

La literacy matematica nella scuola italiana

Differenze di genere e implicazioni per il lavoro

Giovanna Di Castro

INAPP

L'articolo analizza le differenze di genere nella literacy matematica nella fase iniziale del ciclo di istruzione secondario. Attraverso un approccio multidisciplinare e l'analisi di dati ottenuti dall'indagine OECD-PISA, si dimostra come lo svantaggio delle studentesse sia correlato significativamente a dimensioni non cognitive come la fiducia, le aspettative e gli stereotipi assorbiti in ambito familiare e scolastico. Le evidenze suggeriscono l'opportunità di ridurre gli ostacoli all'investimento in discipline STEM, per aumentare le prospettive occupazionali e di inclusione delle donne.

This paper analyzes gender gap in mathematical literacy in the early stage of secondary education. Using a multidisciplinary approach and data drawn from OECD-PISA surveys, we show that the disadvantage of female students is related to non-cognitive dimensions such as confidence, expectations and stereotypes absorbed in the family and school environment. The evidence suggests the opportunity to reduce obstacles faced by female in investing in STEM disciplines, in order to increase their employment and labor market inclusion perspectives.

DOI: 10.53223/Sinappsi_2021-01-5

Citazione

Di Castro G. (2021), La literacy matematica nella scuola italiana. Differenze di genere e implicazioni per il lavoro, *Sinappsi*, XI, n.1, pp.68-83

Parole chiave

Competenze
Disparità di genere
Matematica

Keywords

Competences
Gender inequality
Mathematics

Introduzione

Nell'ultimo decennio, la progressiva digitalizzazione degli ambienti di lavoro e di molti aspetti della vita personale, la diffusione di dati numerici, statistici e finanziari per comunicare informazioni riguardanti le interazioni pubbliche e private degli individui hanno reso l'apprendimento delle abilità matematiche una competenza fondamentale. Temi cruciali per la società come il cambiamento climatico, l'esaurimento delle risorse, il debito pubblico, le disuguaglianze, la diffusione di malattie pandemiche e la globalizzazione dell'economia, richiedono conoscenze quantitative e la capacità di utilizzarle in modo critico e

consapevole (OECD 2020; Grover 2018).

In altre parole, la disponibilità e l'utilizzo di competenze matematiche e scientifiche è elemento sempre più importante per la partecipazione attiva nella nostra società, non soltanto in una prospettiva di carriera e di crescita professionale ma, più in generale, come strumento fondamentale per comprendere la realtà, prendere decisioni, dare giudizi fondati, risolvere problemi quotidiani (François *et al.* 2020). La Raccomandazione del Consiglio europeo del 2018 sulle otto competenze¹ invita fortemente a investire nella competenza matematica intesa come la capacità di sviluppare e applicare il pensiero e la com-

1 Raccomandazione del Consiglio del 22 maggio 2018 relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente, 2018/C 189/01, <https://bit.ly/3xZFgxB>.

preensione matematici per risolvere una serie di problemi in situazioni quotidiane.

In Italia, la legge che regola l'obbligo di istruzione², che ha la finalità generale di far acquisire allo studente una corretta capacità di giudizio per sapersi orientare consapevolmente nei diversi contesti del mondo contemporaneo, identifica la matematica tra le competenze incluse nei quattro assi culturali da raggiungere alla fine del percorso.

A tale proposito, il Quadro di Riferimento per la costruzione delle prove Invalsi indica, per tutti gli ordini e i livelli di istruzione del nostro Paese, un riferimento più o meno esplicito a considerare la matematica "sia come strumento utile nella vita concreta sia come un prodotto culturale che riguarda le speculazioni più libere dello spirito umano" (Invalsi 2018b, 8).

Tali considerazioni assumono d'altra parte una rilevanza fondamentale per ciò che riguarda le tematiche di genere e le prospettive di inclusione, equità e partecipazione delle donne all'evoluzione del mercato del lavoro e della società.

