



**Istituto nazionale per la valutazione del sistema educativo
di istruzione e di formazione**

WORKING PAPER N. 60/2022

***La performance della scuola media inferiore nel dodicennio pre-Covid: un'analisi dei trend
nelle prove TIMSS in matematica e scienze dal 2007 al 2019***

Elisa Caponera (corresponding author) – INVALSI

<https://orcid.org/0000-0003-3266-0372>

Laura Palmerio – INVALSI

<https://orcid.org/0000-0002-6594-805X>

Paolo Sestito

Dipartimento Pianificazione, Organizzazione e Bilancio, Banca d'Italia

Collana: Working Papers INVALSI

ISSN: 2611 - 5719

The views and opinions expressed in this article are those of the authors and do not necessarily reflect the view and the official policy or position of INVALSI.

Le opinioni espresse nei lavori sono attribuibili esclusivamente agli autori e non impegnano in alcun modo la responsabilità dell'Istituto. Nel citare i temi, non è, pertanto, corretto attribuire le argomentazioni ivi espresse all'INVALSI o ai suoi Vertici

Abstract

La *performance* della scuola secondaria di primo grado italiana, considerata anello debole del sistema, è da anni al centro dell'attenzione degli osservatori. Obiettivo del presente studio è fornire un'analisi dei trend dei risultati delle prove TIMSS in matematica e scienze per comprendere l'evoluzione nel tempo del rendimento degli studenti italiani di terza secondaria di primo grado. Sono presentati i risultati degli studenti italiani nelle TIMSS 2019 confrontandoli con quelli delle rilevazioni nazionali INVALSI dello stesso anno scolastico, viene inoltre presentato un confronto tra i risultati italiani a TIMSS e quelli degli altri paesi UE partecipanti allo studio. Nell'ultima parte del lavoro i trend di TIMSS verranno interpretati attraverso un'analisi di regressione che prende in considerazione i dati di terza secondaria di primo grado a partire dal ciclo 2007. I risultati di questo studio aprono a una riflessione mostrando come il rendimento degli studenti in matematica, in realtà, non sia peggiorato né rimasto stabile nel tempo, ma ci sono al contrario segnali di miglioramento, almeno per quanto riguarda la matematica.

Parole chiave: TIMSS, INVALSI, performance in matematica, performance in scienze, scuola secondaria di primo grado.

Keywords: TIMSS, INVALSI, mathematics achievement, science achievement, lower secondary school.

Introduzione

La *performance* della scuola media inferiore italiana, in quanto anello debole del sistema, è da anni al centro dell'attenzione degli osservatori (cfr. FGA, 2011 e 2021). Le prove nazionali Invalsi evidenziano come alcuni dei tratti problematici del sistema scolastico italiano – in primis la presenza di ampi divari regionali nel livello degli apprendimenti e anche nel contributo che le singole scuole apportano agli stessi nei termini del cd valore aggiunto¹ si manifestino con particolare intensità proprio a partire da questo livello scolastico. Anche nel confronto internazionale, le prove TIMSS – condotte sia in quarta primaria che nella terza secondaria di primo grado ogni quattro anni – mostrano come l'Italia stia molto meglio nel grado più basso – rappresentativo della scuola primaria – che in quello che è posto al termine della secondaria di primo grado (cfr. Caponera, 2012; Palmerio & Caponera, 2016; Mullis, Martin, Foy, Kelly, & Fishbein, 2020; Palmerio & Caponera, 2021).

Obiettivo di questo paper è di portare evidenze su tale situazione adoperando la metrica fornita dalle prove TIMSS in matematica e scienze. Lo studio si concentrerà soprattutto sull'evoluzione nel tempo del fenomeno, coprendo l'arco temporale che va dal 2007 al 2019, ultimo anno al momento disponibile e che comunque rappresenta l'ultimo anno prima del Covid, i cui effetti, plausibilmente deleteri (cfr. Invalsi 2021 ultimo rapporto su prove nazionali), saranno leggibili nelle prove TIMSS del 2023. Per focalizzare l'attenzione sul contributo agli apprendimenti proveniente dalla scuola media inferiore, ove possibile si è inoltre tenuto esplicitamente conto dei livelli pregressi degli apprendimenti delle diverse coorti di alunni (non quindi, purtroppo, dei singoli alunni, dato non disponibile nelle rilevazioni TIMSS).

Va detto che naturalmente matematica e scienze non sono esaustive degli apprendimenti degli alunni. Come evidenziato proprio sulla base dei dati TIMSS, usati congiuntamente

¹ Con esso si intende il livello degli apprendimenti, come misurato nelle prove medesime, tenendo conto di tutta una serie di sue determinanti (in primis il mix degli studenti medesimi), incluso il livello pregresso degli apprendimenti degli alunni nei gradi scolastici precedenti. Per le stime Invalsi in proposito si veda Bovini e Sestito (2021) presentano un quadro completo delle risultanze sui divari geografici interni all'Italia (nei termini del livello degli apprendimenti e di valore aggiunto) aggiornato al 2019.

con la rilevazione PIRLS che si focalizza sulla cosiddetta literacy nella lingua nazionale, quest'ultima è anzi un'importante covariata delle stesse competenze in matematica e scienze (cfr. Caponera, Sestito & Russo, 2016). Pur tuttavia, è indubbia la crescente importanza delle competenze matematiche e scientifiche. Negli ultimi decenni, la valutazione dell'efficacia dei curricula di istruzione relativi alle materie scientifiche è diventata sempre più di interesse per i governi di molti Paesi (Council of the European Union, 2010, 2018; European Commission, 2018; OECD, 2018) e studiare come migliorare le competenze matematiche e scientifiche tra i giovani è sempre più una priorità. Tali competenze non solo sono fondamentali per lo sviluppo economico e per poter competere con successo nell'economia globale di mercato (Mullis et al., 2005), ma, al giorno d'oggi, per essere cittadini attivi e consapevoli è necessario avere 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. In questa direzione, differenti studi evidenziano che gli studenti con un alto rendimento in matematica hanno più opportunità di crescita personale, sono più capaci di trovare lavoro e hanno migliori prospettive di carriera (ad es. Martin & Mullis, 2013). Recentemente la Commissione europea ha incluso la competenza matematica e quella in scienze e tecnologia fra le otto competenze chiave per il lifelong learning.²

Nel prosieguo del lavoro, verrà innanzitutto presentata la fonte dei dati adoperata (sezione 1), seguirà una breve analisi descrittiva dei trend esistenti (sezione 2) e una comparazione del quadro sezionale da essi risultante (alla data del 2019) con quello dei paesi UE partecipanti all'indagine (sezione 3) e quello, come detto più dettagliato e disaggregato, fornito dalle rilevazioni nazionali Invalsi (sezione 4). Nella sezione 5 i trend nei dati verranno quindi meglio interpretati attraverso un'analisi di regressione, in modo da tener conto dell'evoluzione d'una serie di fattori di composizione della popolazione studentesca; in questo ambito, si porrà anche in essere un'analisi che tiene conto dei livelli

² Key competences for lifelong learning. (2019). Luxembourg: Publications Office of the European Union, 11.
DOI:10.2766/291008 NC-02-19-150-EN-C

pregressi degli apprendimenti (in IV primaria) delle diverse coorti di alunni della terza media inferiore, reinterprestando i risultati in una metrica di valore aggiunto.

