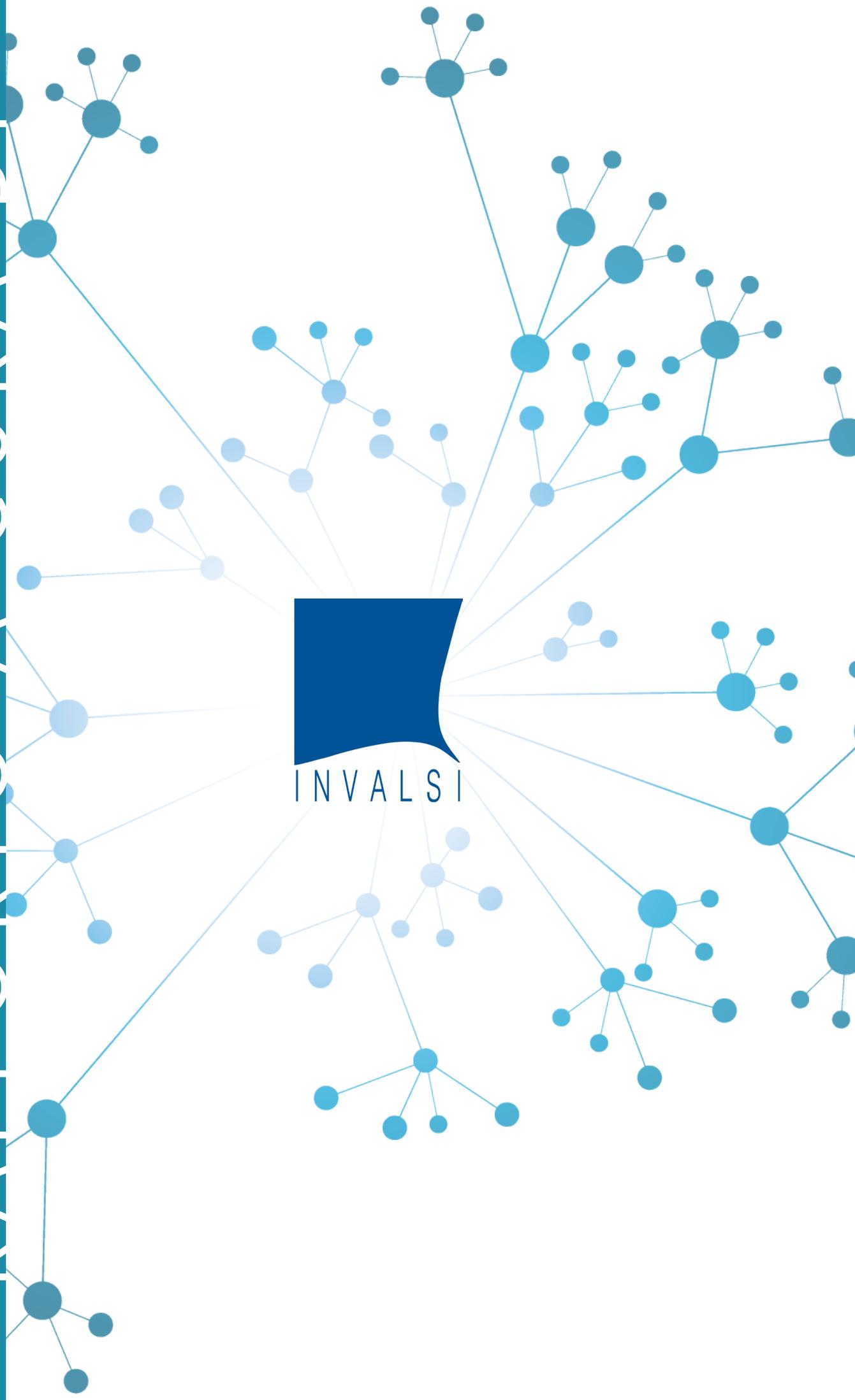


IEA TIMSS 2019: I RISULTATI DEGLI STUDENTI ITALIANI IN MATEMATICA E SCIENZE



TIMSS
2019

RAPPORTO A CURA DI



TRENDS IN INTERNATIONAL MATHEMATICS AND SCIENCE STUDY

Roberto Ricci Dirigente di Ricerca INVALSI, Rappresentante italiano alla IEA *General Assembly*

Laura Palmerio Responsabile Area Indagini internazionali INVALSI, *National Research Coordinator* TIMSS 2019

Elisa Caponera *Co-national Research Coordinator* TIMSS 2019

Gruppo di lavoro Area Indagini internazionali INVALSI

Francesco Annunziata, Andrea Biggera, Paola Bischetti, Marta Catenacci, Angela De Simio, Carlo Di Chiacchio, Ines Di Leo, Margherita Emiletti, Chiara Ernetti, Cristina Felici, Sabrina Greco, Serena Isgrò, Diana Teresa Marra, Riccardo Pietracci, Marco Serino, Chiara Vinci, Cristiano Zicchi.

Valeria Tortora *Data Manager* TIMSS (Area Servizi statistici e informativi INVALSI).

Questo rapporto

(a cura di Laura Palmerio ed Elisa Caponera)

Prefazione

Anna Maria Ajello (presidente INVALSI)

Autori testi

Laura Palmerio & Elisa Caponera (cap. 1)

Margherita Emiletti (cap. 2)

Carlo Di Chiacchio (cap. 3)

Marta Catenacci (cap. 4, parr. 4.1, 4.2)

Elisa Caponera (cap. 4, parr. 4.3-4.7)

Sabrina Greco (cap. 5)

Elaborazione piano di analisi dei dati

Area Indagini Internazionali

Elaborazione dati

Valeria Tortora

(Area Servizi statistici e informativi INVALSI)

Editing grafico e impaginazione rapporto

Diana Teresa Marra

Costruzione ed editing Appendice A

Ines Di Leo, Francesco Annunziata, Serena Isgrò

Traduzione e adattamento Appendice B

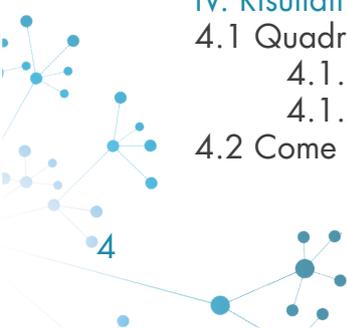
Andrea Biggera e Cristina Felici

si ringraziano

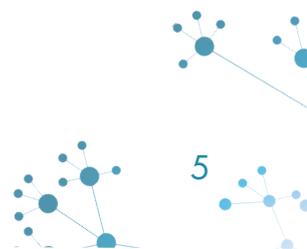
- i dirigenti scolastici, i docenti, gli studenti e i genitori che hanno partecipato all'indagine;
- Patrizia Falzetti (Responsabile Area Servizi statistici e informativi INVALSI);
- Antonio Severoni, Leonardo Boulay, Federica Colli, Jana Kopečna, Veronica Pastori, Massimo Smiraglio (sviluppo e gestione piattaforma web di comunicazione con le scuole – Area Servizi statistici e informativi INVALSI);
- i supervisor di correzione delle risposte aperte in matematica (Stefania Pozio) e scienze (Roberta Calmanti);
- i codificatori delle risposte aperte di matematica e scienze e ISCO;
- tutto il personale INVALSI che ha collaborato a vario titolo alla realizzazione dell'indagine IEA TIMSS 2019.

INDICE

Prefazione	6
I. Che cosa è TIMSS	9
1.1 La rilevanza del “curricolo”	11
1.2 Gli studenti	13
1.3 I questionari	16
1.4 Dalle risposte degli studenti ai punteggi	17
1.5 Organizzazione di questo rapporto	19
II. Risultati in matematica nella quarta primaria	20
2.1 Quadro di riferimento di matematica	21
2.1.1 Domini di contenuto	21
2.1.2 Domini cognitivi	23
2.2 Come siamo andati in matematica nella scuola primaria	27
2.3 Analisi dei risultati nei diversi domini	31
2.3.1 Come sono andati gli studenti nei domini di contenuto	31
2.3.2 Come sono andati gli studenti nei domini cognitivi	32
2.4 Livelli di rendimento in matematica	34
2.5 Come è cambiato il rendimento in matematica degli studenti di quarta primaria	39
2.6 Differenze di genere nel rendimento in matematica	42
2.7 Sintesi	47
III. Risultati in matematica nella scuola secondaria di primo grado	49
3.1 Quadro di riferimento di matematica	50
3.1.1 I domini di contenuto	51
3.1.2 I domini cognitivi	52
3.2 Come siamo andati in matematica nella scuola secondaria di primo grado	56
3.3 Analisi dei risultati nei diversi domini	57
3.4 Livelli di rendimento in matematica	58
3.5 Come è cambiato il rendimento in matematica degli studenti del terzo anno di scuola secondaria di primo grado	62
3.5.1 Il cambiamento nel tempo dei risultati nei domini di contenuto	63
3.5.2 Il cambiamento nel tempo dei risultati nei domini cognitivi	64
3.6 Come sono andati in matematica i nostri studenti e le nostre studentesse di scuola secondaria di primo grado	66
3.6.1 Differenze di genere nei domini di contenuto e cognitivi	67
3.6.2 Cambiamento nel tempo delle differenze di genere negli studenti di grado 8	67
3.7 Sintesi	69
IV. Risultati in scienze nella quarta primaria	70
4.1 Quadro di riferimento di scienze	71
4.1.1 Domini di contenuto	71
4.1.2 Domini cognitivi	72
4.2 Come siamo andati in scienze nella scuola primaria	77



4.3	Analisi dei risultati nei diversi domini	81
4.3.1	Come sono andati gli studenti nei domini di contenuto	81
4.3.2	Come sono andati gli studenti nei domini cognitivi	82
4.4	Livelli di rendimento in scienze	84
4.5	I cambiamenti nel rendimento in scienze nel corso del tempo	88
4.6	Differenze di genere nel rendimento in scienze	90
4.7	Sintesi	94
V. Risultati in scienze nella scuola secondaria di primo grado		95
5.1	Quadro di riferimento di scienze	96
5.1.1	Domini di contenuto	96
5.1.2	Domini cognitivi	98
5.2	Come siamo andati in scienze nella scuola secondaria di primo grado	102
5.3	Analisi dei risultati nei diversi domini	103
5.4	Livelli di rendimento in scienze	104
5.5	Come è cambiato il rendimento in scienze degli studenti del terzo anno di scuola secondaria di primo grado	109
5.6	Differenze di genere nel rendimento in scienze	111
5.7	Sintesi	113



MATEMATICA E SCIENZE: QUANTO SE NE SA A SCUOLA? RAPPORTO TIMSS

La ricerca TIMSS 2019 si riferisce alla performance degli studenti del 4° e 8° grado (quarta primaria e terza secondaria di primo grado, l'antica terza media) su prove di matematica e scienze.

Questa ricerca è al settimo ciclo - la prima rilevazione è iniziata 24 anni fa - per cui è possibile ricavare dati di trend molto utili per conoscere l'andamento nel tempo delle prestazioni degli studenti, di cui peraltro sono anche rilevati informazioni relative alle caratteristiche delle famiglie e alle scuole frequentate.

I risultati della ricerca sono descritti in termini di benchmark internazionali articolati in quattro livelli: avanzato (625 punti) alto (550 punti), intermedio (475 punti), basso (400); l'utilità di avere questi benchmark costanti consente proprio di riconoscere gli avanzamenti o meno dei risultati di ciascun Paese.

Si deve inoltre aggiungere che proprio la possibilità di misurare questi incrementi, consente di valutare l'avvicinamento agli Obiettivi dello Sviluppo Sostenibile dell'Agenda 2020-2030, vale a dire l'obiettivo 4 che è quello di "assicurare un'educazione di qualità equa e inclusiva e promuovere opportunità di apprendimento nel corso di vita per tutti".

Questo obiettivo è articolato in sotto-obiettivi che riguardano il completamento da parte di ragazzi e ragazze dell'istruzione secondaria, con conseguimento di apprendimenti rilevanti ed efficaci, la partecipazione alle strutture della prima infanzia, l'eliminazione delle disuguaglianze di genere nell'istruzione, la parità di accesso all'istruzione di persone disabili e così via.

L'articolazione dei risultati della ricerca TIMSS consente di riconoscere gli ambiti in cui si registrano miglioramenti in relazione a quegli obiettivi, perché sono distinti in domini di contenuto e domini cognitivi, oltre che per differenze di genere.

Venendo più specificamente ai risultati degli studenti italiani, alcune informazioni preliminari.

Va subito detto che l'Italia partecipa sin dalla prima rilevazione del 1995 condotta da TIMSS e ciò consente, come si è detto, di disporre di dati di trend. Si tratta di un'indagine campionaria che si articola nelle cinque macro-aree in cui abitualmente si distingue il nostro Paese per questo tipo di ricerche, vale a dire Nord Ovest, Nord Est, Centro, Sud e Sud Isole.

Le scuole partecipanti in questo ultimo ciclo per il grado 4 sono 162 con 3741 studenti; per il grado 8 sono 158 con 3619 studenti; in entrambi i gradi, maschi e

femmine sono articolati equamente; le prove infine, per la prima volta sono state realizzate al computer.

Per quanto riguarda la quarta primaria gli studenti riportano in matematica risultati piuttosto confortanti perché registrano un punteggio medio di 515 che è significativamente superiore a quello internazionale, tuttavia si presenta già in questo grado scolare la differenza tra macro-aree che arriva sino a 26 punti: Nord Ovest 521, Nord Est 524, Centro 521, Sud 503, Sud e isole 498.

Per quanto riguarda il grado 8, sempre in matematica i risultati sono di 497 in linea con la media internazionale; anche qui si rileva una marcata differenza per macro-aree: Nord Ovest 517 punti, Nord Est 512, Centro 495, Sud 484 Sud Isole 469.

Per le scienze nel grado 4 i risultati sono altrettanto confortanti perché le prestazioni degli studenti raggiungono una media di 510 punti, superiore alla media internazionale che è di 500 punti; di nuovo si rileva un'articolazione dei punteggi per macro-aree che discendono da nord a sud con un punteggio che va da 518 per il Nord Ovest, 519 per il Nord Est e 517 per il Centro, mentre scende a 495 per il Sud e 490 per Sud Isole.

Per il grado 8 in Scienze le prestazioni degli studenti italiani raggiungono i 500 punti in linea con la media internazionale. Ancora una volta si rileva un'articolazione dei punteggi per macro-aree che vanno dai 519 per Nord Ovest, 518 per il Nord Est, 496 per il Centro, per il Sud 486, per il Sud Isole 476.

Come si vede, questi risultati articolati per macro-aree ripercorrono lo stesso andamento che troviamo nelle prove nazionali; spiccano tuttavia i risultati per la matematica perché proprio in virtù del trend che è possibile rilevare, si evidenzia un incremento positivo; meno rilevante invece sono i risultati per le scienze, pur se si attestano sulla media internazionale, ma proprio in virtù del valore medio e delle caratteristiche delle macro-aree, quelle del meridione non sono soddisfacenti.

Come si è detto all'inizio nella ricerca TIMSS vi sono altri dati interessanti che nel Rapporto sono analiticamente presentati e discussi; tra i tanti vorrei qui segnalarne tre che riguardano le differenze di genere, l'articolazione degli item in domini di contenuto e domini cognitivi. Muovendo da questi ultimi questa articolazione mette in luce alcune modalità che risultano più facili e altre più difficili: è il caso per fare un esempio del "numero" per il grado 4 rispetto alla "rappresentazioni dei dati".

Analogamente gli studenti hanno prestazioni migliori nel dominio "applicazione" rispetto a quello del "ragionamento". E' abbastanza probabile che questi diversi andamenti si riconducano alle pratiche didattiche in uso nelle scuole italiane (che non riguardano soltanto il grado 4 a cui ci stiamo riferendo) dove la ripetizione e il consolidamento delle acquisizioni mediante esercizi e operazioni ripetute appaiono le modalità più consuete, difficili da scalzare anche quando si constati la necessità di indurre autonome operazioni di ragionamento; un caso simile si rileva nelle scienze al grado 4 dove i

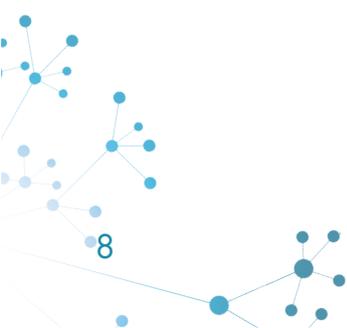
risultati sono più alti nel dominio di “conoscenza” rispetto agli altri.

Passando alle differenze di genere, nei due gradi scolastici oggetto delle prove in matematica e nelle scienze persiste uno svantaggio femminile, anche se nel grado 4 tale divario si è dimezzato.

Si tratta di una questione rilevante che richiede una riflessione articolata che riguardi le relazioni in classe, le modalità didattiche, le aspettative dei docenti e delle docenti rispetto alle ragazze e, al di fuori della scuola, ha a che fare con valori, stili e comportamenti praticati in famiglia e nei contesti di vita. Temi complessi che interpellano interlocutori diversi per azioni coerenti e articolate nel tempo. Anche di questo siamo chiamati a rispondere rispetto ad una generazione che nel frattempo sta pagando dei prezzi elevati per le note vicende sanitarie.

Anna Maria Ajello

Presidente INVALSI



CAPITOLO 1 CHE COSA È TIMSS

TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) è una delle principali indagini comparative internazionali promosse dalla IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), un'associazione internazionale indipendente di istituti di ricerca nazionali e agenzie governative con esperienza pluridecennale nella conduzione di studi internazionali sugli apprendimenti in un'ampia gamma di discipline.

Nella settima edizione del progetto, che si è tenuta nel 2019, hanno partecipato 64 paesi¹ e otto entità subnazionali (i cosiddetti *benchmarking participants*).² L'Italia vi partecipa fin dal primo ciclo (1995).

Figura 1.1 Paesi partecipanti a TIMSS 2019



Fonte: IEA, TIMSS 2019

¹ Nel 2019, 58 paesi e 6 *benchmarking participants* hanno partecipato a TIMSS- IV grado, mentre 39 paesi e 7 *benchmarking participants* hanno partecipato a TIMSS- VIII grado.

² I *benchmarking participants* sono regioni o province che hanno partecipato a TIMSS per propri obiettivi interni di valutazione internazionale. I dati di queste entità non sono inclusi nel calcolo di medie e mediane internazionali e non sono riportate in questo rapporto.

Perché la matematica e le scienze

TIMSS rileva l'apprendimento della matematica e delle scienze attraverso cicli quadriennali, nelle classi di quarta primaria (grado 4) e di terza secondaria di primo grado (grado 8).

Studiare come migliorare le competenze matematiche e scientifiche tra i giovani è sempre più una priorità per i governi di diversi paesi: essere cittadini attivi e consapevoli richiede, infatti, familiarità con la matematica e con le scienze per poter prendere decisioni attente in ambiti quali la salute personale e le proprie finanze, oltre che in settori della politica pubblica come l'economia e l'ambiente. La Commissione europea ha incluso la competenza matematica e quella in scienze e tecnologia fra le otto competenze chiave per il *lifelong learning*³.

Insieme ai dati di apprendimento è raccolta, attraverso questionari rivolti a studenti, genitori, insegnanti e dirigenti scolastici, anche un'ampia gamma di informazioni di contesto su qualità, quantità e contenuti dell'istruzione. Tali informazioni offrono la possibilità di approfondire i correlati dell'apprendimento, sia a fini di ricerca e approfondimento, sia a fini di policy.

³ Key competences for lifelong learning. (2019). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 11. DOI:10.2766/291008 NC-02-19-150-EN-C

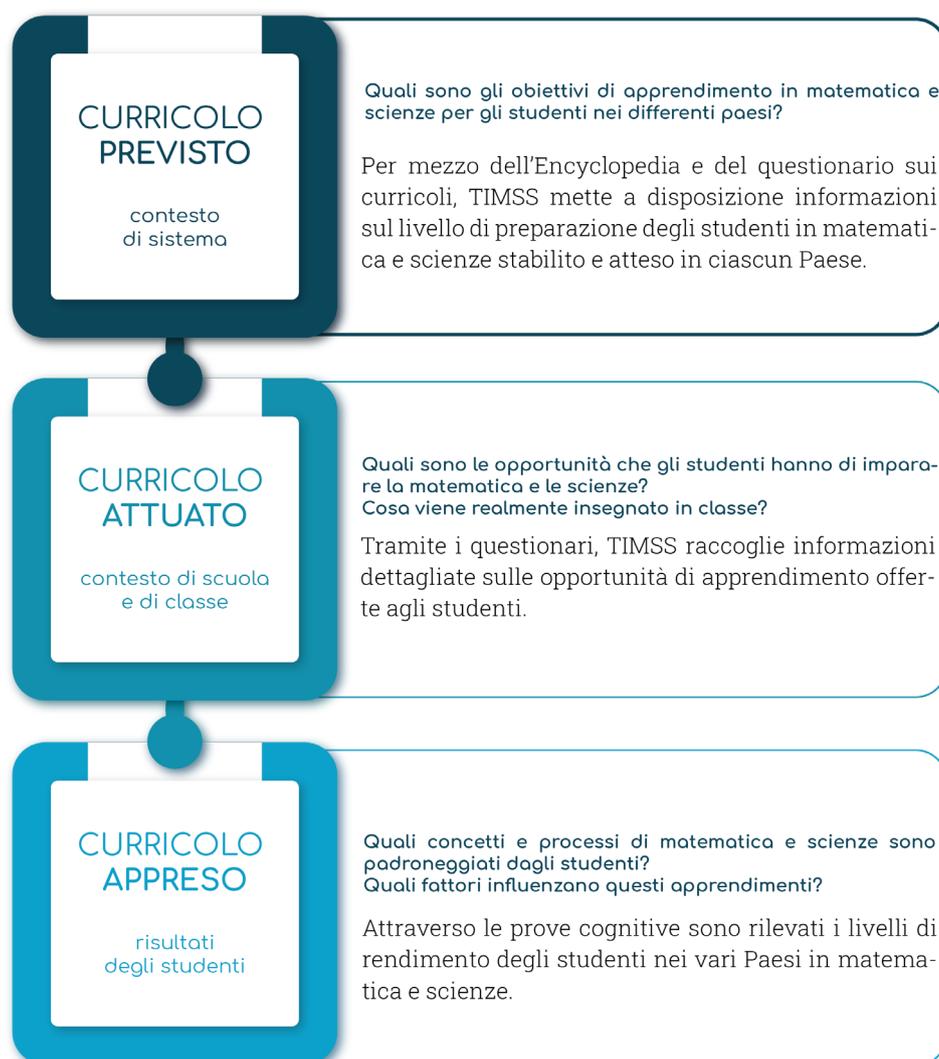
1.1 La rilevanza del “curricolo”

TIMSS, a differenza di altre indagini internazionali quali PISA e PIRLS, si basa sulla costruzione di prove curricolari: seppure vi siano molteplici diversità tra i paesi che partecipano alle indagini IEA in termini di sviluppo economico, posizione geografica e dimensione della popolazione, nonché di organizzazione del sistema scolastico, la base concettuale di TIMSS è un quadro teorico di riferimento condiviso da tutti i paesi partecipanti al progetto.

TIMSS utilizza il “curricolo”, nel senso più ampio del termine, per comprendere le strategie didattiche utilizzate e individuare i fattori che possono influenzarne l’efficacia.

Nell’indagine vengono utilizzate tre distinte nozioni di curricolo: curricolo previsto, curricolo attuato e curricolo appreso (cfr. Figura 1.1).

Figura 1.2 Il modello del curricolo alla base dell’indagine TIMSS



Curricolo previsto. È definito a livello di sistema (nazionale nel caso dell'Italia) e risponde alle seguenti domande: quali sono gli obiettivi di apprendimento in matematica e scienze per gli studenti nei differenti paesi? Quali sono le differenze fra i paesi rispetto a questi obiettivi e quali caratteristiche a livello di sistema, di scuole e di studenti influenzano la definizione degli stessi? Come dovrebbe essere organizzato il sistema scolastico per facilitare il raggiungimento di questi obiettivi?

Curricolo attuato. È interpretato e trasmesso dagli insegnanti in classe: quali sono le opportunità che gli studenti hanno di imparare la matematica e le scienze? Cosa viene realmente insegnato in classe? Chi lo insegna? Come variano le pratiche didattiche fra i differenti paesi e quali sono i fattori che le influenzano?

Curricolo appreso. Ciò che sanno e hanno imparato gli studenti: quali concetti e processi di matematica e scienze sono padroneggiati dagli studenti? Quali fattori influenzano questi apprendimenti?

Partendo da questo modello, TIMSS utilizza le **prove cognitive** per rilevare i livelli di rendimento degli studenti nei vari paesi (curricolo appreso) in matematica e scienze; tramite i **questionari**, raccoglie informazioni dettagliate sulle opportunità di apprendimento offerte agli studenti (curricolo attuato). Per mezzo dell'**Encyclopedia** e del **questionario sui curricoli**, TIMSS mette a disposizione informazioni sul livello di preparazione degli studenti in matematica e scienze stabilito e atteso a livello centrale in ciascun paese (curricolo previsto).

1.2 Gli studenti

Il campione TIMSS è formato da campioni rappresentativi a livello nazionale di circa 4.000 studenti di 150-200 scuole per ciascun grado (IV e VIII). Nella maggior parte dei paesi partecipanti, sono state selezionate circa 150 scuole e una classe in ciascuna di esse, coinvolgendo quindi circa 4.500 studenti in ciascun paese.

Hanno partecipato all'indagine più di 330.000 studenti, 310.000 genitori, 11.000 scuole e 22.000 insegnanti per la quarta primaria, e altri 250.000 studenti di 8.000 scuole e 30.000 insegnanti hanno partecipato alla rilevazione per la III secondaria di I grado (Figura 1.3).

In Italia il campione è formato, per il grado 4, da 162 scuole per un totale di 3.741 studenti, di cui il 50% femmine; anche all'interno delle cinque macro-aree geografiche le percentuali di maschi e femmine sono molto simili (cfr. Tabella 1.1).

Per quanto riguarda le scuole che hanno partecipato alla rilevazione TIMSS grado 8, il campione è formato da 158 scuole per un totale di 3.619 studenti, di cui il 50% femmine; anche in questo caso all'interno delle cinque macro-aree geografiche le percentuali di maschi e femmine sono simili, anche se ci sono più femmine nel Nord Ovest e nel Sud Isole e meno femmine nel Nord Est (cfr. Tabella 1.1).

Tabella 1.1 Distribuzione del campione italiano TIMSS 2019 per macro-area geografica⁴

GRADO 4			
Area Geografica	N scuola	N studenti	% femmine
NORD OVEST	44	1061	51%
NORD EST	28	718	51%
CENTRO	33	792	49%
SUD	32	667	51%
SUD E ISOLE	25	503	50%
Totale	162	3741	50%

⁴ Le macro-aree geografiche sono Nord Ovest (Liguria, Lombardia, Piemonte, Valle d'Aosta); Nord Est (Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Veneto, Trentino-Alto Adige); Centro (Lazio, Marche, Toscana, Umbria); Sud (Abruzzo, Campania, Molise, Puglia); Sud Isole (Basilicata, Calabria, Sardegna, Sicilia).

GRADO 8			
Area Geografica	N scuola	N studenti	% femmine
NORD OVEST	45	936	52%
NORD EST	28	691	50%
CENTRO	29	685	48%
SUD	33	822	49%
SUD E ISOLE	23	458	52%
Totale	158	3619	50%

Fonte TIMSS, database INVALSI

La prova cognitiva

Questo ciclo ha segnato l'inizio del passaggio a un sistema di somministrazione computerizzata. Più della metà dei paesi, tra cui l'Italia, ha infatti utilizzato il formato elettronico (indicato con la lettera "e" davanti), mentre gli altri paesi hanno continuato con la somministrazione cartacea. I paesi "e" hanno anche somministrato una parte delle prove in cartaceo per creare un "ponte" tra TIMSS 2015 e TIMSS 2019. I dati sono stati analizzati in modo tale che per tutti i paesi partecipanti sia "e" sia non "e" i risultati fossero tra loro comparabili e riportati su una stessa scala cognitiva TIMSS. In tutto la prova è durata ca. 2 ore per la primaria e ca. 2 ore per la secondaria

Le prove eTIMSS sono state coinvolgenti e interattive, e la grafica colorata, visivamente più attraente rispetto alle vecchie prove in modalità cartacea, ha permesso a TIMSS 2019 di indagare meglio le aree previste dal framework, come la soluzione di una serie di problemi matematici per pianificare un evento scolastico o la realizzazione di un evento scientifico virtuale, o un esperimento per studiare la crescita delle piante. In questo modo è stato inoltre possibile aumentare l'efficienza nell'inserimento dei dati e nel calcolo del punteggio.

eTIMSS 2019 ha incluso anche una serie di prove di problem solving e indagine scientifica (Problem Solving and Inquiry - PSI) per matematica e scienze, sia al quarto che all'ottavo grado. I PSI eTIMSS sono stati progettati per simulare situazioni reali o di laboratorio in cui gli studenti potessero integrare e applicare sia le competenze di processo sia la conoscenza dei contenuti per risolvere problemi di matematica o condurre esperimenti e indagini scientifiche virtuali. Le prove hanno così permesso di indagare meglio gli ambiti cognitivi di applicazione e ragionamento.

Gli item del test erano in parte domande con risposte a scelta multipla e in parte domande che richiedevano agli studenti di costruire le proprie risposte. L'uso delle prove computer based ha consentito di sperimentare nuove modalità di risposta attraverso l'uso di immagini, menu a tendina, ecc.

Per poter coprire l'intero curriculum internazionale di matematica e scienze è necessario un gran numero di item. Poiché un singolo studente non può rispondere a tutti gli item in un tempo ragionevolmente accettabile, i quesiti sono stati raggruppati in blocchi (blocks). I blocchi sono stati ruotati in 14 fascicoli o form⁵ (per ciascun grado) in modo tale che ciascuno di essi fosse presente in più di un fascicolo. Ciascun fascicolo conteneva due blocchi di matematica e due blocchi di scienze.

Grazie al sistema di distribuzione dei fascicoli, in ciascuna classe solo due o tre studenti rispondevano a un particolare fascicolo.

⁵ In genere si usa il termine "fascicolo" per riferirsi alla modalità di somministrazione cartacea, mentre nel caso di somministrazione computerizzata si usa il termine "form" o modulo.

1.3 I questionari

Gli studenti hanno anche risposto ad un questionario di contesto, che ha raccolto informazioni sugli studenti stessi, i loro atteggiamenti, le loro convinzioni, il loro contesto familiare, nonché sui loro atteggiamenti nei confronti dello studio della matematica e delle scienze.

È stato proposto un questionario anche agli insegnanti di matematica e scienze delle classi campionate e ai dirigenti scolastici delle scuole partecipanti. Agli insegnanti sono state poste domande sull'esperienza e la formazione per l'insegnamento, sulle pratiche didattiche, sull'uso della tecnologia, sulla valutazione, sull'assegnazione dei compiti a casa, sul clima di classe e di scuola e se gli argomenti di TIMSS fossero stati insegnati in classe. Ai dirigenti sono invece state chieste informazioni sulle caratteristiche della scuola, sul tempo dedicato all'istruzione, su risorse e tecnologie a disposizione, sul clima di scuola, sulla loro esperienza e formazione.

Inoltre, anche i genitori degli studenti della IV primaria hanno risposto a un questionario che ha riguardato il loro modo di rapportarsi con la scuola dei figli e le risorse presenti in casa che possono stimolare l'apprendimento della matematica e delle scienze. Ai genitori viene inoltre richiesto di fornire informazioni sulle attività pregresse di matematica svolte con i figli e di stimare le abilità possedute dai loro figli prima dell'ingresso a scuola.

1.4 Dalle risposte degli studenti ai punteggi

TIMSS riporta sia la difficoltà delle domande che l'abilità degli studenti su un'unica scala continua, sulla base di modelli di Item Response Theory. In base alla difficoltà di ogni domanda è possibile conoscere il livello di abilità nella materia che la domanda richiede. Il livello di abilità dello studente è invece definito in base al tipo di compiti che è probabilmente in grado di svolgere correttamente. In base all'insieme delle prove svolte correttamente e alla loro difficoltà, si arriva ad attribuire un punteggio, stabilito in base alla variazione dei risultati osservati in tutti i partecipanti al test, e i risultati vengono scalati per adattarsi approssimativamente alla distribuzione normale, con media di circa 500 punti e deviazione standard di circa 100 punti.

Per aiutare i lettori nell'interpretazione dei punteggi degli studenti, le scale TIMSS sono suddivise in livelli di rendimento. La gamma di difficoltà delle prove di matematica e scienze è rappresentata su quattro livelli: le prove più semplici corrispondono al livello Basso; si passa poi al livello Medio, Alto e, infine, al livello Avanzato. Per ogni livello di rendimento così identificato, TIMSS fornisce una descrizione dei tipi di conoscenze e abilità necessarie per portare a termine con successo le prove afferenti a quel livello. Ad esempio, gli studenti che si collocano nel livello medio sono probabilmente in grado di completare le prove di quel livello, ma è improbabile che siano in grado di svolgere correttamente le prove dei livelli superiori. Ogni livello di rendimento corrisponde a 75 punti sulla scala cognitiva (cfr. Figura 1.3).

Figura 1.3 I livelli in TIMSS



L'indagine TIMSS è un'indagine campionaria; il punteggio medio ottenuto dagli studenti partecipanti all'indagine è pertanto una stima del punteggio vero, che si otterrebbe se tutti gli studenti partecipassero all'indagine. L'errore standard dà una misura dell'errore della misurazione e consente di stimare entro quali valori potrebbe essere compreso il punteggio vero.

Accanto al punteggio medio viene quindi riportato l'errore standard che consente di stimare entro quali valori si potrebbe collocare il reale valore medio di *performance* (intervallo di confidenza) con una probabilità del 95%.

Una differenza è statisticamente significativa quando è improbabile che la differenza osservata (tra le medie) nei campioni sia frutto del caso.

1.5 Organizzazione di questo rapporto

Nel presente rapporto vengono descritti i principali risultati dell'Italia in TIMSS 2015, sia confrontandoli con i risultati ottenuti dagli altri paesi sia descrivendo l'andamento a livello nazionale, per area geografica, sia fornendo un confronto con le precedenti indagini IEA (analisi dei trends). Si tratta di risultati che possono essere utili per tutte le persone che lavorano nel mondo della scuola.

Nei capitoli 2 e 3 vengono presentati i risultati in matematica degli studenti di quarta primaria (capitolo 2) e di terza secondaria di I grado (capitolo 3), mentre nei capitoli successivi sono presentati i risultati in scienze per la quarta primaria (capitolo 4) e terza secondaria di I grado (capitolo 5).

In ciascun capitolo, dopo una breve descrizione del quadro di riferimento delle materie oggetto di indagine, sono presentati i risultati degli studenti italiani, illustrando prima i risultati medi degli studenti italiani a confronto con quelli degli studenti degli altri paesi partecipanti all'indagine, per considerare il risultato italiano in un contesto internazionale; successivamente, sono analizzate le differenze tra le diverse aree del nostro paese.

Lo stesso schema di lettura dei dati, prima nella comparazione internazionale e poi per macro-area geografica, è stato seguito per presentare le *performance* dei nostri studenti rispetto ai diversi domini di contenuto e cognitivi, anche in rapporto ai quattro livelli di abilità internazionali (*benchmark*).

Viene poi presentato un confronto dei risultati tra i diversi cicli di indagine TIMSS che permette di osservare se e come cambino le *performance* nel tempo, sia a livello nazionale che nel contesto internazionale.

Infine sono presentati i risultati di TIMSS 2019 dal punto di vista delle differenze fra studentesse e studenti, sia per il grado 4 sia per il grado 8.