Le principali indagini internazionali e nazionali che si occupano di valutare le competenze degli studenti, tra cui la literacy matematica³, mostrano infatti che le ragazze hanno mediamente risultati inferiori dei ragazzi in quasi tutti Paesi ad economia avanzata (OECD 2014a; 2016a; 2019a; Mullis *et al.* 2020; Invalsi 2018a; 2018b; 2019). In Italia questo divario di genere è particolarmente ampio e comporta ripercussioni sulle scelte educative e professionali delle studentesse del nostro Paese, che risultano fortemente penalizzate in termini di segregazione occupazionale (Rosti 2006; EACEA e Eurydice 2009). Poche ragazze, anche quando ottengono punteggi elevati nelle prove di matematica, scelgono percorsi d'istruzione in ambito matematico-scientifico o STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), con una conseguente perdita di prospettive professionali, soprattutto in quegli ambiti di attività in cui la domanda di abilità matematiche e scientifiche è crescente (Wing 2008; Mostafa 2019; Asso-lombarda 2020).

Numerosi studi hanno dimostrato come le differenze di performance scolastiche tra ragazzi e ra-

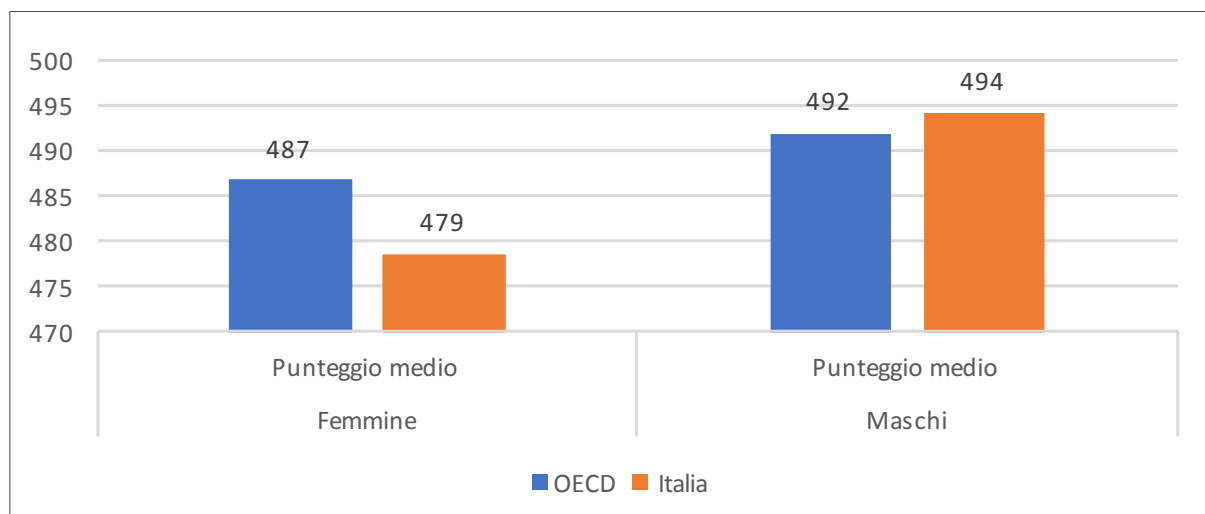
gazze in una prospettiva di genere sono difficili da misurare in un'ottica unidimensionale, ovvero focalizzandosi su singoli fattori 'causali' che, d'altra parte, tendono a influenzarsi reciprocamente: condizionamenti familiari e culturali, differenze in termini di motivazione e abilità, sistemi di identificazione valoriali si sommano ai più noti effetti socioeconomici che qui non verranno presi in considerazione (Liu *et al.* 2008; Di Prete *et al.* 2012; Else-Quest *et al.* 2010; Di Tommaso *et al.* 2018).

A partire da queste considerazioni, l'obiettivo principale della ricerca presentata nelle pagine seguenti è quello di analizzare i molteplici fattori che condizionano (e alimentano) i divari di genere nelle competenze matematiche nelle varie fasi del percorso scolastico, assumendo come prospettiva analitica quella di un approccio 'multidimensionale' e come riferimento empirico i dati delle indagini nazionali e internazionali sulle competenze degli studenti italiani, in particolare quelli provenienti dal Programma OECD-PISA (*Programme for International Student Assessment*). L'attenzione viene quindi focalizzata sugli studenti delle scuole secondarie di secondo grado, dove la dinamica di accumulazione, gestione e utilizzo delle competenze matematiche attraversa un nodo cruciale nel ciclo di vita degli apprendimenti, per ragioni sociali, biologiche, educative e comportamentali (Borgonovi e Pál 2016).