1. L'indagine TIMSS

TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) è una delle principali indagini comparative internazionali e rappresenta una fonte preziosa di dati relativi alle competenze in matematica e scienze degli studenti. Condotta con periodicità quadriennale dall'International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA³), ha lo scopo di valutare le competenze degli studenti in matematica e scienze con l'obiettivo di ottenere dati validi e attendibili relativi alle abilità e conoscenze degli studenti e quindi, di conseguenza, sull'efficacia dei sistemi di istruzione dei paesi partecipanti.⁴ La possibilità di comparare i sistemi educativi in termini di organizzazione, curricoli e procedure didattiche, con le prestazioni degli studenti, può essere un efficace strumento di analisi delle politiche pubbliche.

TIMSS, che viene svolto con regolarità ogni quattro anni, permette di conoscere il rendimento in matematica e scienze degli studenti del quarto e dell'ottavo anno di scolarità, che per l'Italia corrispondono al quarto anno della scuola primaria e al terzo anno della scuola secondaria di I grado. 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.

³ La IEA è 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.

⁴ TIMSS fornisce anche informazioni su alcuni indicatori internazionali all'interno del quadro di riferimento SDG 4, come l'equità, la violenza nelle scuole o le qualifiche degli insegnanti. Obiettivo è garantire che tutte le ragazze e i ragazzi completino un'istruzione primaria e secondaria gratuita, equa e di qualità, che porti a risultati di apprendimento rilevanti ed efficaci entro il 2030; all'interno dell'Indicatore globale 4.1.1 è previsto che alla fine della scuola secondaria di primo grado gli studenti raggiungano almeno un livello minimo di competenza in matematica, per genere, così come misurato in TIMSS.

I risultati TIMSS si riferiscono a una metrica comune: le scale di rendimento TIMSS in matematica e scienze sono state definite nel 1995 per avere una media di scala di 500 e una deviazione standard di 100, corrispondenti alla media e alla deviazione standard internazionale calcolata per tutti i paesi che hanno partecipato a TIMSS 1995 per l'ottavo grado scolastico. Alcuni quesiti della prima rilevazione non sono stati resi pubblici e sono stati impiegati nella rilevazione successiva come base per collegare i due insiemi di risultati, in questo modo i dati sono stati ricondotti alla stessa metrica, per permettere ai Paesi di misurare i cambiamenti nel rendimento degli studenti. Utilizzando procedure simili sono stati ricondotti alla stessa metrica anche i dati delle rilevazioni successive. Tutto ciò consente ai Paesi che hanno preso parte alle diverse indagini di avere dati confrontabili sul rendimento degli studenti nel corso del tempo. Oltre a misurare l'andamento nel corso degli anni del rendimento degli studenti al quarto e ottavo anno di scolarità, TIMSS offre la possibilità di monitorare i cambiamenti del rendimento scolastico all'interno di una coorte di studenti, poiché gli studenti al quarto anno di scolarità in un ciclo TIMSS frequentano di massima l'ottavo anno di scolarità nel ciclo seguente.

Per garantire la comparabilità dei dati di tutti i Paesi, TIMSS ha adottato procedure rigorose per evitare errori nel campionamento e nelle varie fasi del progetto. Il campionamento in PIRLS e TIMSS è a due stadi stratificato. Le unità di primo stadio sono le scuole, stratificate ed estratte con probabilità proporzionale alla loro dimensione. Le unità di secondo stadio sono tutti gli studenti di una o più classi, queste ultime estratte con probabilità uguale all'interno della singola scuola. Per quanto riguarda l'Italia, il campione è rappresentativo sia a livello nazionale sia di macroarea geografica (Nord Ovest, Nord Est, Centro, Sud, Sud Isole). È stata inoltre utilizzata la variabile tipo di scuola (pubblica/non pubblica).

Il campione TIMSS italiano è formato da campioni rappresentativi a livello nazionale di circa 4.000 studenti di 150-200 scuole per ciascun anno scolastico (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. 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; all'interno delle cinque macro-aree geografiche le percentuali di maschi e femmine sono simili (cfr. Tabella 1).

Tabella 1. Distribuzione del campione italiano TIMSS 2019 -grado 8- per macro-area geografica⁵

Area geografica	N scuole	N studenti	% femmine
Nord Ovest	45	936	52
Nord Est	28	691	50
Centro	29	685	48
Sud	33	822	49
Sud Isole	23	458	52
Italia	158	3619	50

1.1 La prova cognitiva

L'ultimo 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). 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. Le prove *e*TIMSS 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 quadro di riferimento, 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. *e*TIMSS 2019 ha incluso anche una serie di prove di problem solving e indagine scientifica (Problem

⁵ 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).

Solving and Inquiry - PSI) per matematica e scienze. 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.

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. I blocchi sono stati ruotati in 14 form in modo tale che ciascuno di essi fosse presente in più di una form. 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 una particolare form. TIMSS utilizza l'IRT per calcolare un punteggio cognitivo complessivo per ogni studente, convertito poi in un punteggio standardizzato.

Nelle successive analisi i risultati degli studenti alle prove cognitive all'ottavo anno di scolarità saranno usati come variabile dipendente, mentre la scala di rendimento in matematica/scienze – quarto anno di scolarità- sarà utilizzata come predittore: poiché la coorte degli studenti che partecipa ad un ciclo TIMSS in ottavo grado ha partecipato anche a TIMSS quarto grado quattro anni prima, a partire dai dati degli studenti di grado 4 è stata costruita una nuova variabile che rappresenta la media del punteggio degli studenti tra matematica e scienze, per area geografica e genere, nei diversi cicli TIMSS: 2003, 2007, 2011, 2015.

