 (4,7)	439 (4,2)	451 (3,7)	409 (6,4)
Scuole medie	348 (12,6)	-	-	348 (12,6)	356 (22,6)	384 (24,1)	372 (12,4)

Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

### 6.5.6 La differenza di genere in Scienze

Osservando il dato medio in Scienze, tra i Paesi OCSE, si registrano differenze contenute di genere nella *literacy* scientifica (4 punti) a favore dei quindicenni maschi. In Italia, come anche nella vicina Austria, le differenze di genere sono invece significative (rispettivamente 17 e 19 punti). Tra i Paesi europei la Svezia e la Finlandia registrano differenze significative a favore delle ragazze quindicenni (rispettivamente 5 e 19 punti). A livello OCSE, inoltre, le percentuali di ragazzi e ragazze *low performer*, ossia che non raggiungono il livello minimo di competenza (il livello 2) sono rispettivamente il 21,8% dei ragazzi ed il 20,7% delle ragazze, mentre le percentuali di ragazzi e ragazze che raggiungono i livelli più elevati della scala (5 e 6) indicati come *top performer* sono rispettivamente 8,9% ed il 6,5%.

Abbildung / Figura 6.16: Distribuzione dei risultati secondo il genere

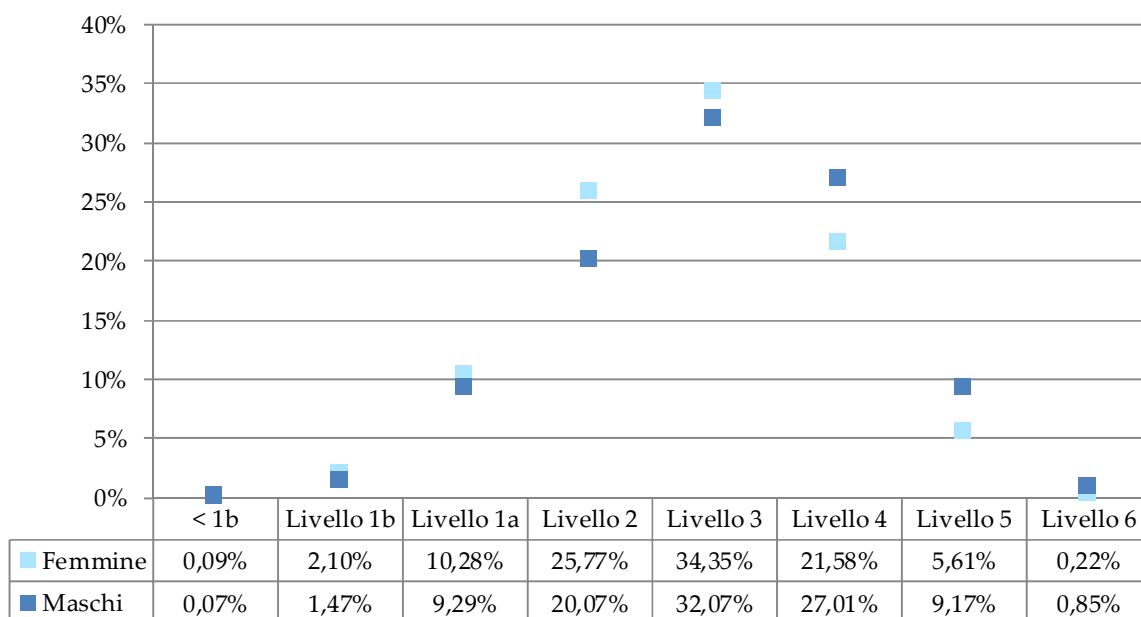


Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

I dati riportati in tabella e dal grafico di (Abbildung / Figura 6.16) mostrano in quali Paesi e di quanti punti, i maschi sono più competenti in Scienze ed in quali, invece, lo sono le femmine. Dallo stesso grafico emerge il dato della Provincia di Bolzano, dove gli studenti quindicenni sono mediamente più competenti in scienze delle studentesse: gli studenti di lingua tedesca e ladina dimostrano performance migliori delle loro coetanee, con valori simili a quelli riscontrabili in Austria, e dalla media italiana.

Per quanto concerne la presenza nei diversi livelli di competenza nella Provincia di Bolzano (Abbildung / Figura 6.17) si evidenzia che nella cosiddetta “non sufficienza” (<1, 1b ed 1a) ed al livello 6, le percentuali di maschi e femmine sono relativamente simili, con uno scostamento massimo di un punto percentuale al livello 1a, ma nelle fasce di livello più rappresentate, si delinea che le studentesse sono più presenti ai livelli bassi della *literacy* scientifica e meno presenti ai livelli alti, con punte che si attestano attorno al 5% nei livelli 2, 3 e 4.