Le elaborazioni empiriche permettono così di mostrare come in Italia la penalizzazione delle ragazze nei processi di apprendimento della literacy matematica e nelle competenze scientifiche nella coorte di studenti 15enni riflettano in modo significativo fattori di natura non cognitiva come l'auto-percezione di efficacia nelle proprie capacità, la dimensione emotiva (ansia) e le aspettative dell'ambiente sociale, economico e culturale di riferimento. In tal senso si dimostra che un ruolo importante è giocato dalla trasmissione di valori e stereotipi veicolati dalla famiglia e negli ambiti scolastici ad opera degli insegnanti. Le implicazioni di tali risultati per le politiche dell'istruzione e per la promozione della parità di genere nel mercato del lavoro sono messe in luce nelle conclusioni e costituiscono, a ben vede-

2 Decreto ministeriale del Ministero della Pubblica istruzione del 22 agosto 2007, n.139, *Regolamento recante norme in materia di adempimento dell'obbligo di istruzione, ai sensi dell'articolo 1, comma 622, della legge 27 dicembre 2006, n. 296*, Gazzetta Ufficiale n.202, 31 agosto 2007 <https://bit.ly/3tpoUej>.

3 La literacy matematica è definita come la capacità di un individuo di ragionare matematicamente e di formulare, utilizzare e interpretare la matematica per risolvere problemi in una varietà di contesti del mondo reale (OECD 2019b).

Grafico 1. Punteggio medio sulla scala di literacy matematica, per genere (PISA 2018)

Fonte: elaborazione dell'Autrice su dati OECD-PISA

re, un'ulteriore finalità di questo contributo.

Il resto dell'articolo è organizzato come segue. Il paragrafo 1 presenta una breve discussione sul tema delle differenze di genere in ambito matematico. Nel paragrafo 2 viene analizzata la relazione tra competenza matematica e alcune competenze non cognitive come l'autoefficacia, a partire dai risultati dell'indagine OECD-PISA. Nel paragrafo 3 viene approfondito il ruolo di alcune variabili collegate al background familiare e all'educazione. Infine, si espongono le conclusioni.

1. Matematica e differenze di genere: una discussione preliminare

La letteratura ha esaminato tradizionalmente l'evoluzione delle differenze di genere nei risultati scolastici con numerosi studi empirici e approcci teorici (Maccoby e Jacklin 1974; Gipps e Murphy 1994; Hyde 2005). Lo sviluppo di indagini standardizzate a livello internazionale volte a monitorare l'apprendimento delle competenze di base, tra cui la literacy matematica, ha permesso di approfondire lo studio delle differenze nei risultati scolastici di ragazzi e ragazze, in differenti contesti istituzionali e socio-culturali. Si è così dimostrato che nelle prove di competenza linguistica solitamente le ragazze ottengono punteggi mediamente più elevati dei ragazzi, nelle prove matematiche spesso i ragazzi hanno punteggi migliori (Camarata e Woodcock 2006; Scheiber *et al.* 2015; Mullis *et al.* 2017).

Le evidenze mostrano che le studentesse italiane sono particolarmente indietro rispetto ai ragazzi nelle prove di competenza matematica anche rispetto ad altri Paesi (Mullis *et al.* 2020; Invalsi 2018a; 2018b; 2019). I risultati ottenuti dagli studenti che hanno partecipato alle ultime edizioni dell'indagine PISA (OECD 2014a; 2016; 2019a) indicano infatti che in Italia la differenza di genere in ambito matematico risulta particolarmente accentuata: la differenza di punteggio tra studentesse e studenti è significativamente più ampia di quella rilevata nella maggior parte dei Paesi OECD. Tra gli oltre settantanove Paesi partecipanti all'indagine Internazionale dell'OECD-PISA 2018, l'Italia si colloca al terz'ultimo posto per differenza di genere tra ragazze e ragazzi (-16 punti) insieme al Perù; solo il Costa Rica (-18 punti) e la Colombia (-20 punti) hanno differenze maggiori (OECD 2019a).