1.2 Questionario studente

Oltre alle prove cognitive di matematica e scienze, è stato somministrato agli studenti un questionario studente per la rilevazione delle variabili di contesto relative allo status socioeconomico e culturale della famiglia di origine e sugli atteggiamenti che gli studenti

hanno nei confronti della matematica e delle scienze. Il questionario presenta domande su alcuni aspetti della vita degli studenti a casa e a scuola, vengono richieste informazioni relative a caratteristiche demografiche, all'ambiente familiare, al clima scolastico, alla percezione che gli studenti hanno di se stessi e ai loro atteggiamenti nei confronti della matematica e delle scienze. Nel questionario sono presenti anche alcune domande che riguardano la familiarità degli studenti con le tecnologie dell'informazione e della comunicazione. Il questionario studente richiede 15-30 minuti per essere compilato.

Per quanto riguarda i fattori di contesto, un tema centrale in letteratura è stato l'analisi dell'influenza del background socioeconomico degli studenti sulla loro performance. Diversi studi hanno evidenziato come il rendimento di uno studente alle prove standardizzate sia legato all'indice socioeconomico e culturale di provenienza dello studente (e.g., Geiser and Studley, 2002; Rothstein, 2004; OECD, 2019; INVALSI, 2019; Mullis, Martin, Foy, Kelly, & Fishbein, 2020).

Alcune ricerche hanno evidenziato che sia l'aspetto più «economico» (quantità di beni posseduti, professione dei genitori, ecc.) che quello più «culturale» (titolo di studio dei genitori, numero di libri a casa) del background familiare dello studente siano rilevanti per la predizione della sua prestazione (Yang, 2003; Turmo, 2004; Myrberg & Rosen, 2006).

Inoltre, nel contesto specifico del nostro Paese, al fine di una corretta valutazione dell'influenza del background socioeconomico sulla performance, occorre tenere in considerazione che è stata documentata in diversi studi la presenza di forti differenze tra aree geografiche in Italia rispetto al rendimento nelle diverse indagini internazionali (ad es. Bratti, Checchi & Filippin, 2007; Montanaro, 2008; Caponera, 2012; Palmerio & Caponera, 2016; INVALSI, 2021).

Rispetto a quanto fin qui evidenziato, obiettivo del presente studio è verificare l'andamento nel tempo dei risultati degli studenti di terza secondaria di primo grado dal 2007 al 2019.

Oltre ai risultati dei nostri studenti alle prove cognitive di terza secondaria di primo grado dei cicli 2007, 2011, 2015 e 2019 sono state prese in considerazione le seguenti variabili:

Numero dei libri a casa. Agli studenti è stato chiesto di indicare il numero di libri presenti a casa, esclusi quelli scolastici, in una scala a 5 livelli (0-10 libri, 11-25, 26-100, 101-200, più di 200). Questa variabile è stata utilizzata come proxy dell'indice socioeconomico e culturale dello studente.

Rapporto tra numero di studenti immigrati e nativi all'ottavo anno di scolarità. Benché il focus dell'analisi sia sugli apprendimenti degli studenti nativi (cfr. oltre), tale variabile è stata considerata per i suoi possibili effetti indiretti sugli apprendimenti dei nativi, ad esempio in relazione alle possibili difficoltà durante le ore di lezione dovute alla presenza di un elevato numero di studenti immigrati. Per tali motivi la variabile è stata calcolata a livello classe.

Rapporto tra numero di studenti ritardatari e regolari all'ottavo anno di scolarità. La ratio dell'uso di tale variabile è simile a quanto detto sopra e la variabile è stata calcolata a livello classe.

Come illustrato nella parte introduttiva, poiché in Italia si evidenziano differenze nel rendimento in funzione del genere e dell'area geografica di appartenenza, queste due variabili sono state inserite nelle analisi successive come variabili di "controllo".

2. I risultati dell'Italia in TIMSS

L'indagine TIMSS è un'indagine ciclica che consente di confrontare il rendimento degli studenti nel corso degli anni. Se si confrontano i risultati degli studenti italiani di quarto e ottavo anno di scolarità si notano delle differenze tra matematica e scienze.

In matematica al quarto anno di scolarità nell'ultimo ciclo si è avuto un miglioramento rispetto ai cicli precedenti (515 nel 2019 vs 507 nel 2015; 508 nel 2011; 507 nel 2007).

Per quanto riguarda l'ottavo anno (cfr. Tabella 2), si osserva una differenza di 18 punti tra il ciclo 2019 e quello 2007. Rispetto ai due cicli precedenti (2015 e 2011) non ci sono

differenze significative e il trend italiano sembra essersi stabilizzato dal 2011, dove si è evidenziato il più ampio miglioramento dei nostri studenti rispetto a un ciclo precedente, ad oggi. Tale miglioramento rispetto al 2007 si evidenzia sia a livello nazionale sia in tutte le aree geografiche.

Nel 2105 le differenze con il 2007 sono statisticamente significative sia a livello nazionale, sia nel Nord Ovest. Nel 2019, i dati evidenziano una differenza statisticamente significativa solo con il 2007 sia a livello nazionale sia per il Nord Ovest.

Tabella 2. Trend in matematica per area geografica- Grado 8

Area geografica	Punteggio medio 2007	Punteggio medio 2011	Punteggio medio 2015	Punteggio medio 2019	Differenze tra cicli TIMSS		
					2007	2011	2015
Nord Ovest	491 (5.2)	514 (5.6)	508 (4.7)	517 (4.8)	26 ▲	3	9
Nord Est	506 (7.5)	524 (4.7)	520 (4.5)	512 (4.3)	6	-12	-8
Centro	488 (3.2)	505 (4.7)	501 (6.5)	495 (5.6)	7	-10	-6
Sud	468 (6.4)	484 (6.3)	484 (6.4)	484 (6.2)	16	0	0
Sud Isole	446 (8.4)	464 (5.2)	452 (6.6)	469 (6.9)	23 ▲	5	17
Italia	480 (3.1)	498 (2.3)	494 (2.5)	497 (2.7)	18 ▲	-1	3

▲ Punteggio medio 2019 significativamente più alto

() 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).

In scienze si assiste a un trend diverso rispetto alla matematica: al quarto anno di scolarità gli studenti italiani mostrano un peggioramento rispetto ai vecchi cicli, che arriva a 25 punti, un quarto di deviazione standard, rispetto al 2007 (510 nel 2019 vs 535 nel 2007).