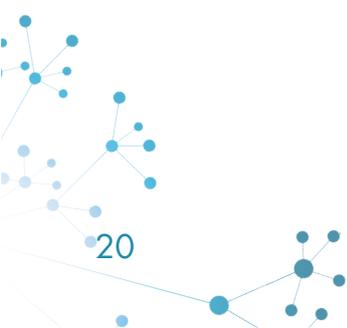


CAPITOLO 2

RISULTATI IN MATEMATICA NELLA QUARTA PRIMARIA

In questo capitolo sono illustrati i risultati che gli studenti italiani del quarto anno di scolarità hanno riportato nella prova di matematica di TIMSS 2019.

Prima di leggere i risultati è utile presentare una panoramica generale del Quadro di riferimento per comprendere le linee teoriche che sono alla base della ricerca TIMSS, specificatamente per la rilevazione della matematica in quarta primaria.



2.1 Quadro di riferimento di matematica

Il Quadro di riferimento di matematica è il documento che illustra l'impianto teorico sul quale si struttura la rilevazione TIMSS dei livelli di apprendimento degli studenti del quarto anno di scolarità, corrispondenti in Italia alla IV classe della scuola primaria. Conoscere i contenuti del Quadro di riferimento permette di comprendere in che modo è stata condotta questa indagine, quali sono i parametri che sono stati considerati per rilevare i livelli di apprendimento degli studenti, quali strumenti sono stati utilizzati e, in ultimo, quali informazioni possiamo ricavare dall'analisi dei dati che sono stati raccolti. Il Quadro di riferimento è frutto di una collaborazione tra tutti i paesi partecipanti all'indagine, al fine di riflettere gli obiettivi curriculari dei diversi sistemi di istruzione.

In generale, i quadri di riferimento per il quarto e l'ottavo grado di scolarità sono simili a quelli utilizzati in TIMSS 2015. Tuttavia, ci sono stati piccoli aggiornamenti su particolari argomenti per meglio rispecchiare i curricula, gli standard e i sistemi dei paesi partecipanti, come riportato nell'Encyclopedia TIMSS 2015 (Mullis, Martin, Goh, & Cotter, 2016). Inoltre, poiché la rilevazione TIMSS 2019 si concentra sulla transizione verso lo svolgimento in digitale delle prove (eTIMSS), il quadro di riferimento della matematica è stato aggiornato in modo da renderlo utilizzabile sia per la rilevazione digitale sia per quella in formato cartaceo.

Il Quadro di riferimento della matematica è strutturato su due diverse dimensioni:

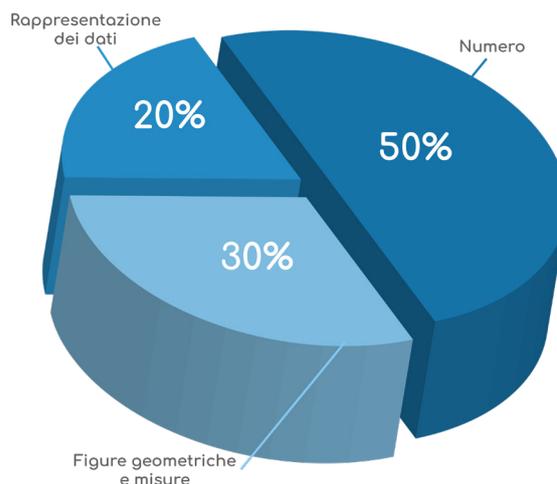
- i domini di contenuto, specifici per ciascun grado di scolarità, che indicano gli aspetti contenutistici indagati con i quesiti di TIMSS;
- i domini cognitivi, che indicano i processi di pensiero che gli studenti mettono in atto nel momento in cui si trovano ad affrontare e a risolvere le prove di matematica.

2.1.1 Domini di contenuto

Per il quarto anno di scolarità i domini di contenuto sono tre: numero, figure geometriche e misure e rappresentazione dei dati. Leggendo la Figura 4.1, che riporta la percentuale dei quesiti della prova dedicata a ciascun contenuto per la rilevazione TIMSS 2019 in quarta primaria, si nota che l'enfasi maggiore è posta sul numero (50% dei quesiti).

Figura 2.1 Percentuale di quesiti dedicata a ciascun dominio di contenuto per la rilevazione TIMSS 2019 - grado 4

Ciascun dominio di contenuto comprende diverse aree tematiche e ciascuna area tematica viene quindi presentata come un elenco di conoscenze e di abilità che gli studenti di quarta primaria dovrebbero possedere, in base agli obiettivi specifici ma trasversali dei diversi paesi partecipanti.



Numero

Il numero fornisce le basi della matematica nella scuola primaria. Il dominio del contenuto del numero comprende tre aree tematiche:

- Numeri interi (25% dei quesiti)
- Espressioni, equazioni semplici e relazioni (15% dei quesiti)
- Frazioni e decimali (10% dei quesiti)

I numeri naturali sono la componente predominante del dominio dei numeri in quanto rappresentano il modo più facile per introdurre le operazioni con i numeri e gli studenti dovrebbero essere in grado di svolgere calcoli con numeri interi di ragionevole grandezza e di utilizzare il calcolo per risolvere problemi. Sono inclusi nella rilevazione TIMSS in quarta primaria anche alcuni concetti pre-algebrici, compresa la comprensione del concetto di variabile (incognita) all'interno di semplici equazioni e una comprensione iniziale delle relazioni tra quantità. Tuttavia, poiché gli oggetti e le quantità spesso non sono espressi in numeri interi, è importante che gli studenti sappiano capire anche le frazioni e i numeri decimali: dovrebbero pertanto essere in grado di fare un confronto tra quantità espresse in frazioni, saper svolgere somme e sottrazioni tra frazioni e avere una familiarità con i numeri decimali tale da poter risolvere problemi i cui dati siano espressi in frazioni di intero.

Figure geometriche e misure

Siamo circondati da oggetti di forme e dimensioni diverse e la geometria ci aiuta a visualizzare e comprendere le relazioni tra forme e dimensioni. La misurazione è il processo attraverso il quale quantifichiamo gli attributi degli oggetti e dei fenomeni (per esempio, la lunghezza e il tempo).

Nello specifico, le aree tematiche di questo dominio di contenuto sono due:

- Misurazione (15% dei quesiti)
- Geometria (15% dei quesiti)

In quarta primaria, gli studenti dovrebbero essere in grado di usare il righello per misurare una lunghezza; saper risolvere i problemi che riguardano lunghezze, masse, capacità e misure del tempo; saper identificare le proprietà e le caratteristiche di rette, angoli e di un certo numero di figure geometriche, bidimensionali e tridimensionali, che dovrebbero anche saper disegnare. Essi inoltre dovrebbero essere in grado di analizzare le relazioni geometriche e di usare queste relazioni per risolvere i problemi.

Rappresentazione dei dati

L'esplosione di dati nell'odierna società dell'informazione comporta per ciascun individuo un bombardamento quotidiano nell'esposizione visive di informazioni quantitative. Spesso in Internet, sui giornali, sulle riviste, nei libri di testo i dati sono rappresentati in grafici e tabelle. Gli studenti devono capire che i grafici e le tabelle aiutano a organizzare le informazioni o le categorie e forniscono un buon sistema per confrontare i dati. Il dominio di contenuto *rappresentazione dei dati* è costituito da due aree tematiche:

- Lettura, interpretazione e rappresentazione dei dati (15% dei quesiti)
- Utilizzo dei dati per risolvere i problemi (5% dei quesiti)

In quarta primaria gli studenti dovrebbero essere in grado di leggere e riconoscere forme diverse di rappresentazione dei dati. Di fronte a una semplice situazione problematica e ai dati relativi che sono stati raccolti, gli studenti dovrebbero essere in grado di organizzare e rappresentare i dati in grafici che rispondono alle domande scaturite dai dati raccolti. Gli studenti dovrebbero essere in grado di utilizzare i dati provenienti da una o più rappresentazioni per trarre conclusioni e risolvere i problemi.

2.1.2 Domini cognitivi

Per poter rispondere correttamente ai quesiti TIMSS, gli studenti devono avere familiarità con i contenuti della matematica che vengono valutati, ma devono anche attingere a una serie di abilità cognitive. La descrizione di queste abilità, sviluppata nel quadro di riferimento di TIMSS 2019, garantisce che sia inclusa nelle prove proposte agli studenti una gamma appropriata di abilità cognitive per ciascun dominio di contenuto sopra descritto. Le caratteristiche dei domini cognitivi descritte in questo paragrafo sono le stesse di quelle sviluppate per l'ottavo grado della scuola secondaria di primo grado. Cambia, naturalmente, la difficoltà e il livello di abilità necessarie a risolvere i relativi quesiti.

Il primo dominio cognitivo, la conoscenza, riguarda i fatti, i concetti e le procedure che gli studenti devono conoscere; mentre il secondo, l'*applicazione*, è incentrato sull'abilità

degli studenti di applicare nozioni e conoscenze concettuali per risolvere problemi o rispondere a domande. Il terzo dominio, il ragionamento, va oltre la soluzione di problemi di *routine* per comprendere situazioni nuove o comunque non familiari, contesti complessi e problemi per risolvere i quali sono richiesti più passaggi.

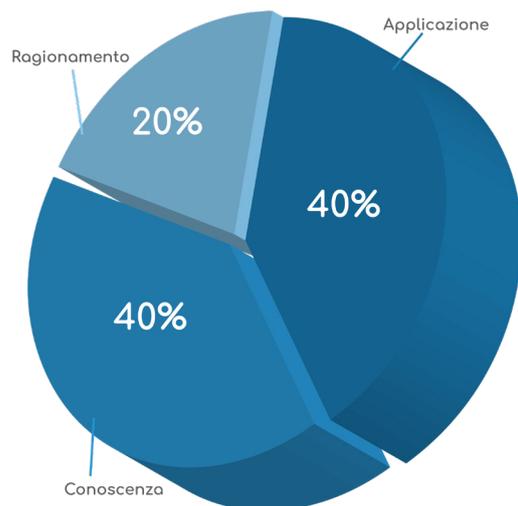


Figura 2.2 Percentuale di quesiti dedicata a ciascun dominio cognitivo per la rilevazione TIMSS 2019 - grado 4

Conoscenza

La facilità nell'applicare la matematica, o di impiegare il ragionamento in situazioni problematiche, dipende dalla familiarità con i concetti matematici e dalla padronanza di abilità matematiche. Quanto più numerose sono le conoscenze e concetti che uno studente ha compreso ed è in grado di ricordare, tanto maggiori sono le sue capacità di risolvere i problemi.

Senza accesso a una conoscenza di base che permetta di ricordare facilmente il linguaggio, le nozioni fondamentali e le convenzioni sui numeri, le rappresentazioni simboliche e le relazioni spaziali, per gli studenti sarebbe impossibile svolgere un ragionamento matematico significativo. Le nozioni fondamentali comprendono la conoscenza che fornisce il linguaggio base della matematica così come i concetti matematici essenziali e le proprietà che costituiscono il fondamento del pensiero matematico.

I procedimenti formano un ponte tra le conoscenze di base e l'uso della matematica per risolvere i problemi, soprattutto quelli che le persone generalmente incontrano nella loro vita quotidiana. In sostanza, un utilizzo regolare e disinvolto di tali procedimenti permette di richiamare alla mente insiemi di azioni e come eseguirle. Gli studenti devono essere efficienti e accurati nell'uso di una varietà di procedure e strumenti di calcolo e devono essere consapevoli che particolari procedure possono essere usate per risolvere intere classi di problemi, non solo un singolo problema.

Tavola 2.1. Elementi del dominio di conoscenza

Ricordare	Ricordare definizioni, terminologia, proprietà dei numeri, unità di misura, proprietà geometriche e notazioni (ad es., $a \times b = ab$, $a + a + a = 3a$)
-----------	---

Riconoscere	Riconoscere numeri, espressioni, quantità e forme. Riconoscere entità matematiche che siano matematicamente equivalenti (per es. frazioni equivalenti, decimali e percentuali; diversi orientamenti di figure geometriche semplici).
Classificare/ordinare	Classificare/raggruppare oggetti, forme, numeri ed espressioni secondo proprietà comuni.
Fare calcoli	Svolgere procedure algoritmiche per $+$, $-$, \times , $:$, o una combinazione di queste con numeri naturali, frazioni, decimali e numeri interi. Eseguire procedure algebriche di routine.
Recuperare	Recuperare informazioni da grafici, tabelle o altre fonti
Misurare	Usare strumenti di misurazione e scegliere unità appropriate.

Applicazione

Il dominio applicazione prevede l'applicazione degli strumenti matematici a una varietà di contesti. In tale dominio, i fatti, i concetti e i procedimenti, come anche i problemi, dovrebbero risultare familiari agli studenti. Per alcuni quesiti appartenenti a questo dominio, gli studenti devono applicare la conoscenza matematica, le abilità e i procedimenti matematici o la comprensione di concetti matematici per creare rappresentazioni. La rappresentazione di idee costituisce il nucleo del pensiero in matematica, come anche la capacità di creare rappresentazioni equivalenti è ugualmente fondamentale per padroneggiare questa disciplina. Saper risolvere i problemi è un punto centrale del dominio applicazione, ma i contesti dei problemi sono ben radicati nei curricula e sono pertanto più familiari rispetto a quelli del dominio ragionamento. I problemi possono essere ambientati in situazioni di vita reale o possono riguardare soltanto pure questioni matematiche, includendo, per esempio, espressioni numeriche o algebriche, funzioni, equazioni, figure geometriche o insiemi di dati statistici.

Tavola 2.2. Elementi del dominio applicazione

Scegliere	Scegliere un'operazione efficace/appropriata, un metodo o una strategia per risolvere problemi per i quali esiste un metodo di soluzione comunemente noto.
Rappresentare/modellizzare	Rappresentare i dati in grafici; generare un modello appropriato come un'equazione, una figura geometrica o un diagramma per risolvere una situazione problematica; generare rappresentazioni equivalenti di una data entità o relazione matematica.

Attuare	Mettere in pratica un insieme di strategie o operazioni per risolvere un problema caratterizzato da concetti e procedimenti matematici familiari per gli studenti.
---------	--

Ragionamento

Il ragionamento matematico riguarda la capacità di pensare in modo logico e sistematico. Esso include il ragionamento intuitivo e induttivo basato su schemi e regolarità che si può usare per arrivare alla soluzione di problemi ambientati in situazioni nuove o non familiari. Tali problemi non di *routine* potrebbero essere puramente matematici o potrebbero riguardare la vita reale, comunque richiedono il trasferimento di conoscenze e abilità a situazioni nuove e spesso è necessaria l'interazione fra diverse abilità di ragionamento. All'interno del dominio ragionamento si richiede di riflettere e risolvere problemi nuovi o complessi; l'acquisizione di ogni singola conoscenza e abilità rappresenta un risultato importante dell'insegnamento della matematica, potenzialmente in grado di influenzare, a livello più generale, il pensiero degli studenti. Per esempio il ragionamento include l'abilità di osservare e fare congetture. Include inoltre fare deduzioni logiche basate su ipotesi e regole precise e di giustificare i risultati.

Tavola 2.3. Elementi del dominio ragionamento

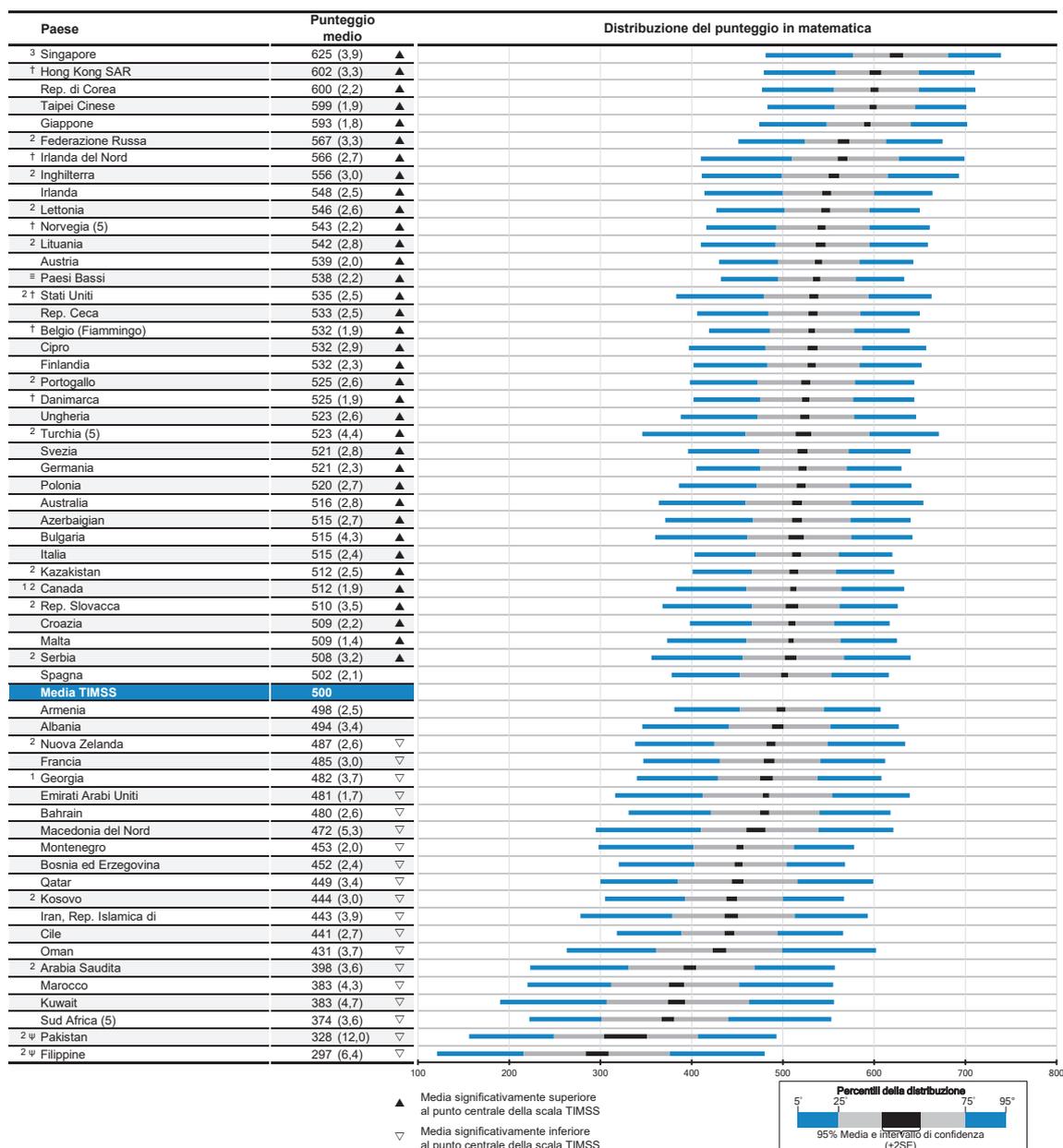
Analizzare	Determinare, descrivere o utilizzare relazioni tra numeri, espressioni, quantità e forme.
Integrare/sintetizzare	Fare collegamenti fra elementi diversi di conoscenza, rappresentazioni correlate e procedimenti per arrivare alla soluzione di un problema.
Valutare	Valutare strategie e soluzioni alternative per la soluzione di un problema.
Trarre delle conclusioni	Fare delle deduzioni valide sulla base di dati e prove.
Generalizzare	Riformulare i risultati in termini più generali che renda la soluzione di un problema applicabile su una scala più ampia.
Giustificare	Fornire una giustificazione matematica a sostegno di una strategia o di una soluzione.

2.2 Come siamo andati in matematica nella scuola primaria

In questo paragrafo vengono presentati i risultati ottenuti dagli studenti al quarto anno di scolarità di tutti i paesi che hanno partecipato all'indagine TIMSS 2019, quindi degli studenti italiani rispetto al raggruppamento geografico delle scuole sul territorio nazionale.

Nella Figura 2.3 sono riportate le medie e la distribuzione dei risultati ottenuti dagli studenti in matematica per ogni paese partecipante, disposti in ordine decrescente rispetto al punteggio ottenuto (Tabella 2.1 in appendice). Il punteggio di 500 della media TIMSS è stato calcolato a partire dai paesi partecipanti all'indagine del 1995 ed è rimasto costante nel corso delle rilevazioni per consentire i confronti tra cicli.

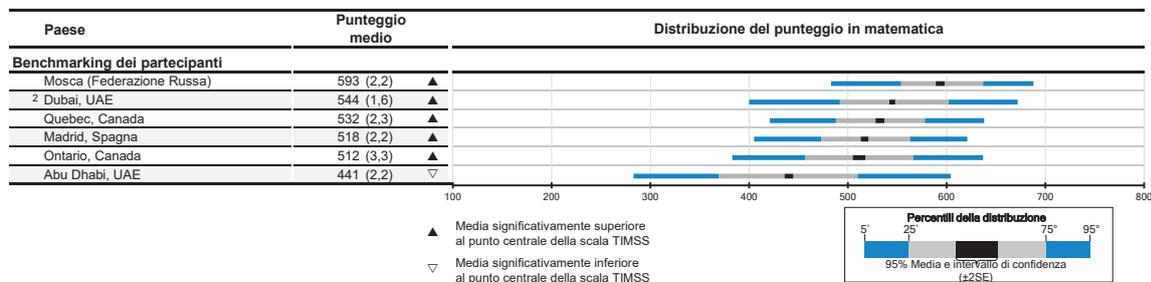
Figura 2.3 Distribuzione dei punteggi nella scala totale di matematica - grado 4



La scala di rendimento TIMSS è stata creata nel 1995 sulla base della distribuzione combinata dei punteggi di tutti i Paesi che hanno partecipato a TIMSS 1995. Per poter effettuare una comparazione dei risultati tra i Paesi, la media della distribuzione combinata dei punteggi è stata fissata a 500. L'unità di misura della scala è stata scelta in modo tale che 100 punti corrispondessero alla deviazione standard della distribuzione.

ψ Il punteggio medio potrebbe non essere una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è compresa tra il 15% e il 25%.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).



FONTE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study - TIMSS 2019

Salta immediatamente all'occhio che cinque paesi dell'Asia orientale hanno ottenuto la media più alta, con Singapore che ha ottenuto il risultato migliore in assoluto tra tutti i paesi partecipanti a TIMSS 2019. Seguono Hong Kong SAR, Corea e Taipei Cinese, i cui studenti hanno avuto una media di risultati simile e superiore a quella di tutti gli altri paesi. Gli studenti in Giappone, a loro volta, hanno ottenuto risultati superiori a quelli di

Le differenze nei risultati medi tra macro-aree sono già rilevate in quarta primaria: 26 punti sulla scala di matematica separano i punteggi medi ottenuti dalle due macro-aree che si collocano agli estremi della distribuzione (Figura 2.4; Tabella 2.1_naz in appendice).

tutti gli altri paesi che seguono; così come Federazione Russa e Irlanda del Nord, che hanno ottenuto risultati tra loro simili, si collocano significativamente sopra tutti i paesi successivi. Complessivamente, 36 paesi (compresi quelli già citati) hanno ottenuto risultati medi superiori alla media internazionale; 3 paesi si collocano in linea con questo *benchmark*; 19 sono i paesi che hanno ottenuto invece un punteggio inferiore e compreso tra 297 (Filippine) e 487 (Nuova Zelanda).

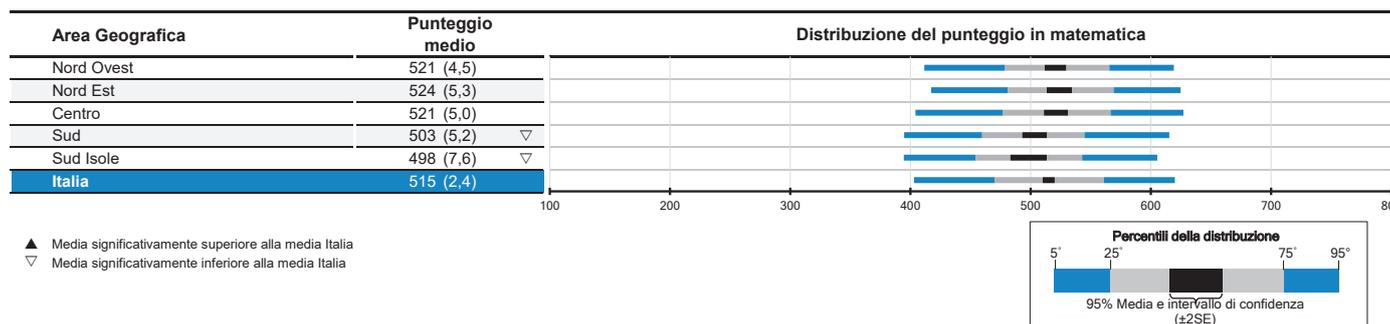
I nostri studenti di quarta primaria raggiungono un punteggio medio pari a 515 punti sulla scala di matematica, significativamente superiore a quello medio internazionale e simile a quello di altri 12 paesi, tra i quali la Germania, la Svezia, la Polonia, la Bulgaria, la Repubblica Slovacca, la Croazia e la Serbia.

Gli studenti italiani di quarta primaria si collocano al di sopra della media internazionale.

Un'altra informazione rappresentata nella Figura 2.3 è la distribuzione dei punteggi della scala all'interno di ciascun paese. Le barre orizzontali di diverso colore rappresentano i percentili e le differenti ampiezze delle barre indicano la dispersione degli studenti intorno alla media e quindi la variazione nei risultati entro ogni paese. Questo significa che, ad esempio, tra i nostri studenti c'è un divario più contenuto tra i più bravi e i meno bravi (barra più corta) rispetto al divario più ampio che si rileva in Bulgaria o in Serbia (barre più lunghe), nonostante essi raggiungano lo stesso risultato medio.

Il punteggio medio dei nostri studenti, pur essendo un indicatore importante che denota una situazione di vantaggio nel confronto internazionale, nasconde in realtà differenze interne alla popolazione.

Figura 2.4 Distribuzione dei punteggi nella scala totale di matematica per area geografica - grado 4



() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

Per quanto riguarda le differenze di punteggio tra le diverse macro-aree geografiche in cui il campione italiano è diviso, le due macro-aree del Nord e il Centro riportano punteggi che non differiscono in modo significativo dalla media dell'Italia nel suo complesso.

Sud e Sud Isole, invece, registrano un punteggio più basso e significativamente inferiore alla media dell'Italia, con un valore, rispettivamente, di 503 e di 498 punti, sebbene, come vedremo nell'analisi dei dati di tendenza, queste differenze si stanno attenuando nel tempo.

2.3 Analisi dei risultati nei diversi domini

Nel rilevare le conoscenze e le abilità degli studenti partecipanti all'indagine TIMSS gli item utilizzati sono stati costruiti coniugando tre differenti domini di contenuto con i processi cognitivi che gli studenti mettono in atto nel risolvere i problemi di matematica. Nel precedente paragrafo, abbiamo visto che per il quarto anno di scolarità i domini di contenuto sono: numero, figure geometriche e misure, rappresentazione dei dati; mentre i domini cognitivi sono: conoscenza, applicazione e ragionamento.

2.3.1 Come sono andati gli studenti nei domini di contenuto

La Tabella 2.8, in appendice, riporta i punteggi medi dei paesi partecipanti per ciascuno dei tre domini di contenuto, mettendo in relazione questi risultati con quello raggiunto da ciascun paese sulla scala totale di matematica (stesso criterio utilizzato per ordinare i paesi nella tabella). Tale relazione viene riportata mettendo in evidenza la differenza di punteggio significativa tra la scala specifica di contenuto e quella totale. È possibile in questo modo rilevare che, per esempio, rispetto ai domini di contenuto, generalmente, tutti i paesi sembrano porre un' enfasi maggiore sul dominio numerico rispetto al dominio sulla rappresentazione dei dati. Nella maggior parte dei paesi, infatti, gli studenti hanno risposto più correttamente alle domande di numero che non a quelle di geometria e di statistica, sebbene vi sia una considerevole diversità nei punti di forza e di debolezza dei diversi paesi.

Tra i 56 paesi partecipanti per i quali è stato possibile stimare i punteggi nei singoli domini di contenuto, 27 paesi, compresa l'Italia, evidenziano il dominio del numero come punto di forza rispetto alla scala totale mentre sono 17 i paesi che presentano una debolezza (vale a dire, i paesi per i quali la media sulla scala di dominio del numero è significativamente inferiore a quella sulla scala totale di matematica). Per le altre due scale di contenuto, invece, sono complessivamente più numerosi i paesi che presentano una debolezza: 23 paesi hanno una media in geometria inferiore a quella totale in matematica (a fronte di 19 che presentano invece una forza relativa sul dominio delle figure geometriche e misure) e 33 paesi hanno una media nel dominio di rappresentazione dei dati inferiore alla scala totale in matematica (solo in 11 paesi partecipanti gli studenti hanno un punto di forza in questo dominio di contenuto). Quasi tutti i paesi presentano punti di forza o di debolezza in relazione al risultato complessivo dei propri studenti, ad eccezione della sola Albania, per la quale nessuna media specifica dei domini di contenuto si discosta da quella della scala totale in matematica.

Tra gli studenti italiani, si registra una differenza significativamente positiva (7 punti in più rispetto alla scala totale di matematica) per il contenuto numero e una differenza significativamente negativa in figure geometriche e misure e rappresentazione dei dati

(rispettivamente -5 punti e -17 punti).

Questo significa che le domande che riguardano la statistica sono quelle alle quali gli studenti di IV primaria hanno maggiori difficoltà a rispondere correttamente, mentre le domande relative al dominio numero sono quelle a loro più familiari.

Questo quadro nazionale si riscontra anche a livello territoriale (Figura 2.5; Tabella 2.7_naz in appendice): la maggior parte delle macro-aree presenta, infatti, un punto di forza in matematica nel dominio di contenuto numero (con uno scarto che va dai sette ai nove punti rispetto alla scala totale di matematica) ad eccezione del Nord Est che è l'unica macro-area a non presentare per questo dominio di contenuto un risultato significativamente diverso dalla propria media sulla scala di matematica totale. Tutte le macro-aree del territorio nazionale, inoltre, presentano uno svantaggio specifico rispetto al contenuto rappresentazione dei dati: il punteggio raggiunto in riferimento al contenuto statistico e di rappresentazione è infatti sempre significativamente inferiore alla media totale di matematica per ciascuna macro area del nostro paese.

Figura 2.5 Punteggi medi nei domini di contenuto in matematica, per area geografica - grado 4

Area Geografica	Punteggio medio nella scala totale	Numero (83 Items)		Figure geometriche e misure (52 Items)		Rappresentazione dei dati (36 Items)	
		Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale	Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale	Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale
Nord Ovest	521 (4,5)	527 (4,4)	7 (1,7) ▲	516 (5,7)	-4 (3,3)	506 (5,0)	-14 (3,2) ▼
Nord Est	524 (5,3)	529 (5,4)	5 (2,9)	520 (5,7)	-4 (1,9) ▼	512 (6,1)	-12 (2,5) ▼
Centro	521 (5,0)	528 (4,8)	7 (2,7) ▲	516 (6,2)	-5 (3,6)	506 (6,4)	-15 (3,6) ▼
Sud	503 (5,2)	512 (4,9)	9 (2,0) ▲	497 (6,7)	-6 (4,0)	482 (6,8)	-22 (3,8) ▼
Sud Isole	498 (7,6)	507 (7,8)	9 (2,9) ▲	496 (8,5)	-3 (2,9)	474 (8,7)	-24 (3,3) ▼
Italia	515 (2,4)	522 (2,5)	7 (1,2) ▲	510 (3,2)	-5 (2,0) ▼	498 (3,0)	-17 (1,5) ▼

▲ Punteggio della sottoscala significativamente più alto del punteggio nella scala totale

▼ Punteggio della sottoscala significativamente più basso del punteggio nella scala totale

Il numero di item indicato si riferisce agli item di matematica di TIMSS 2019 - quarto anno di scolarità - utilizzati nel calcolo di ciascuna scala.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

2.3.2 Come sono andati gli studenti nei domini cognitivi

La Tabella 2.11, in appendice, riporta i risultati medi dei paesi per ciascuno dei tre domini cognitivi (conoscenza, applicazione e ragionamento) mettendo in relazione questi risultati con quello raggiunto da ciascun paese sulla scala totale di matematica (criterio questo in base al quale sono stati anche ordinati i paesi nella tabella) ed esplicitando questa relazione attraverso la differenza di punteggio, e la relativa significatività, tra la scala specifica di processo cognitivo e quella totale.

È interessante notare che pochi paesi presentano un punto di forza nel dominio della

conoscenza, soprattutto nel confronto con il dominio dell'applicazione: 9 paesi, infatti presentano una media sul dominio della conoscenza superiore al punteggio ottenuto sulla scala totale di matematica, mentre sono 25 i paesi che ne riportano un punteggio significativamente inferiore; al contrario, in 24 paesi si rileva un punto di forza nel dominio dell'applicazione e solo in 10 una difficoltà relativa in questo dominio cognitivo. Anche rispetto al processo di ragionamento, è maggiore il numero di sistemi di istruzione (28 paesi) nei quali gli studenti presentano difficoltà specifiche rispetto a quelli che riescono a fare di questo processo cognitivo un punto di forza per i propri studenti (17 paesi).

I nostri studenti conoscono i concetti matematici essenziali e le proprietà del pensiero matematico in una misura che non si discosta significativamente dalle loro abilità matematiche complessive, mentre risultano mediamente più bravi nell'applicare questa conoscenza (solo 2 punti in più sulla scala specifica applicazione rispetto a quella totale di matematica, ma la differenza è significativa). I nostri studenti trovano invece sostanziali difficoltà nella capacità di pensare in modo logico e sistematico, riportando uno svantaggio specifico nel dominio del ragionamento di 11 punti rispetto ai loro risultati sulla scala totale di matematica e questa difficoltà si rileva indistintamente in ogni macro-area territoriale (Figura 2.6; Tabella 2.9_naz in appendice).

Figura 2.6 Punteggi medi nei domini cognitivi in matematica, per area geografica - grado 4

Area Geografica	Punteggio medio nella scala totale	Conoscenza (59 Items)		Applicazione (74 Items)		Ragionamento (38 Items)	
		Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale	Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale	Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale
Nord Ovest	521 (4,5)	521 (5,1)	0 (2,7)	523 (4,9)	3 (2,4)	510 (4,8)	-11 (2,9) ▽
Nord Est	524 (5,3)	525 (5,5)	1 (3,1)	525 (5,5)	1 (2,5)	514 (6,5)	-10 (4,8) ▽
Centro	521 (5,0)	522 (5,2)	1 (2,6)	524 (5,3)	3 (1,9)	509 (5,5)	-12 (3,1) ▽
Sud	503 (5,2)	502 (5,7)	-1 (2,8)	507 (5,2)	4 (2,4)	493 (5,0)	-11 (3,2) ▽
Sud Isole	498 (7,6)	497 (8,4)	-1 (4,7)	500 (7,8)	2 (3,1)	488 (7,1)	-11 (3,6) ▽
Italia	515 (2,4)	515 (3,0)	0 (2,0)	517 (2,6)	2 (1,2) ▲	504 (2,9)	-11 (2,0) ▽

▲ Punteggio della sottoscala significativamente più alto del punteggio nella scala totale
 ▽ Punteggio della sottoscala significativamente più basso del punteggio nella scala totale

Il numero di item indicato si riferisce agli item di matematica di TIMSS 2019 - quarto anno di scolarità - utilizzati nel calcolo di ciascuna scala.
 () Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

2.4 Livelli di rendimento in matematica

Per permettere un'interpretazione dei punteggi sulla scala di matematica in funzione delle abilità degli studenti, TIMSS descrive gli apprendimenti riferendosi a quattro *benchmark* (livelli) internazionali, che sono definiti "livelli di rendimento" e che corrispondono a quattro stadi, ciascuno dei quali rappresenta un insieme di conoscenze e abilità che gli alunni dovrebbero aver acquisito al quarto anno di scolarità: livello Avanzato (625), livello Alto (550), livello Intermedio (475) e livello Basso (400). Le descrizioni di ciascun livello sono state aggiornate da TIMSS 2015 sulla base di un'analisi dei quesiti ai quali gli studenti che si sono collocati in quel livello hanno risposto correttamente nelle prove TIMSS 2019.