Se le performance degli studenti maschi sono mediamente equivalenti a quelli OECD, per le studentesse questo non avviene poiché il loro punteggio è mediamente più basso rispetto alle ragazze di altri Paesi. Inoltre, il punteggio medio delle ragazze italiane si colloca all'interno del secondo livello della scala PISA, un livello considerato dall'OECD appena sufficiente, che corrisponde alla capacità di interpretare e riconoscere situazioni che richiedono non più di un'inferenza diretta, la capacità di trarre informazioni che provengono soltanto da un'unica fonte e che permette un'interpretazione letterale dei risul-

Tabella 1. Percentuale di low e top performer in matematica, per genere (Pisa 2018)

	maschi				femmine				gender gap (femmine - maschi)			
	sotto il livello 2		livello 5 o più		sotto il livello 2		livello 5 o più		sotto il livello 2		livello 5 o più	
	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.	%	S.E.	diff. %	S.E.
Licei	6,5	-1,1	23	-2,3	14,2	-1,4	10	-1,2	7,7	-1,6	-13	-2
Istituti tecnici	20,4	-2,4	7,4	-0,8	28,6	-3,3	3,7	-1,2	8,2	-3,4	-3,7	-1,3
Istituti professionali	56,8	-4,8	0,8	-0,7	56,7	-5,5	0,1	-0,1	0	-5,7	-0,8	-0,7
Centri di formazione professionale	48,6	-4,7	2,3	-1,6	50,7	-5,4	0,8	-1	2,1	-8	-1,5	-1,7
Italia	22,6	-1,4	12	-1,1	25,1	-1,4	6,9	-0,8	2,4	-1,8	-5,1	-1,1
Media OCSE	23,9	-0,2	12,3	-0,2	24	-0,2	9,5	-0,1	0,1	-0,3	-2,8	-0,2

Nota: valori statisticamente significativi sono indicati in neretto.
Fonte: elaborazione dell'Autrice su dati PISA, database Invalsi

tati. Il punteggio medio OECD delle ragazze ricade invece nel terzo livello⁴.

Il gap di genere nel nostro Paese sembra essere presente soprattutto nelle fasce medio alte di punteggio, tra i cosiddetti *top performer*, piuttosto che tra gli studenti che hanno i punteggi più bassi. Pertanto, se la percentuale di studenti maschi che si collocano ai livelli più alti (5 e 6) è pressoché simile alla percentuale media degli altri Paesi (rispettivamente 12,0% e 12,3%), le studentesse italiane che si collocano agli stessi livelli sono 6,9% rispetto al 9,5% medio dei Paesi (tabella 1).

Analogamente, l'Indagine internazionale TIMSS⁵ (*Trends in International Mathematics and Science Study*) della IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement), che analizza la performance su prove di matematica e scienze degli studenti del quarto grado (classi di quarta primaria) e dell'ottavo grado (classi di terza secondaria di primo grado), evidenzia una differenza di genere significativa per l'Italia già a partire dal quarto grado: nel 2011, il vantaggio dei maschi è di circa 9 punti e tende ad aumentare nel tempo attestandosi nel 2015 a 20 punti, in assoluto il divario più elevato fra tutti i Paesi analizzati. Nella stessa edizione,

per l'ottavo grado, l'Italia è tra gli unici sei Paesi, su trentanove, che presentano differenze significative a favore dei maschi. Nell'ultima edizione TIMSS 2019 la differenza di genere sembra diminuita al quarto grado (12 punti), anche se resta significativa. Inoltre, per l'ottavo grado l'Italia resta il secondo Paese, dopo l'Ungheria, per ampiezza della differenza di genere (Mullis *et al.* 2016).