Abbildung / Figura 6.17: Presenza nei livelli di competenza in Provincia di Bolzano

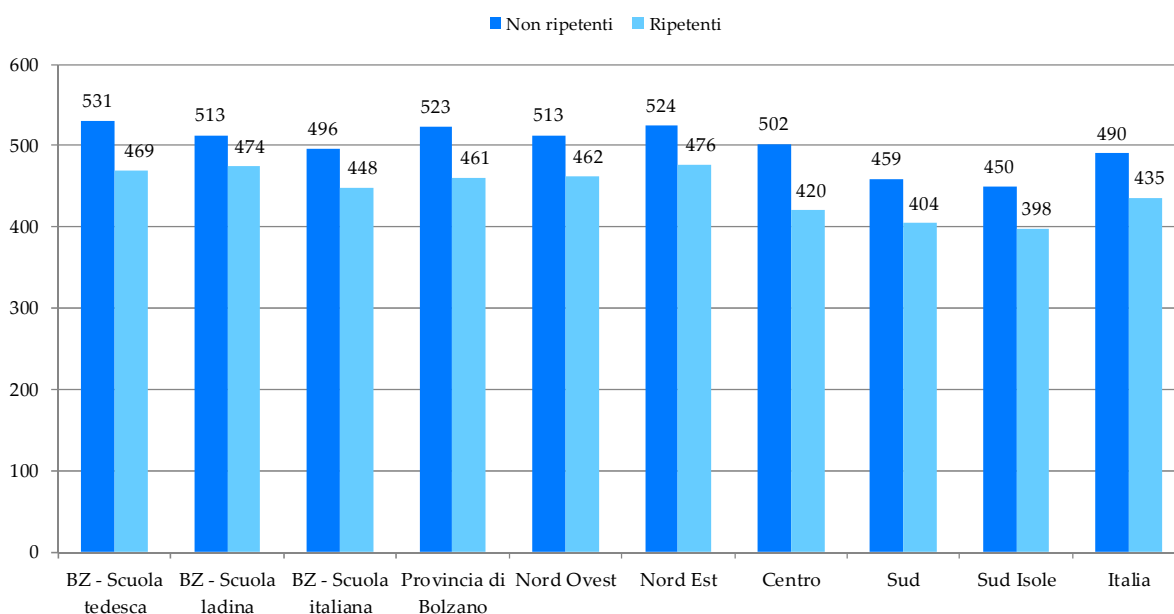


Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

Per la Provincia Autonoma di Bolzano nel suo insieme, si riscontrano differenze di genere significative a favore dei maschi, come accade per la media a livello nazionale. Disaggregando il dato per gruppo linguistico, le differenze medie più significative si riscontrano nelle scuole delle Valli Ladine (46 punti), mentre sono più contenute nelle scuole di lingua tedesca (19) ed italiana (16), sempre a favore dei maschi.

## 6.5.7 Analisi dei risultati in base alle ripetenze

Abbildung / Figura 6.18: Distribuzione die punteggi medi nella literacy scientifica per studenti ripetenti e non ripetenti nella scuola della Provincia di Bolzano



Fonte: OCSE, Database PISA 2015 – elaborazione SPV

Dall'analisi dei risultati, sia confrontando i dati nell'ambito del sistema scolastico della Provincia di Bolzano, sia confrontandoli con le diverse macro-regioni e con il Paese, emerge la stessa immagine: gli studenti e le studentesse che hanno ripetuto una o più classi, al confronto di coloro che hanno svolto un regolare percorso di studi, presentano *performance* peggiori. La differenza nei risultati medi tra i ripetenti ed i non ripetenti nelle scuole della Provincia è di 62 punti nelle scuole in lingua tedesca, 39 nelle scuole delle Valli ladine e 48 nelle scuole in lingua italiana (fig. 6.20).

La maggiore differenza, rispetto alla variabile bocciatura, si registra nel centro Italia con una differenza di 82 punti, la minore differenza, invece, si registra nella macro-regione nord-est con i punti (48), la stessa differenza riscontrata nelle scuole in lingua italiana della Provincia di Bolzano.

È interessante leggere questi dati considerando che 30 punti OCSE-PISA corrisponde, circa, alla competenza acquisita in un anno scolastico.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> OCSE 2016 "PISA 2015 risultati (Volume 1): eccellenza e pari opportunità nella formazione", pag. 74.