Rispetto al rendimento in scienze in ottavo grado (cfr. Tabella 3), nel 2019 non ci sono cambiamenti significativi rispetto al 2011 e al 2015, e i risultati in scienze degli studenti italiani sono sostanzialmente stabili.

Rispetto alle aree geografiche, nel Centro gli studenti ottengono risultati migliori rispetto al 2019, mentre nel Sud Isole gli studenti ottengono risultati peggiori rispetto al 2019.

Tabella 3. Trend in scienze per area geografica- Grado 8

Area geografica	Punteggio medio 2007	Punteggio medio 2011	Punteggio medio 2015	Punteggio medio 2019	Differenze tra cicli TIMSS		
					2007	2011	2015
Nord Ovest	509 (4,5)	518 (5,4)	516 (3,9)	519 (5,2)	10	1	3
Nord Est	527 (7,1)	529 (4,9)	529 (4,5)	518 (4,1)	-9	-11	-11
Centro	506 (3,7)	509 (3,9)	505 (5,6)	496 (5,3)	-10	-13	▽ -9
Sud	477 (6,1)	481 (5,9)	482 (5,9)	486 (6,2)	9	5	4
Sud Isole	462 (8,0)	468 (6,2)	456 (6,9)	476 (7,3)	14	8	20 ▲
Italia	495 (2,9)	501 (2,4)	499 (2,4)	500 (2,6)	5	-1	2

▲ Punteggio medio 2019 significativamente più alto

▽ Punteggio medio 2019 significativamente più basso

() 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).

1.3 Un confronto con i paesi UE

L'indagine TIMSS consente anche di confrontare i risultati degli studenti italiani con quelli degli altri paesi dell'Unione Europea (UE)⁶ che hanno partecipato alle rilevazioni del 2019.

I confronti presentati nelle tabelle 4 e 5 analizzano le differenze tra l'Italia e la media ottenuta dagli altri Paesi della UE. Sono riportate le differenze dei punteggi complessivi nelle prove IEA 2019 rispetto al riferimento di 500 punti, fissato nel 1995.

⁶ Sono stati esaminati i dati dei Paesi europei che hanno partecipato sia a TIMSS quarto grado, sia a TIMSS ottavo grado.

Tabella 4. Punteggio medio in matematica nei Paesi UE- TIMSS 2019

Paesi EU	Media grado 4	(e,s)	Differenza dalla media TIMSS	Media grado 8	(e,s)	Differenza dalla media TIMSS
Irlanda	548	(2,5)	▲	524	(2,6)	▲
Lituania	548	(2,5)	▲	520	(2,9)	▲
Ungheria	523	(2,6)	▲	517	(2,9)	▲
Finlandia	532	(2,3)	▲	509	(2,6)	▲
Svezia	521	(2,8)	▲	503	(2,5)	
Cipro	532	(2,9)	▲	501	(1,6)	
Portogallo	525	(2,6)	▲	500	(3,2)	
Francia	485	(3,0)	▽	483	(2,5)	
<i>Italia</i>	515	(2,4)	▲	497	(2,7)	
Mediana UE	525	(2,6)		503	(2,6)	
Media TIMSS	500			500		

▲ Punteggio medio 2019 significativamente più alto

▽ Punteggio medio 2019 significativamente più basso

Tabella 5. Punteggio medio in scienze nei Paesi UE – TIMSS 2019

Paesi EU	Media grado 4	(e.s)	Differenza dalla media TIMSS	Media grado 8	(e,s)	Differenza dalla media TIMSS
Finlandia	555	(2,6)	▲	543	(3,1)	▲
Lituania	538	(2,5)	▲	534	(3,0)	▲
Svezia	537	(3,3)	▲	521	(3,2)	▲
Ungheria	529	(2,7)	▲	530	(2,6)	▲
Irlanda	528	(3,2)	▲	523	(2,9)	▲
Cipro	511	(3,0)		484	(1,9)	▽
Portogallo	504	(2,6)		519	(2,9)	▲
Francia	488	(3,0)	▽	489	(2,7)	▽
<i>Italia</i>	510	(3,0)	▲	500	(2,6)	
Mediana UE	528	(3,0)		521	(2,9)	
Media TIMSS	500			500		

▲ Punteggio medio 2019 significativamente più alto

▽ Punteggio medio 2019 significativamente più basso

Se si confrontano i dati italiani al quarto anno per matematica, i risultati rispetto alla mediana UE non sono così lusinghieri e sono statisticamente inferiori rispetto alla mediana.

Tale andamento non si riscontra nella scuola secondaria di I grado dove le differenze tra i Paesi sono più contenute e la differenza tra il rendimento degli studenti italiani e quella della mediana UE non è statisticamente significativa.

Rispetto a scienze, l'Italia ha punteggi peggiori rispetto alla mediana UE sia al quarto sia all'ottavo anno di scolarità. Solo la Francia ottiene in entrambi gli anni di scolarità risultati inferiori rispetto a quelli degli studenti italiani

4 TIMSS e le rilevazioni nazionali INVALSI: similitudini e differenze nelle rilevazioni e nel quadro dei risultati

TIMSS è per molti aspetti simili alle prove nazionali, ma pur condividendo alcuni obiettivi, le due rilevazioni hanno caratteristiche che le differenziano e che motivano la realizzazione di entrambe. Sia le prime sia le seconde sono progettate per fornire al sistema scolastico un'informazione complessiva, dettagliata secondo le dimensioni definite nei quadri di riferimento, sugli esiti realizzati in alcuni ambiti di competenza fondamentali. Mentre TIMSS nasce con lo scopo di effettuare un confronto su scala internazionale, quelle nazionali sono invece concentrate sul sistema scolastico del Paese, ancorate alle Indicazioni nazionali che costituiscono il punto di riferimento fondamentale per la definizione del curriculum all'interno delle scuole italiane. Un ulteriore elemento di differenziazione è legato al fatto che le prove INVALSI forniscono informazioni sugli esiti dei loro studenti per promuovere un processo di valutazione e di autovalutazione in un'ottica di comparazione con i risultati conseguiti dalle altre scuole, anche in una prospettiva di valore aggiunto. Data la rilevanza dei quadri di riferimento per la valutazione di ciascuna indagine, è opportuno analizzare alcuni aspetti salienti, sempre in un'ottica comparativa, per comprendere meglio che cosa misurano esattamente le prove e, quindi, che cosa significano i risultati ottenuti.