A livello nazionale i risultati delle prove Invalsi 2018⁶ confermano sostanzialmente il dato delle indagini internazionali, con differenze di genere che appaiono significative a tutti i gradi scolastici.

Al secondo grado (classi di seconda primaria) la differenza tra maschi e femmine in matematica è di 4 punti a favore dei maschi e raggiunge quasi 10 punti al quinto grado. All'ottavo grado la differenza scende a 3 punti circa. Passando alla secondaria di secondo grado, in tutte le tipologie di scuola i ragazzi ottengono un risultato significativamente più alto delle ragazze in matematica, mentre in italiano le differenze di genere non risultano statisticamente significative. In questo caso, le differenze variano molto a seconda del tipo di scuola: il vantaggio dei maschi è massimo nei licei (circa 18 punti) e minimo negli istituti professionali (4 punti; tabella 2). La va-

4 PISA distribuisce i risultati ottenuti dagli studenti sulla literacy matematica lungo una scala che include sei livelli di competenza crescente; ciascun livello descrive in dettaglio ciò che gli studenti tipicamente sanno fare sulla base del punteggio ottenuto: 0-358 (livello 1); fino a 420 (livello 2); fino a 482 (livello 3); fino a 545 (livello 4); fino a 607 (livello 5); fino a 669 (livello 6). Per una trattazione completa dei livelli si veda OECD (2019b).

5 L'Italia partecipa all'Indagine TIMSS sin dal suo primo Ciclo nel 1995. Attualmente siamo al settimo ciclo (TIMSS 2019), il prossimo ciclo è previsto per il 2023.

6 Le prove nazionali Invalsi, a differenza di PISA, sono di natura censuaria e si avvalgono di un campione controllato per redigere i risultati.

Tabella 2. Stime di abilità in matematica nei test Invalsi, per genere

	Punteggio medio maschi	S.E.	Punteggio medio femmine	S.E.	Gender gap (m-f)
Primaria					
Classe II	202	0,8	198	0,7	4
Classe V	205	0,8	195	0,8	10
Secondaria primo grado					
Classe III	202	0,8	198	0,8	3
Secondaria secondo grado					
Classe II	203	0,9	197	0,9	6
Licei	223	1,4	205	1,4	18
Istituti tecnici	199	1,1	192	1,1	7
Istituti professionali	171	0,8	167	0,8	4

Nota: valori statisticamente significativi sono indicati in neretto.
Fonte: elaborazione dell'Autrice su dati Invalsi 2018

riabilità nei punteggi tra le diverse tipologie di scuole, sulla quale incidono diversi fattori, è un dato confermato per l'Italia anche dall'indagine PISA 2018.

La competenza matematica degli studenti influenza il possesso di altre competenze analizzate nelle indagini internazionali che, va ricordato, sono tra loro interdipendenti (Purpura e Napoli 2015; OECD 2015). Questo fenomeno si può cogliere analizzando i dati sulla literacy finanziaria⁷, misurata dai test PISA a partire dal 2012, e per la quale, come per la matematica, l'Italia registra una differenza di genere significativa a favore dei maschi che non si osserva nella maggior parte dei Paesi che hanno partecipato alla rilevazione (OECD 2019a), ad eccezione di Perù e Polonia. Come per la literacy matematica la differenza si riscontra a partire da studenti 'mediamente' competenti e aumenta tra quelli più competenti.

2. Matematica e autoefficacia

La persistenza delle differenze di genere nella literacy matematica può essere interpretata chiamando in causa una serie di fattori che finora non sono stati diffusamente esaminati, almeno per ciò che concerne l'Italia.

Le informazioni contenute nell'indagine PISA 2012 possono essere utilizzate in tale contesto per comprendere il ruolo specifico esercitato da alcuni indicatori di percezione: tra questi l'autoefficacia matematica⁸ misurata dal grado di fiducia degli studenti nella propria abilità di risolvere problemi matematici e, analogamente, il concetto matematico di sé, inteso come convinzione degli studenti circa le proprie capacità nella materia. Le evidenze internazionali suggeriscono che entrambi gli indici sono correlati positivamente alla performance degli studenti nei test di matematica e, di conseguenza, possono influenzare significativamente le differenze di genere (OECD 2013).