La Figura 2.7 riassume ciò che gli studenti di quarta primaria sanno fare a ciascun livello della scala matematica in TIMSS 2019. La progressione degli apprendimenti in matematica è evidente da un *benchmark* all'altro, e va dal saper dimostrare conoscenze matematiche di base nel livello Basso alla loro applicazione e alla spiegazione della loro comprensione matematica nel livello Avanzato.

Figura 2.7 Descrizione dei *benchmark* internazionali nella scala totale di matematica - grado 4

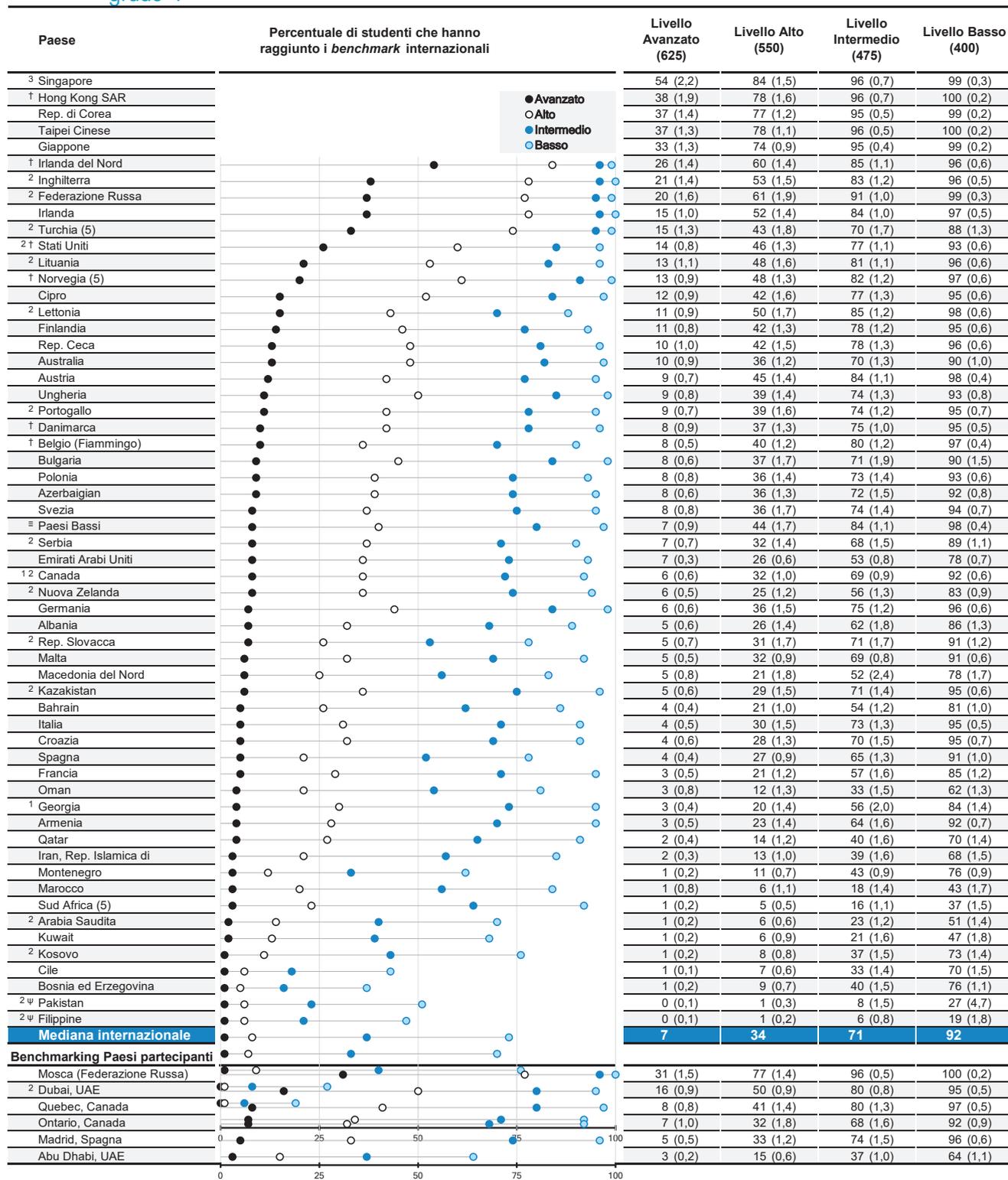
<input checked="" type="radio"/>	Livello Avanzato
625	<i>Gli studenti applicano la loro comprensione e conoscenza a una varietà di situazioni relativamente complesse e ne spiegano il ragionamento.</i> Risolvono una serie di problemi a più passaggi contenenti numeri interi; dimostrano di avere una comprensione delle frazioni e dei decimali. Essi applicano la conoscenza di una gamma di figure bi e tri dimensionali a molteplici situazioni. Interpretano e rappresentano i dati per risolvere problemi con più passaggi.
<input type="radio"/>	Livello Alto
550	<i>Gli studenti applicano la loro comprensione e conoscenza alla risoluzione di problemi.</i> Sono in grado di risolvere problemi che implicano due passaggi e che implicano operazioni con numeri interi; dimostrano di avere una comprensione della linea dei numeri, di multipli e fattori, sanno arrotondare numeri e svolgere operazioni con frazioni e decimali. Sono capaci di risolvere problemi semplici che implicano misurazioni. Dimostrano una comprensione delle proprietà geometriche delle figure e degli angoli. Sono in grado di interpretare e utilizzare i dati in tabelle e una varietà di grafici per risolvere problemi.
<input checked="" type="radio"/>	Livello Intermedio
475	<i>Gli studenti applicano conoscenze matematiche di base a situazioni semplici.</i> Sono in grado di svolgere operazioni con numeri interi a tre e quattro cifre in una varietà di situazioni. Dimostrano una qualche comprensione di frazioni e decimali. Sono capaci di identificare e disegnare figure con proprietà semplici. Sono in grado di leggere, etichettare e interpretare grafici e tabelle.
<input type="radio"/>	Livello Basso
400	<i>Gli studenti possiedono alcune conoscenze matematiche di base.</i> Sono in grado di sommare, sottrarre, moltiplicare e dividere numeri interi a una o due cifre e possono risolvere problemi semplici. Hanno una qualche conoscenza di semplici frazioni e delle forme geometriche più comuni. Gli studenti riescono a leggere e completare semplici grafici a barre e tabelle.

Fonte: IEA, TIMSS 2019

In questo paragrafo sono presentati i risultati degli studenti in TIMSS 2019 rispetto a ciascun livello in matematica e i risultati degli studenti italiani rispetto alle macro-aree territoriali di appartenenza.

La Figura 2.8 illustra invece i risultati a livello internazionale. I paesi partecipanti sono disposti in ordine decrescente in base alla percentuale di studenti a livello Avanzato. Per ciascun altro livello, il numero riportato rappresenta la percentuale cumulata, ottenuta dalla somma della percentuale di quel livello più la percentuale del/i livello/i immediatamente superiore/i.

Figura 2.8 Percentuale di studenti nei benchmark internazionali della scala totale di matematica - grado 4



ψ Il punteggio medio potrebbe non essere una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è compresa tra il 15% e il 25%.
() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

FONTE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study - TIMSS 2019

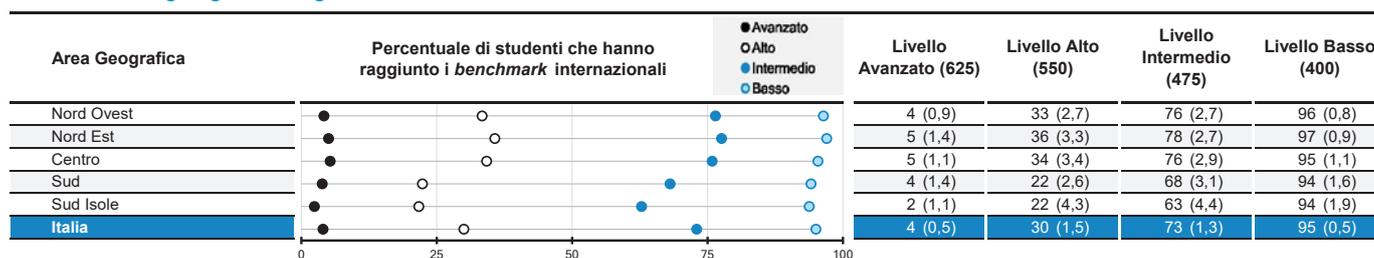
Al livello Avanzato, gli alunni sono in grado di applicare la comprensione e le conoscenze in una varietà di situazioni relativamente complesse e di spiegare il proprio ragionamento. Solo il 7% degli studenti, a livello internazionale, raggiunge questo *benchmark* (Tabella 2.6 in appendice); ma nei cinque paesi dell'Asia orientale con i migliori risultati a livello internazionale, le percentuali di studenti che al quarto anno di scolarità raggiungono il livello Avanzato sono molto alte: più della metà degli studenti a Singapore (54%) e più di un terzo a Hong Kong (38%), in Corea (37%), a Taipei (37%) e in Giappone (33%). L'Irlanda del Nord ha circa un quarto (26%) dei suoi studenti che hanno raggiunto il *Benchmark* Internazionale Avanzato, e l'Inghilterra e la Federazione Russa circa un quinto (rispettivamente, 21% e 20%).

Nella maggior parte dei paesi, meno del 10% degli studenti al quarto anno di scolarità dimostra di possedere abilità matematiche di livello Avanzato. Di converso, molti paesi TIMSS 2019 hanno avuto più del 90% degli studenti di quarta primaria che hanno raggiunto il *benchmark* Basso, che può essere considerato un livello di competenza minima a livello internazionale, ma in 6 di questi paesi, sostanzialmente tutti gli studenti hanno raggiunto questo *benchmark*: Hong Kong, Taipei, Singapore, Corea, Giappone e Federazione Russa dimostrano di avere sistemi scolastici che formano alte percentuali di studenti ad un livello Avanzato, ma riescono a formare al contempo tutti i propri studenti ad un livello minimo di competenza matematica.

In Italia, il *benchmark* avanzato è appannaggio solo del 4% di alunni.

In generale, su 58 paesi partecipanti, in ben 42 il livello Avanzato viene raggiunto dal 10% o meno degli studenti. Al livello Alto, che corrisponde a studenti in grado di applicare le conoscenze al fine di risolvere problemi, si

colloca il 27% degli alunni a livello internazionale e il 26% degli alunni italiani, quindi il 34% degli studenti a livello internazionale e il 30% degli studenti italiani raggiunge almeno questo *benchmark*. Il livello Intermedio equivale agli studenti che sono in grado di applicare la conoscenza matematica in situazioni semplici. Tale *benchmark* è raggiunto da almeno il 71% degli studenti a livello internazionale e da almeno il 73% degli studenti italiani. Infine, il livello Basso è caratterizzato da studenti che possiedono solo conoscenze matematiche di base e, in molti paesi, tale livello è raggiunto dalla quasi totalità degli alunni (92% in media a livello internazionale e 95% in Italia). Tra i paesi in cui la percentuale di studenti che non raggiunge nemmeno il livello Basso è superiore al 10% troviamo Francia, Nuova Zelanda, Turchia, Serbia e Albania.

Figura 2.9 Percentuale di studenti che raggiungono i *benchmark* internazionali per macro-area geografica - grado 4


() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

Per quanto riguarda le differenze nella distribuzione degli studenti sui livelli rispetto alla ripartizione territoriale in cui il campione italiano è diviso, si può osservare che il livello Avanzato presenta alcune differenze tra le diverse macro-aree, seppure contenute (Tabella 2.5_naz in appendice). Infatti, mentre per l'Italia nel suo complesso la percentuale di studenti che raggiunge questo livello è del 4%, per le diverse macro-aree geografiche si va dal 2% del Sud Isole al 5% del Centro e del Nord Est.

A livello Alto, le differenze tra le diverse macro-aree diventano più evidenti. Nel Nord Est il 36% degli studenti in totale raggiunge i primi due livelli (quasi 1/3 sul totale degli studenti al solo livello Alto), mentre nel Sud e nel Sud Isole solo il 22% (circa 1/5 sul totale degli studenti al solo livello Alto). Gli studenti del Nord Ovest e del Centro ottengono risultati omogenei tra di loro, di 3-4 punti percentuali superiore alla media nazionale. Tale andamento si presenta anche al livello successivo.

A livello Intermedio, tuttavia, i divari tra i valori percentuali nelle diverse macro-aree geografiche sono più contenuti: il Nord Ovest, il Nord Est e il Centro ottengono percentuali di studenti a livello Intermedio sostanzialmente uguale alla media nazionale (43%); mentre osserviamo che nel Sud (46%), gli studenti in grado di rispondere correttamente agli item relativi a questo livello sono il 5% in più rispetto a quelli del Sud Isole (41%).

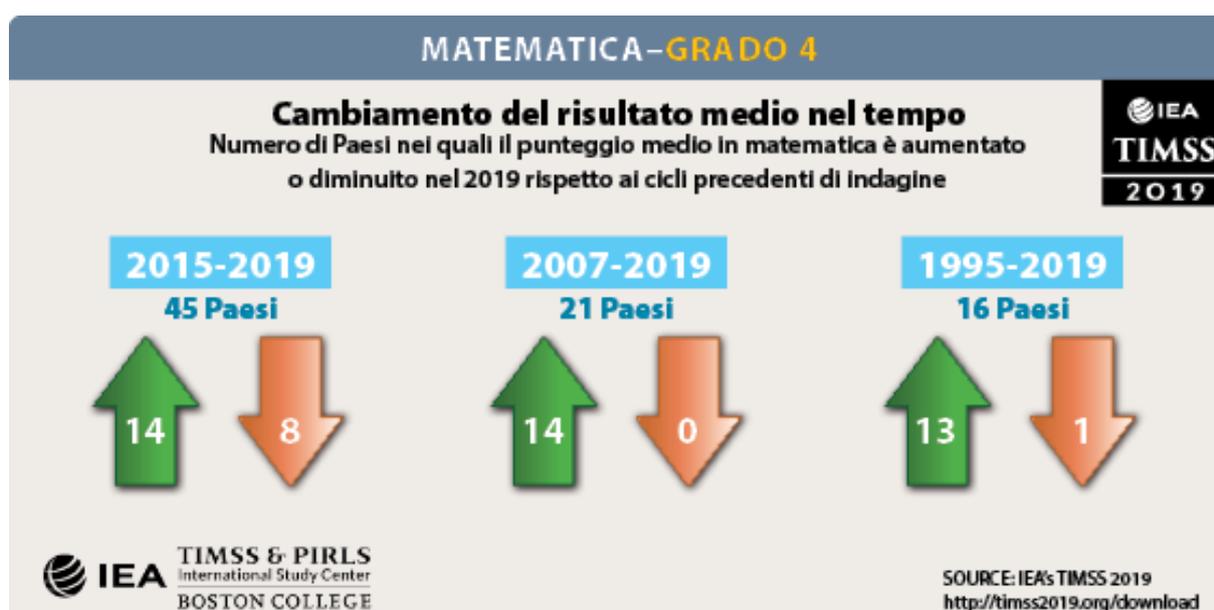
I dati rilevati al livello Basso della scala mostrano, naturalmente, un andamento contrario al precedente ma di analogo significato: gli studenti del Nord Ovest e Nord Est che raggiungono almeno il livello Basso sono, rispettivamente, il 96% e il 97%. Ad essi seguono le regioni del Centro (95%), mentre gli studenti del Sud e Sud Isole che raggiungono almeno il livello Basso sono il 94%.

2.5 Come è cambiato il rendimento in matematica degli studenti di quarta primaria

La tabella 2.2 in appendice illustra le differenze nel tempo della media dei risultati in matematica, per tutti i paesi che dispongono dei dati delle precedenti rilevazioni dell'indagine TIMSS, mentre la tabella 2.3, sempre in appendice, confronta anche le distribuzioni dei punteggi nel tempo. I paesi sono presentati in ordine alfabetico (nome in lingua inglese) in entrambe le figure. Le tendenze dei risultati in matematica al quarto anno di scolarità, a livello internazionale, segnalano più miglioramenti che flessioni attraverso i successivi cicli di indagine.

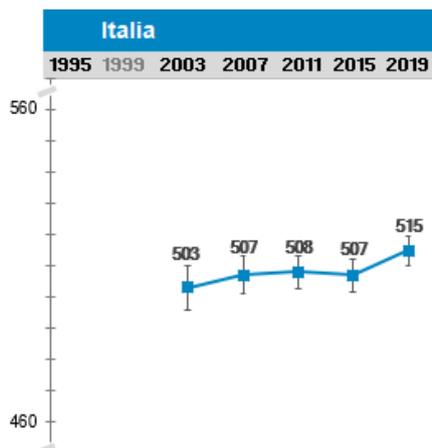
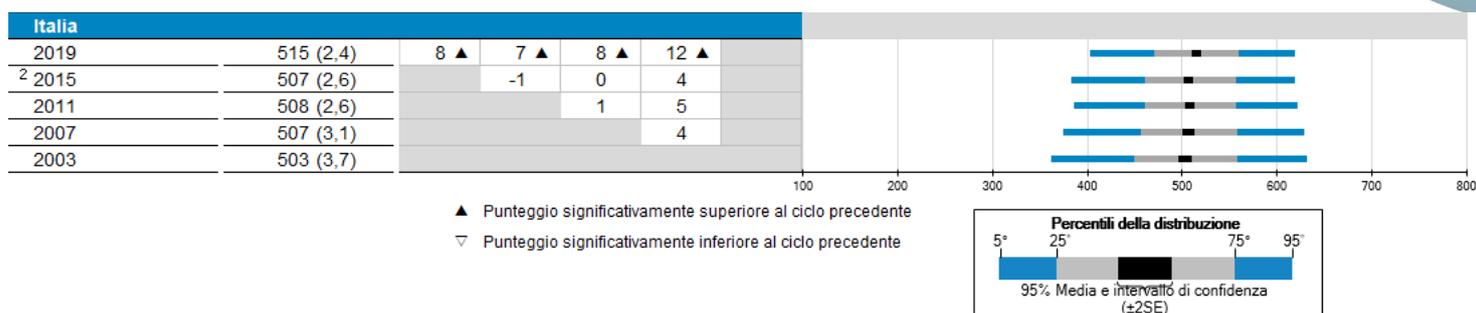
Nella Figura 2.10, possiamo leggere come, nel confronto più ravvicinato nel tempo, tra i 45 paesi che hanno partecipato sia a TIMSS 2015 che alla rilevazione del 2019, 14 hanno avuto un incremento della media dei risultati, mentre 8 hanno avuto un calo. L'andamento dei risultati medi tra il 2007 e il 2019, così come tra il 1995 e il 2019, mostra che, tra i diversi paesi partecipanti prevalgono quelli nei quali si è osservato un miglioramento rispetto a quelli nei quali si è registrato un calo. Nel 2019, tra i 21 paesi che hanno partecipato ad entrambe le rilevazioni, 14 paesi hanno registrato un incremento del punteggio medio in matematica e nessuna diminuzione. Nel 2019, rispetto al 1995, tra i 16 paesi che hanno partecipato ad entrambe le rilevazioni, ci sono stati 13 aumenti nella media dei risultati e 1 diminuzione.

Figura 2.10 Cambiamento del risultato medio nel tempo nei paesi - grado 4



Fonte: IEA, TIMSS 2019

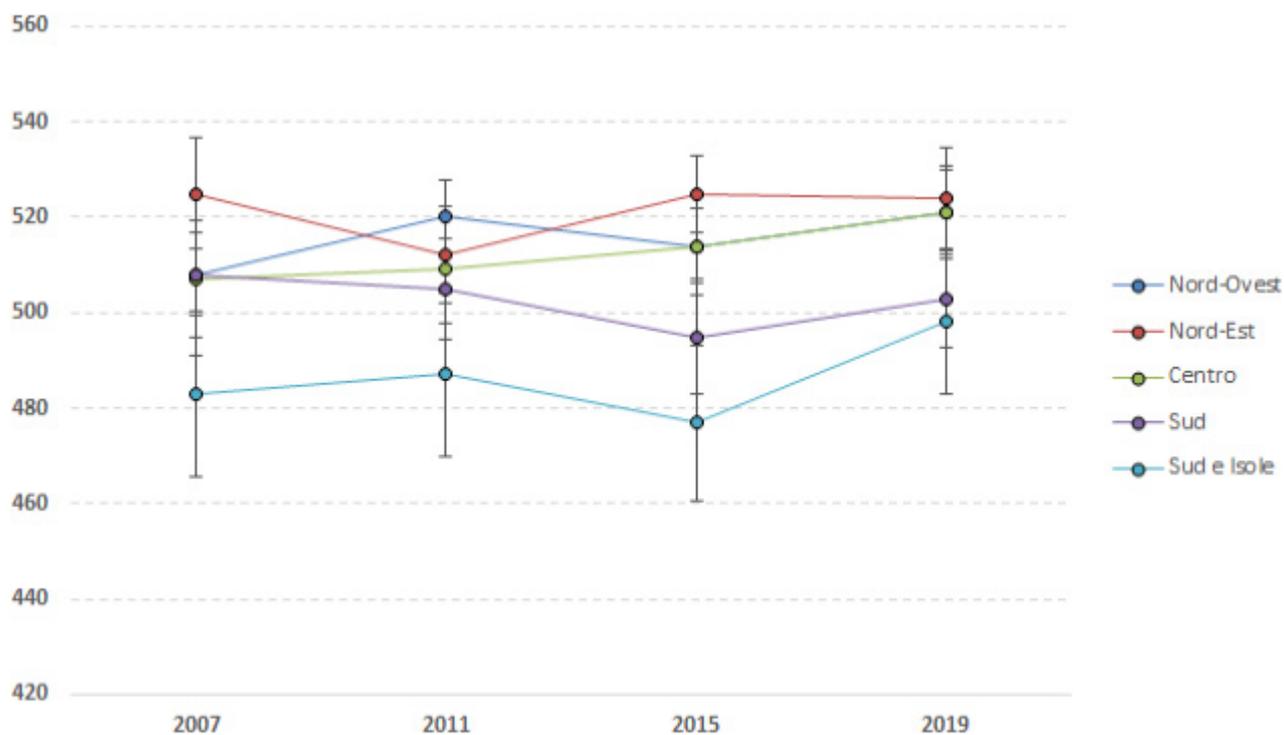
Figura 2.11 Andamento del punteggio medio in Matematica dal 2003 al 2019 - grado 4



Fonte: IEA, TIMSS 2019

Sulla base dell'andamento del rendimento medio attraverso i cicli TIMSS, si rileva che i nostri studenti ottengono nel 2019 risultati medi significativamente superiori a quelli di tutti i precedenti cicli di indagine. In particolare, osservando la distribuzione dei punteggi riprodotta in Figura 2.11, si evince che all'incremento nella media del risultato si accompagna il progressivo restringimento dell'intervallo di distribuzione dei risultati, imputabile soprattutto al progressivo miglioramento dei punteggi nella parte bassa delle distribuzioni: gli studenti italiani che ottengono i punteggi più bassi (ovvero al 5° percentile) si collocano nel 2019 a 403 punti sulla scala di matematica, 41 punti sopra gli studenti che avevano i punteggi più bassi nel 2003 (362). Come a dire che oggi la scuola ha portato tutti gli studenti ad essere mediamente più bravi in matematica perché ha portato soprattutto i meno bravi ad aver migliorato i propri risultati, restringendo anche la distanza che li separa da quelli più bravi. Di contro, anche se in misura minore, gli studenti che nel 2003 risultavano più bravi (95° percentile) avevano un punteggio medio in matematica di 632, mentre nel 2019 tale punteggio è di 619 (13 punti in meno). Se analizziamo il cambiamento nel punteggio in matematica a livello di macro-area, notiamo invece che i risultati a livello territoriale non sono cambiati nel tempo in modo significativo e il Nord Ovest è l'unica macro-area che ottiene in TIMSS 2019 un punteggio statisticamente superiore a quello osservato in TIMSS 2007 (Figura 2.12; Tabella 2.2_naz in appendice).

Figura 2.12 Andamento nel tempo del punteggio medio in matematica dal 2007 al 2019 per macro-area geografica – grado 4



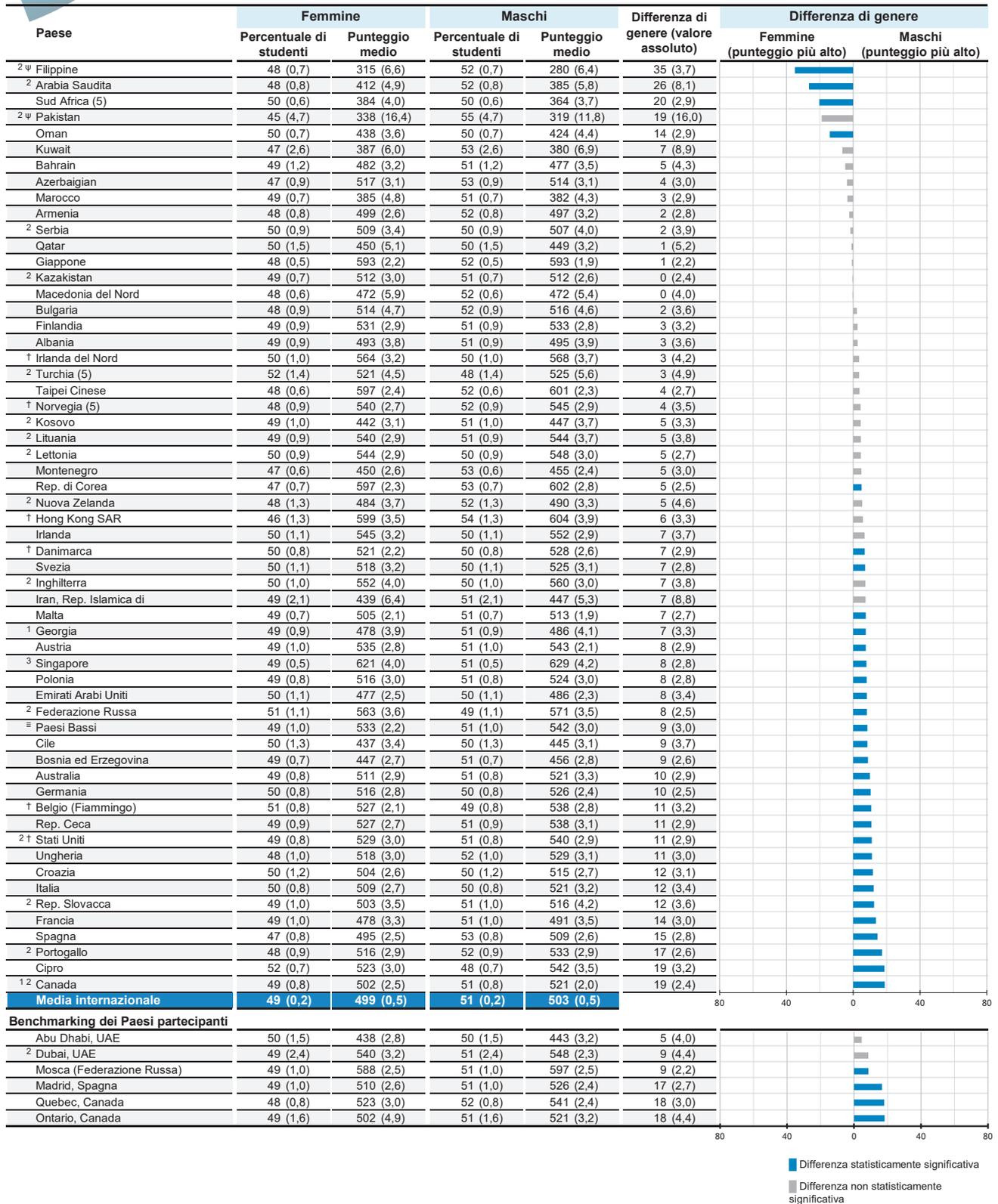
Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

2.6 Differenze di genere nel rendimento in matematica

I risultati TIMSS possono essere letti anche in modo disaggregato in base al genere e osservare se vi sia o meno un livello diverso di prestazioni in matematica tra bambini e bambine al quarto anno di scolarità. La Figura 2.13 riporta, in tabella, i punteggi medi di maschi e femmine e, nel grafico sulla parte destra della figura, le differenze tra le medie dei risultati delle due categorie: le barre di colore azzurro evidenziano le differenze che hanno una significatività statistica. La Figura 2.14 riassume la situazione dei paesi partecipanti rispetto alle differenze di genere in matematica: in quasi la metà dei 58 paesi partecipanti, i bambini al quarto anno di scolarità hanno ottenuto risultati medi superiori a quelli delle bambine. Precisamente, solo in 4 paesi (due dei quali arabi e nessuno europeo) le bambine hanno ottenuto risultati medi più elevati rispetto ai bambini, in 27 paesi vi è stata parità di genere nella media dei risultati in matematica mentre in altrettanti 27 paesi i bambini hanno ottenuto risultati medi più elevati rispetto alle bambine e in 9 di questi il vantaggio dei maschi era già stato rilevato nel 2015.

L'Italia si colloca proprio in quest'ultimo gruppo di paesi: la differenza di genere in matematica, statisticamente significativa, è a favore dei maschi che ottengono il punteggio medio di 521 punti contro i 509 delle femmine, con un vantaggio di 12 punti sulla scala.

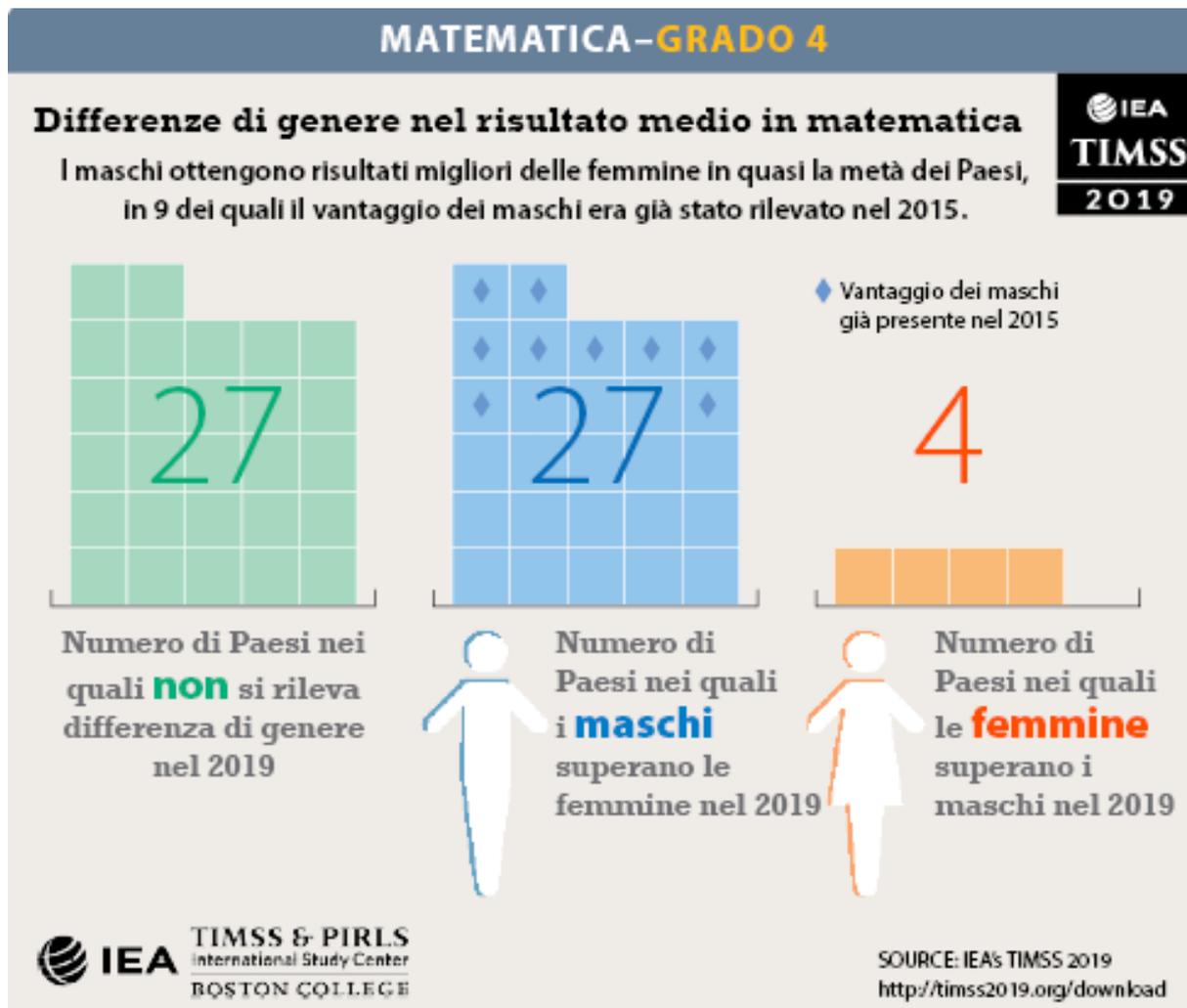
Figura 2.13 Differenze di genere nel punteggio in matematica - grado 4



^ψ Il punteggio medio potrebbe non essere una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è compresa tra il 15% e il 25%.
 () Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

FONTE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study - TIMSS 2019

Figura 2.14 Differenze di genere nel punteggio in matematica – sintesi dei paesi - grado 4



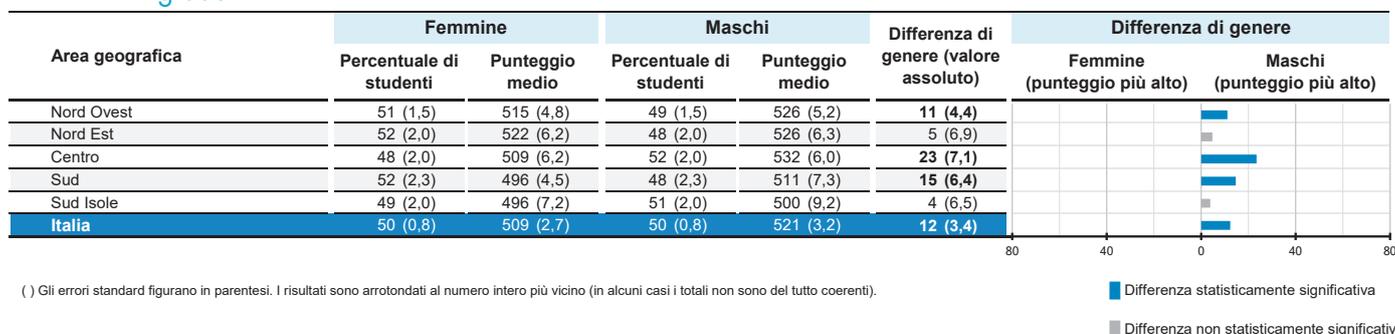
Fonte: IEA, TIMSS 2019

La differenza di genere in Italia è però più contenuta rispetto alla precedente rilevazione TIMSS: nel 2015, infatti, la differenza di punteggio era di 20 punti a vantaggio dei bambini ed era la più alta tra quelle di tutti i paesi partecipanti.

Nei risultati disaggregati per area geografica, si osserva che la diminuzione della differenza media a livello nazionale può essere attribuita alla consistente contrazione del *gap* di genere in quasi tutte le macro-aree e in particolare nel Nord Est, dove oggi maschi e femmine raggiungono gli stessi risultati in matematica avendo ridotto il divario in termini di punteggio di due terzi in quattro anni. Anche il Sud, sebbene la differenza di genere permanga significativa a vantaggio dei maschi, oggi presenta un'incidenza più contenuta (pari a 15 punti in TIMSS 2019) rispetto al precedente ciclo di indagine (26 punti in TIMSS 2015). La stessa situazione si osserva in media nelle scuole del Nord Ovest dove, sebbene la differenza di genere sia ancora significativa, l'attuale svantaggio delle femmine (-11 punti, nel 2019) risulta comunque dimezzato rispetto al 2015, quando in media 22 punti separavano le *performance* di bambini e bambine.