Le similitudini tra i quadri di riferimento TIMSS e INVALSI sono molto forti, sia per quanto riguarda gli ambiti di rilevazione sia per i processi indagati. Il Quadro di riferimento INVALSI esplicita due dimensioni lungo le quali sono costruiti i quesiti:

- i contenuti matematici, suddivisi nei quattro grandi ambiti Numeri, Spazio e figure, Relazioni e Funzioni, Dati e previsioni;
- i processi cognitivi coinvolti nella soluzione dei quesiti sono divisi in tre categorie: risolvere problemi, argomentare, conoscere.

Ogni quesito viene quindi classificato secondo queste due dimensioni per permettere di organizzare e aggregare i risultati. In questo modo è possibile per gli insegnanti individuare meglio i punti di forza e di debolezza dei propri allievi.

I processi cognitivi presi in esame dalle prove INVALSI fanno riferimento alle indicazioni nazionali e sono più complessi di quelli presi in esame nell'indagine TIMSS e comprendono sia aspetti di modellizzazione matematica, sia aspetti inerenti la matematica come oggetto di studio, come sapere logicamente coerente e sistematico caratterizzato da una forte unità culturale.

Tabella 6. Contenuti prove TIMSS e prove nazionali INVALSI

TIMSS 2019	INVALSI 2019
Numero	Numeri
Geometria	Spazio e figure
Dati e probabilità	Dati e previsioni
Algebra	Relazioni e funzioni

Anche l'esame dei risultati delle due indagini presenta punti in comune⁷.

Se si osservano i risultati per macroarea geografica si evidenzia un andamento analogo tra le due indagini, con il Nord Italia che ottiene risultati migliori del Sud e il centro che ci colloca nella parte centrale (cfr. tabella 7).

⁷ Per TIMSS la media internazionale è 500 e la deviazione standard è 100, nelle prove nazionali la media del campione è 200 e la deviazione standard 40.

Tabella 7. Risultati medi in matematica 8 anno di scolarità in TIMSS 2019 e prove INVALSI per area geografica

Area geografica	Punteggio medio TIMSS 2019		Punteggio medio campione INVALSI 2019 ⁸	
Nord Ovest	517	(4,8)	209	(1,1)
Nord Est	512	(4,3)	207	(1,0)
Centro	495	(5,6)	203	(1,1)
Sud	484	(6,2)	192	(1,4)
Sud Isole	469	(6,9)	185	(1,5)
Italia	497	(2,7)	200	(0,7)

Anche rispetto alle differenze di rendimento tra studenti con background migratorio e non: sia le prove nazionali sia i risultati di TIMSS evidenziano un rendimento peggiore degli studenti con background migratorio (cfr. tabella 8).

Tabelle 8. Risultati medi in matematica 8 anno di scolarità in TIMSS 2019 e prove INVALSI per status migratorio

	Background non migratorio		Background migratorio	
TIMSS matematica	498	(3,9)	480	(7,0)
INVALSI matematica	202	(0,7)	190	(0,2)

Allo stesso modo, si riscontrano differenze tra studenti in regola con il percorso scolastico e studenti invece posticipatari, sia nelle prove nazionali INVALSI sia in TIMSS. Gli studenti regolari ottengono risultati migliori e statisticamente significativi rispetto ai posticipatari.

⁸ il punteggio degli studenti in Matematica è espresso su scala Rasch, con media 200 e deviazione standard 40.

Tabella 9. Risultati medi in matematica 8 anno di scolarità in TIMSS 2019 e prove INVALSI per regolarità nel percorso di studi

	Regolari		Posticipatari	
TIMSS matematica	500	(3.4)	437	(7.5)
INVALSI matematica	202	(0,7)	172	(0.8)

I risultati fin qui presentati mostrano come le due indagini, TIMSS e INVALSI, diano informazioni tra di loro coerenti. Occorre sottolineare che, in un recente studio (Palmerio, Caponera, 2021) condotto sui risultati di TIMSS del 2015 e le prove nazionali INVALSI considerando gli stessi studenti che hanno partecipato a entrambe le indagini, la correlazione in matematica tra le due prove era di 0,68, dimostrando come le due prove forniscano informazioni complementari e non del tutto sovrapponibili.

5. Un'analisi di regressione

5.1 Analisi dei dati

Le analisi sono state condotte su 12.881 studenti di terza secondaria di I grado divisi in 686 scuole. Sono stati esclusi dall'analisi gli studenti posticipatari e irregolari e quelli con background migratorio di I e II generazione, oltre a tutti i casi con valori mancanti in una o più variabili di criterio considerate. Il focus sugli studenti nativi e regolari è dovuto al fatto che solo per essi si può validamente considerare il dato medio dei livelli di preparazione nell'indagine condotta quattro anni prima nel quarto grado come una valida proxy de livello di competenze pregresse di una data coorte anagrafica: per gli studenti che siano irregolari nel proprio percorso di studi il passaggio dalla quarta primaria alla terza secondaria di primo grado può prendere più di quattro anni; anche per i non nativi, che potrebbero essere giunti solo nel frattempo in Italia (e che anche se presenti sul territorio nazionale già quattro anni prima sono comunque caratterizzati da una più elevata mobilità territoriale tra le varie aree del paese), l'informazione proveniente dall'indagine sul quarto grado di quattro anni prima non è una valida proxy dei livelli di competenze medi pregressi. Per tener conto dei possibili effetti su nativi e regolari della presenza di immigrati e irregolari, il peso di questi ultimi in ciascuna classe è stato

comunque considerato come variabile di controllo nella stima delle determinanti degli apprendimenti.

5.2 Risultati

5.2.1 Statistiche descrittive

La tabella 10 presenta le descrittive del campione considerato divise per ciclo TIMSS, area geografica⁹ e genere. Sono state analizzate le differenze di genere e quelle relative alle aree geografiche nei diversi cicli TIMSS-ottavo grado (2007, 2011, 2015 e 2019). Le analisi sono state condotte con il software IEA IDB Analyzer 4.0.

Tabella 10. Descrittive campione per ciclo TIMSS, area geografica e genere

	TIMSS 2007			TIMSS 2011			TIMSS 2015			TIMSS 2019		
	N. fem mine	N. masc hi	% fem.	N. fem mine	N. masc hi	% fem	N. fem mine	N. masc hi	% fem	N. fem mine	N. masc hi	% fem
Nord Ovest	396	387	51	270	308	47	372	350	52	351	316	53
Nord Est	270	293	48	296	288	51	454	435	51	219	252	46
Centro	321	353	48	303	285	52	223	224	50	249	263	49
Sud	529	532	50	363	343	51	453	438	51	340	347	49
Sud Isole	301	340	47	298	322	48	195	204	49	215	183	54

I dati del campione sono bilanciati per maschi e femmine e la diversa numerosità degli studenti all'interno delle aree geografiche è in linea con i dati della popolazione e consente di fare confronti tra le diverse aree.