È interessante capire quindi in che misura le variabili di percezione si declinano nella realtà italiana, caratterizzata da una disparità di genere nella literacy matematica significativamente più elevata rispetto alla media dei Paesi OECD.

Le statistiche mostrate nella tabella 3 provano a rispondere a tale esigenza conoscitiva sintetizzando la correlazione che lega la performance nei test in matematica e il concetto matematico che gli studenti italiani hanno di sé, formalizzato in quattro distinte modalità crescenti in funzione del grado di abilità

7 A partire dal 2012 l'indagine Pisa somministra un modulo opzionale sulla literacy finanziaria che analizza le conoscenze e competenze che servono a prendere decisioni consapevoli e informate in merito alla gestione del denaro.

8 L'autoefficacia è "la fiducia che ogni persona ha sulle proprie capacità di ottenere gli effetti voluti con la propria azione" (Bandura 2000). L'autoefficacia matematica misurata nell'Indagine PISA 2012 è stata misurata attraverso le risposte degli studenti rispetto ai livelli di fiducia nell'esecuzione di compiti legati alla matematica.

Tabella 3. Punteggio medio matematico di studenti d'accordo con la seguente affermazione "non sono bravo con i problemi matematici", per genere (PISA)

	"non sono bravo": molto probabile		"non sono bravo": probabile		"non sono bravo": poco probabile		"non sono bravo": per niente probabile	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
Totale	451	2,5	488	2,3	505	2,7	493	4,8
Femmine	452	3,3	478	2,4	492	3,7	476	8
Maschi	450	3,9	498	3,2	514	2,9	500	5,6

Fonte: elaborazione dell'Autrice su dati OECD-PISA 2012

percepita nella risoluzione dei problemi matematici⁹.

La prima riga della tabella 3 conferma che anche nel nostro Paese vi è una relazione positiva – sebbene non monotona – tra gli score nelle prove di matematica e la percezione che gli studenti hanno della propria abilità nella materia in oggetto: il valore nei test score passa infatti da un minimo di 451 punti per coloro che attribuiscono una elevata probabilità all'ipotesi di non essere bravi, ad un massimo di 488 punti per gli studenti che hanno una moderata consapevolezza delle proprie abilità; si assiste ad una leggera flessione nel punteggio (493 punti) quando vi è una percezione massima della propria competenza.

Nella tabella 3, le differenze di genere non riguardano il segno e l'andamento della correlazione quanto piuttosto il fatto che la penalizzazione delle studentesse nelle prove di matematica aumenta significativamente con la percezione soggettiva delle proprie abilità matematiche.

In particolare, il confronto tra i valori medi riportati nelle ultime due righe della tabella 3 mette in luce come la differenza di performance tra maschi e femmine nei test di matematica è negativa (-2 punti) nel caso in cui vi sia minima fiducia nella proprie abilità, per poi aumentare progressivamente in funzione del livello del concetto matematico di sé (+20, +22), fino a raggiungere un differenziale massimo di +26 punti per il gruppo di studenti che hanno piena fiducia nelle capacità di risoluzione dei problemi.

In altre parole, le statistiche riportate nella tabella 3 – per quanto semplici correlazioni – sembrano supportare l'ipotesi secondo cui la persistenza del gender gap matematico in Italia può essere associato alla percezione di ciascuno studente in merito alla

efficacia e abilità con cui si rapporta alle discipline matematiche.