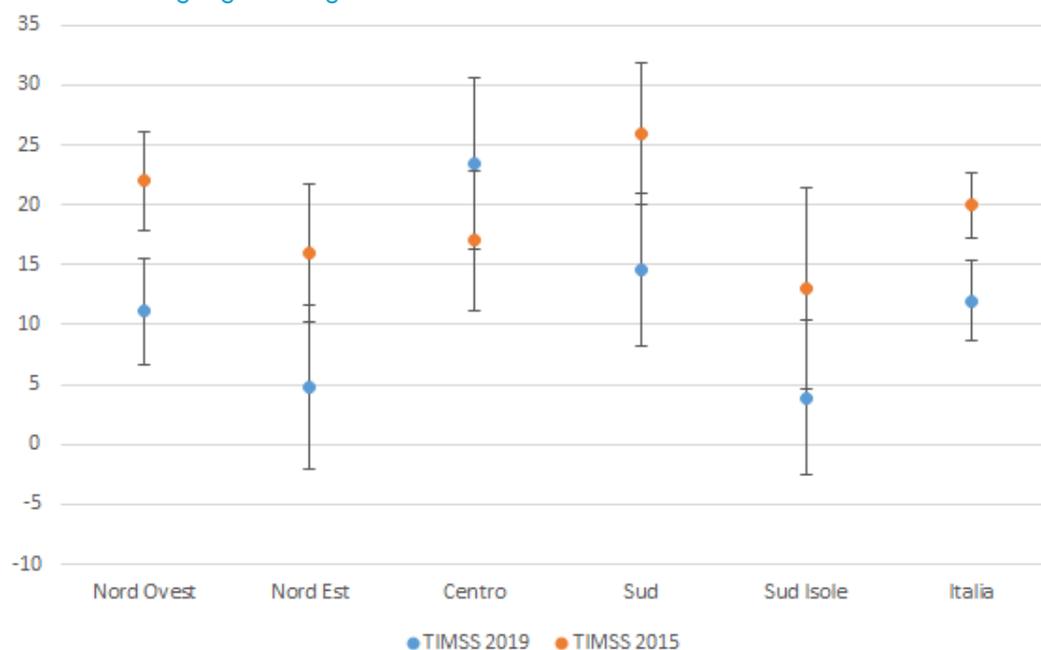
Il Centro rappresenta un caso anomalo rispetto a questa tendenza e oggi è l'area geografica con la maggiore incidenza della differenza di genere sulla media nazionale (ben 23 punti a favore dei maschi, 17 punti nel 2015).

Figura 2.15 Differenze di genere nel punteggio in matematica, per macro-area geografica - grado 4



Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

Figura 2.16 Descrizione delle differenze di genere in matematica TIMSS 2019 e TIMSS 2015, per macro-area geografica - grado 4



Fonte: TIMSS 2015 e TIMSS 2019, Database INVALSI

Osservando le differenze di genere in matematica nel dettaglio dei domini, osserviamo che, a livello medio nazionale, il vantaggio dei maschi sulla scala totale di matematica, si può scomporre nel loro vantaggio relativo in tutti i domini, sia di contenuto sia di processo cognitivo. La stessa situazione si rileva in media per le scuole del Centro, dove la differenza di genere incide maggiormente e presenza un'incidenza in ogni dominio. Di converso, nelle due macro-aree geografiche, Nord Est e Sud Isole, che sono riuscite ad azzerare nel tempo questo divario possiamo osservare che bambini e bambine

raggiungono lo stesso livello di abilità matematica indistintamente su ogni ambito di conoscenza così come per ogni operazione mentale richiesta nell'affrontare questioni matematiche.

Figura 2.17 Differenze di genere nel punteggio in matematica per domini di contenuto, per macro-area geografica - grado 4

Area geografica	Numero (83 Items)		Figure geometriche e misure (52 Items)		Rappresentazione dei dati (36 Items)	
	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi
Nord Ovest	522 (5,0)	533 (4,9) ▲	512 (5,8)	521 (6,7)	500 (6,5)	513 (5,6) ▲
Nord Est	527 (5,8)	532 (6,9)	516 (7,0)	524 (6,4)	507 (7,9)	517 (7,5)
Centro	514 (5,3)	540 (5,9) ▲	503 (7,3)	527 (6,8) ▲	492 (7,6)	520 (7,1) ▲
Sud	504 (4,7)	521 (6,6) ▲	491 (6,8)	504 (8,7)	471 (6,5)	494 (8,6) ▲
Sud Isole	505 (8,0)	510 (8,7)	495 (8,4)	497 (9,9)	470 (9,3)	478 (9,7)
Italia	515 (2,5)	529 (3,2) ▲	504 (3,5)	516 (3,7) ▲	490 (3,6)	507 (3,8) ▲

▲ Media significativamente più alta rispetto all'altro genere

Il numero di item indicato si riferisce agli item di matematica di TIMSS 2019 - quarto anno di scolarità - utilizzati nel calcolo di ciascuna scala.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

Figura 2.18 Differenze di genere nel punteggio in matematica per domini cognitivi, per macro-area geografica - grado 4

Area geografica	Conoscenza (59 Items)		Applicazione (74 Items)		Ragionamento (38 Items)	
	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi
Nord Ovest	515 (5,2)	528 (6,0) ▲	519 (5,2)	528 (5,7)	501 (6,1)	518 (4,8) ▲
Nord Est	521 (5,9)	530 (6,7)	522 (6,2)	529 (6,7)	508 (7,6)	521 (7,8)
Centro	509 (6,1)	533 (5,7) ▲	512 (6,2)	535 (5,7) ▲	493 (6,3)	524 (6,0) ▲
Sud	493 (5,5)	512 (7,9) ▲	500 (5,2)	515 (7,0) ▲	482 (4,5)	505 (7,6) ▲
Sud Isole	494 (8,2)	500 (9,8)	498 (7,1)	502 (9,7)	482 (7,1)	493 (8,6)
Italia	508 (3,3)	522 (3,7) ▲	511 (2,9)	523 (3,3) ▲	494 (3,5)	514 (3,5) ▲

▲ Media significativamente più alta rispetto all'altro genere

Il numero di item indicato si riferisce agli item di matematica di TIMSS 2019 - quarto anno di scolarità - utilizzati nel calcolo di ciascuna scala.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

2.7 Sintesi

Dall'analisi dei dati relativi alla matematica per il quarto anno di scolarità si evidenzia quanto segue:

- nel complesso l'Italia ottiene un punteggio medio di 515 punti, significativamente superiore alla media internazionale (500); si evidenzia, a livello internazionale, il distacco tra cinque paesi asiatici (Singapore, Rep. di Corea, Taipei Cinese, Hong Kong e Giappone) e il resto dei paesi partecipanti;
- per quanto riguarda i diversi domini di contenuto, si registra una differenza significativamente positiva (7 punti in più rispetto alla scala totale di matematica) per il contenuto numero e una differenza significativamente negativa in figure geometriche e misure e rappresentazione dei dati (rispettivamente 5 punti e 17 punti in meno). Ciò vuol dire che i quesiti che riguardano la statistica sono quelli in cui gli studenti di IV primaria hanno più difficoltà, mentre le domande di numero sono quelle a loro più familiari;
- relativamente ai domini cognitivi, i nostri studenti risultano mediamente più bravi nell'applicare la conoscenza matematica, mentre incontrano sostanziali difficoltà nella capacità di pensare in modo logico e sistematico, riportando uno svantaggio specifico nel dominio del ragionamento di 11 punti rispetto ai loro risultati sulla scala totale di matematica;
- in Italia, solo il 4% degli studenti raggiunge il livello Avanzato, contro il 7% a livello medio internazionale; ma questi studenti sono più della metà del totale a Singapore e un quarto in Irlanda del Nord. Di converso, in Italia, la quasi totalità degli studenti dimostra di possedere almeno conoscenze matematiche di base (95% sono almeno al livello Basso, 92% a livello internazionale), mentre in alcuni sistemi come quello francese o neozelandese, ad esempio, più del 10% degli studenti non raggiunge nemmeno questo livello;
- a livello di area geografica, le regioni del Sud e del Sud Isole conseguono risultati significativamente inferiori rispetto all'Italia nel suo complesso mentre tutte le altre macro-aree hanno un punteggio in linea con il dato nazionale. Si conferma la tendenza italiana per cui nelle regioni del Nord Italia e del Centro un maggior numero di studenti (più di uno su tre) è in grado di raggiungere il livello Alto di rendimento rispetto agli studenti delle regioni del Sud Italia (meno di uno su quattro). La percentuale di studenti che non raggiunge nemmeno il livello Basso, in compenso, è molto contenuta e inferiore al 6% in tutte le macro-aree, Sud Isole compreso, che nel 2015 aveva il 14% di studenti sotto questo livello;
- in Italia, inoltre, sono presenti differenze legate al genere: siamo ancora tra i paesi con una differenza a favore dei maschi che conseguono risultati statisticamente superiori a quelli delle femmine (521 maschi vs 509 femmine). Lo svantaggio delle

femmine sta però tendenzialmente diminuendo in media a livello nazionale e in modo considerevole a livello di singole macro-aree, ad eccezione del Centro che sembra essere l'unica macro-area geografica che non riesce a contenere la differenza dei risultati tra maschi e femmine.

Riferimenti

IEA (2017). TIMSS 2019 Mathematics Framework, <http://timss2019.org/wp-content/uploads/frameworks/T19-Assessment-Frameworks-Chapter-1.pdf>

CAPITOLO 3

RISULTATI IN MATEMATICA NELLA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

In questo capitolo sono descritti i risultati in matematica degli studenti che frequentano il grado 8, cioè il terzo anno di scuola secondaria di primo grado.

In primo luogo, viene presentata brevemente l'organizzazione del quadro teorico di riferimento e, successivamente, sono commentati i risultati italiani sia rispetto alla comparazione internazionale, sia rispetto ai confronti all'interno del paese.

3.1 Quadro di riferimento di matematica

La struttura generale di rilevazione si articola intorno a due dimensioni: la dimensione di contenuto, che specifica l'argomento che deve essere valutato, e la dimensione cognitiva, che specifica i processi di pensiero e ragionamento che devono essere valutati. Le Figure 3.1a e 3.1b descrivono l'articolazione delle due dimensioni e la percentuale di materiale test dedicato.

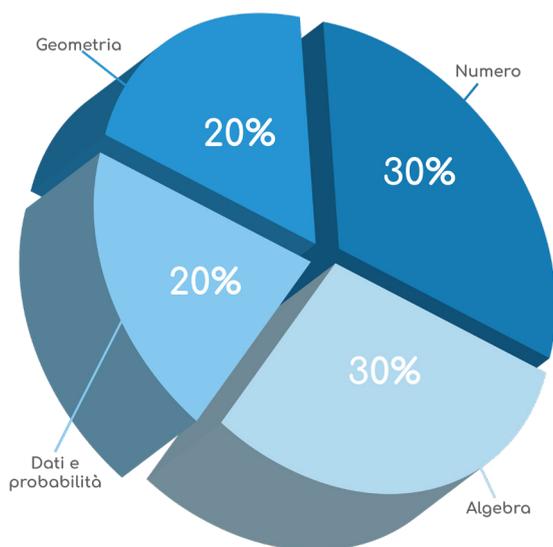
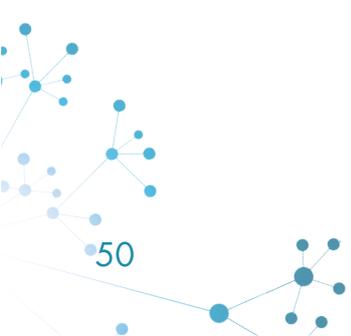
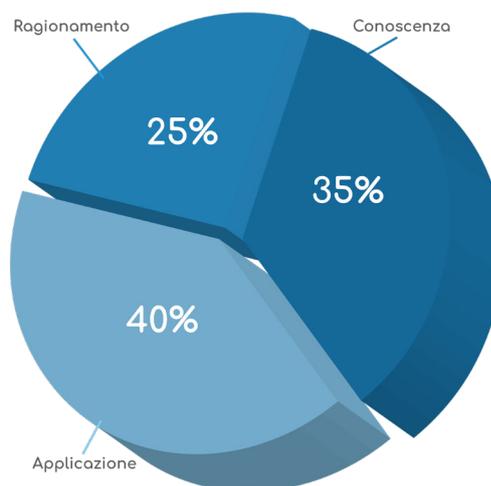


Figura 3.1a Percentuale di materiale test per la rilevazione dei domini della dimensione contenuto - grado 8

Figura 3.1b Percentuale di materiale test per la rilevazione dei domini della dimensione cognitiva - grado 8



3.1.11 domini di contenuto

Come mostrato nella Figura 3.1a, la dimensione di contenuto comprende diverse aree alle quali è stato dato circa lo stesso peso all'interno della rilevazione. Ciascuna area, a sua volta, comprende diversi argomenti specifici descritti qui di seguito.

Numero

Per l'ottavo anno di scolarità, l'area dei numeri comprende i seguenti argomenti: 1) Numeri interi (10%); 2) Frazioni e numeri decimali (10%); 3) Rapporti, proporzioni e percentuali (10%). Sulla base di quanto appreso a scuola, gli studenti dell'ottavo anno dovrebbero possedere una conoscenza avanzata del concetto di numero, così come una maggiore comprensione dei numeri razionali (interi, frazionari, decimali). Gli studenti dovrebbero essere in grado di eseguire operazioni con i numeri interi e, relativamente alle frazioni e ai numeri decimali, dovrebbero essere in grado di eseguire delle operazioni e comprendere i simboli che li rappresentano. Gli studenti dovrebbero anche comprendere che i numeri decimali, così come le frazioni o i numeri interi sono una sola entità: un singolo numero razionale può essere rappresentato in molti modi e gli studenti devono essere in grado di riconoscere la distinzione delle diverse rappresentazioni, ragionare e operare con esse. Gli studenti dovrebbero essere in grado infine di risolvere problemi che riguardano rapporti, proporzioni e percentuali.

Algebra

Il 30% del materiale test è costituito da prove di algebra che, a sua volta, comprende due argomenti: 1) Espressioni, operazioni ed equazioni (20%); 2) Relazioni e funzioni (10%).

Modelli e relazioni sono frequenti nel mondo reale e l'algebra ci permette di rappresentarle matematicamente. Gli studenti dovrebbero essere in grado di risolvere problemi reali usando modelli algebrici e spiegare relazioni utilizzando concetti algebrici e spiegare relazioni che riguardano concetti algebrici. Devono comprendere che quando c'è una formula che coinvolge due quantità, se si conosce una, possono trovare l'altra algebricamente o per sostituzione. Questa comprensione concettuale può estendersi alle equazioni lineari per calcolare cose che crescono con un rapporto costante. Le funzioni possono anche essere usate per descrivere quello che succede a una variabile quando cambia un'altra variabile associata ad essa.

Geometria

L'argomento principale dell'area geometria riguarda le forme geometriche e la loro misurazione (20%). Gli studenti dell'ottavo anno dovrebbero essere in grado di analizzare le proprietà di una serie di figure piane e tridimensionali e di calcolarne perimetro, area e volume. Dovrebbero essere in grado di risolvere problemi e fornire spiegazioni sulla base di relazioni geometriche come congruenza, similitudine e il Teorema di Pitagora.

L'area dati e probabilità è rappresentata dal 20% del materiale test. In particolare il 15% rappresenta l'argomento dati; il 5% l'argomento probabilità. Le forme tradizionali di rappresentazione dei dati (per es. grafici a barre, a linee, a torta) sono sempre più frequentemente sostituite da una serie di nuove forme grafiche di rappresentazione (per es. infografiche). Gli studenti che si trovano all'ottavo anno di scuola dovrebbero essere in grado di leggere ed estrarre significati importanti da una varietà di rappresentazioni visive. Per gli studenti di questo grado di scolarità è anche importante avere familiarità con le statistiche associate alle distribuzioni dei dati e alla loro relazione con la forma grafica che li rappresenta. Gli studenti dovrebbero conoscere come i dati si raccolgono, organizzano e rappresentano. Infine, dovrebbero possedere i concetti iniziali legati alla probabilità.

3.1.2 I domini cognitivi

Gli studenti, per rispondere correttamente ai quesiti dell'indagine, non devono soltanto avere una certa familiarità con i contenuti di matematica oggetto della rilevazione, ma devono anche dimostrare di avere un certo numero di abilità cognitive (vedi Figura 3.1b). La descrizione di queste abilità gioca un ruolo cruciale nello sviluppo di un'indagine come TIMSS 2019, poiché queste sono fondamentali per garantire che l'indagine comprenda un adeguato ventaglio di abilità cognitive attraverso i domini di contenuto già delineati. Le caratteristiche dei domini cognitivi descritte in questo paragrafo sono le stesse di quelle sviluppate per il quarto grado della scuola primaria. Cambia, naturalmente, la difficoltà e il livello di abilità necessarie a risolvere i relativi quesiti.

Il primo dominio, conoscenza, riguarda i fatti, i concetti e le procedure che gli studenti devono conoscere; il secondo dominio, applicazione, è incentrato sull'abilità degli studenti di applicare nozioni e conoscenze concettuali per risolvere problemi o rispondere a domande. Il terzo dominio, ragionamento, va oltre la soluzione di problemi di routine per includere situazioni non familiari, contesti complessi e problemi che richiedono una soluzione in più fasi. Questi tre domini cognitivi vengono utilizzati per entrambi i livelli di scolarità, tuttavia le percentuali di quesiti dei diversi domini variano fra il quarto e l'ottavo anno in relazione alla differenza di età e di esperienza degli studenti delle due

classi. Per entrambi i livelli di scolarità, ciascun dominio di contenuto include quesiti sviluppati per valutare gli studenti in ciascuno dei tre domini cognitivi. Ad esempio, il dominio numero, così come gli altri domini di contenuto, include quesiti di conoscenza, applicazione e ragionamento.

Conoscenza

La facilità con cui si applica la matematica, o il ragionamento in situazioni matematiche, dipende dalla familiarità con i concetti matematici e dalla facilità con cui si ricorre alle capacità matematiche. Più uno studente è in grado di ricordare conoscenze rilevanti e più è ampia la gamma di concetti che riesce a comprendere, maggiore sarà la possibilità di impegnarsi in una vasta gamma di situazioni problematiche.

Senza l'accesso a una base di conoscenze che permetta il richiamo del linguaggio, delle nozioni di base, delle convenzioni numeriche e delle relazioni spaziali, gli studenti troverebbero impossibile un pensiero matematico mirato.

Le procedure costituiscono un ponte tra le conoscenze di base e l'uso della matematica per risolvere i problemi, soprattutto quelli incontrati nella vita di tutti i giorni. In sostanza, la facilità con cui si usano le procedure permette il richiamo di insiemi di azioni e come portarle avanti. Gli studenti devono essere efficienti nell'utilizzo di procedure e strumenti di calcolo. Devono essere in grado di vedere che determinate procedure permettono di risolvere classi di problemi, non solamente singoli problemi.

Tavola 3.1. Elementi del dominio di conoscenza

Ricordare	Ricordare definizioni, terminologia, proprietà dei numeri, unità di misura, proprietà geometriche e notazioni (ad es., $a \times b = ab$, $a + a + a = 3a$)
Riconoscere	Riconoscere numeri, espressioni, quantità e forme. Riconoscere entità matematiche che siano matematicamente equivalenti (per es. frazioni equivalenti, decimali e percentuali; diversi orientamenti di figure geometriche semplici).
Classificare/ Ordinare	Classificare/raggruppare oggetti, forme, numeri ed espressioni secondo proprietà comuni.
Fare calcoli	Svolgere procedure algoritmiche per $+$, $-$, \times , $:$, o una combinazione di queste con numeri naturali, frazioni, decimali e numeri interi. Eseguire procedure algebriche di routine.
Recuperare	Recuperare informazioni da grafici, tabelle, testi o altre fonti
Misurare	Usare strumenti di misura e scegliere unità di misura appropriate

Applicazione

Il dominio applicazione prevede l'applicazione della matematica a una varietà di contesti. In tale dominio, i fatti, i concetti e i procedimenti, come anche i problemi, dovrebbero risultare familiari agli studenti. Per alcuni quesiti appartenenti a questo dominio, gli studenti devono applicare la conoscenza matematica, le abilità e i procedimenti matematici o la comprensione di concetti matematici per creare rappresentazioni. Saper rappresentare le idee costituisce il nucleo del pensiero e della comunicazione in matematica, come anche la capacità di creare rappresentazioni equivalenti è ugualmente fondamentale per riuscire bene in questa disciplina. Saper risolvere i problemi è un punto centrale del dominio applicazione, con un' enfasi su compiti più familiari e di routine. I problemi possono essere ambientati in situazioni di vita reale o possono riguardare soltanto pure questioni matematiche, includendo, ad esempio, espressioni numeriche o algebriche, funzioni, equazioni, figure geometriche o insiemi di dati statistici.

Tavola 3.2 Elementi del dominio applicazione

Scegliere	Scegliere un'operazione efficace/appropriata, un metodo o una strategia per risolvere problemi per i quali esiste un metodo di soluzione comunemente noto.
Rappresentare	Rappresentare i dati in grafici; generare un modello appropriato come un'equazione, una figura geometrica o un diagramma per risolvere una situazione problematica; generare rappresentazioni equivalenti di una data entità o relazione matematica.
Attuare	Mettere in pratica un insieme di strategie o operazioni per risolvere un problema caratterizzato da concetti e procedimenti matematici familiari per gli studenti

Ragionamento

Il ragionamento matematico riguarda la capacità di pensare in modo logico e sistematico. Esso include il ragionamento intuitivo e induttivo basato su schemi e regolarità che si possono usare per arrivare alla soluzione di problemi non di routine. Tali problemi potrebbero essere puramente matematici o potrebbero riguardare la vita reale. Entrambi i tipi di quesiti includono il trasferimento di conoscenze e abilità a nuove situazioni e l'interazione fra diverse abilità di ragionamento è una caratteristica di questi tipi di quesito. Quando si pensano e si risolvono problemi nuovi o complessi, la capacità di ragionamento attinge a molte abilità cognitive, ciascuna delle quali è un prezioso risultato dell'istruzione matematica e ha la capacità di influenzare in modo più generale il

pensiero degli allievi. Ad esempio, il ragionamento include anche l'abilità di osservare e fare congetture e deduzioni logiche basate su precisi presupposti e regole e anche giustificare i risultati.

Tavola 3.3 Elementi del dominio ragionamento

Analizzare	Determinare, descrivere o utilizzare relazioni tra numeri, espressioni, quantità e forme
Integrare/ Sintetizzare	Fare collegamenti fra elementi diversi di conoscenza, rappresentazioni correlate e procedimenti per arrivare alla soluzione di un problema.
Valutare	Valutare strategie e soluzioni alternative per la soluzione di un problema.
Trarre delle conclusioni	Fare delle deduzioni valide sulla base di dati e prove.
Generaliz- zare	Riformulare i risultati in termini più generali che renda la soluzione di un problema applicabile su una scala più ampia.
Giustificare	Fornire una giustificazione matematica a sostegno di una strategia o di una soluzione.

3.2. Come siamo andati in matematica nella scuola secondaria di primo grado

Dal punto di vista del rendimento generale, i nostri studenti hanno ottenuto sulla scala totale di matematica un punteggio medio di 497 punti; risultato in linea con il dato internazionale (500) (Tabella 3.1 in appendice). Rispetto agli altri paesi, il punteggio degli

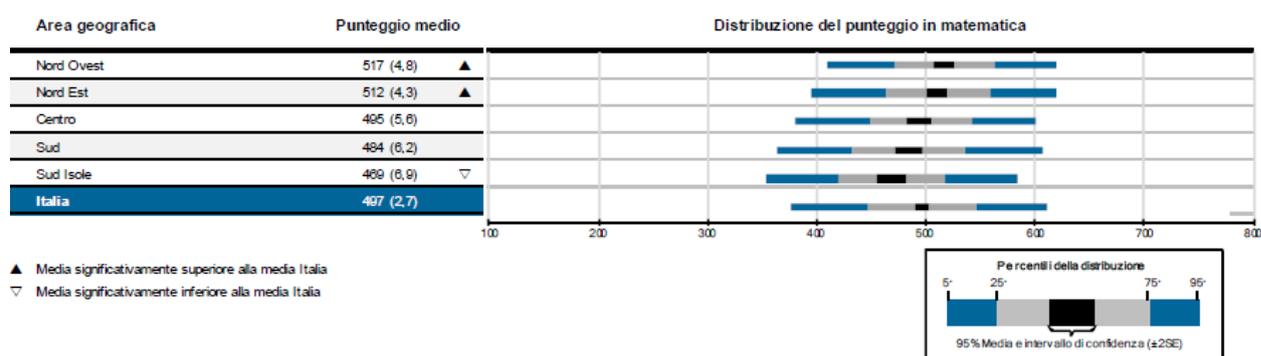
L'abilità degli studenti italiani è in linea con quella internazionale. Risultati migliori al nord.

studenti italiani è risultato inferiore non solo a quello degli studenti dell'area asiatica (ad es. Singapore, Hong Kong, Repubblica di Corea), ma anche a quello di diversi paesi europei. La distribuzione dei punteggi italiani, nei termini della differenza di punteggio tra studenti meno bravi – 5° percentile –

e studenti più bravi – 95° percentile, è risultata più contenuta di molti paesi, soprattutto di quelli con il punteggio medio più elevato.

I risultati nelle diverse aree del paese hanno messo in luce un'abilità degli studenti del Nord Est e del Nord Ovest superiore sia a quella delle altre macro-aree, sia a quella media nazionale (Figura 3.2; Tabella 3.1_naz in appendice). La distribuzione dei punteggi, inoltre, è risultata avere una maggiore variabilità nelle aree del mezzogiorno rispetto a quelle del settentrione. In quest'ultime, la distanza che separa gli studenti più abili da quelli meno abili è 211 punti; nel meridione la differenza va da 230 a 244 punti).

Figura 3.2 Distribuzione dei punteggi nella scala totale di matematica per area geografica - grado 8



() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

3.3. Analisi dei risultati nei diversi domini

Come abbiamo descritto precedentemente, l'abilità matematica è stata divisa in due domini – *contenuto e cognitivi* – ciascuno dei quali è valutato in aree specifiche. I punti

Punti di forza: geometria e ragionamento.

Punti di debolezza: algebra e conoscenza.

di forza e di debolezza relativi sono rappresentati dallo scarto tra il punteggio medio nell'area e quello nella scala totale.

Per quanto riguarda il dominio contenuto, i risultati hanno messo in evidenza una carenza relativa dei nostri studenti in algebra (-7 punti), mentre geometria è emersa come punto di forza (+12 punti). Le aree numero e dati e probabilità non si sono discostate significativamente dalla scala principale (Tabella 3.8 in appendice).

Anche a livello di macro-area Geometria è risultata un punto di forza. Nell'area numero non si sono riscontrate differenze significative rispetto alla scala totale. Il Nord Ovest, il Centro e il Sud hanno mostrato carenze in algebra, parallelamente al dato nazionale; il Sud e il Sud Isole in dati e probabilità (Tabella 3.7_naz).

Per quanto riguarda, invece, i domini cognitivi, dai risultati è emerso che un punto debole dei nostri studenti riguarda conoscenza (-5 punti), cioè quelle operazioni che fanno riferimento al ricordo, riconoscimento e recupero, ma anche alla capacità di classificare e misurare. Dall'altra parte, la capacità di ragionamento in termini, ad esempio, di analisi, valutazione e giustificazione è risultata un punto di forza (+7 punti). Le abilità di applicazione delle conoscenze matematiche, infine, sono risultate in linea col punteggio nella scala principale (Tabella 3.11 in appendice).

Anche il dato per macro-area ha mostrato il dominio ragionamento come un punto di forza; il dominio applicazione, coerentemente al dato nazionale, non ha evidenziato differenze significative, mentre il dominio conoscenza è risultato inferiore alla scala totale nel Nord Est e nel Centro (Tabella 3.9_naz in appendice).

3.4 Livelli di rendimento in matematica

Allo scopo di poter fornire una interpretazione dei risultati, TIMSS individua quattro fasce di punteggio crescenti – *Benchmark* Internazionali - che corrispondono a differenti

Riesce a risolvere problemi di livello Intermedio o superiore solo il 62% degli studenti italiani.

livelli di abilità matematica. I *cut-off* dei livelli e le relative descrizioni sono basati sull'analisi delle risposte corrette fornite da studenti con rendimento medio all'interno del *benchmark* (Figura 3.3).

Figura 3.3 Descrizione dei *benchmark* internazionali nella scala totale di matematica - grado 8

	Benchmark internazionale Avanzato
625	<i>Gli studenti sono in grado di applicare e ragionare in una varietà di situazioni, risolvono equazioni lineari e fanno generalizzazioni. Risolvono una varietà di problemi su frazioni, proporzioni e percentuali e giustificano le loro conclusioni. Comprendono le funzioni lineari e le espressioni algebriche. Gli studenti usano la loro conoscenza delle figure geometriche per risolvere una vasta gamma di problemi che coinvolgono angoli, aree e superfici. Sanno calcolare le medie e le mediane e comprendono come modificando i dati possa avere un impatto sulla media. Sanno interpretare un'ampia varietà di rappresentazioni grafiche per trarre e giustificare le conclusioni e risolvere problemi complessi. Sanno risolvere problemi che riguardano i valori attesi.</i>
	Benchmark internazionale Alto
550	<i>Gli studenti sono in grado di applicare la loro comprensione e conoscenza ad una varietà di situazioni relativamente complesse. Sono in grado di risolvere problemi con frazioni, decimali, rapporti e proporzioni. Gli studenti di questo livello mostrano conoscenze procedurali di base relative alle espressioni algebriche e alle equazioni. Sono in grado di risolvere una varietà di problemi con gli angoli, compresi i problemi che riguardano i triangoli, le linee parallele, i rettangoli e le figure congruenti e simili. Gli studenti sono in grado di interpretare i dati in una varietà di grafici e risolvono semplici problemi che riguardano i risultati e le probabilità.</i>
	Benchmark internazionale Intermedio
475	<i>Gli studenti sono in grado di applicare le conoscenze matematiche di base in diverse situazioni. Possono risolvere problemi che riguardano numeri interi, numeri negativi, frazioni, decimali e rapporti. Gli studenti hanno alcune conoscenze di base sulle proprietà delle forme bidimensionali. Possono leggere e interpretare i dati nei grafici e hanno una conoscenza elementare delle probabilità.</i>
	Benchmark internazionale Basso
400	<i>Gli studenti hanno una conoscenza parziale di numeri interi e grafici di base.</i>

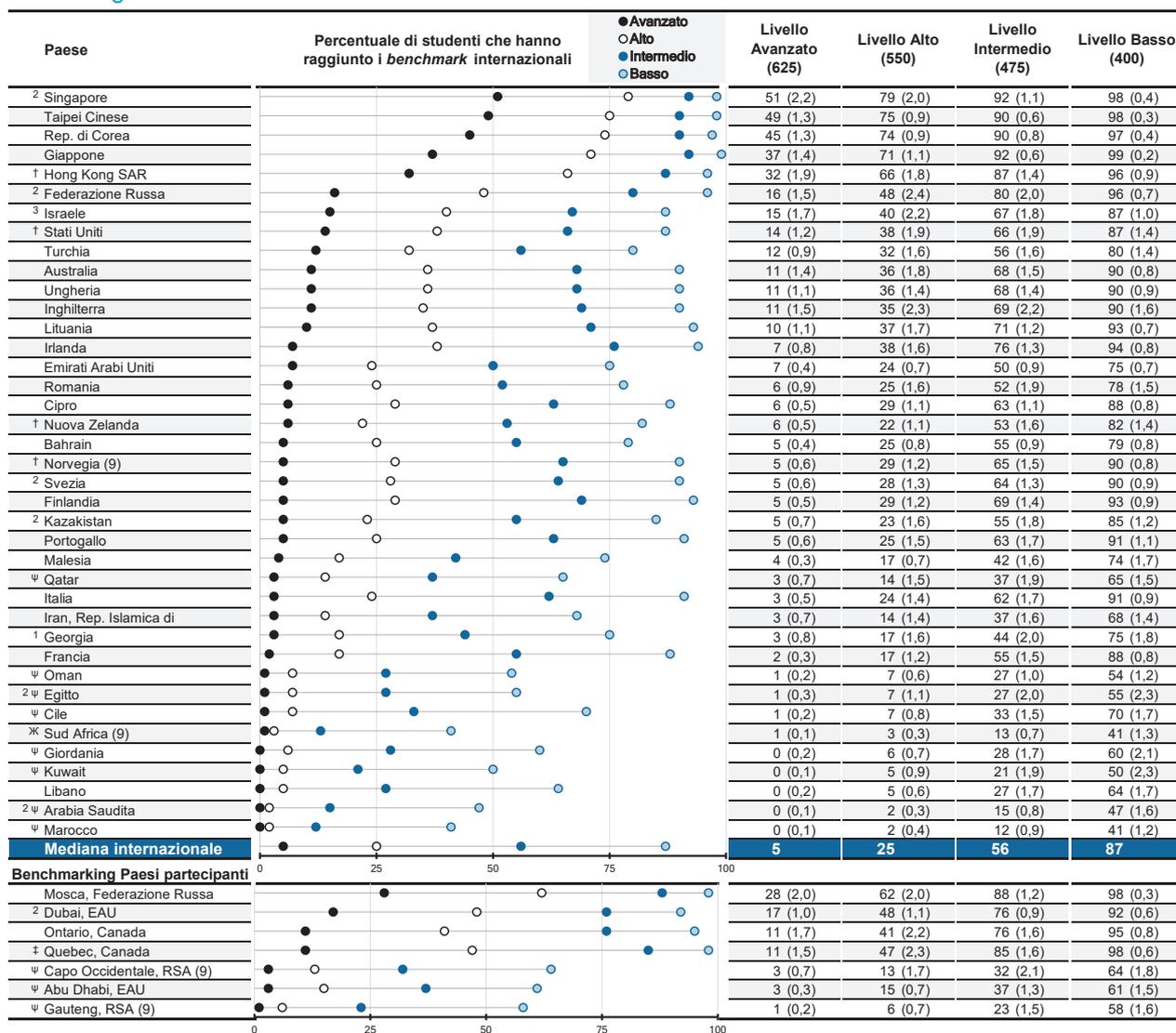
Fonte: IEA, TIMSS 2019

Gli studenti che si trovano nel *Benchmark* Internazionale Avanzato hanno ottenuto un punteggio di almeno 625 punti. Complessivamente, questi studenti sono in grado di applicare e ragionare in termini matematici in una varietà di situazioni, sanno risolvere equazioni lineari e riescono a fare delle generalizzazioni.

Gli studenti che si trovano nel *Benchmark* Internazionale Alto hanno ottenuto un punteggio di almeno 550 punti. Questi studenti sanno applicare la loro conoscenza e comprensione in una varietà di situazioni relativamente complesse. Il *Benchmark* Internazionale Intermedio è caratterizzato da studenti che hanno ottenuto almeno 475 punti. Questi studenti sono in grado di applicare conoscenze matematiche di base in diverse situazioni. Gli studenti che si trovano nel *Benchmark* Internazionale Basso, infine, hanno ottenuto un punteggio minimo di 400 punti e hanno qualche conoscenza dei numeri interi e delle rappresentazioni grafiche di base.

La Tabella 3.6 in appendice mostra le percentuali cumulate di studenti che raggiungono i *benchmark* internazionali. Solo il 3% dei nostri studenti si colloca nel livello Avanzato (il valore mediano internazionale è 5%), nettamente inferiore a paesi asiatici come Singapore (51%), la Repubblica di Corea (45%) e il Giappone (37%). Il 62% riesce a risolvere compiti di livello Intermedio o superiore (56% valore mediano internazionale); il 24% compiti di livello Alto o superiore (in linea con il dato internazionale) (Figura 3.4).