5.2.2 Regressione

Per verificare l'andamento nel tempo dei risultati è stata condotta una regressione utilizzando i risultati degli studenti italiani nei vari cicli TIMSS. I risultati in matematica e scienze sono stati utilizzati come variabili dipendenti, mentre il numero di libri a casa, il genere, l'area geografica di appartenenza, la presenza di studenti con background migratorio e la presenza di studenti posticipatari nella classe sono state usati come

⁹ Nord Ovest: Piemonte, Lombardia, Valle D'Aosta, Liguria; Nord Est; Veneto, Friuli - Venezia Giulia, Emilia - Romagna, Trentino - Alto Adige; Centro: Toscana, Marche, Lazio, Umbria; Sud: Molise, Abruzzo, Campania, Puglia; Sud Isole: Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna.

predittori: sono stati utilizzati i risultati alle indagini dei cicli 2007-2011-2015-2019 come variabile dipendente.

Il modello di regressione è stato stimato con procedura SUREG, tramite il software STATA 17, che prevede che i residui delle due equazioni siano tra loro correlati. È stata stimata la seguente relazione, considerando i soli nativi e i soli studenti “in regola” con il percorso scolastico:

$$\text{SCORE}(8, \text{Matematica}), \text{irgt} = \beta * \text{numero libri a casa, irgt} + \text{FE}(\text{Math}), r * g + \text{FE}(\text{Math}), t + \pi 1(\text{math}) * (\text{migranti/nativi in regola}), r + \pi 2(\text{math}) * (\text{nativi in ritardo/in regola})$$

e

$$\text{SCORE}(8, \text{Scienze}), \text{irgt} = \beta * \text{numero libri a casa, irgt} + \text{FE}(\text{Scienze}), r * g + \text{FE}(\text{Scienze}), t + \pi 1(\text{scienze}) * (\text{migranti/nativi in regola}), r + \pi 2(\text{scienze}) * (\text{nativi in ritardo/in regola})$$

(dove i è il singolo studente, r l’area geografica della scuola, g il genere (maschio o femmina) dello studente, FE effetti fissi che incrociano area geografica e genere, t l’anno della rilevazione in 8° grado).

Le tabelle seguenti riportano gli R^2 (Tabella 11) e i risultati della regressione (Tabella 12).¹⁰

Tabella 11. R^2

	R^2 Matematica	R^2 Scienze
	,19	,21

¹⁰ Al fine di verificare se il rendimento pregresso della scuola primaria fosse un predittore del rendimento al termine della scuola secondaria di I grado, è stata eseguita una regressione dove sono state inserite due nuove variabili indipendenti, una per matematica e una per scienze, che indicavano il grado medio di preparazione della stessa coorte di studenti a TIMSS nel quarto anno di scolarità quattro anni prima. Sia per scienze sia per matematica, la nuova variabile è stata calcolata tenendo conto dell’area geografica, del genere, del numero di libri a casa, separatamente per i cicli TIMSS 2003, 2007, 2011, 2015 (cfr. sopra, sezione “*La prova cognitiva*”). I risultati di tale regressione non sono stati presentati, in quanto il valore predittivo delle performance quattro anni prima, così stimate, non è risultato significativo.

Tabella 12. Analisi regressione TIMSS 2007-2019

MATEMATICA						
Numero di Libri	15,97	0,45	35,60	0,00	15,09	16,85
Genere (0= femmine)	13,00	1,14	11,45	0,00	10,77	15,22
2007 – grado 8	-21,17	1,66	-12,73	0,00	-24,43	-17,91
2011 – grado 8	2,10	1,74	1,21	0,23	-1,30	5,50
2015 – grado 8	-2,79	1,67	-1,67	0,10	-6,07	0,49
Rapporto immigrati/nativi	-2,75	2,61	-1,06	0,29	-7,86	2,35
Rapporto ritardatari/regolari	-25,90	5,31	-4,87	0,00	-36,32	-15,49
Nord Ovest	43,78	1,92	22,80	0,00	40,02	47,54
Nord Est	47,02	2,00	23,48	0,00	43,09	50,94
Centro	30,35	2,00	15,15	0,00	26,43	34,28
Sud	16,81	1,82	9,23	0,00	13,24	20,38
Costante	409,68	2,86	143,42	0,00	404,08	415,28
SCIENZE						
Numero di Libri	17,94	0,45	39,82	0,00	17,06	18,83
Genere (0= femmine)	14,51	1,14	12,72	0,00	12,27	16,74
2007 – grado 8	-12,95	1,67	-7,75	0,00	-16,22	-9,67
2011 – grado 8	-2,18	1,74	-1,25	0,21	-5,60	1,24
2015 – grado 8	-4,30	1,68	-2,56	0,01	-7,60	-1,01
Rapporto immigrati/nativi	44,86	1,93	23,26	0,00	41,08	48,64
Rapporto ritardatari/regolari	50,99	2,01	25,35	0,00	47,04	54,93
Nord Ovest	31,48	2,01	15,64	0,00	27,54	35,43
Nord Est	10,49	1,83	5,74	0,00	6,91	14,07
Centro	-3,44	2,62	-1,31	0,19	-8,57	1,69
Sud	-20,41	5,34	-3,82	0,00	-30,87	-9,95
Costante	408,34	2,87	142,32	0,00	402,71	413,96

Rispetto all'andamento degli studenti nel corso dei diversi cicli TIMSS, i dati evidenziano un miglioramento degli studenti in matematica e scienze all'ottavo grado nel passaggio dal 2007 al 2011, più forte per la matematica. La differenza di rendimento in matematica tra il 2019 e il 2007 è di 21 punti a favore del 2019. Rispetto all'andamento degli studenti nel corso dei cicli TIMSS 2011-2015 e 2019, non si evidenziano differenze statisticamente in scienze all'ottavo grado, mentre in matematica i risultati evidenziano un peggioramento nel 2019, significativo solo rispetto al 2011, anche se di modesta entità.

Tutte le variabili inserite nel modello hanno una relazione statisticamente significativa con il rendimento in matematica e scienze, ad eccezione del rapporto tra immigrati e nativi che non risulta statisticamente significativo: il numero di immigrati in classe non influisce negativamente sul rendimento degli studenti in matematica e scienze.