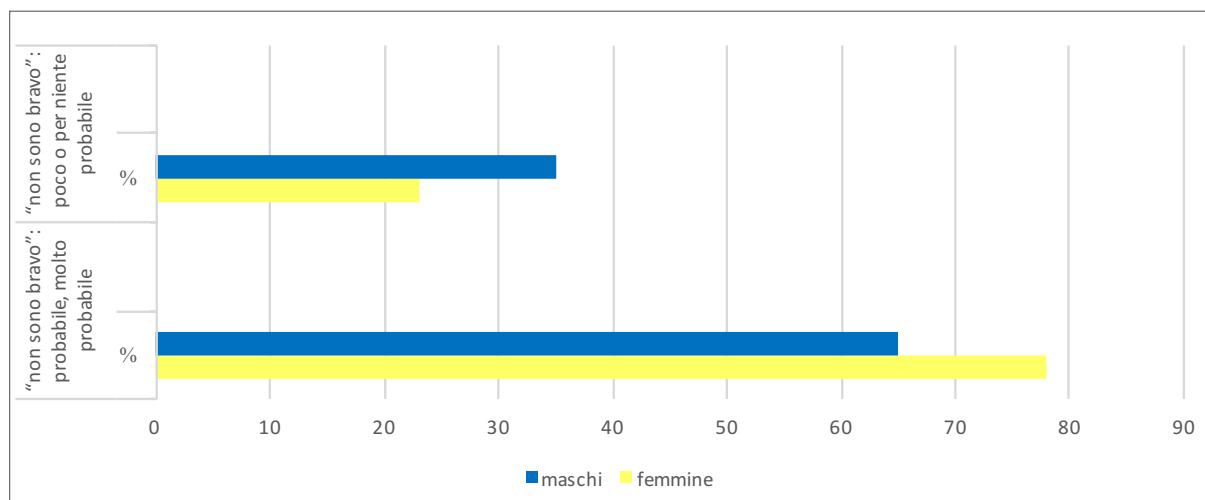
La rilevanza di tale risultato si arricchisce di ulteriori significati se viene declinata nel quadro empirico descritto dal grafico 2. Qui appare evidente come la 'percezione di bravura' matematica nelle studentesse è sostanzialmente inferiore rispetto a quella misurata nei maschi. I dati raccolti nel questionario PISA 2012 dimostrano inoltre che, anche nel caso in cui le ragazze raggiungano i medesimi rendimenti dei coetanei nei punteggi di matematica, esse rivelano in media una minore determinazione e motivazione (autoefficacia) e una maggiore propensione ad avere opinioni negative riguardo alla propria abilità di apprendere la matematica.

Analizzando congiuntamente le evidenze mostrate nella tabella 3 e nel grafico 2 appare chiaro come un concetto matematico di sé negativo, maggiormente evidenziato nelle femmine nella fase iniziale del ciclo secondario superiore, rischia di associarsi a un ampliamento del gap di genere relativo agli apprendimenti della literacy matematica.

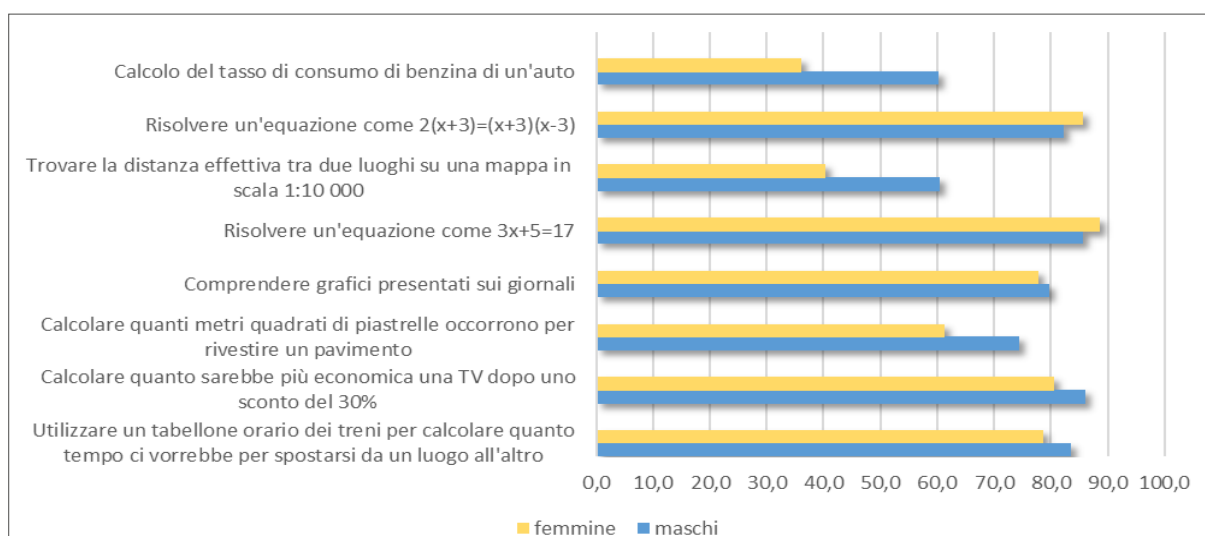
È interessante notare nel grafico 3, inoltre, come i livelli mediamente più bassi di autoefficacia riguardino per le ragazze soprattutto problemi presentati in termini di azioni e attività associate a ruoli tipicamente maschili.