Figura 3.4 Percentuale di studenti nei benchmark internazionali della scala totale di matematica - grado 8



ψ Il punteggio medio potrebbe non essere una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è compresa tra il 15% e il 25%.
 Ж Il punteggio medio non è una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con un punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è superiore al 25%.
 () Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

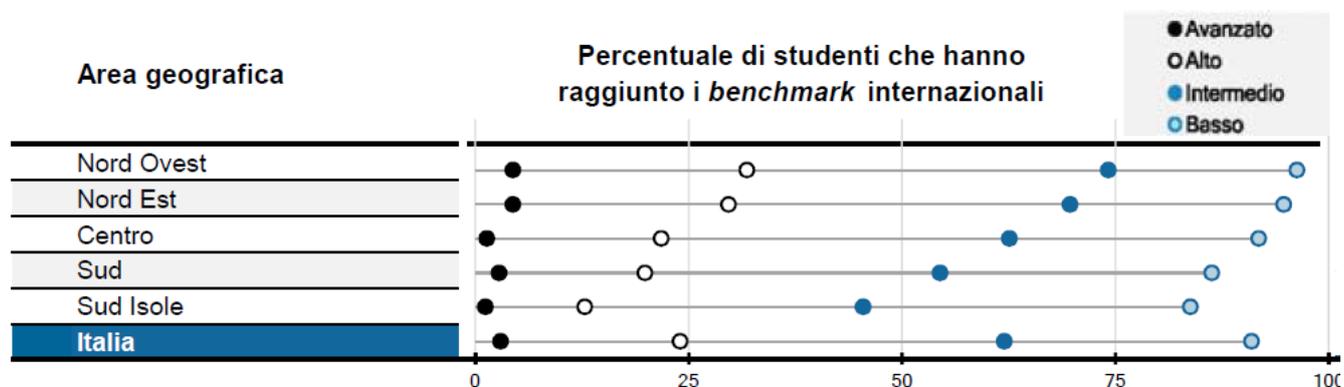
FONTE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study - TIMSS 2019

Fonte: IEA, TIMSS 2019

Per quanto riguarda i risultati nelle aree geografiche, solo l'1% degli studenti del Centro e del Sud Isole riesce a svolgere operazioni complesse collocandosi nel livello Avanzato. Le altre aree sembrano in linea con il dato nazionale.

Le percentuali negli altri livelli sembrerebbero seguire un andamento Nord-Sud, laddove le percentuali più alte di studenti sono nelle aree del nord e quelle più basse nel meridione. Ad esempio, il 74% degli studenti del Nord Ovest riesce a risolvere problemi di livello Intermedio o superiore, mentre nel Sud Isole questa percentuale scende al 45% (Figura 3.5, Tabella 3.5_naz in appendice).

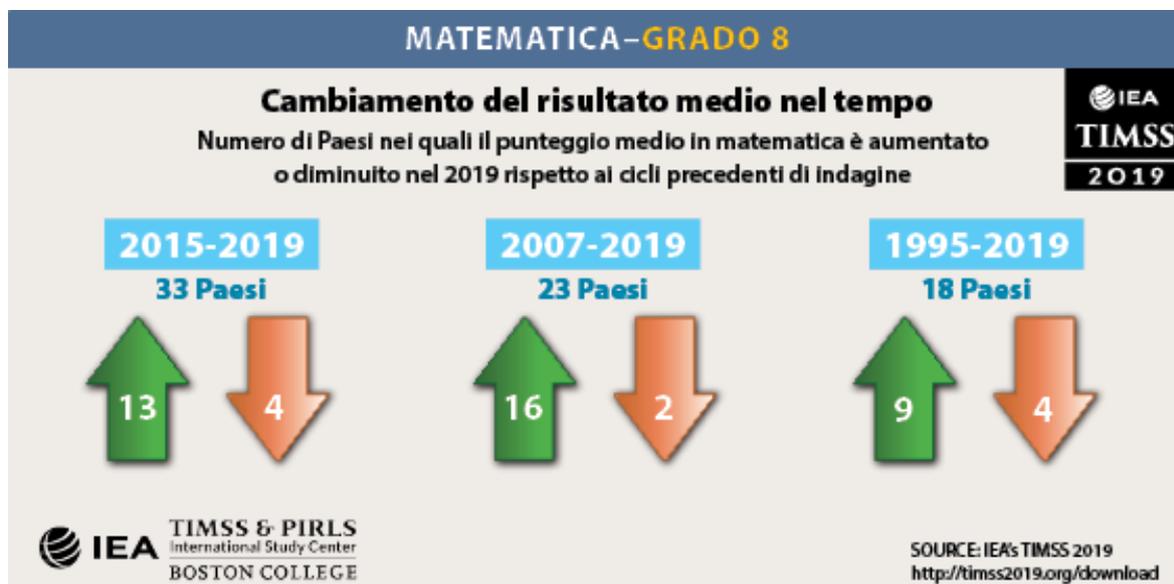
Figura 3.5 Percentuale di studenti che raggiungono i *benchmark* internazionali per macro-area geografica - grado 8



Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

3.5. Come è cambiato il rendimento in matematica degli studenti del terzo anno di scuola secondaria di primo grado

Figura 3.6 Cambiamento del risultato medio in Matematica nel tempo nei paesi - grado 8

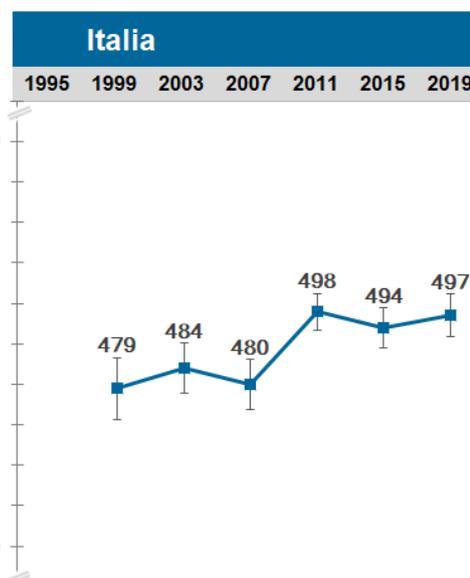


Fonte: IEA, TIMSS 2019

La Figura 3.7 mostra l'andamento nel tempo del punteggio medio in matematica dei nostri studenti. A partire dal 1999, i risultati dei nostri studenti di grado 8 sono cresciuti nel tempo: la differenza tra il ciclo 2019 e quello 1999 è di 18 punti. Rispetto ai due cicli precedenti (2015 e 2011) non ci sono differenze significative, pertanto il trend italiano, sebbene positivo, sembra essersi stabilizzato dal 2011 ad oggi (Tabella 3.3 in appendice). Anche i risultati per macro-area geografica suggeriscono una sostanziale stabilità del rendimento degli studenti, laddove le uniche differenze significative sono state osservate nel Nord Ovest e nel Sud Isole tra TIMSS 2019 e TIMSS 2007 con un aumento di 26 e 23 punti rispettivamente (Figura 3.8; Tabella 3.2_naz in appendice).

Figura 3.7 Andamento del punteggio medio in Matematica dal 1999 al 2019 - grado 8

Fonte: TIMSS 2019, Database IEA

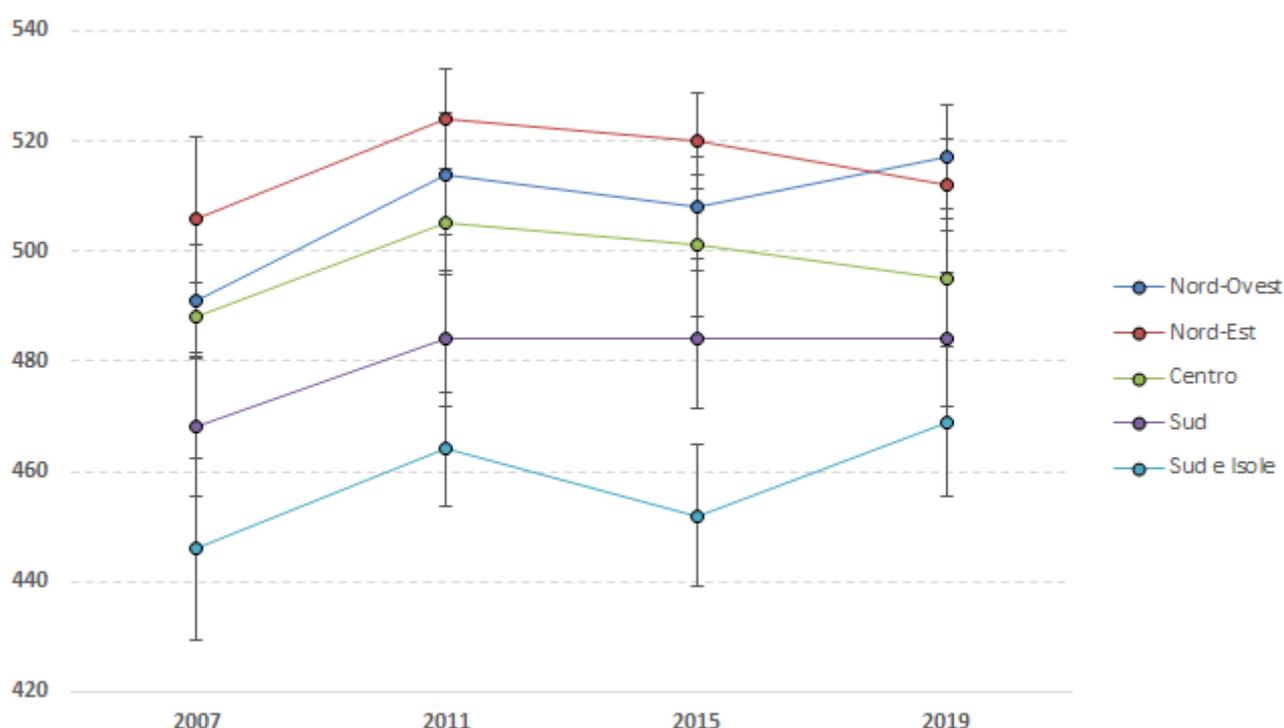


Anche rispetto ai *benchmark* internazionali la percentuale di studenti rimane sostanzialmente stabile nel tempo (Tabella 3.7 in appendice). Gli

studenti che si collocano nel *benchmark* Avanzato rimangono intorno al 3%, mentre quelli del *benchmark* Alto in TIMSS 2019 sono in percentuale maggiore rispetto al 2003 e al 2007.

Tra le diverse macro-aree, la percentuale di studenti nei *benchmark* internazionali è rimasta sostanzialmente invariata rispetto alle due rilevazioni precedenti, ad eccezione del Centro che presenta una diminuzione di studenti a livello Avanzato rispetto al 2011. Rispetto al 2007, il Nord Ovest e il Sud Isole hanno registrato un incremento di studenti nei diversi livelli (Tabella 3.6_naz in appendice).

Figura 3.8 Andamento nel tempo del punteggio medio in matematica dal 2007 al 2019 per macro-area geografica - grado 8



Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

3.5.1 Il cambiamento nel tempo dei risultati nei domini di contenuto

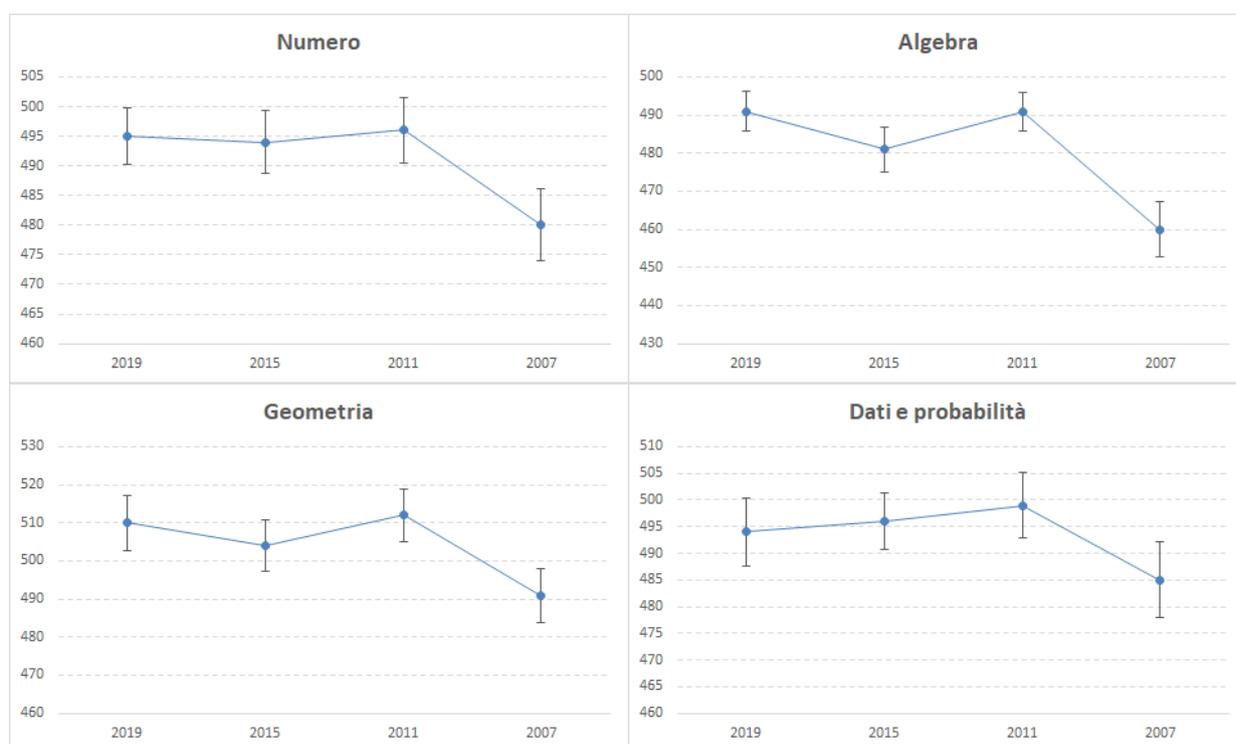
Abbiamo visto nel paragrafo precedente che il rendimento medio dei nostri studenti nella scala totale di matematica di TIMSS 2019 non si differenzia significativamente dai due cicli precedenti. Nei domini di contenuto i risultati sono più articolati. Nel dominio

Si osserva un miglioramento nel tempo, soprattutto nel dominio algebra.

dati e probabilità, i risultati del ciclo 2019 non sono risultati significativamente diversi da quelli dei cicli precedenti. Per quanto riguarda le dimensioni numero, e Geometria i risultati di TIMSS

2019 sono risultati significativamente superiori solo al 2007 – 14 nell’area numero; 19 punti in Geometria. In algebra, i risultati del 2019 sono risultati significativamente superiori di 10 punti rispetto al 2015 e 31 punti rispetto al 2007 (Figura 3.9; Tabella 3.9 in appendice).

Figura 3.9 Andamento nel tempo del punteggio medio nei domini di contenuto dal 2007 al 2019 - grado 8

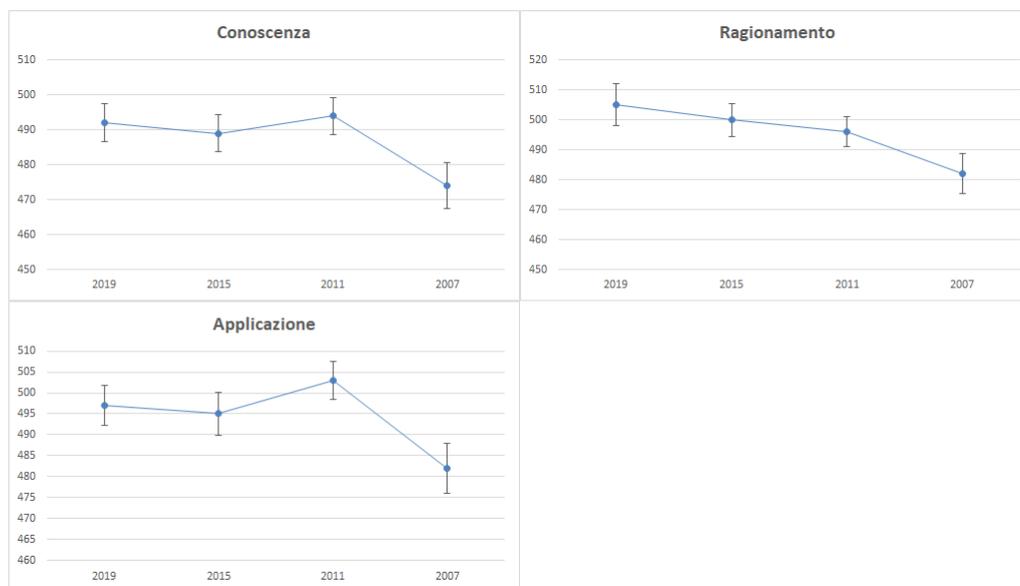


Fonte: TIMSS 2019, Database IEA

3.5.2 Il cambiamento nel tempo dei risultati per quanto riguarda i domini cognitivi

Tra i domini cognitivi, l’unico risultato significativo è stato il confronto tra TIMSS 2019 e TIMSS 2007. In tutti e tre i domini il risultato del 2019 è stato superiore solo al ciclo 2007 di oltre 10 punti. Rispetto agli altri cicli non sono emerse differenze significative (Figura 3.10; Tabella 3.12 in appendice).

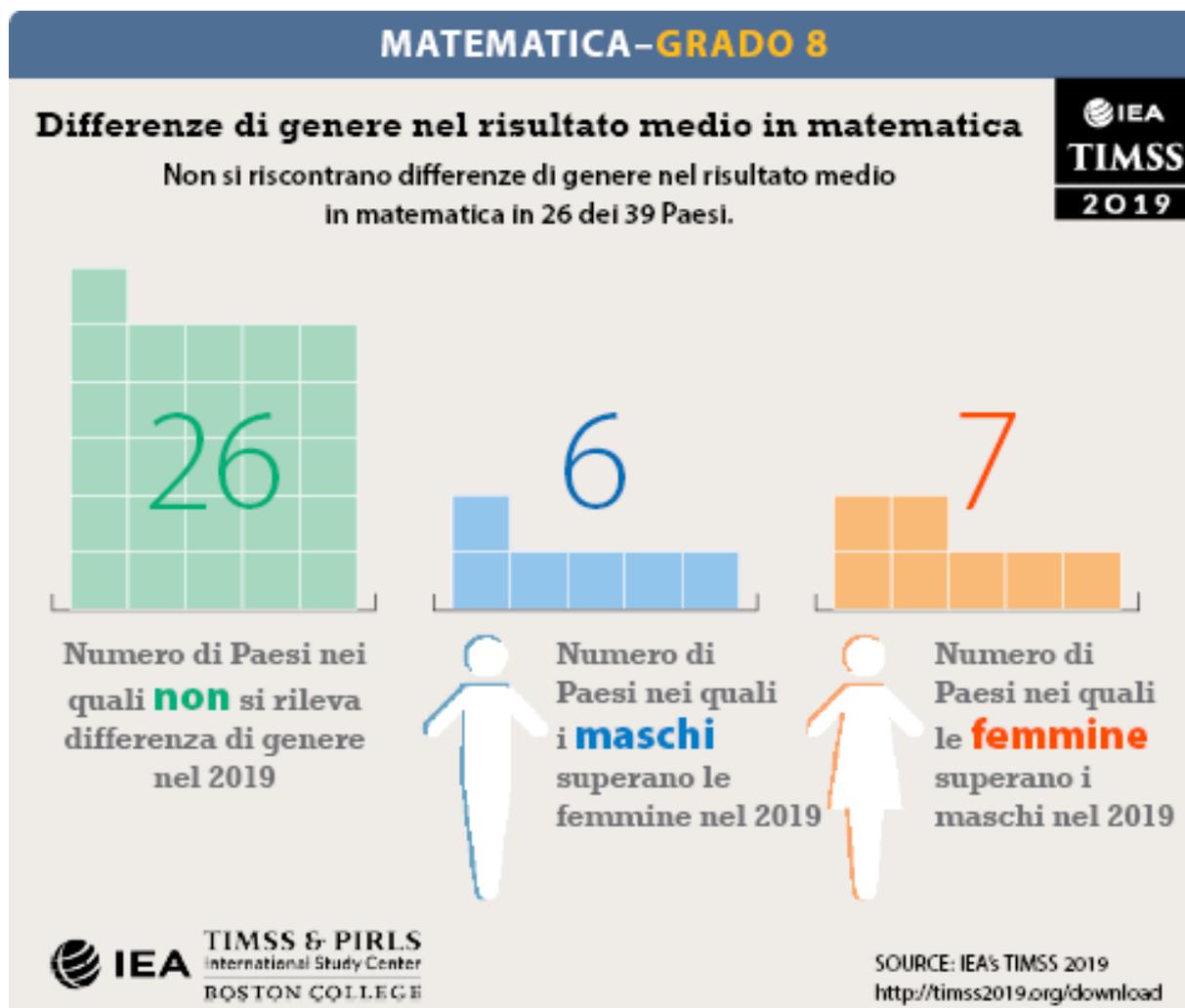
Figura 3.10 Andamento nel tempo del punteggio medio nei domini cognitivi dal 2007 al 2019 - grado 8



Fonte: TIMSS 2019, Database IEA

3.6. Come sono andati in matematica i nostri studenti e le nostre studentesse di scuola secondaria di primo grado.

Figura 3.11 Differenze di genere nel punteggio in matematica – sintesi dei paesi - grado 8



Fonte: IEA, TIMSS 2019

I ragazzi superano le ragazze nelle abilità numeriche, di lettura dei dati e nei processi cognitivi implicati nella soluzione di problemi matematici.

L'Italia è risultata tra quei paesi dove le differenze di genere nella scala totale di matematica sono a favore dei maschi (504 vs 491) e il secondo, dopo l'Ungheria, per ampiezza della differenza: 12 punti in Italia, 14 in Ungheria (Tabella 3.4 in appendice).

Oltre a Italia e Ungheria, il vantaggio dei maschi è risultato significativo anche in Israele (11 punti), Portogallo (10 punti), Francia (8 punti) e Marocco (5 punti). Negli altri paesi le differenze sono a vantaggio delle ragazze e, soprattutto in quelli con i punteggi più elevati, maschi e femmine ottengono punteggi medi simili.

Nelle aree del paese, i ragazzi superano le ragazze nel Nord Est (15 punti); Centro e Sud (17 punti). Nel nord Ovest e nel Sud Isole non sono emerse differenze significative (Tabella 3.3_naz in appendice)

3.6.1 Differenze di genere nei domini di contenuto e cognitivi

Rispetto ai domini di contenuto, i ragazzi superano le ragazze nei domini numero e dati e probabilità, mentre in algebra e geometria non sono emerse differenze di genere (Tabella 3.10 in appendice).

Ad eccezione del Sud Isole, anche nelle altre macro-aree i ragazzi hanno ottenuto un punteggio medio superiore alle ragazze nei domini numero e dati e probabilità. algebra e geometria sono risultati a favore dei maschi solo al Sud (Tabella 3.8_naz in appendice).

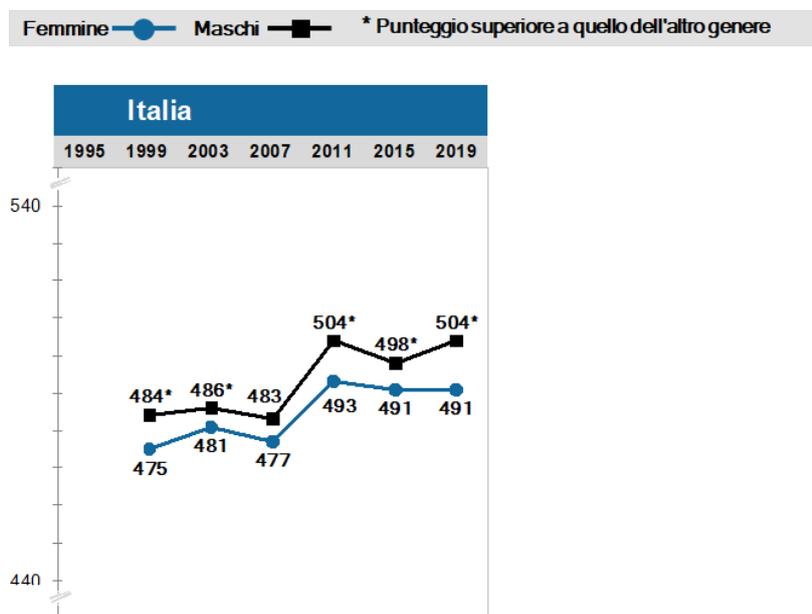
I ragazzi hanno ottenuto un punteggio medio superiore a quello delle ragazze in tutti e tre i domini cognitivi - conoscenza, applicazione e ragionamento (Tabella 3.13 in appendice). Questo stesso risultato è stato riscontrato al Centro e al Sud, mentre nel Nord Est i maschi hanno superato le femmine in conoscenza e applicazione e nel Nord Ovest solo in applicazione. Il Sud Isole non ha registrato differenze significative (Tabella 3.10_naz in appendice).

3.6.2 Cambiamento nel tempo delle differenze di genere negli studenti di grado 8

I profili dei punteggi medi nella scala totale di matematica degli studenti e delle studentesse italiane sono risultati simili nel corso delle varie rilevazioni (Tabella 3.5 in appendice).

Ad eccezione di TIMSS 2007, dove non sono emerse differenze di genere, sia nelle rilevazioni precedenti che in quelle successive, i ragazzi hanno superato le ragazze. A partire da TIMSS 2011 le ragazze hanno mostrato una certa stabilità dei risultati, mentre i ragazzi hanno avuto una flessione nel 2015 con una ripresa nel 2019 pari al dato del 2011 (Figura 3.12).

Figura 3.12 Cambiamento nel tempo del punteggio medio nella scala totale di matematica per maschi e femmine - grado 8



Fonte: TIMSS 2019, Database IEA

A differenza di quanto emerso dai risultati nazionali, quelli per macro-area geografica non hanno mostrato sostanziali cambiamenti nel tempo delle differenze di genere. Rispetto al ciclo precedente, nel Nord Est le ragazze sono peggiorate significativamente di 15 punti, viceversa nel Sud Isole le ragazze sono migliorate di 19 punti (Tabella 3.4_naz in appendice).

3.7 Sintesi

In questo capitolo sono stati descritti i risultati principali italiani di TIMSS 2019 in Matematica per la scuola secondaria di primo grado.

Un primo dato evidente è che l'abilità matematica generale dei nostri studenti di grado 8, in media, è simile a quella degli altri studenti a livello internazionale.

Non possiamo dire la stessa cosa se guardiamo i risultati dal punto di vista dei *benchmark* internazionali di rendimento: la percentuale di studenti italiani che riesce a risolvere problemi di livello Avanzato è molto bassa rispetto a molti paesi, e quella degli studenti che riescono a risolvere problemi di difficoltà intermedia o superiore non arriva ai due terzi della popolazione stimata.

Se guardiamo i risultati italiani sul lungo periodo, possiamo rilevare un certo miglioramento, ma rispetto alle ultime due rilevazioni il dato è stabile. La stessa stabilità è riscontrabile nella percentuale di studenti che si collocano nei *benchmark* internazionali.

I punti di forza relativa dei nostri studenti sembrano essere Geometria e ragionamento, mentre punti su cui ancora lavorare riguardano algebra e conoscenza. algebra, comunque, è risultata un'area in cui si è registrato un miglioramento significativo.

Le differenze di genere continuano ad essere a favore dei ragazzi non solo in termini di abilità generale, ma anche rispetto a specifici contenuti (numero; dati e probabilità) e ai processi cognitivi implicati nella risoluzione di problemi matematici, dai processi base a quelli più complessi.

Infine, questi dati hanno evidenziato differenze territoriali con il vantaggio del settentrione non solo nell'abilità generale, ma anche nelle sue componenti specifiche.

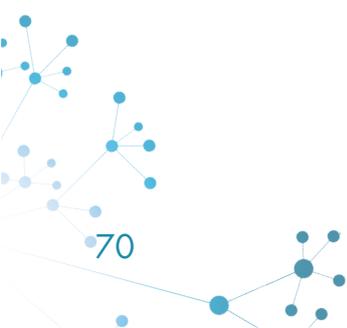
CAPITOLO 4

RISULTATI IN SCIENZE NELLA QUARTA PRIMARIA

Nella società di oggi la comprensione degli eventi e dei fatti scientifici è essenziale per prendere decisioni informate riguardo al mondo in cui viviamo, sia nell'ambito di questioni personali sia di eventi di grande portata, quali la cura delle malattie, il riscaldamento globale, il funzionamento degli ecosistemi necessari al nostro sostentamento e le applicazioni tecnologiche.

Già nei primi anni di scuola, gli studenti mostrano una naturale curiosità verso il mondo circostante e il posto che in esso vi occupano, e per tale motivo è importante che fin da piccoli siano in possesso di alcune fondamentali conoscenze scientifiche, supportate da un approccio scientifico all'indagine, che permetteranno di prendere decisioni consapevoli in futuro in qualsiasi ambito della vita quotidiana.

In questo capitolo sono presentati i risultati di apprendimento in Scienze per il quarto anno di scolarità dei paesi partecipanti all'indagine TIMSS 2019.



4.1 Quadro di riferimento di scienze

Ogni ciclo delle indagini TIMSS è basato su un Quadro di riferimento (Centurino and Jones, 2017), cioè un documento che indica su quali linee teoriche è stata impostata l'indagine internazionale. È attraverso queste che è possibile ricavare e comprendere i parametri e gli strumenti utilizzati per la misurazione dei livelli di apprendimento degli studenti al quarto anno di scolarità in scienze.

Il Quadro di riferimento di scienze è suddiviso in una dimensione di contenuto e una dimensione cognitiva. I domini di contenuto sono gli argomenti dei diversi ambiti presenti all'interno dei curricula e riflettono le caratteristiche e le difficoltà della materia insegnata in ciascun livello scolastico: per il quarto anno di scolarità viene data maggiore enfasi ad argomenti di scienze della vita; i domini cognitivi sono le abilità e le competenze necessarie per studiare le scienze.

4.1.1 Domini di contenuto

Tre sono i domini di contenuto di TIMSS 2019 definiti per il quarto anno di scolarità: scienze della vita, scienze fisiche e scienze della Terra. Essi coprono la maggior parte degli argomenti previsti dai curricula di scienze dei diversi paesi partecipanti.

La percentuale di quesiti previsti varia a seconda del dominio di contenuto (Figura 4.1).

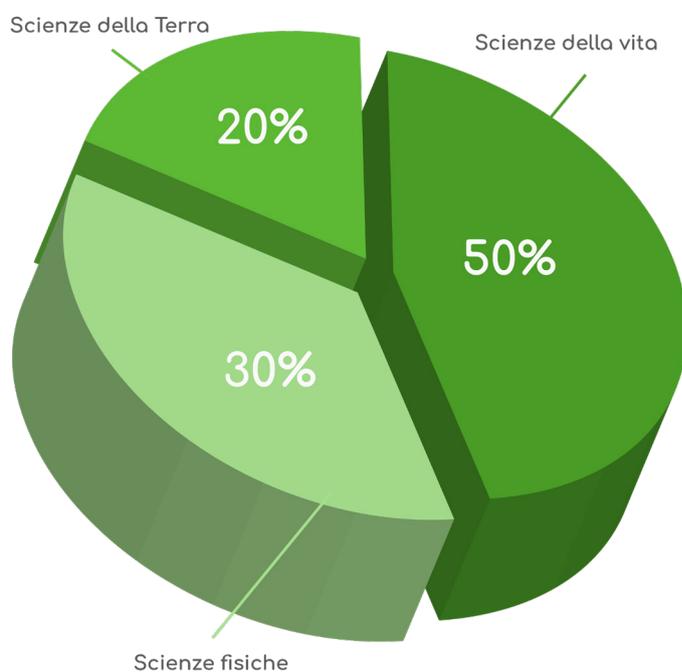


Figura 4.1 Percentuale dei quesiti TIMSS 2019 relativi ai domini di contenuto – grado 4.

All'interno di ciascun dominio di contenuto vengono individuate diverse aree tematiche e per ogni area tematica sono fissati una serie di obiettivi specifici che rappresentano le conoscenze e le abilità che gli studenti del quarto anno dovrebbero possedere a quel livello di scolarità.

Il dominio di contenuto scienze della vita focalizza l'attenzione sulle caratteristiche e i processi vitali degli esseri viventi, le loro relazioni e l'interazione tra di essi e con l'ambiente. Lo studio degli ecosistemi è essenziale per comprendere l'interdipendenza degli organismi viventi e la loro relazione con l'ambiente fisico. Gli studenti dovrebbero avere familiarità con i concetti scientifici

riguardanti il ciclo di vita di animali e vegetali, l'ereditarietà e la salute dell'uomo.

Ci si aspetta, inoltre, dagli studenti di quarto anno di scolarità, la comprensione dei modi in cui il comportamento degli esseri umani può influenzare positivamente o negativamente l'ambiente, specialmente in relazione all'inquinamento.

Il dominio di contenuto scienze fisiche racchiude i concetti relativi alla materia e all'energia e alcuni argomenti di chimica e di fisica. In quarta primaria, gli studenti imparano quanti e quali fenomeni fisici che osservano nella loro vita quotidiana possono essere spiegati attraverso la comprensione dei concetti di scienza fisica. Gli studenti dovrebbero conoscere gli stati fisici della materia e spiegare come avviene il passaggio da uno stato all'altro; confrontare materiali sulla base delle loro proprietà e conoscerne trasformazioni e cambiamenti. Dovrebbero conoscere le fonti comuni di energia e i loro usi pratici e comprendere i concetti di base sulla luce, il suono, l'elettricità e il magnetismo. Infine la conoscenza delle forze e del movimento permette loro di comprendere la relazione tra di essi, e di poter applicare tali concetti agli eventi quotidiani.

Il dominio di contenuto scienze della Terra interessa lo studio della Terra e della sua posizione all'interno del sistema solare e in quarta primaria si concentra sullo studio di quei fenomeni e processi che gli studenti possono osservare nella loro vita quotidiana. Gli studenti di quarto anno di scolarità dovrebbero possedere una conoscenza generale della struttura e delle caratteristiche fisiche della Terra, dei processi e dei cicli che l'hanno interessata nel corso della storia e come essa interagisce con il sistema circostante.

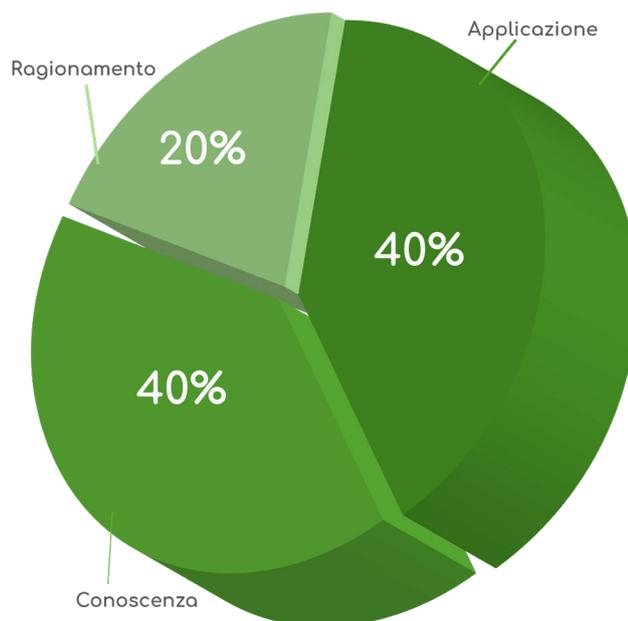
Occorre fare una precisazione a riguardo. L'individuazione dei domini di contenuto si basa sulla condivisione degli argomenti trattati da parte di tutti i paesi partecipanti all'indagine TIMSS, ma non sempre i tempi scolastici di presentazione e studio di un argomento corrispondono in ogni sistema scolastico. Per cui può così accadere che alcuni argomenti, pur se previsti, non siano stati ancora presentati al momento della somministrazione dei quesiti. Per questo, per definire più puntualmente le opportunità di apprendimento degli studenti e il relativo punteggio, vengono calcolate le percentuali di risposte corrette rimuovendo le prove non curriculari (*test curriculum matching analysis*) per ciascun paese. In particolare per l'Italia, in questo ciclo di studio, al quarto anno di scolarità è stato chiesto di escludere alcune domande inerenti principalmente le categorie forze e moto, la Terra nel Sistema Solare ed energia - fonti ed effetti. Tali domande riguardavano tutti e tre i domini cognitivi, con una prevalenza del dominio di conoscenza. Il punteggio medio dei nostri studenti alle sole prove curriculari è di 513 rispetto a 510 riportato nella scala complessiva internazionale e non riscontra quindi una variazione apprezzabile.