Un numero maggiore di studenti posticipatari in classe, invece, ha un impatto statisticamente significativo e negativo sul rendimento in entrambe le discipline.

Avere un numero maggiore di libri a casa incide positivamente sul rendimento degli studenti sia per scienze sia per matematica.

Le studentesse ottengono punteggi peggiori degli studenti in entrambi gli ambiti.

Per quanto riguarda le aree geografiche, i dati confermano risultati peggiori nel Sud Isole, statisticamente significativi, rispetto a tutte le altre aree geografiche. In matematica tale differenza varia da quasi mezza deviazione standard (47 punti) rispetto al Nord Est ad una più contenuta rispetto al Sud (17 punti). In scienze si riscontra lo stesso andamento, con una differenza che varia da 10 punti tra Sud isole e Sud fino a oltre 50 punti rispetto al Nord Est.

I grafici seguenti rappresentano le variazioni nei punteggi di matematica (grafico 1) e scienze (grafico 2) a seconda del modello di regressione utilizzato.

Grafico 1. Analisi regressione per matematica

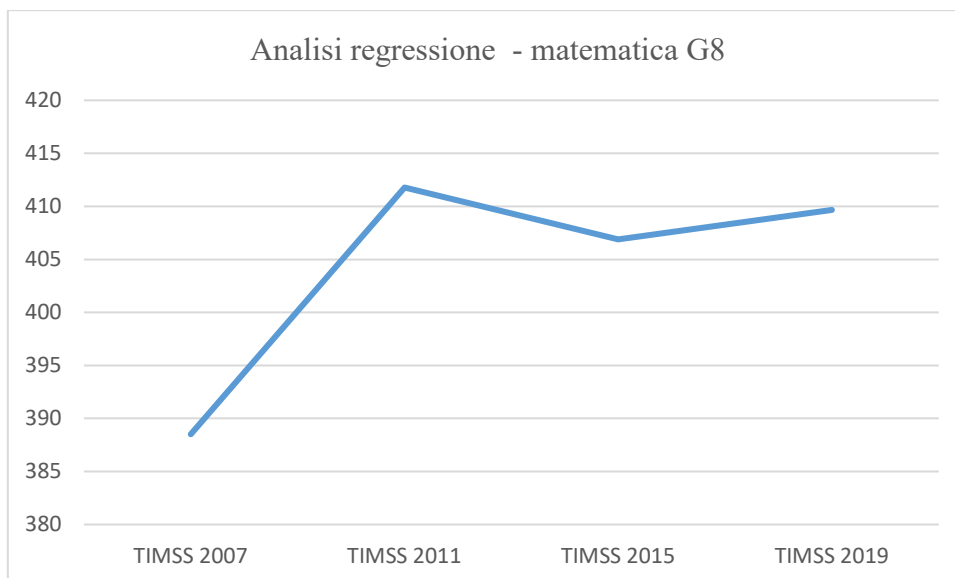
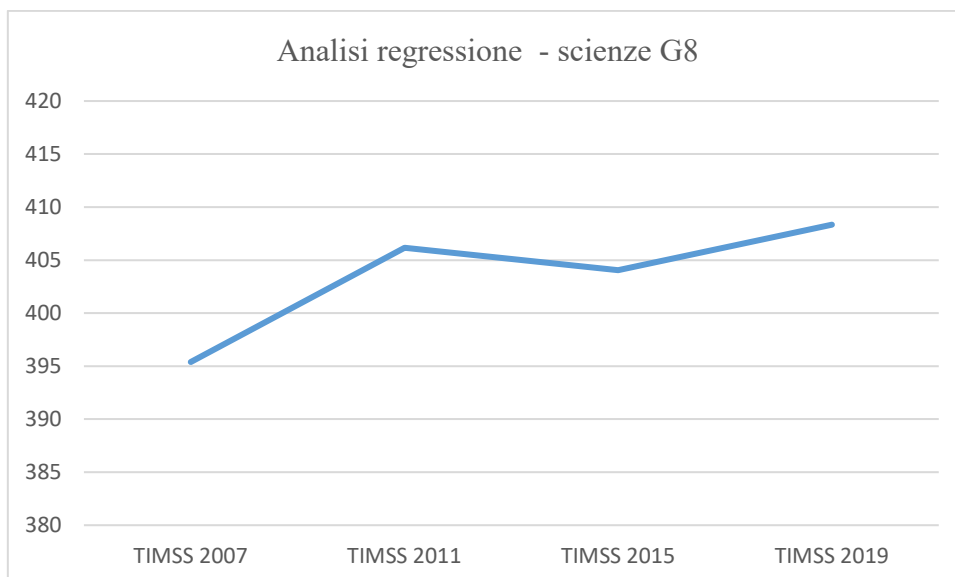


Grafico 2. Analisi regressione per scienze



Discussione

Obiettivo principale del presente studio è stato quello di confrontare nel tempo i risultati degli studenti italiani di ottavo anno partecipanti all'indagine internazionale TIMSS, per cercare di spiegare il miglioramento in matematica dei nostri studenti osservato a partire dal 2011.

In Italia il dibattito sull'efficacia della scuola secondaria di I grado è a tutt'oggi molto presente e il recente studio condotto da Fondazione Agnelli sembra indicare che il passaggio dalla scuola primaria alla scuola secondaria di I grado segni un declino nel rendimento degli studenti italiani, che si va poi ampliando con il passaggio alla scuola secondaria di I grado. I dati TIMSS hanno evidenziato una crescita nel corso degli anni nel rendimento degli studenti all'ottavo anno di scolarità, specialmente in matematica. In questo studio, si è cercato di entrare maggiormente nel dettaglio di questo aspetto attraverso un'analisi di regressione al fine di capire meglio l'entità di questo miglioramento, tenendo costanti altre variabili. I risultati di questo studio aprono a una riflessione mostrando come questo andamento, in realtà, non sia peggiorato né rimasto stabile nel tempo, ma ci sono al contrario segnali di miglioramento, almeno per quanto riguarda la matematica. I dati dell'indagine internazionale TIMSS, a cui l'Italia partecipa fin dal primo ciclo, evidenziano infatti un cambiamento positivo e statisticamente significativo nel 2011, anno in cui gli studenti italiani migliorano di 18 punti nella scala totale di matematica. Tale miglioramento non sembra essere stato episodico, bensì è rimasto stabile nel tempo, così come confermato dai risultati osservati nei cicli 2015 e 2019. La differenza con il 2007 rimane costante anche tenendo conto dell'area geografica e della presenza in classe di studenti posticipatari e/o con background migratorio. Inoltre, se si confrontano i risultati degli studenti italiani in matematica all'ottavo anno con quelli dei Paesi UE partecipanti all'indagine, gli studenti italiani dell'ottavo grado riescono a raggiungere, nelle prove di matematica, lo stesso livello degli studenti dei paesi UE partecipanti a TIMSS.