4.1.2 Domini cognitivi

Non basta che gli studenti conoscano gli argomenti oggetto della valutazione, ma de-

sono possedere anche una serie di abilità e competenze per poter rispondere in modo corretto ai quesiti proposti nell'indagine e, più in generale, per studiare le scienze. Viene quindi valutata anche la capacità degli studenti del quarto anno di mettere in atto processi cognitivi complessi. Entrano in gioco, così, tre domini cognitivi, conoscenza, applicazione e ragionamento, che descrivono i processi di pensiero che gli studenti devono applicare per poter rispondere al meglio.¹

Figura 4.2 Percentuale di quesiti dedicata a ciascun dominio cognitivo per la rilevazione TIMSS 2019 – Grado 4.



Il primo dominio considera la capacità dello studente di ricordare, riconoscere, descrivere e fornire esempi di fatti, concetti e procedure che sono alla base di qualsiasi tipo di indagine scientifica. Lo studente dovrebbe essere in grado di chiarire e di spiegare in modo esaustivo le affermazioni e i concetti presentati attraverso esempi appropriati.

Tavola 4.1. Elementi del dominio di conoscenza

Ricordare/ Riconoscere	Formulare o identificare fatti, relazioni e concetti scientifici; individuare le caratteristiche o le proprietà particolari di organismi, materiali e processi; identificare gli usi appropriati di strumenti e procedure scientifici; riconoscere e saper usare il vocabolario scientifico, simboli, abbreviazioni, scale e unità di misure.
Descrivere	Descrivere organismi, materiali fisici, processi scientifici che dimostrano la conoscenza di proprietà, strutture, funzioni e relazioni.

¹Il quadro di riferimento della dimensione cognitiva è lo stesso per entrambi i livelli di scolarità e comprende una gamma di processi cognitivi che dovrebbero essere attivati nello studio delle scienze durante gli anni della scuola primaria e della scuola secondaria di I grado

Illustrare con esempi	Supportare o chiarire affermazioni inerenti fatti o concetti con esempi appropriati; identificare o fornire esempi di organismi, materiali e processi che possiedono certe caratteristiche per illustrare la conoscenza di concetti generali.
-----------------------	---

Il secondo dominio si focalizza sulla capacità che lo studente ha di confrontare e classificare gruppi di oggetti, organismi o materiali e di saper applicare le conoscenze di un concetto di scienze acquisite a un contesto specifico così da poter fornire spiegazioni e risolvere problemi pratici in situazioni quotidiane.

Tavola 4.2 Elementi del dominio di applicazione

Confrontare/contrapporre/classificare	Individuare o descrivere analogie e differenze tra gruppi di organismi, di materiali o di processi; distinguere, ordinare o classificare singoli oggetti, materiali, organismi e processi che si basano su determinate caratteristiche e proprietà.
Collegare	Collegare la conoscenza di un concetto di fondo a una proprietà osservata o dedotta, a un comportamento, o all'utilizzo di oggetti, organismi o materiali.
Usare i modelli	Utilizzare un diagramma o un modello per dimostrare la conoscenza di un concetto scientifico, per illustrare un processo, un ciclo, una relazione o un sistema, o per trovare una soluzione a un problema scientifico.
Interpretare le informazioni	Interpretare informazioni relative a un testo, a una tabella, a una figura o a un grafico alla luce di un concetto o principio scientifico.
Spiegare	Fornire o identificare una spiegazione per un fenomeno naturale o un'osservazione, attraverso l'uso di un concetto o di un principio che ne sta alla base.

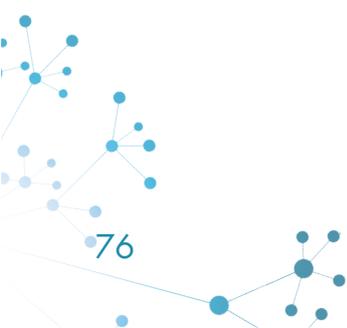
Il dominio cognitivo ragionamento riguarda abilità più complesse. Qui viene valutata la capacità degli studenti di analizzare dati, informazioni e problemi provenienti da situazioni non familiari e contesti più complessi. Quindi non viene richiesta allo studente la sola capacità di applicare un concetto acquisito precedentemente ma viene chiesto "un passo in più", cioè quello di sviluppare strategie e decisioni alternative applicando il metodo scientifico per risolvere il problema, trarre conclusioni e prendere decisioni.

Tavola 4.3 Elementi del dominio di ragionamento

Analizzare	Identificare gli elementi di un problema scientifico e usare informazioni rilevanti, concetti, relazioni e modelli di dati per la risoluzione di problemi e per rispondere alle domande.
Sintetizzare	Fornire soluzioni a problemi che richiedono di considerare un certo numero di fattori diversi o concetti correlati.
Formulare domande/ Ipotesizzare/ Prevedere	Formulare domande a cui è possibile rispondere con un'indagine e prevedere i risultati di un'indagine a partire da informazioni date relativamente al disegno di ricerca. Formulare ipotesi verificabili elaborando le conoscenze derivanti dall'osservazione e/o dall'analisi di informazioni scientifiche e dalla comprensione concettuale; fare previsioni sugli effetti dei cambiamenti nelle condizioni fisiche o biologiche sulla base delle evidenze empiriche e delle conoscenze scientifiche.
Pianificare indagini	Pianificare o programmare indagini adeguate per rispondere a domande scientifiche o per testare ipotesi; descrivere o riconoscere le caratteristiche di indagini ben pianificate in termini di variabili da misurare e controllare e di relazioni di causa-effetto.
Valutare	Valutare spiegazioni alternative; soppesare vantaggi e svantaggi nel prendere decisioni riguardanti processi, materiali e risorse alternative; valutare i risultati delle indagini con riferimento all'adeguatezza dei dati per sostenere le conclusioni.
Trarre conclusioni	Fare valide inferenze sulla base di osservazioni, evidenze empiriche e/o della comprensione di concetti scientifici. Trarre conclusioni appropriate che affrontano quesiti o ipotesi e dimostrano le relazioni di causa ed effetto.
Generalizzare	Trarre conclusioni generali che vadano oltre i presupposti forniti o sperimentali; estendere le conclusioni a situazioni nuove.
Giustificare	Utilizzare le evidenze empiriche e le conoscenze scientifiche per giustificare le spiegazioni e le soluzioni dei problemi e le conclusioni ricavate dalle indagini scientifiche.

Questi tre domini cognitivi sono gli stessi in entrambi i gradi, tuttavia, le percentuali per ogni dominio variano tra il quarto e l'ottavo grado in relazione all'aumentata capacità cognitiva, all'esperienza e alla capacità di comprensione degli studenti del grado superiore. Nel quarto anno di scolarità il dominio cognitivo ragionamento viene indagato

in minore misura rispetto ai restanti domini (una percentuale del 20% per il dominio cognitivo ragionamento contro il 40% dei restanti) in quanto rappresenta una capacità ancora in crescita e in corso di sviluppo negli studenti di quell'età, la cui capacità di formulare ipotesi e prendere decisioni mirate è possibile solo in modo semplice.



4.2 Come siamo andati in scienze nella scuola primaria

Nell'analizzare i risultati di un paese in TIMSS, un primo modo è quello di osservare il punteggio medio conseguito dagli studenti, così da poter effettuare un confronto sia tra i paesi partecipanti sia con un valore standard di riferimento che è la media internazionale (500) fissata nel ciclo TIMSS del 1995.

I paesi partecipanti all'Indagine TIMSS 2019 per il quarto anno di scolarità di scienze sono 58 e la distribuzione dei risultati dei loro studenti si può osservare nella Figura 4.3. Per ciascun paese, elencati in ordine decrescente, viene indicato il punteggio medio conseguito e l'errore standard. Inoltre, accanto ad ogni punteggio, è presente un triangolino che segnala la differenza in positivo (pieno con punta rivolta verso l'alto) o in negativo (vuoto punta rivolta verso il basso) del punteggio dalla media internazionale. L'assenza del triangolino indica che il punteggio ottenuto non è significativamente diverso dalla media internazionale.

Vengono inoltre, sempre per ciascun paese, riportate le barre di distribuzione dei propri risultati intorno al punteggio medio rilevato rappresentato dal segmento centrale nero. I segmenti più chiari a sinistra e a destra indicano i punteggi che si trovano tra il 25° e il 75° percentile, quelli più scuri alle estremità sinistra e destra indicano i punteggi che si collocano, rispettivamente, fra il 5° e il 25° percentile e fra il 75° e il 95° percentile. Più la lunghezza complessiva della barra è elevata e maggiori sono le differenze di rendimento tra gli studenti più bravi (al 95° percentile) e quelli meno bravi (al 5° percentile).

Figura 4.3 Punteggi medi degli studenti in scienze e distribuzione del punteggio - grado 4

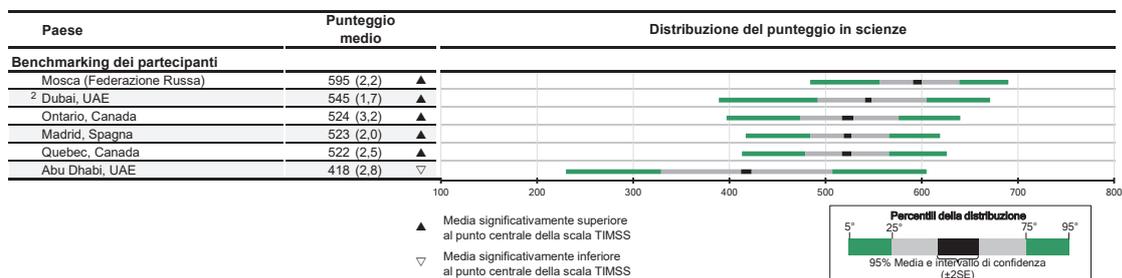


La scala di rendimento TIMSS è stata creata nel 1995 sulla base della distribuzione combinata dei punteggi di tutti i Paesi che hanno partecipato a TIMSS 1995. Per poter effettuare una comparazione dei risultati tra i Paesi, la media della distribuzione combinata dei punteggi è stata fissata a 500. L'unità di misura della scala è stata scelta in modo tale che 100 punti corrispondessero alla deviazione standard della distribuzione.

▲ Il punteggio medio potrebbe non essere una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è compresa tra il 15% e il 25%.

▼ Il punteggio medio non è una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con un punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è superiore al 25%.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).



FONTE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study - TIMSS 2019

Fonte: TIMSS 2019, Database IEA

I punteggi medi ottenuti dai paesi partecipanti si distribuiscono in un *range* che va dai 595 punti raggiunti da Singapore ai 249 delle Filippine, risultando il paese con i pun-

teggi medi più bassi.

Portogallo, Nuova Zelanda, Belgio (Fiammingo) e Kazakistan sono i 4 paesi con un rendimento non significativamente diverso dalla media internazionale.

Singapore e la Repubblica di Corea, conseguendo il punteggio medio più elevato tra i paesi partecipanti, rispettivamente 595 e 588 punti, confermano l'andamento dei precedenti cicli di rilevazione.

L'Italia consegue un punteggio medio in scienze superiore alla media TIMSS pari a 510 punti, collocandosi tra i 32 paesi il cui punteggio è significativamente superiore alla media internazionale. Il punteggio medio degli studenti italiani è simile a quello di Cipro, Nuova Zelanda, Portogallo, Serbia e Spagna.

L'Italia, con 510 punti, si colloca al di sopra della media TIMSS (500 punti).

Sono invece 22 i paesi che conseguono un punteggio inferiore alla media internazionale.

Sei paesi, per la maggior parte facenti parte del blocco dell'estremo oriente, conseguono un punteggio medio che si colloca al livello internazio-

nale alto, fissato a 550 (Singapore, Repubblica di Corea, Federazione Russa, Giappone, Taipei Cinese e Finlandia).

In Europa i risultati migliori sono stati raggiunti dalla Finlandia che, con un punteggio medio di 555, si colloca sesta tra tutti i paesi partecipanti.

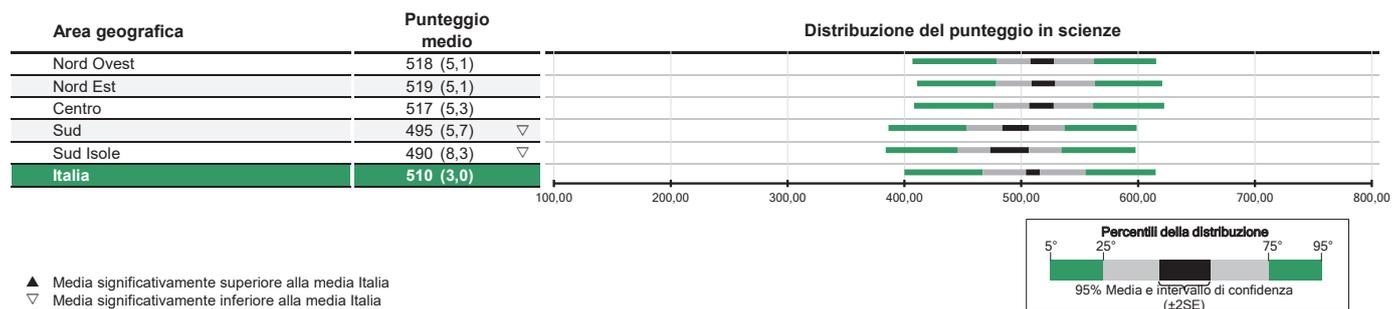
Di contro, 5 paesi, ossia Kuwait, Marocco, Sud Africa, Pakistan e Filippine, non superano neanche il punteggio di 400, che corrisponde al livello Basso.

In Italia, la distanza che separa gli studenti più bravi da quelli meno bravi² in TIMSS 2019 è di 215 punti. In termini di rendimento questa distanza sta ad indicare che circa 3 livelli di rendimento, su un totale di 4 livelli della scala internazionale, separano gli studenti italiani più bravi da quelli meno bravi.

Su base territoriale sono state evidenziate delle differenze interne alla popolazione. Infatti, gli studenti del Nord Ovest, del Nord Est e del Centro non si discostano significativamente dalla media nazionale (rispettivamente 518, 519 e 517) e di 519, mentre i loro coetanei del Sud e del Sud Isole ottengono risultati significativamente più bassi (rispettivamente 495 e 490) rispetto alla media nazionale (cfr. Figura 4.4).

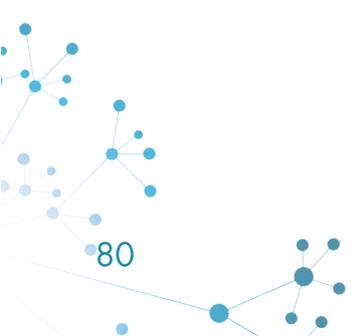
² La differenza è stata calcolata tra il punteggio medio degli studenti al 95° percentile e quello degli studenti al 5° percentile della distribuzione.

Figura 4.4 Punteggi medi degli studenti italiani in scienze e distribuzione del punteggio per macro-area geografica – grado 4.



Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

I punteggi per le 5 macro-aree geografiche diminuiscono progressivamente da nord a sud.



4.3 Analisi dei risultati nei diversi domini

Come evidenziato nella prima parte di questo capitolo la rilevazione del rendimento in scienze è organizzata intorno a due dimensioni, una di contenuto e una cognitiva. I domini di contenuto utilizzati in TIMSS per rilevare il rendimento degli studenti del quarto anno di scolarità in scienze sono scienze della vita, fisica e scienze della Terra. Mentre i domini cognitivi sono conoscenza, applicazione e ragionamento. L'uso di queste due differenti classificazioni consente di interpretare i risultati più in dettaglio e di individuare i punti di forza e di debolezza all'interno di ogni paese.

4.3.1 Come sono andati gli studenti nei domini di contenuto

La Tabella 2.14 in appendice mostra i risultati degli studenti nei diversi ambiti disciplinari confrontandola con quelli della scala complessiva e fornisce una descrizione dei punti di forza e di debolezza dei diversi paesi nelle differenti aree.³ Dei 53 paesi partecipanti, solo l'Austria non ha punteggi nei singoli domini che si discostano significativamente dalla scala totale. Negli altri paesi si riscontrano invece differenze statisticamente significative tra le *performance* nei diversi domini: 21 paesi ottengono risultati statisticamente migliori in scienze della vita, 17 in scienze fisiche e 10 in scienze della Terra. Rispetto ai punti di debolezza, 13 paesi hanno punteggi inferiori in scienze della vita rispetto alla propria media sulla scala totale; 21 in scienze fisiche e 26 in scienze della Terra.

Per quanto riguarda l'Italia, rispetto alla media nella scala totale di scienze (510) gli studenti italiani ottengono punteggi significativamente più alti in scienze della vita (514) e più bassi in scienze fisiche (502), mentre il punteggio di 507 ottenuto in scienze della Terra non si discosta significativamente da quello medio della scala totale. Occorre sottolineare che in Italia, nel curriculum per la scuola di primo ciclo, viene dato poco spazio ad argomenti di fisica, che, inoltre, a discrezione dell'insegnante, possono essere affrontati anche nell'ultimo anno della scuola primaria.

Questo quadro nazionale si riscontra, in parte, anche a livello territoriale (cfr. Figura 4.5): la maggior parte delle macro-aree presenta, infatti, un punto di debolezza in scienze fisiche (con uno scarto che va dai sette ai dieci punti rispetto alla scala totale di scienze) ad eccezione del Sud Isole che è l'unica macro-area a non presentare per questo dominio di contenuto un risultato significativamente diverso dalla propria media sulla scala totale di scienze.

Per quanto riguarda le altre aree di contenuto non si riscontrano differenze statisticamente significative rispetto alla media totale all'interno delle singole aree geografiche.

³ Poiché i quesiti che compongono le quattro scale si differenziano per difficoltà, per poter confrontare i dati tra i vari domini rispetto alla scala complessiva, sono state utilizzate delle tecniche di scaling che tenessero in considerazione tali differenze.

Figura 4.5 Rendimento nei diversi domini di contenuto per macro-area geografica – grado 4.

Area geografica	Punteggio medio nella scala totale	Scienze della vita (73 Items)		Scienze fisiche (61 Items)		Scienze della Terra (35 Items)	
		Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale	Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale	Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale
Nord Ovest	518 (5.1)	524 (5.5)	6 (2.2) ▲	508 (5.1)	-10 (3.4) ▼	516 (5.3)	-2 (2.1)
Nord Est	519 (5.1)	523 (5.6)	4 (2.5)	511 (5.4)	-8 (2.3) ▼	517 (5.2)	-2 (3.0)
Centro	517 (5.3)	520 (5.5)	2 (2.4)	509 (5.4)	-9 (2.5) ▼	514 (5.8)	-3 (2.8)
Sud	495 (5.7)	499 (6.0)	4 (2.3)	489 (6.4)	-7 (2.9) ▼	490 (7.6)	-6 (4.1)
Sud Isole	490 (8.3)	493 (9.1)	3 (4.4)	486 (9.4)	-4 (4.5)	488 (9.9)	-2 (3.9)
Italia	510 (3.0)	514 (3.3)	4 (1.2) ▲	502 (3.4)	-8 (1.8) ▼	507 (3.7)	-3 (1.5)

▲ Punteggio della sottoscala significativamente più alto del punteggio nella scala totale
 ▼ Punteggio della sottoscala significativamente più basso del punteggio nella scala totale

Il numero di item indicato si riferisce agli item di scienze di TIMSS 2019 - quarto anno di scolarità - utilizzati nel calcolo di ciascuna scala.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

4.3.2 Come sono andati gli studenti nei domini cognitivi

Come per i domini di contenuto, la Tabella 4.11 in appendice presenta il rendimento conseguito nei tre domini cognitivi (conoscenza, applicazione e ragionamento). In generale i punteggi mettono in evidenza i punti di forza e di debolezza dei curricula dei paesi partecipanti e le priorità date nell'insegnamento.

Il dominio conoscenza rappresenta un punto forza per 18 paesi mentre è risultato un punto di debolezza per 11. Solo in 9 paesi il dominio applicazione rappresenta un punto di forza, mentre in 23 paesi è un punto di debolezza.

Rispetto al dominio ragionamento, 17 paesi hanno una media superiore in questo dominio rispetto alla scala totale e 15 un risultato medio inferiore. Sei paesi non hanno punteggi che si discostano dalla media totale in nessuno dei domini: Croazia, Germania, Portogallo, Malta e Montenegro.

L'Italia riporta un punteggio medio più alto nel dominio di conoscenza (515), con una differenza significativa di 5 punti dal rendimento nella scala totale (510). Il punteggio medio nel dominio di applicazione (504) è significativamente inferiore rispetto a quello riportato nella scala totale, mentre quello relativo al dominio ragionamento (508) non si discosta in maniera statisticamente significativa da quello della scala totale. Gli studenti italiani, quindi, rendono meglio nel dimostrare le proprie conoscenze scientifiche, mentre fanno meno bene quando devono dare prova di saper applicare le conoscenze acquisite a un contesto specifico così da poter fornire spiegazioni e risolvere problemi pratici in situazioni quotidiane.

La Figura 4.6 illustra i risultati per area geografica. A livello territoriale, gli studenti ottengono risultati peggiori nel dominio applicazione rispetto al punteggio medio nella propria scala totale in tutte le aree geografiche ad eccezione del Centro, dove la differenza non è statisticamente significativa. Per quanto riguarda il dominio conoscenza,

solo il Nord Ovest ottiene risultati migliori rispetto alla propria media nella scala totale. Così come già evidenziato a livello nazionale, non si riscontrano differenze statisticamente significative nel dominio ragionamento.

Figura 4.6 Rendimento nei diversi domini cognitivi per macro-area geografica – grado 4

Area geografica	Punteggio medio nella scala totale	Conoscenza (69 Items)		Applicazione (64 Items)		Ragionamento (36 Items)	
		Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale	Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale	Punteggio medio	Differenza dal punteggio medio nella scala totale
Nord Ovest	518 (5.1)	523 (5.3)	5 (2.2) ▲	512 (4.6)	-6 (1.5) ▽	518 (4.6)	0 (2.1)
Nord Est	519 (5.1)	523 (5.8)	4 (2.3)	513 (5.1)	-6 (1.6) ▽	516 (5.6)	-3 (2.8)
Centro	517 (5.3)	522 (5.6)	4 (3.4)	511 (5.2)	-6 (2.6)	514 (5.7)	-3 (3.4)
Sud	495 (5.7)	500 (6.0)	5 (3.4)	490 (6.1)	-6 (1.3) ▽	493 (5.4)	-2 (3.3)
Sud Isole	490 (8.3)	496 (9.5)	6 (3.1)	482 (9.0)	-8 (1.2) ▽	489 (8.5)	-1 (4.0)
Italia	510 (3.0)	515 (3.0)	5 (1.5) ▲	504 (2.7)	-6 (1.0) ▽	508 (2.7)	-2 (1.8)

▲ Punteggio della sottoscala significativamente più alto del punteggio nella scala totale

▽ Punteggio della sottoscala significativamente più basso del punteggio nella scala totale

Il numero di item indicato si riferisce agli item di scienze di TIMSS 2019 - quarto anno di scolarità - utilizzati nel calcolo di ciascuna scala.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

4.4 Livelli di rendimento in scienze

L'indagine TIMSS offre un altro modo per interpretare i dati, e cioè descrive i risultati degli studenti, in termini di abilità e conoscenze, relativamente a quattro punteggi o indici di posizione internazionali (*benchmark*) della scala complessiva di scienze:

- livello Avanzato (625 punti),
- livello Alto (550 punti),
- livello Intermedio (475 punti) e
- livello Basso (400 punti).

La Figura 4.7 presenta una descrizione delle conoscenze e abilità che caratterizzano gli studenti che vengono classificati rispetto a questi quattro livelli.

Figura 4.7 *Benchmark* internazionali dei livelli in scienze – grado 4

	Benchmark internazionale Avanzato
625	<i>Gli studenti esternano la comprensione delle scienze della vita, fisiche e della Terra e mostrano una certa conoscenza del processo di indagine scientifica.</i> Gli studenti conoscono le caratteristiche e i processi di vita di una varietà di organismi. Essi comprendono le relazioni all'interno degli ecosistemi e le interazioni tra gli organismi e l'ambiente circostante. Conoscono le proprietà e gli stati della materia e dei cambiamenti fisici e chimici. Gli studenti conoscono la struttura della Terra, le sue caratteristiche fisiche, i processi e la storia così come i movimenti di rivoluzione e rotazione terrestri.
	Benchmark internazionale Alto
550	<i>Gli studenti mostrano conoscenza delle scienze della vita, fisiche e della Terra.</i> Gli studenti conoscono le caratteristiche delle piante, degli animali e dei loro cicli di vita come pure gli ecosistemi e le interazioni tra organismi ed esseri umani con l'ambiente circostante. Gli studenti comprendono gli stati e le proprietà della materia, il trasferimento dell'energia in contesti pratici, nonché il movimento delle forze. Essi conoscono la struttura della Terra, le sue caratteristiche fisiche, i processi e la storia, mostrando una certa familiarità con il sistema Terra-Luna-Sole.
	Benchmark internazionale Intermedio
475	<i>Gli studenti mostrano conoscenza e comprensione di alcuni aspetti della scienza.</i> Gli studenti dimostrano alcune conoscenze di base di piante e animali. Possiedono una conoscenza elementare delle proprietà della materia, dell'elettricità e del trasferimento di energia, delle forze e del moto. Essi mostrano una certa comprensione delle caratteristiche fisiche della Terra.
	Benchmark internazionale Basso
400	<i>Gli studenti mostrano una comprensione limitata dei concetti scientifici e una conoscenza limitata dei fatti scientifici fondamentali.</i>

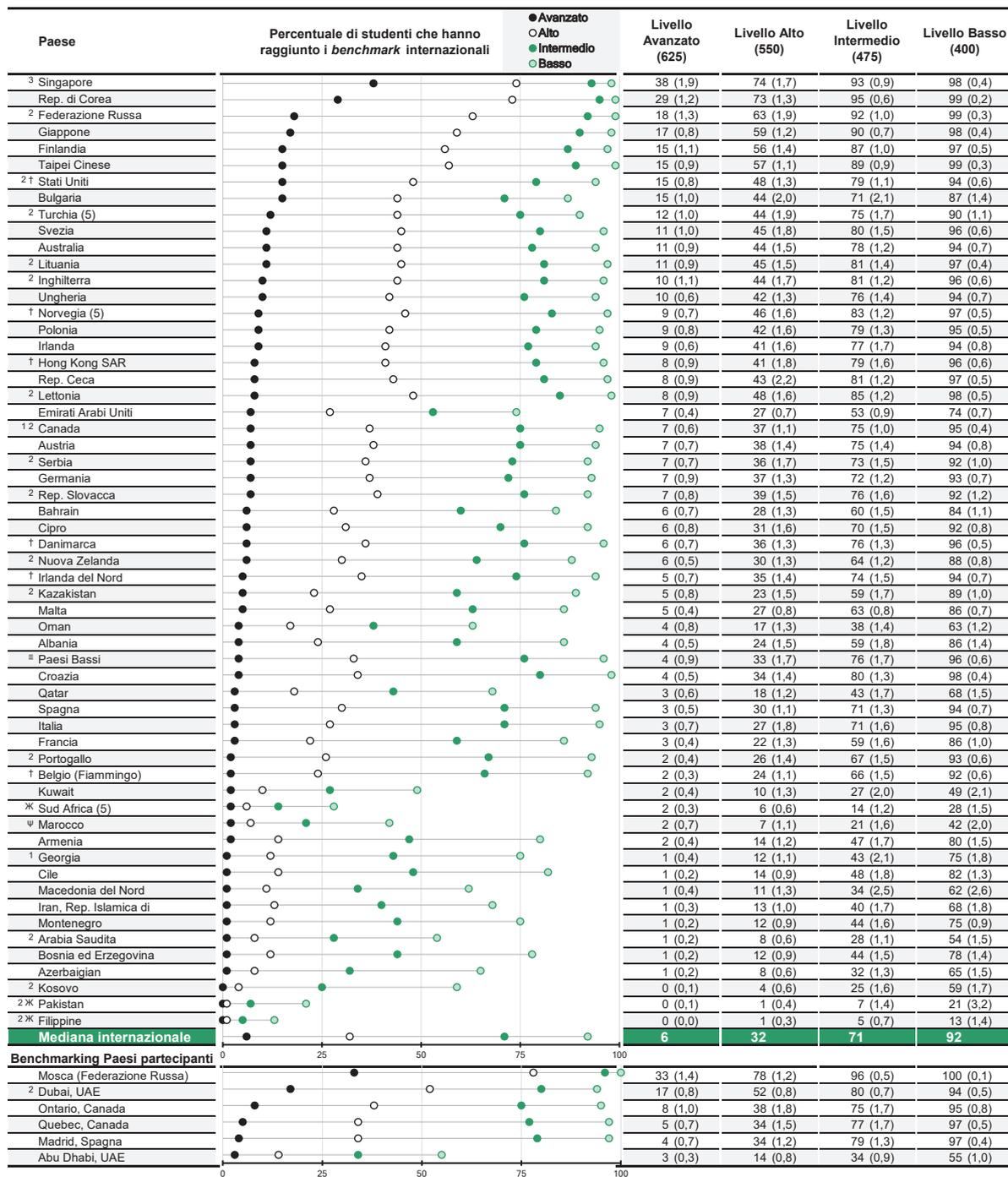
Fonte: TIMSS 2019, Database IEA

In questo paragrafo sono presentati i risultati degli studenti in TIMSS 2019 rispetto a ciascun livello in scienze e i risultati degli studenti italiani rispetto alle macro-aree territoriali di appartenenza.

La Figura 4.8 riporta per ciascun paese la percentuale di studenti in ciascuno dei livelli della scala internazionale. I paesi sono stati ordinati in maniera decrescente rispetto alla percentuale di studenti che raggiunge il livello Avanzato, indicato con un pallino nero. Poiché uno studente che arriva al livello Avanzato raggiunge di fatto anche tutti gli altri livelli, il livello più alto comprende anche quelli inferiori, per cui la percentuale indicata a destra della tabella rappresenta una percentuale cumulata.

Nell'ultima riga della figura viene presentata la mediana della percentuale di studenti a livello internazionale che raggiunge ciascuno dei quattro livelli e cioè: livello Avanzato 6%, Alto 32%; Intermedio 71% e Basso 92%.

Figura 4.8 Percentuale di studenti sui livelli della scala in scienze – grado 4



ψ Il punteggio medio potrebbe non essere una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è compresa tra il 15% e il 25%.

✳ Il punteggio medio non è una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con un punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è superiore al 25%.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

FONTE: IEA's Trends in International Mathematics and Science Study - TIMSS 2019

Fonte: TIMSS 2019, Database IEA

I risultati mostrano come due paesi abbiano la più ampia percentuale di studenti a livello Avanzato. Singapore ha il 38% dei suoi studenti che si collocano a questo livello, seguita da Repubblica di Corea (29%). Seguono la Federazione Russa con il 18% e la

Finlandia con il 17%.

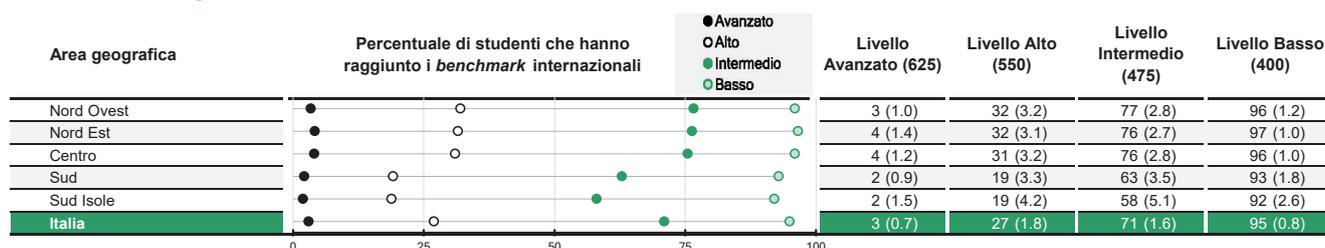
Nella maggior parte dei paesi meno del 10% degli studenti di quarta elementare ha raggiunto il livello Avanzato. In molti paesi TIMSS 2019 più del 90% degli studenti di quarta elementare ha raggiunto il *benchmark* basso, e in tre paesi – Repubblica di Corea, Federazione Russa e Taipei Cinese - in sostanza tutti gli studenti (99%) hanno raggiunto questo *benchmark*.

In Italia solo il 3% degli studenti raggiunge il livello Avanzato, mentre il 5% degli studenti italiani non raggiunge il livello Basso, dimostrando di non possedere neanche quelle conoscenze e abilità di base che sono necessarie per riconoscere e interpretare quei fenomeni scientifici che fanno parte della vita quotidiana di ciascuno di noi.

Per meglio chiarire i risultati degli studenti italiani appena presentati, in appendice E sono illustrati alcuni esempi di prove utilizzate in TIMSS per ciascuno dei livelli di rendimento

Rispetto alle differenze territoriali, si può osservare che il 7% degli studenti del Sud e l'8% degli studenti di Sud Isole non raggiunge neanche il livello Basso, laddove tale percentuale si dimezza nelle altre aree geografiche. All'estremo opposto, si può notare come solo il 2% degli studenti del Sud e del Sud Isole raggiunga il livello Avanzato, contro un 3% degli studenti del Nord Ovest e un 4% degli studenti del Centro e del Nord Est. Quasi un terzo degli studenti del Nord Ovest, del Nord Est e del Centro raggiunge almeno il livello Alto, mentre circa un quinto degli studenti del Sud e Sud Isole si colloca almeno a tale livello (cfr. Figura 4.9).

Figura 4.9 Percentuale di studenti sui livelli della scala in matematica per macro-area geografica – grado 4



() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto)

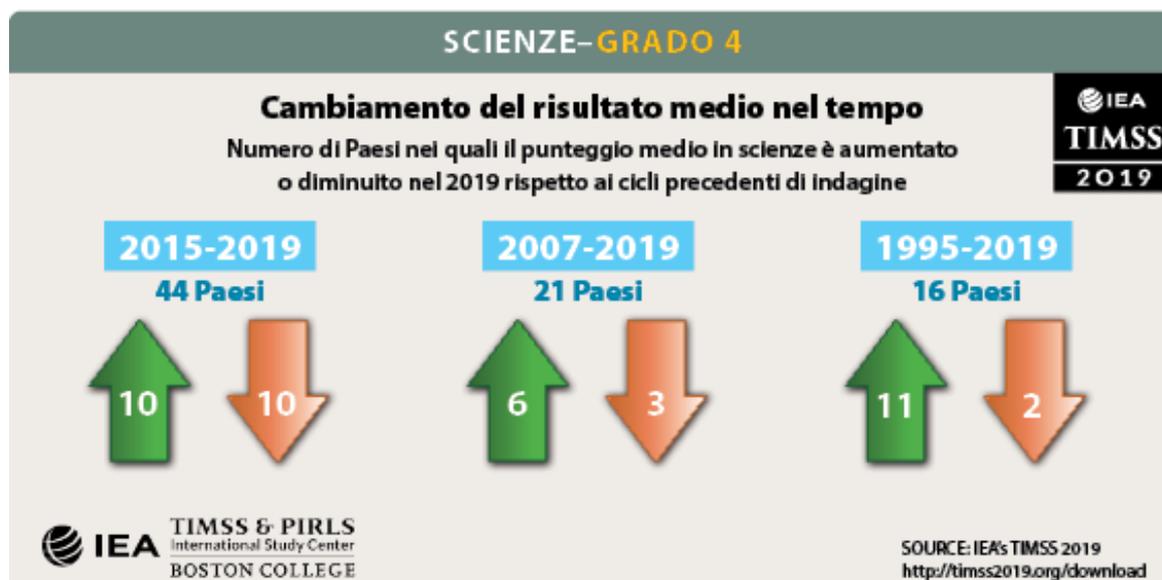
Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

4.5 I cambiamenti nel rendimento in scienze nel corso del tempo

Anche se, dall'inizio del TIMSS nel 1995, la maggior parte dei paesi ha avuto alcuni periodi di miglioramento e alcuni di peggioramento rispetto ai risultati medi, così come periodi di stabilità, nel corso dei vari cicli TIMSS, il numero dei paesi che mostra un miglioramento è maggiore rispetto al numero dei paesi che mostra un peggioramento. Molti paesi, infatti, in seguito ai primi risultati di TIMSS hanno intrapreso una serie di riforme strutturali, curriculari e didattiche e hanno utilizzato i dati TIMSS delle diverse rilevazioni per monitorare l'efficacia di tali riforme.