Per quanto riguarda scienze, invece, non si osserva lo stesso marcato miglioramento rispetto al 2011 e anche confrontando i risultati con quelli dei Paesi della UE, si evidenzia un livello di performance inferiore.

Diverse interpretazioni possono essere ipotizzate per cercare di spiegare tale risultato. Innanzitutto, occorre sottolineare che proprio in Italia, nel corso degli anni, sono stati attivati diversi progetti finalizzati al miglioramento del rendimento degli studenti in matematica e scienze. Un elemento aggiuntivo che potrebbe spiegare il miglioramento in matematica rispetto a scienze a partire dal 2011 potrebbe essere legato all'introduzione delle prove INVALSI, che nel 2007 ancora non erano entrate a regime nelle scuole. Le similitudini tra le prove TIMSS e le prove INVALSI, sia nel quadro di riferimento che nei risultati, potrebbero aver portato a un miglioramento nelle prove TIMSS di matematica come ricaduta della maggiore attenzione data all'insegnamento/apprendimento della matematica. A corroborare questa ipotesi bisogna sottolineare che le prove INVALSI non misurano il rendimento in scienze e che quindi la spinta verso il miglioramento possa essere stata più evidente, per questo motivo, proprio per la matematica.

I risultati evidenziano come siano necessarie analisi più approfondite su questa transizione prima di arrivare alla conclusione che la scuola secondaria di secondo grado costituisce un momento problematico del percorso scolastico.

Riferimenti bibliografici

Bovini, G., & Sestito, P. (2021). I divari territoriali nelle competenze degli studenti (Territorial Gaps in Student Achievement). *Bank of Italy Occasional Paper*, (645).

Bratti, M., Checchi, D., & Filippin, A. (2007). GEOGRAPHICAL DIFFERENCES IN ITALIAN STUDENTS' MATHEMATICAL COMPETENCIES: EVIDENCE FROM PISA 2003. *Giornale degli Economisti e Annali di Economia*, 299-333.

Caponera, E. (Eds.). (2012). Indagini IEA 2011 PIRLS e TIMSS: i risultati degli studenti italiani in lettura, matematica e scienze. Roma: INVALSI. Retrieved from: https://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2011/documenti/Rapporto_PIRLS_TIMSS.pdf

Caponera, E., Sestito, P., & Russo, P. M. (2016). The influence of reading literacy on mathematics and science achievement. *The Journal of Educational Research*, 109(2), 197-204.

Council of the European Union (2010). “Council Conclusions on Increasing the Level of Basic Skills in the Context of European Cooperation on Schools for the 21st Century”, Official Journal of the European Union, Notices C 323/11, 30/11.

Council of the European Union (2018). “Council Recommendation of 22 May 2018 on Key Competences for Lifelong Learning”, Official Journal of the European Union, C 189/01.

European Commission (2018). Proposal for a Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning, COM (2018) 24 final.

European Union (2019). Key competences for lifelong learning. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 11. Retrieved from: http://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/2018_eu_key_competencies_III.en.pdf

Fondazione Agnelli (2011). Rapporto sulla scuola media 2011. Retrieved from <https://www.fondazioneagnelli.it/2021/09/27/rapporto-scuola-media-2021/>

Fondazione Agnelli (2021). Rapporto sulla scuola media 2021. Retrieved from <https://www.fondazioneagnelli.it/progetti/rapporto-sulla-scuola-in-italia-2011/>

Geiser, S., & Studley, W. R. (2002). UC and the SAT: Predictive validity and differential impact of the SAT I and SAT II at the University of California. *Educational Assessment*, 8(1), 1-26.

INVALSI (2021). Risultati delle prove INVALSI 2021. Retrieved from <https://www.invalsiopen.it/risultati/risultati-prove-invalsi-2021/>

Martin, M. O., & Mullis, I. V. S. (Eds.). (2013). TIMSS and PIRLS 2011: *Relationships among reading, mathematics, and science achievement at the fourth grade—Implications for early learning*. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College

Montanaro, P. (2008). Learning divides across the Italian regions: some evidence from national and international surveys. *Bank of Italy Occasional Paper*, (14).

Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Ruddock, G.J., O'Sullivan, C.Y., Arora, A., and Erberber, E. (2005). *TIMSS 2007 Assessment Frameworks*. Chestnut Hill, MA: Boston College.

Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). TIMSS 2019 international results in mathematics and science. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results>.

Myrberg, E., & Rosén, M. (2006). Reading achievement and social selection in independent schools in Sweden: Results from IEA PIRLS 2001. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 50(2), 185-205.

OECD (2018). *Education at a Glance 2018: OECD Indicators*. OECD: Paris.

OECD (2019). *PISA 2018 Results (Volume I). What Students Know and Can Do*. OECD: Paris.

Palmerio, L., Caponera, E. (Eds.). (2016). La rilevazione IEA: i risultati degli studenti italiani nell'indagine internazionale TIMSS 2015. Roma: INVALSI. Retrieved from https://www.invalsi.it/invalsi/ri/timss2015/documenti/Rapporto_nazionale_TIMSS_2015.pdf

Palmerio, L., Caponera, E. (Eds.). (2021). IEA TIMSS 2019. *I risultati degli studenti italiani in Matematica e Scienze*. Milano: Francoangeli. Retrieved from <https://series.francoangeli.it/index.php/oa/catalog/book/733>

Rothstein, J. M. (2004). College performance predictions and the SAT. *Journal of Econometrics*, 121(1-2), 297-317.

Turmo, A. (2004). Scientific literacy and socio-economic background among 15-year-olds—a Nordic perspective. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 48(3), 287-305.

UNESCO (2017). What you need to know about Leading SDG4 - Education 2030. Retrieved from <https://www.unesco.org/en/education/education2030-sdg4/need-know>

Yang, Y. (2003). Dimensions of socio-economic status and their relationship to mathematics and science achievement at individual and collective levels. *Scandinavian journal of educational research*, 47(1), 21-41.