Più di recente, dei 44 paesi che hanno partecipato sia a TIMSS 2015 che a TIMSS 2019, 10 hanno avuto un aumento nei risultati medi e 10 un decremento, mentre nella maggior parte dei paesi non si riscontrano differenze (cfr. Figura 4.10).

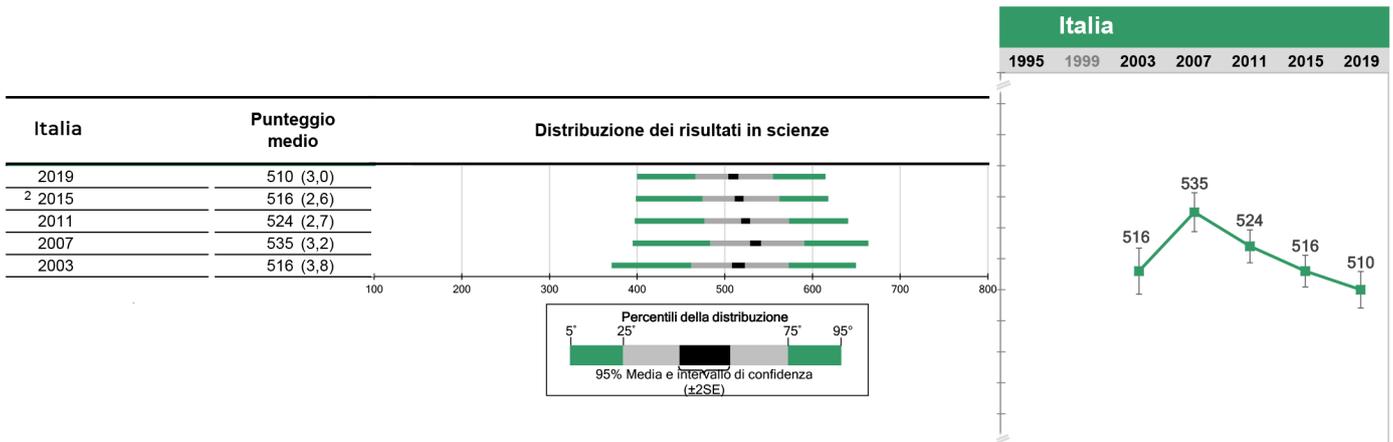
Figura 4.10 Cambiamento del risultato medio nel tempo nei paesi – grado 4



In Italia l'andamento della *performance* media in scienze non mostra cambiamenti significativi nel lungo periodo. Tuttavia se si confrontano i risultati del 2019 con quelli di alcune rilevazioni precedenti si riscontra un peggioramento sia rispetto al 2011 (-14 punti) e ancora di più rispetto al 2007 (-25 punti). Rispetto al 2003 e al più recente ciclo del 2015 non ci sono differenze significative.

Il rendimento in scienze in quarta primaria degli studenti italiani resta stabile nel lungo periodo, anche se diminuisce rispetto ad alcuni cicli TIMSS (cfr. Figura 4.11).

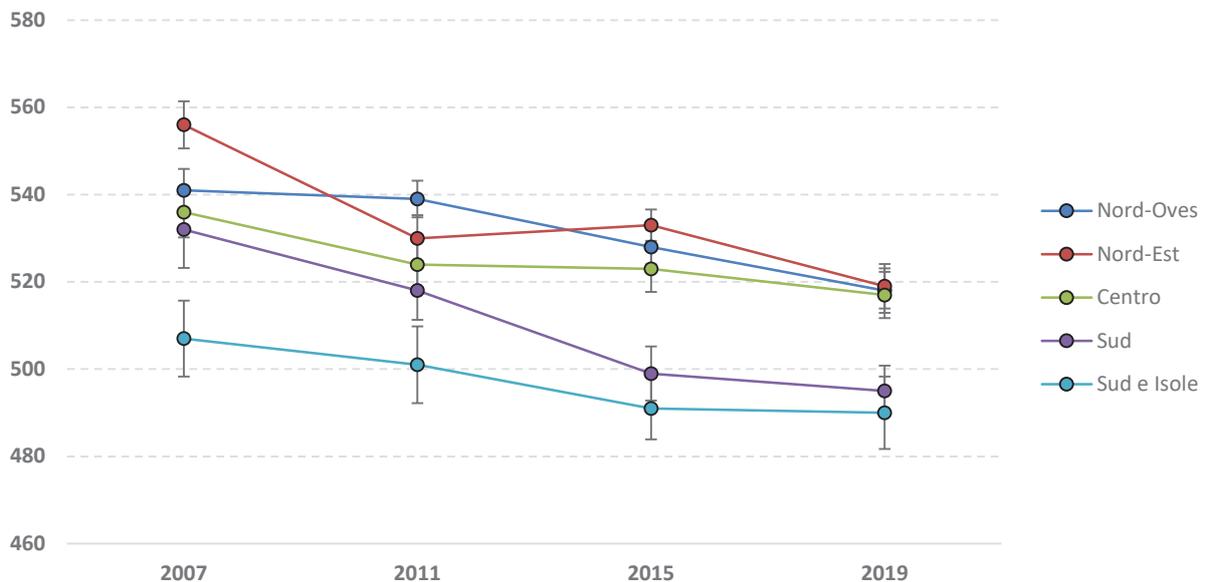
Figura 4.11 Cambiamento del risultato medio e distribuzione dei punteggi degli studenti italiani nel tempo – grado 4



Fonte: TIMSS 2019, Database IEA

A livello territoriale, il rendimento degli studenti è statisticamente inferiore rispetto al 2007 in tutte le macro-aree geografiche ad eccezione del Sud Isole. Rispetto invece al più recente 2015, non ci sono differenze statisticamente significative in nessuna delle macro-aree geografiche (cfr. Tabella 4.2_naz in appendice).

Figura 4.12 Cambiamento del risultato medio e distribuzione dei punteggi degli studenti nel tempo per macro-area geografica – grado 4



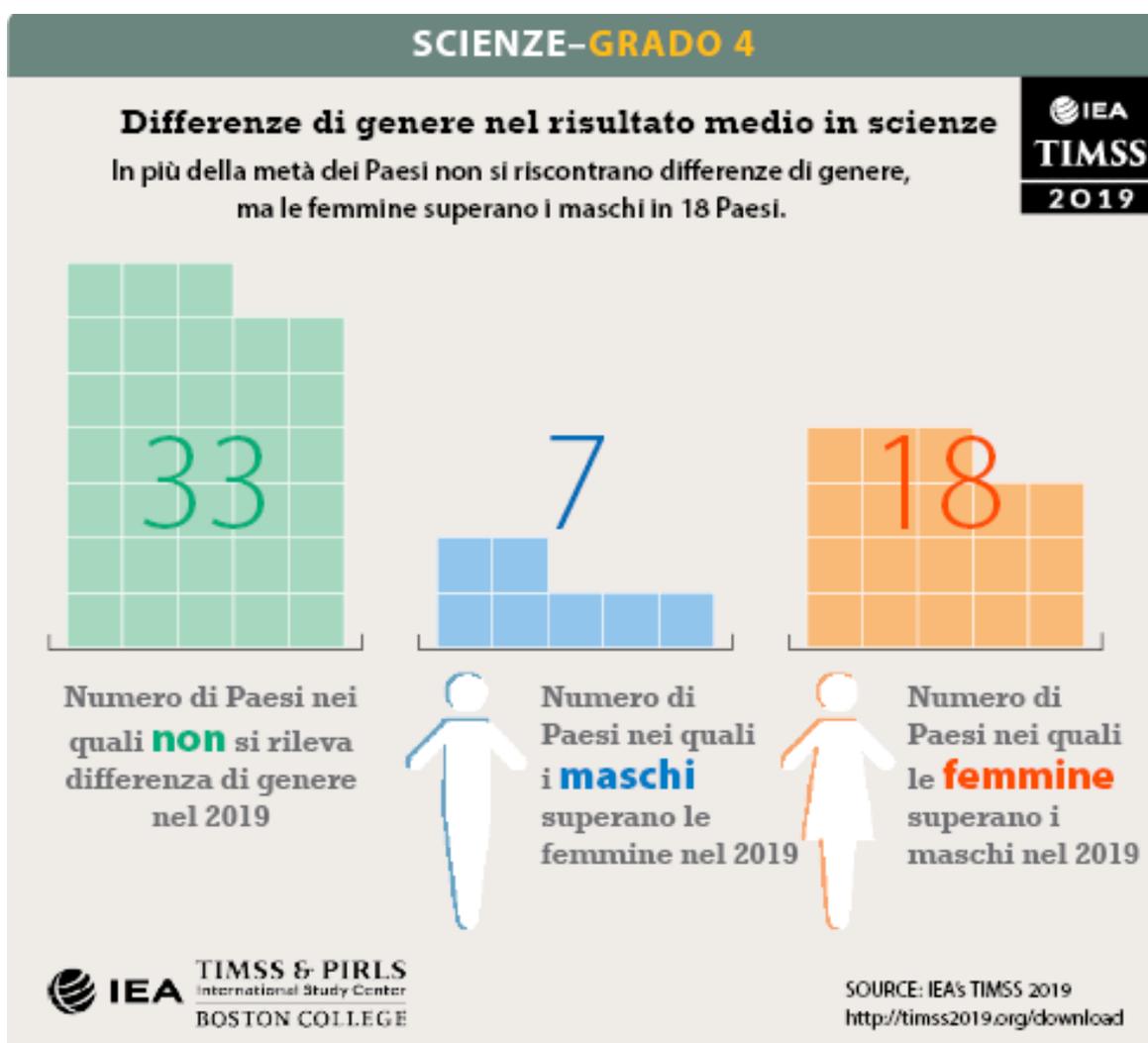
Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

4.6 Differenze di genere nel rendimento in scienze

La Figura 4.13 illustra le differenze di genere in scienze: non si evidenziano differenze di genere in scienze nei punteggi medi in 33 paesi. Le bambine della quarta primaria hanno avuto risultati medi più alti dei bambini in 18 paesi, mentre solo in 7 paesi i bambini hanno avuto risultati medi più alti delle bambine.

In Italia, la *performance* dei bambini supera quella delle bambine di 8 punti.

Figura 4.13 Differenze di genere nel punteggio in scienze – grado 4



I divari di genere più elevati si riscontrano in Arabia Saudita, Kuwait, Pakistan, Bahrain, Oman, Filippine e Sud Africa, con più di 20 punti in favore delle femmine. Le differenze in favore dei maschi sono più contenute, con Ungheria, Singapore, Repubblica Ceca e Repubblica di Corea, dove i maschi ottengono almeno 5 punti in più delle femmine. In Italia i maschi ottengono un punteggio significativamente superiore delle femmine di 8 punti (514 vs 506).

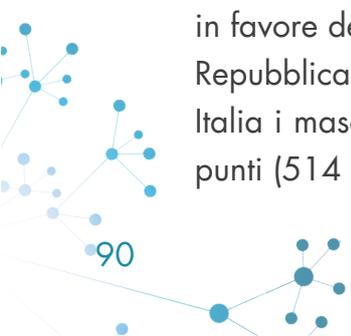
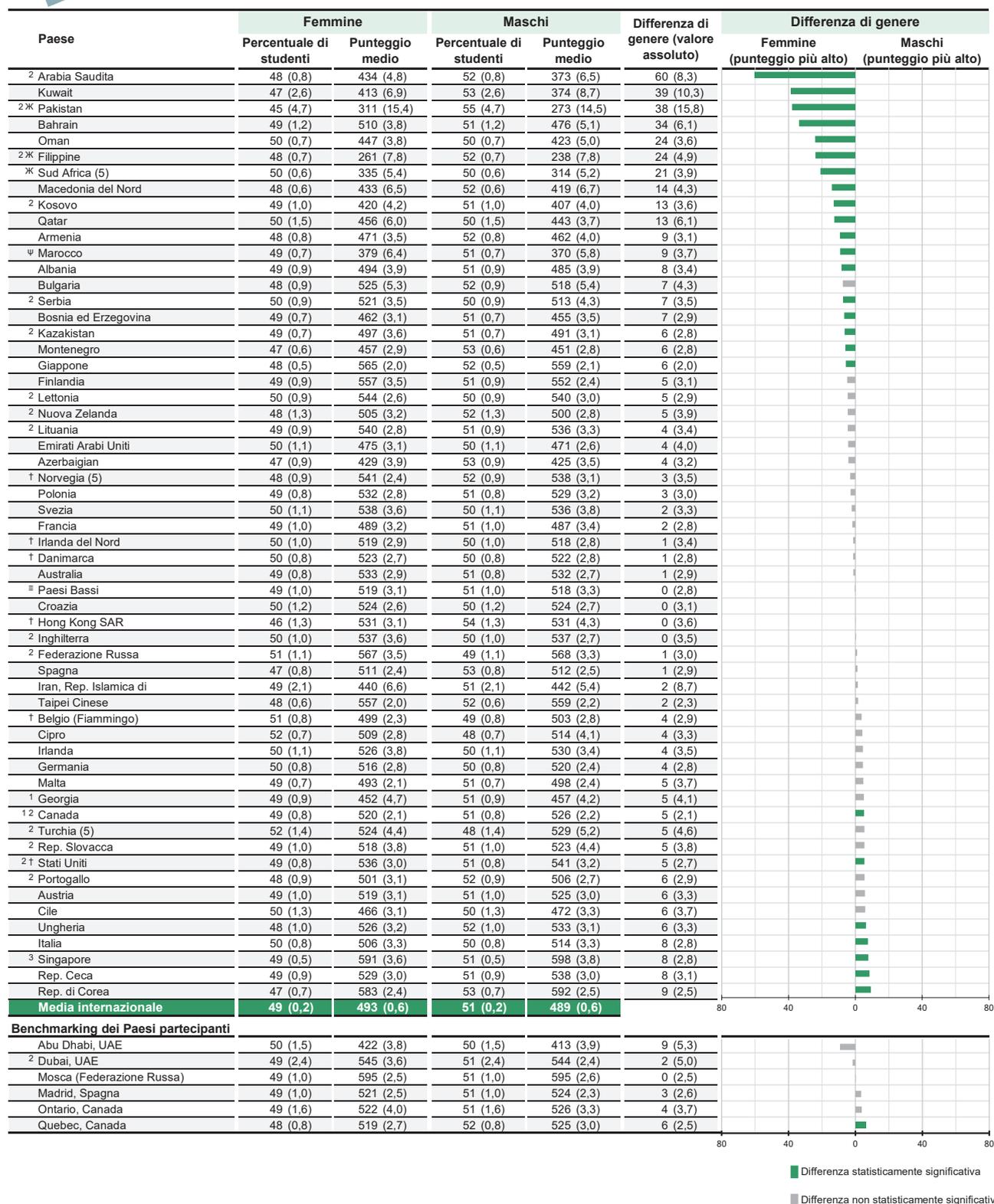


Figura 4.14 Differenze di genere nel punteggio in scienze – grado 4

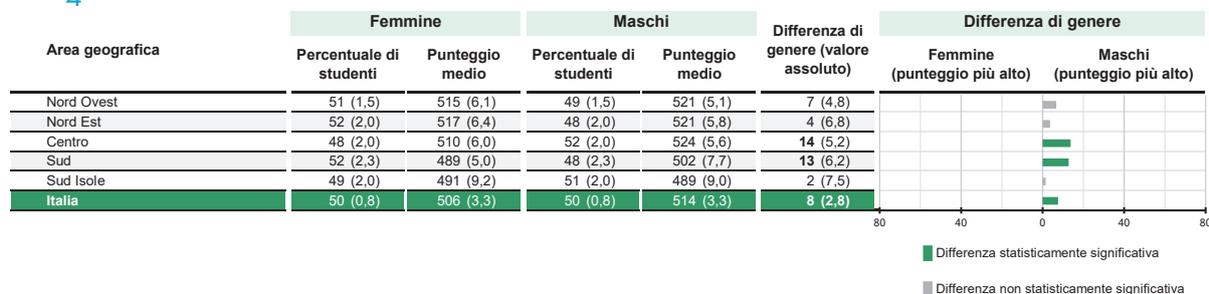


ψ Il punteggio medio potrebbe non essere una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è compresa tra il 15% e il 25%.
 Ж Il punteggio medio non è una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con un punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è superiore al 25%.
 () Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

A livello territoriale le differenze di genere a favore dei maschi sono significative solo per il Centro (maschi 524 vs femmine 510) e il Sud (502 maschi vs 489 femmine).

Figura 4.15 Differenze di genere nel punteggio in scienze per macro-area geografica – grado

4



() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

Le differenze di genere, però, non si riscontrano in tutti gli ambiti di contenuto, ma sono significative solo in fisica (495 bambine vs 508 bambini) e scienze della Terra (501 vs 513).

Figura 4.16 Differenze di genere nel punteggio in scienze per domini di contenuto, per macro-area geografica – grado 4

Area geografica	Scienze della vita (73 Items)		Scienze fisiche (61 Items)		Scienze della Terra (35 Items)	
	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi
Nord Ovest	525 (7,0)	523 (5,6)	503 (5,7)	513 (6,0)	510 (6,2)	522 (5,7) ▲
Nord Est	524 (7,7)	521 (5,9)	506 (6,8)	515 (6,7)	514 (6,3)	520 (6,7)
Centro	517 (6,6)	522 (5,9)	496 (5,5)	520 (6,9) ▲	505 (8,0)	523 (6,2) ▲
Sud	497 (6,6)	502 (6,7)	481 (6,6)	497 (7,3) ▲	482 (8,7)	497 (9,1)
Sud Isole	497 (10,5)	490 (10,5)	486 (10,9)	487 (9,9)	486 (10,8)	490 (10,7)
Italia	514 (4,1)	514 (3,3)	495 (3,5)	508 (4,3) ▲	501 (4,5)	513 (3,7) ▲

▲ Media significativamente più alta rispetto all'altro genere

Il numero di item indicato si riferisce agli item di scienze di TIMSS 2019 - quarto anno di scolarità - utilizzati nel calcolo di ciascuna scala.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

Per quanto riguarda gli ambiti cognitivi, i maschi ottengono risultati statisticamente migliori delle femmine solo in conoscenza (507 bambine vs 522 bambini).

Figura 4.17 Differenze di genere nel punteggio in scienze per domini cognitivi, per macro-area geografica – grado 4

Area geografica	Conoscenza (69 Items)		Applicazione (64 Items)		Ragionamento (36 Items)	
	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi	Femmine	Maschi
Nord Ovest	516 (6,3)	531 (6,6) ▲	512 (5,3)	512 (5,2)	518 (4,9)	518 (5,5)
Nord Est	519 (7,8)	527 (6,5)	512 (7,0)	514 (5,9)	517 (7,6)	515 (7,5)
Centro	509 (6,1)	533 (6,5) ▲	504 (5,7)	518 (6,3) ▲	510 (5,9)	517 (7,4)
Sud	490 (6,2)	511 (7,4) ▲	485 (5,9)	495 (7,6)	491 (5,7)	496 (7,6)
Sud Isole	491 (10,3)	500 (10,4)	485 (10,4)	480 (9,2)	493 (9,4)	485 (9,1)
Italia	507 (3,6)	522 (3,7) ▲	501 (3,2)	506 (3,1)	507 (3,0)	508 (4,2)

▲ Media significativamente più alta rispetto all'altro genere

Il numero di item indicato si riferisce agli item di scienze di TIMSS 2019 - quarto anno di scolarità - utilizzati nel calcolo di ciascuna scala.

() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

I dati di *trend* che fornisce TIMSS consentono anche di studiare l'andamento nel tempo delle differenze di rendimento in scienze tra maschi e femmine. Tra il 2015 e il 2019, non ci sono stati molti cambiamenti, e i cambiamenti che si sono verificati sono stati

Nel nostro paese, ad eccezione del 2003, i risultati dei maschi sono sempre statisticamente superiori a quelli delle femmine e tale differenza sembra costante nel tempo (cfr. Tabella 4.5 in appendice).

in diverse direzioni. Ad esempio, in Portogallo, Taipei Cinese, Hong Kong SAR, Repubblica Slovacca e Spagna, il divario di genere che ha favorito i ragazzi nel 2015 si è ridotto nel 2019. In Bulgaria, Finlandia, Svezia ed Emirati Arabi Uniti, il divario di genere a favore delle ragazze nel 2015 si è ridotto nel 2019.

4.7 Sintesi

Per quanto riguarda i risultati in scienze degli studenti italiani di quarta primaria:

- il nostro paese, con un punteggio di 510, si colloca al di sopra della media TIMSS. Il risultato dell'Italia non è significativamente diverso da quello di altri paesi europei partecipanti, quali Germania, Polonia, Svezia, Repubblica Slovacca e Croazia;
- la gran parte dei paesi partecipanti è in grado comunque di portare la maggior parte dei propri studenti ad un livello base di rendimento in scienze;
- il dominio di scienze della vita rappresenta l'ambito in cui l'Italia consegue risultati significativamente più alti, mentre all'opposto le scienze fisiche rappresentano il nostro punto di debolezza. Rispetto ai domini cognitivi, gli studenti italiani fanno meglio nel dominio di conoscenza piuttosto che in quello di applicazione;
- quasi tutti gli studenti italiani raggiungono il livello base della scala di scienze (95%), ma solo una esigua percentuale (3%) riesce a raggiungere il livello Avanzato, dando prova di saper applicare le conoscenze e la comprensione dei processi scientifici, di interpretare i risultati di un esperimento scientifico, di ragionare e sostenere un'argomentazione;
- in contrasto con la media internazionale in Italia la differenza di rendimento fra maschi e femmine è a vantaggio dei maschi nella scala totale di scienze (+ 8 punti), così come nel dominio di scienze fisiche e scienze della Terra e nel dominio cognitivo di conoscenza;
- in ultimo la situazione italiana disaggregata per macro-area geografica presenta le stesse differenze interne già evidenziate in altre indagini internazionali, con le regioni del Sud e Sud Isole che raggiungono un punteggio significativamente più basso rispetto alla media nazionale. Per quanto riguarda le differenze di genere, i punteggi dei maschi nella scala complessiva sono significativamente più elevati di quelli ottenuti dalle femmine nel Centro e nel Sud.

Riferimenti

Centurino, V. A.S. and Jones, L. R.. (2017). TIMSS 2019 Science Framework. In Mullis, I. V. S., & Martin, M. O. (Eds.). (2017). TIMSS 2019 Assessment Frameworks. <http://timssandpirls.bc.edu/timss2019/frameworks/framework-chapters/science-framework/>

CAPITOLO 5

RISULTATI IN SCIENZE NELLA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO

In questo capitolo sono presentati i risultati in scienze degli studenti italiani all'ottavo anno di scolarità (corrispondente in Italia al III anno di secondaria di I grado).

L'analisi dei risultati è preceduta da una presentazione del Quadro di riferimento per le scienze per l'ottavo anno di scolarità al fine di illustrare quali sono i presupposti teorici alla base della rilevazione.

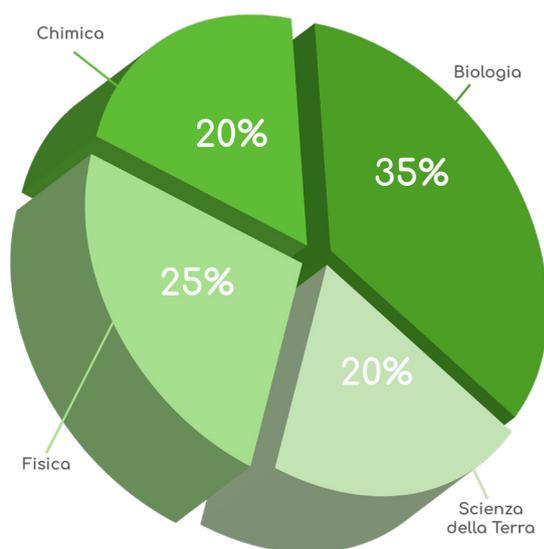
5.1. Quadro di riferimento di scienze

Per l'ottavo anno di scolarità, così come per il quarto anno, il Quadro di riferimento per le scienze è organizzato intorno a due dimensioni: quella di contenuto, relativa agli aspetti della disciplina che sono oggetto di rilevazione, e quella riferita ai processi cognitivi richiesti dai compiti inclusi nella prova.

5.1.1 Domini di contenuto

Gli item di scienze utilizzati in TIMSS 2019 fanno riferimento a quattro domini di contenuto: biologia, chimica, fisica e scienze della Terra. La Figura 5.1a presenta la percentuale di quesiti utilizzati per ciascun dominio. Come si può vedere, biologia è il dominio più rappresentato, segue fisica e infine, a parità di numero di domande, chimica e scienze della Terra.

Figura 5.1a Distribuzione dei quesiti per domini di contenuto - grado 8



Ciascun dominio di contenuto comprende diverse aree tematiche che, a loro volta, includono diversi argomenti. Per ciascun argomento sono elencati una serie di obiettivi specifici che rappresentano le conoscenze, le abilità e le competenze che gli studenti all'ottavo grado dovrebbero possedere. Anche se ci sono delle similitudini con i contenuti valutati al quarto anno, all'ottavo anno di scolarità aumentano le difficoltà e le abilità richieste agli

studenti nell'affrontare le materie scientifiche e quindi anche la complessità dei quesiti. Analizziamo più da vicino i diversi domini di contenuto.

Il dominio di contenuto di *biologia* si articola in:

- caratteristiche e processi vitali degli organismi;
- cellule e loro funzioni;
- cicli vitali, riproduzione ed ereditarietà;
- diversità, adattamento e selezione naturale;
- ecosistemi;

- salute dell'uomo.

All'ottavo anno di scolarità, gli studenti dovrebbero essere in grado di fare correlazioni tra struttura e funzioni degli organismi e sapere come questi rispondono fisiologicamente ai cambiamenti ambientali. Dovrebbero conoscere i processi di fotosintesi e respirazione. Iniziano a conoscere le basi della genetica e dell'ereditarietà. Imparano a conoscere i concetti di adattamento e selezione naturale che li aiuteranno in seguito a comprendere il processo di evoluzione. Dovrebbero essere a conoscenza delle basi scientifiche della salute dell'uomo, come mantenerla e migliorarla per sé stessi e per gli altri.

Il dominio di contenuto di *chimica* si articola in:

- classificazione e composizione della materia;
- proprietà della materia;
- trasformazioni chimiche.

Lo studio della composizione della materia evidenzia la distinzione tra elementi, composti e miscele. Viene approfondito lo studio della struttura della materia e delle sue proprietà. Gli studenti all'ottavo anno di scolarità dovrebbero essere in grado di distinguere tra cambiamenti fisici e chimici, conoscere il principio della conservazione della massa durante le reazioni chimiche. Dovrebbero avere le nozioni di base rispetto la struttura e la proprietà dei legami chimici e le proprietà di acidi e basi.

Cinque gli argomenti che compongono il dominio di contenuto di *fisica*:

- stati fisici e trasformazioni della materia;
- trasformazioni e trasferimento dell'energia;
- luce e suono;
- elettricità e magnetismo;
- forze e moto.

Gli studenti dovrebbero essere in grado di descrivere i processi coinvolti nei cambiamenti di stato della materia e collegare lo stato della materia al movimento e alla distanza tra le particelle. Dovrebbero saper identificare diverse forme di energia e le sue trasformazioni, applicare il principio di conservazione dell'energia in situazioni pratiche e comprendere il concetto di calore e temperatura. Dovrebbero conoscere le proprietà di base della luce e del suono. Dovrebbero sapere quali sono i materiali conduttori e avere familiarità con i circuiti elettrici, i magneti permanenti e gli elettromagneti. La comprensione degli studenti delle forze e del moto dovrebbe permettere loro di capire il funzionamento di semplici mezzi meccanici e di predire i cambiamenti del moto di un oggetto dovuti all'applicazione di una forza. Infine dovrebbero conoscere i concetti di

densità e pressione.

Il dominio di contenuto di *scienze della Terra* comprende:

- strutture e caratteristiche fisiche della Terra;
- processi, cicli e storia della Terra;
- risorse della Terra, loro uso e conservazione;
- la Terra nel Sistema Solare e nell'Universo.

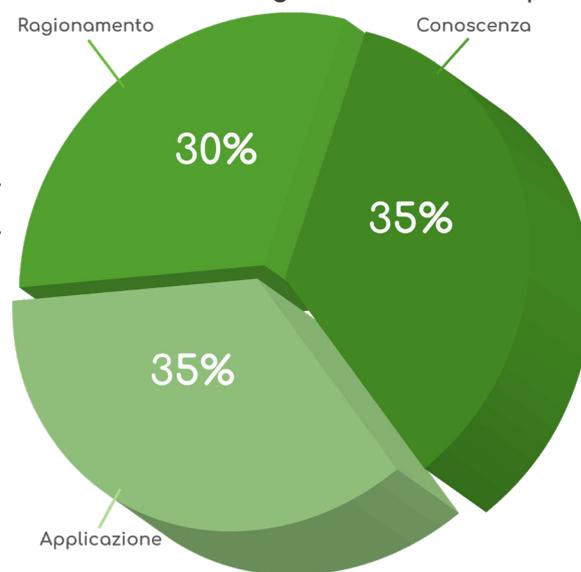
Gli studenti all'ottavo anno di scolarità dovrebbero avere una conoscenza generale della struttura interna e degli elementi fisici della Terra. Dovrebbero comprendere i processi geologici avvenuti nella storia della Terra, il ciclo dell'acqua, la differenza tra clima e tempo meteorologico. La conoscenza delle risorse del nostro pianeta dovrebbe permettere agli studenti di ragionare sul loro utilizzo e conservazione. Lo studio del Sistema Solare consente loro di confrontare e contrapporre le caratteristiche fisiche della Terra rispetto alla Luna e agli altri pianeti.

5.1.2 Domini cognitivi

I domini cognitivi rappresentano i processi che gli studenti attivano quando si confrontano con i quesiti di scienze. La struttura teorica dei domini cognitivi è la stessa per il grado 4 e per il grado 8, mentre cambia la difficoltà delle domande.

La Figura 5.1b riporta i tre domini in cui si articola la dimensione cognitiva per le scienze in TIMSS con le percentuali di quesiti previsti per ciascun dominio.

Figura 5.1b Distribuzione dei quesiti per domini cognitivi - grado 8



Il primo dominio, quello relativo alla conoscenza, fa riferimento alla capacità dello studente di ricordare, riconoscere, descrivere e fornire esempi di fatti, concetti e procedure necessari per una solida base scientifica.

Tavola 5.1. Elementi del dominio di conoscenza

Ricordare/ Riconoscere	Formulare o identificare fatti, relazioni e concetti scientifici; individuare le caratteristiche o le proprietà particolari di organismi, materiali e processi; identificare gli usi appropriati di strumenti e procedure scientifici; riconoscere e saper usare il vocabolario scientifico, simboli, abbreviazioni, scale e unità di misure.
Descrivere	Descrivere organismi, materiali fisici, processi scientifici che dimostrano la conoscenza di proprietà, strutture, funzioni e relazioni.
Illustrare con esempi	Supportare o chiarire affermazioni inerenti fatti o concetti con esempi appropriati; identificare o fornire esempi di organismi, materiali e processi che possiedono certe caratteristiche per illustrare la conoscenza di concetti generali.

Il secondo dominio, applicazione, si focalizza sulla capacità che lo studente ha di confrontare e classificare gruppi di oggetti, organismi o materiali e di saper applicare le conoscenze di un concetto di scienze acquisite a un contesto specifico così da poter fornire spiegazioni e risolvere problemi pratici in situazioni quotidiane

Tavola 5.2 Elementi del dominio di applicazione

Confrontare/ contrapporre/ classificare	Individuare o descrivere analogie e differenze tra gruppi di organismi, di materiali o di processi; distinguere, ordinare o classificare singoli oggetti, materiali, organismi e processi che si basano su determinate caratteristiche e proprietà.
Collegare	Collegare la conoscenza di un concetto di fondo a una proprietà osservata o dedotta, a un comportamento, o all'utilizzo di oggetti, organismi o materiali.
Usare i modelli	Utilizzare un diagramma o un modello per dimostrare la conoscenza di un concetto scientifico, per illustrare un processo, un ciclo, una relazione o un sistema, o per trovare una soluzione a un problema scientifico.
Interpretare le informazioni	Interpretare informazioni relative a un testo, a una tabella, a una figura o a un grafico alla luce di un concetto o principio scientifico.

Spiegare	Fornire o identificare una spiegazione per un fenomeno naturale o un'osservazione, attraverso l'uso di un concetto o di un principio che ne sta alla base.
----------	--

Il terzo dominio, ragionamento, riguarda abilità più complesse. Qui viene valutata la capacità degli studenti di analizzare dati, informazioni e problemi provenienti da situazioni non familiari e contesti più complessi. Quindi non viene richiesta allo studente la sola capacità di applicare un concetto acquisito precedentemente ma viene chiesto "un passo in più", cioè quello di sviluppare strategie e decisioni alternative applicando il metodo scientifico per risolvere il problema, trarre conclusioni e prendere decisioni.

Tavola 5.3 Elementi del dominio di ragionamento

Analizzare	Identificare gli elementi di un problema scientifico e usare informazioni rilevanti, concetti, relazioni e modelli di dati per la risoluzione di problemi e per rispondere alle domande.
Sintetizzare	Fornire soluzioni a problemi che richiedono di considerare un certo numero di fattori diversi o concetti correlati.
Formulare domande/ Ipotesizzare/ Prevedere	Formulare domande a cui è possibile rispondere con un'indagine e prevedere i risultati di un'indagine a partire da informazioni date relativamente al disegno di ricerca. Formulare ipotesi verificabili elaborando le conoscenze derivanti dall'osservazione e/o dall'analisi di informazioni scientifiche e dalla comprensione concettuale; fare previsioni sugli effetti dei cambiamenti nelle condizioni fisiche o biologiche sulla base delle evidenze empiriche e delle conoscenze scientifiche.
Pianificare indagini	Pianificare o programmare indagini adeguate per rispondere a domande scientifiche o per testare ipotesi; descrivere o riconoscere le caratteristiche di indagini ben pianificate in termini di variabili da misurare e controllare e di relazioni di causa-effetto.
Valutare	Valutare spiegazioni alternative; soppesare vantaggi e svantaggi nel prendere decisioni riguardanti processi, materiali e risorse alternative; valutare i risultati delle indagini con riferimento all'adeguatezza dei dati per sostenere le conclusioni.
Trarre conclusioni	Fare valide inferenze sulla base di osservazioni, evidenze empiriche e/o della comprensione di concetti scientifici. Trarre conclusioni appropriate che affrontano quesiti o ipotesi e dimostrano le relazioni di causa ed effetto.

Generalizzare	Trarre conclusioni generali che vadano oltre i presupposti forniti o sperimentali; estendere le conclusioni a situazioni nuove.
Giustificare	Utilizzare le evidenze empiriche e le conoscenze scientifiche per giustificare le spiegazioni e le soluzioni dei problemi e le conclusioni ricavate dalle indagini scientifiche.

5.2. Come siamo andati in scienze nella scuola secondaria di primo grado

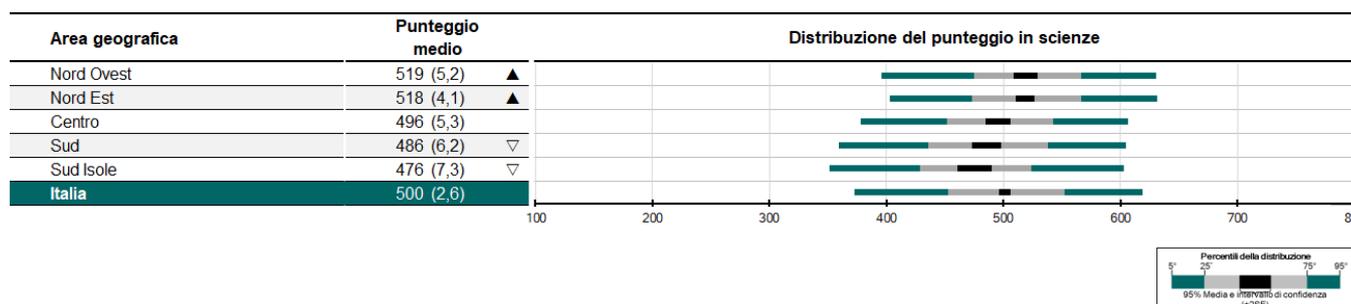
Complessivamente, in scienze, 16 paesi superano il punteggio medio internazionale (500), 4 i paesi che non si differenziano da tale media e 19 quelli che non riescono a raggiungerla. Gli studenti italiani hanno ottenuto punteggio pari a 500, in linea con quello medio internazionale e con quello di paesi quali Hong Kong, Nuova Zelanda e Norvegia (cfr. Tabella 5.1 in appendice). Rispetto agli altri paesi, il punteggio degli studenti italiani è inferiore a quello degli studenti di Singapore, il paese con i risultati più elevati, Giappone, Cina Taipei, Corea, ma anche a quello di diversi paesi dell'Europa come Federazione Russa, Finlandia, Lituania, Ungheria, Irlanda, Svezia, Portogallo e Inghilterra.

I risultati degli studenti italiani sono in linea con quelli medi internazionali. Risultati migliori al Nord.

In Italia, la distanza che separa gli studenti più bravi da quelli meno bravi¹ è più contenuta rispetto a quella di molti paesi che hanno ottenuto punteggi più elevati e dei tre paesi da cui l'Italia non si differenzia: Hong Kong, Nuova Zelanda e Norvegia.

All'interno del nostro paese, gli studenti del Nord Ovest e del Nord Est ottengono i risultati più elevati, gli studenti del Sud e del Sud Isole conseguono un punteggio medio inferiore a quello medio nazionale, gli studenti del Centro si collocano in una posizione intermedia (Figura 5.2; Tabella 5.1_naz). Nelle aree del Sud, la distribuzione dei punteggi presenta una variabilità più ampia rispetto a quanto si osserva nel resto del paese: 245 punti al Sud e 251 nel Sud Isole, 234 nel Nord Ovest, 229 nel Nord Est e al Centro.

Figura 5.2 Distribuzione dei punteggi nella scala totale di scienze per area geografica - grado 8



Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

¹ La differenza è stata calcolata tra il punteggio medio degli studenti al 95° percentile e quello degli studenti al 5° percentile della distribuzione.

5.3 Analisi dei risultati nei diversi domini

Come abbiamo visto precedentemente, il dominio di *contenuto* per scienze - ottavo anno di scolarità - in TIMSS 2019 comprende quattro aree: biologia, chimica, fisica e scienze della Terra. La Tabella 5.8 in appendice mostra i punti di forza e di debolezza di ciascun paese nelle singole aree. I punti di forza e di debolezza relativi sono rappresentati dallo scarto tra il punteggio medio nell'area e quello nella scala principale.

Punti di forza: biologia e scienze della Terra.

Punti di debolezza: chimica e fisica.

Gli studenti italiani di terza secondaria di primo grado presentano una carenza in chimica (-17 punti) e in fisica (-14 punti), mentre biologia e scienze della Terra rappresentano dei punti di forza, con rispettivamente 8 e 11 punti in più rispetto all'abilità totale in scienze (Tabella 5.8).

biologia rappresenta un punto di forza anche in tutte le macro-aree geografiche all'interno del nostro paese, mentre Scienze della Terra lo è nel Nord Ovest, nel Nord Est e nel Centro; il risultato in questo dominio degli studenti del Sud e del Sud Isole non si distingue dall'abilità totale in scienze. chimica e fisica sono punti di debolezza in tutte le macro-aree geografiche (Tabella 5.7_naz).

I domini cognitivi hanno riguardato gli aspetti di conoscenza, applicazione e ragionamento. I risultati di TIMSS 2019 mettono in evidenza che conoscenza è un punto di forza degli studenti italiani (+7 punti), mentre applicazione e ragionamento sono risultati in linea con il punteggio medio nella scala totale di scienze (Tabella 5.11).

A livello di macro-area geografica (Tabella 5.9_naz), l'aspetto di conoscenza è un punto di forza che caratterizza solo gli studenti del Centro, del Sud e del Sud Isole, mentre gli studenti delle aree del Nord nel suo complesso ottengono in questo aspetto un punteggio che non si differenzia da quello della scala totale. In applicazione e ragionamento i risultati per macro-area geografica ricalcano quelli a livello medio nazionale, ad eccezione dell'aspetto di ragionamento che rappresenta un punto di debolezza per il Sud Isole (-10 punti).

5.4. Livelli di rendimento in scienze

Al fine di fornire una interpretazione dei risultati, TIMSS individua quattro fasce di punteggio crescenti – *Benchmark* Internazionali – che corrispondono a differenti livelli di abilità in scienze.

Ancora pochi studenti, in Italia, mostrano di saper risolvere problemi di livello elevato o Avanzato (poco più di 1 su 4).

Gli studenti che raggiungono il *Benchmark* Internazionale Avanzato sono quelli che ottengono un punteggio di almeno 625 punti. A questo livello, gli studenti dimostrano di possedere una conoscenza approfondita di alcuni concetti complessi e astratti della biologia, della chimica e della fisica e delle scienze della Terra. Sanno spiegare, ad esempio, fenomeni legati all'elettricità e al magnetismo, alle forze e alla pressione, alla luce e al suono sia in situazioni familiari

che astratte. Conoscono il Sistema Solare e sanno spiegare in che modo avviene il cambiamento delle stagioni.

Gli studenti che si trovano nel *Benchmark* Internazionale Alto conseguono un punteggio di almeno 550 punti e dimostrano di saper applicare la comprensione di concetti relativi alle varie materie scientifiche. Dimostrano una comprensione dei meccanismi di adattamento e della selezione naturale. Hanno conoscenza della composizione e delle proprietà fisiche della materia e sanno applicarla in contesti pratici e sperimentali. Sanno spiegare i cicli vitali degli organismi o come funziona un ecosistema, mostrano comprensione dei cambiamenti chimici e della trasformazione di energia in situazioni pratiche, sanno come funziona un circuito elettrico.

Si trovano al *Benchmark* Internazionale Intermedio gli studenti con un punteggio di almeno 475 punti. A questo livello gli studenti sono in grado di riconoscere e comunicare le conoscenze scientifiche su una molteplicità di argomenti, che vanno dai processi vitali di animali e piante alla interazione tra organismi viventi, dalle proprietà della materia ad alcuni aspetti riguardanti forze, moto ed energia, dalla conformazione della Terra alle sue risorse.

Gli studenti che si collocano al sono *Benchmark* Internazionale Basso ottengono un punteggio di almeno 400 punti; mostrano una comprensione limitata di principi e concetti scientifici e una conoscenza limitata dei fatti scientifici.

Figura 5.3 Descrizione dei *benchmark* internazionali nella scala di scienze - grado 8

 Benchmark internazionale Avanzato	
625	<p><i>Gli studenti dimostrano di comprendere i concetti legati alla biologia, alla chimica, alla fisica e alle scienze della Terra in una varietà di contesti. Sanno classificare gli animali in gruppi tassonomici. Sono in grado di applicare la conoscenza delle strutture cellulari e delle loro funzioni. Essi dimostrano una certa comprensione della diversità, dell'adattamento e della selezione naturale. Riconoscono anche l'interdipendenza delle popolazioni di organismi in un ecosistema. Dimostrano di conoscere la composizione della materia e la tavola periodica degli elementi. Usano le proprietà fisiche della materia per ordinare, classificare e confrontare sostanze e materiali. Riconoscono anche l'evidenza che si è verificata una reazione chimica. Gli studenti dimostrano la comprensione della spaziatura delle particelle e del movimento in diversi stati fisici. Dimostrano la conoscenza del trasferimento di energia e dei circuiti elettrici, sanno mettere in relazione le proprietà della luce e del suono con i fenomeni comuni e dimostrare la comprensione delle forze nei contesti quotidiani. Dimostrano la comprensione della struttura della Terra, delle caratteristiche fisiche e dei processi. Dimostrano anche di conoscere le risorse della Terra e la loro conservazione.</i></p>
 Benchmark internazionale Alto	
550	<p><i>Gli studenti applicano la comprensione dei concetti di biologia, chimica, fisica e scienze della Terra. Gli studenti sanno applicare la conoscenza delle caratteristiche dei gruppi di animali, dei processi vitali negli esseri umani, delle cellule e delle loro funzioni, dell'eredità genetica, degli ecosistemi e della nutrizione. Gli studenti mostrano una certa conoscenza e comprensione della composizione e delle proprietà della materia e delle reazioni chimiche. Sanno applicare le conoscenze di base della trasformazione e del trasferimento di energia, dei circuiti elettrici, delle proprietà dei magneti, della luce, del suono e delle forze. Sanno applicare la conoscenza delle caratteristiche fisiche della Terra, dei processi, dei cicli e della storia, e mostrare una certa comprensione delle risorse della Terra e del loro uso.</i></p>
 Benchmark internazionale Intermedio	
475	<p><i>Gli studenti mostrano e applicano alcune conoscenze di biologia e scienze fisiche. Gli studenti dimostrano una certa conoscenza delle caratteristiche degli animali e applicano la conoscenza degli ecosistemi. Dimostrano una certa conoscenza delle proprietà della materia, dei cambiamenti chimici e di alcuni concetti fisici.</i></p>
 Benchmark internazionale Basso	
400	<p><i>Gli studenti mostrano una comprensione limitata dei principi e dei concetti scientifici e una conoscenza limitata dei fatti scientifici.</i></p>

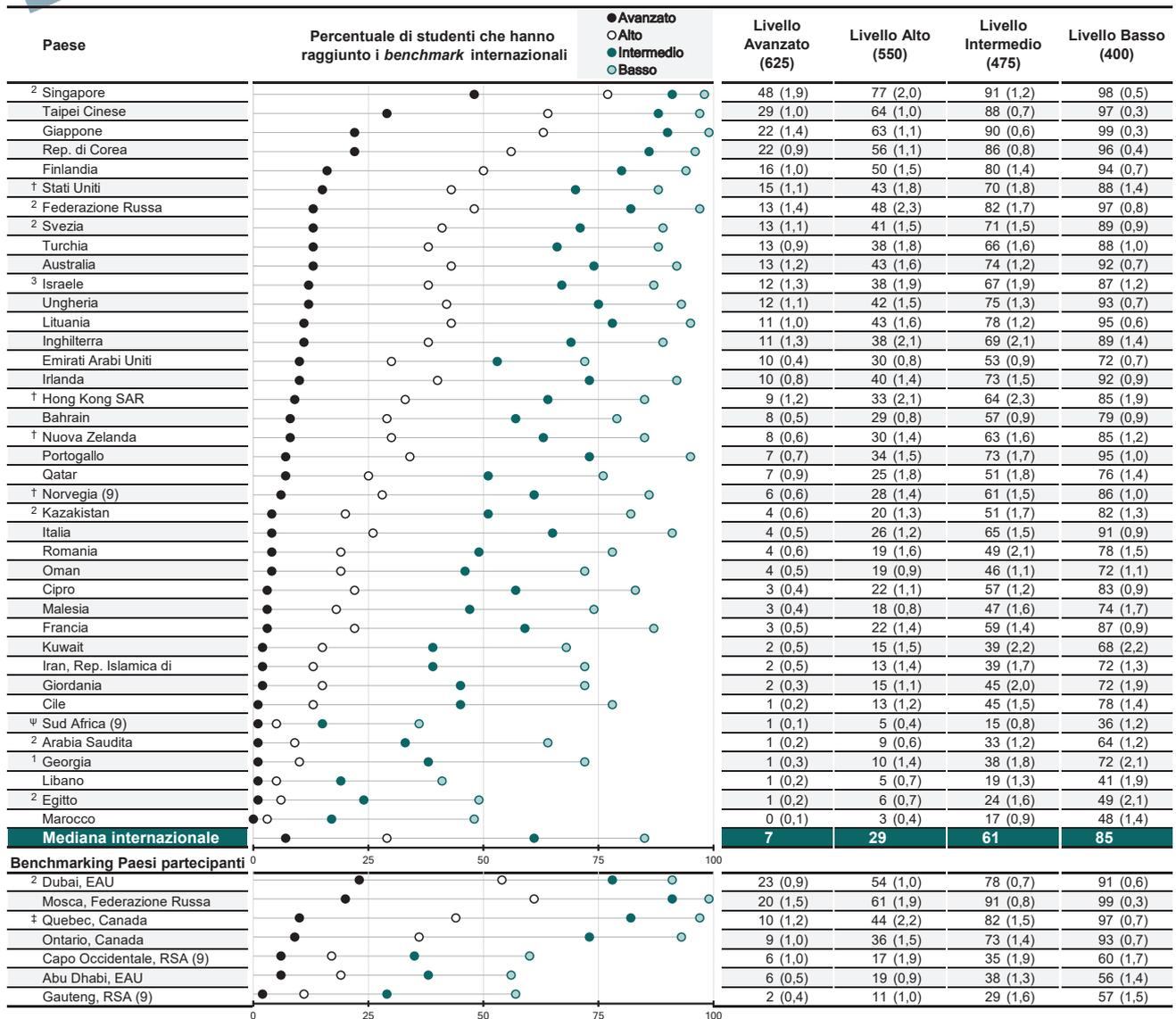
Fonte: IEA TIMSS 2019

La Tabella 4.8 in appendice presenta le percentuali cumulate di studenti a ciascun livello. Solo il 4% dei nostri studenti si colloca nel livello Avanzato (il valore mediano internazionale è 7%), percentuale di molto inferiore a quella di paesi quali Singapore

(48%), Taipei Cinese (29%), Giappone e Corea (entrambi 22%). I compiti di livello Alto vengono svolti correttamente dal 26% degli studenti italiani; 29% è il valore mediano internazionale. Anche in questo caso, le percentuali più elevate di studenti si osservano a Singapore (77%), Taipei Cinese e Giappone (oltre il 60%). Il 65% dei nostri studenti raggiunge almeno il livello Intermedio (61% valore mediano internazionale); il 9% non raggiunge il livello minimo (15% il valore internazionale).

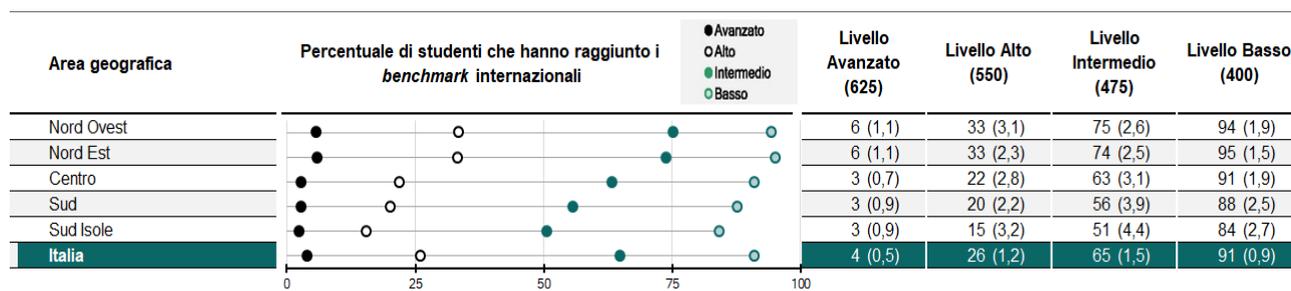
Se analizziamo il dato per macro-area geografica, osserviamo che gli studenti delle aree del Nord (6%) raggiungono il livello Avanzato in misura superiore a quelli delle altre aree del paese (3%). Per quanto riguarda gli altri livelli, si osserva un andamento Nord-Sud: in tutti i livelli le percentuali più elevate si registrano nel Nord Ovest e nel Nord Est, risultato superiore anche al valore medio nazionale; queste percentuali diminuiscono nel Sud e nel Sud Isole. Il Centro si colloca in una posizione sostanzialmente intermedia (Tabella 5.5_naz).

Figura 5.4 Percentuale di studenti nei benchmark internazionali - grado 8



ψ Il punteggio medio potrebbe non essere una misura attendibile poiché la percentuale di studenti con punteggio al di sotto del Livello (benchmark) Basso è compresa tra il 15% e il 25%.
() Gli errori standard figurano in parentesi. I risultati sono arrotondati al numero intero più vicino (in alcuni casi i totali non sono del tutto coerenti).

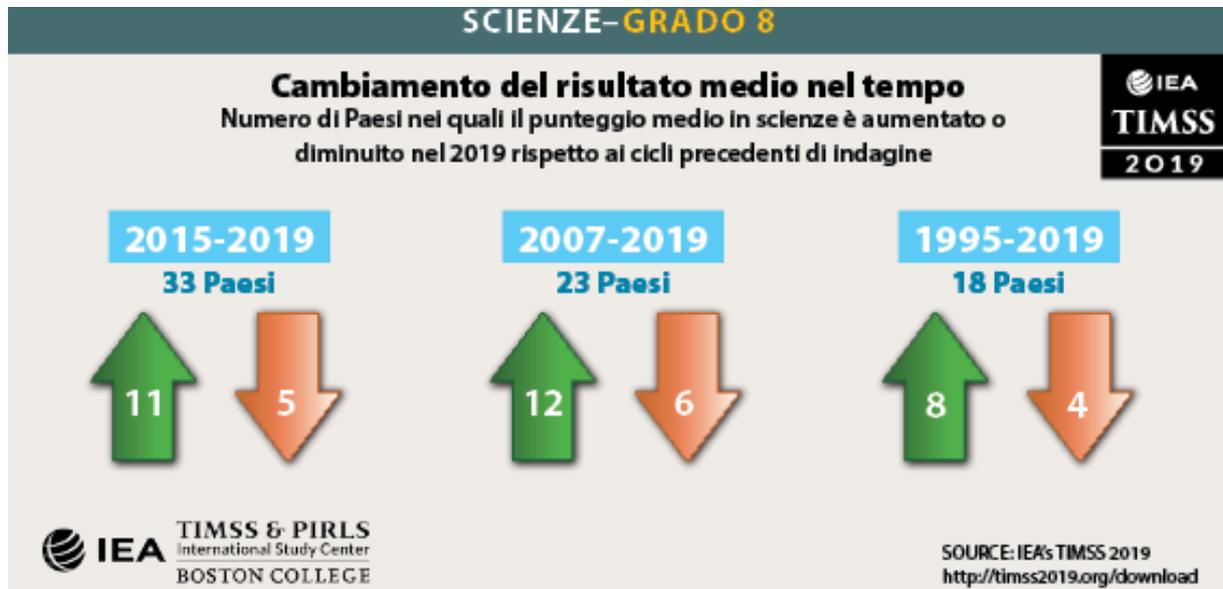
Figura 5.5 Percentuale di studenti nei *benchmark* internazionali per macro-area geografica - grado 8



Fonte: TIMSS 2019, Database INVALSI

5.5 Come è cambiato il rendimento in scienze degli studenti del terzo anno di scuola secondaria di primo grado

Figura 5.6 Cambiamento del risultato medio in scienze nei paesi - grado 8



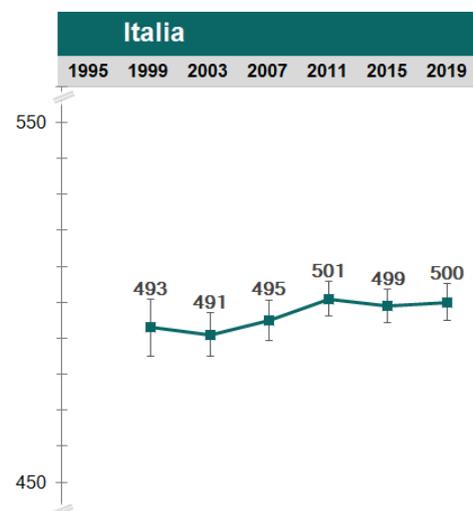
Fonte: IEA TIMSS 2019

I risultati in scienze degli studenti di terza secondaria di primo grado sono stabili rispetto ai cicli precedenti.

La Figura 5.7 (Tabella 5.3) permette di vedere come sono cambiati nel tempo i risultati dei nostri studenti in scienze. Il primo cambiamento si osserva nel 2011, ciclo in cui si rileva un miglioramento rispetto al 2003. Nel 2019 non ci sono cambiamenti significativi rispetto al 2011 e al 2015, pertanto i risultati in scienze

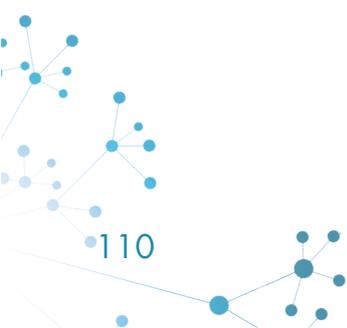
degli studenti italiani sono sostanzialmente stabili. La stessa stabilità si osserva all'interno delle diverse aree geografiche del nostro paese. Fanno eccezione il Centro che ottiene nel 2019 un punteggio inferiore a quello del 2011 di 13 punti e il Sud Isole che nel 2019 ottiene un punteggio superiore a quello del 2015 di 20 punti (Tabella 5.2_naz).

Figura 5.7. Cambiamento del punteggio medio in scienze nel tempo. Scuola secondaria di primo grado - grado 8



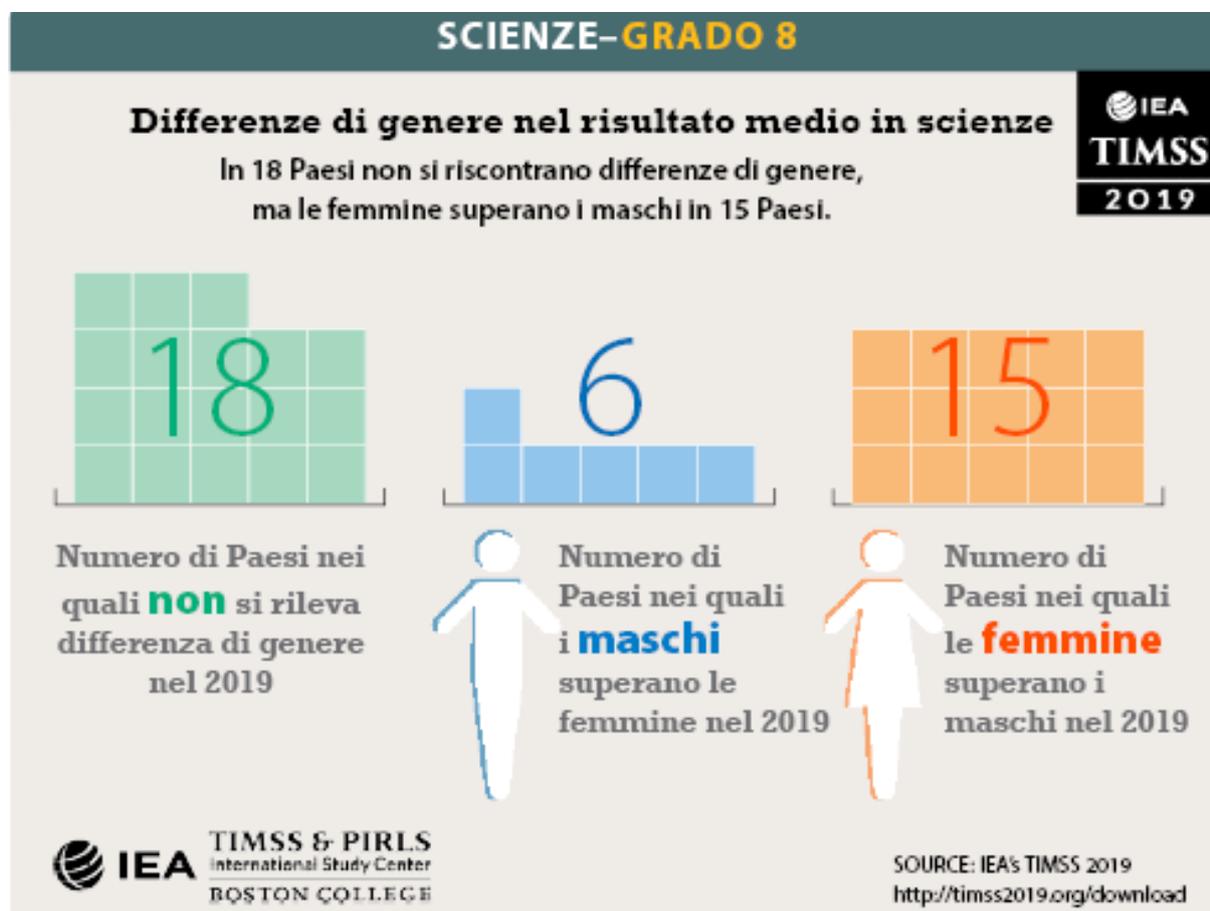
Fonte: TIMSS 2019, Database IEA

Rispetto ai *Benchmark* Internazionali, prendendo in considerazione il periodo che va dal 2007 al 2019, non si osservano cambiamenti nel tempo, sia a livello nazionale sia a livello di macro-area geografica (Tabella 5.6_naz). Solo il Sud Isole presenta nel 2019 una percentuale di studenti che raggiunge il livello Avanzato superiore a quella del 2011 e una percentuale superiore a quella del 2015 di studenti al livello Intermedio. Vediamo ora come sono cambiati i risultati dei nostri studenti negli aspetti che caratterizzano i domini di contenuto e quelli cognitivi. Per quanto riguarda il dominio di contenuto, nel 2019 i ragazzi italiani ottengono risultati migliori del 2015 in biologia e rispetto al 2007 in scienze della Terra. In chimica e fisica, i due aspetti che rappresentano punti di debolezza dei ragazzi italiani, non si osservano cambiamenti rispetto ai cicli precedenti. Nei domini cognitivi, l'unico cambiamento significativo è in conoscenza: +11 punti nel 2019 rispetto al 2007 (Tabelle 5.9 e 5.12).



5.6 Differenze di genere nel rendimento in scienze

Figura 5.8 Differenza di genere nel punteggio in scienze – Sintesi dei paesi - grado 8



Fonte: IEA, TIMSS 2019

L'Italia è uno dei 6 paesi in cui i ragazzi vanno meglio delle ragazze in scienze (7 punti). In 15 paesi si osserva il risultato opposto, mentre nei restanti 18 non ci sono differenze di genere (Tabella 5.4). Oltre che in Italia, il vantaggio dei ragazzi si osserva in Ungheria (20 punti), Cile (11 punti), Corea e Giappone (10 punti), Portogallo (6 punti). All'interno del nostro paese (Tabella 5.3_naz), i ragazzi vanno meglio delle ragazze nel Nord Est (14 punti) e nel Sud (17 punti).

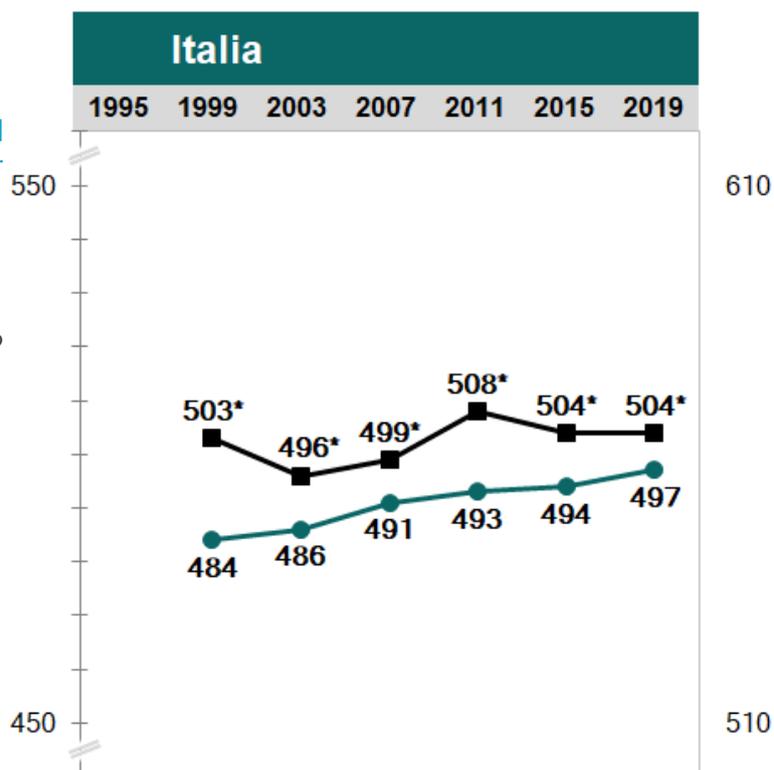
I ragazzi ottengono risultati migliori delle ragazze in fisica e in scienze della Terra. Questo stesso risultato si osserva nel Nord Est e nel Sud del nostro paese, mentre chimica rappresenta un punto di forza per le ragazze del Sud Isole (Tabelle 5.10 e 5.8_naz). Per quanto riguarda i domini cognitivi, i ragazzi italiani vanno meglio delle ragazze in applicazione. A livello di macro-aree geografiche, nel Nord Est e nel Sud si registra un vantaggio dei ragazzi in conoscenza e applicazione (Tabelle 5.13 e 5.10_naz).

Nel corso delle diverse rilevazioni TIMSS, i ragazzi italiani hanno sempre presentato risultati migliori delle ragazze (Figura 5.9); il loro punteggio ha avuto delle flessioni nel

tempo, mentre quello delle ragazze sembra caratterizzato da una maggiore stabilità. Guardando all'interno del nostro paese, le ragazze del Sud Isole registrano nel 2019 un punteggio più elevato di quello conseguito nel 2015 e nel 2011, mentre i ragazzi del Centro ottengono nel 2019 un punteggio simile a quello del 2015 e inferiore a quello del 2011. In tutte le altre macro-aree geografiche non ci sono cambiamenti significativi nei punteggi di ragazzi e ragazze nel tempo (Tabella 5.4_naz).

Figura 5.9 Cambiamento del punteggio medio in scienze per maschi e femmine - grado 8

Fonte: IEA, TIMSS 2019



5.7 Sintesi

I risultati di TIMSS 2019 ci restituiscono un quadro dell'Italia caratterizzato da una abilità generale in scienze dei nostri studenti simile a quella degli altri studenti a livello medio internazionale.

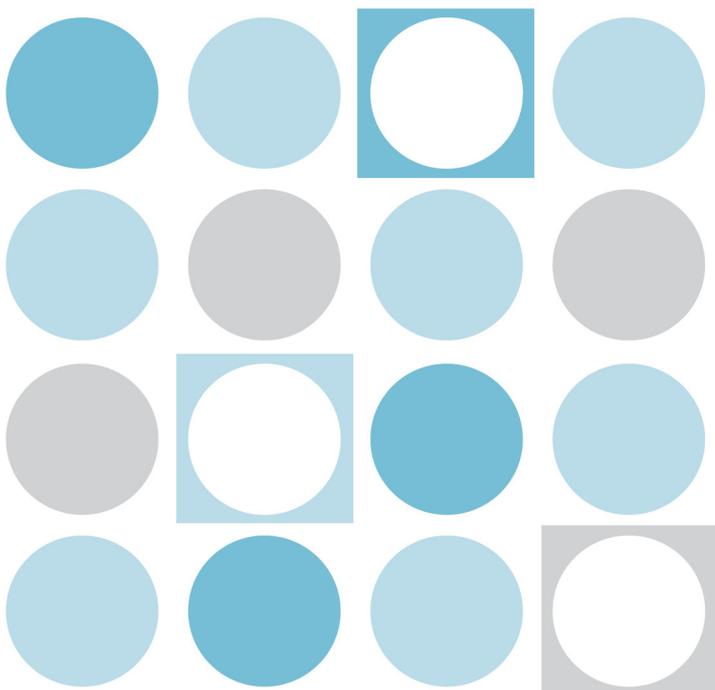
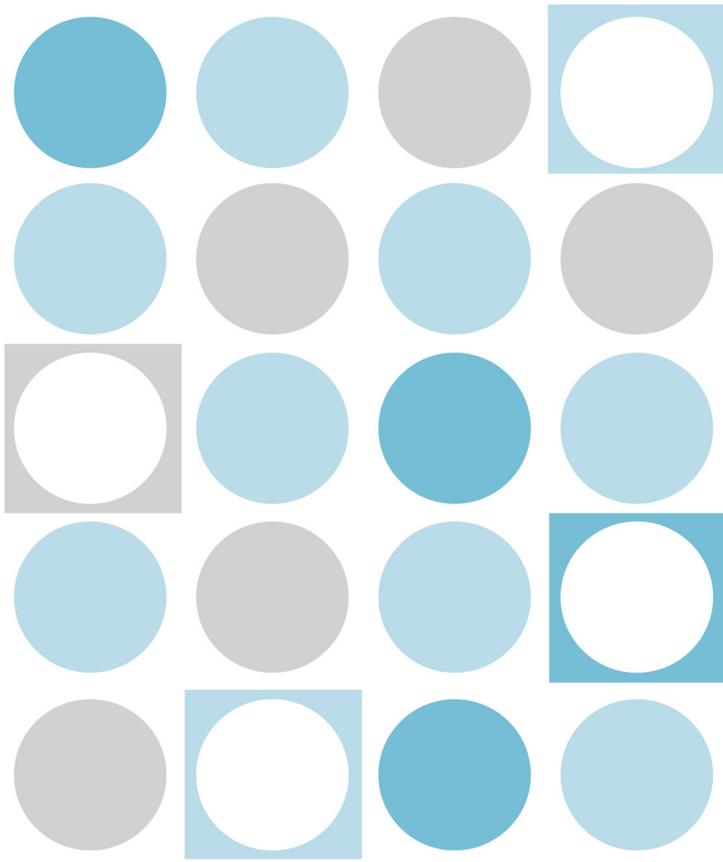
Anche in questa rilevazione si osserva un divario territoriale, con il Nord che consegue risultati più elevati e il Sud i cui risultati sono al di sotto della media nazionale.

Rispetto a quanto si osserva in diversi paesi, ancora pochi studenti italiani riescono a risolvere problemi di livello elevato o avanzato.

I risultati dell'Italia sono sostanzialmente stabili nelle ultime rilevazioni in cui si è mantenuto il miglioramento conseguito nel 2011 rispetto al 2003.

I punti di forza relativa dei nostri studenti sembrano essere biologia e scienze della Terra, mentre chimica e fisica sono due aree che necessitano di maggiore attenzione.

I risultati italiani di TIMSS 2019, infine, confermano un *gap* di genere in scienze: le ragazze presentano una abilità generale in scienze inferiore a quella dei ragazzi e una difficoltà particolare in fisica e in scienze della Terra.



TIMSS & PIRLS
International Study Center
Lynch School of Education
BOSTON COLLEGE