Si osserva ad esempio che in Italia il 60,3% dei ragazzi (solo il 36,2% delle ragazze), ha dichiarato di sentirsi sicuro nel calcolare il tasso di consumo di benzina di un'auto e il 60,5% dei ragazzi (rispetto al 40,3% delle ragazze) ha dichiarato di sentirsi molto fiducioso di saper trovare la distanza effettiva tra due luoghi su una mappa in scala 1:10.000.

⁹ Il concetto matematico di sé è costruito a partire dalla seguente domanda inclusa nel questionario dell'Indagine PISA 2012: "Quanto sei d'accordo con la seguente affermazione: non sono bravo con i problemi matematici".

Grafico 2. Percentuale di studenti d'accordo con la seguente affermazione "non sono bravo con i problemi matematici"

Fonte: elaborazione dell'Autrice su dati OECD-PISA 2012

Grafico 3. Percentuale di studenti che hanno riferito di sentirsi molto sicuri o fiduciosi dovendo svolgere le seguenti attività in matematica, per genere

Fonte: elaborazione dell'Autrice su dati OECD-PISA 2012

Al contrario, di fronte a compiti più astratti e che presentano maggiore attinenza a quelli proposti dai programmi scolastici, come risolvere un'equazione lineare o quadratica, non sono state osservate differenze di genere significative. Questo dato sembra rivelare che, quando i quesiti riguardano conoscenze e competenze richieste dal curriculum scolastico, le studentesse esprimono maggiore fiducia nella capacità di risolvere il problema e quindi di poter affrontare quella situazione. In generale, le elaborazioni

suggeriscono che la quasi totalità degli studenti che hanno affrontato un determinato compito di matematica si sentano in grado di risolvere quel problema. Ciò suggerisce che la consapevolezza nelle capacità di risolvere determinati problemi matematici aumenta con l'aumentare del numero di problemi dello stesso tipo affrontati in classe. Infatti, gli studenti che esprimono la maggiore determinazione e motivazione per riuscire ottengono anche risultati più alti in matematica.

È interessante rilevare d'altra parte come le differenze di genere perdono significatività statistica quando si opera un confronto tra ragazzi e ragazze con gli stessi livelli di fiducia e lo stesso livello di ansia matematica (OECD 2013; Di Castro 2017).

In relazione, infine, all'indice di ansia matematica¹⁰, che misura ansia e sentimenti di stress associati all'anticipazione dei compiti matematici, PISA 2012 ha dimostrato che quei Paesi in cui gli studenti tendono a segnalare livelli di ansia più elevati sono anche quelli in cui gli studenti ottengono risultati inferiori. In quasi tutti i Paesi le ragazze sono più propense a riferire sentimenti di ansia e inadeguatezza nei confronti della matematica. Tuttavia, in Italia la percentuale degli studenti che ha dichiarato di sentirsi incapace quando esegue problemi di matematica è del 43%, rispetto al 30% medio nei Paesi OECD, ed è associata a una perdita di 31 punti nelle prove matematiche che si stima corrisponda a quasi un anno di scolarità.

A questo proposito, numerosi studi tendono a supportare l'ipotesi per cui punteggi più bassi ottenuti nelle prove matematiche possono essere determinati da uno spostamento dell'attenzione e della memoria di lavoro sulla preoccupazione, piuttosto che sul compito, e non per forza da una concreta lacuna nella competenza o nella abilità dello studente (Ashcraft e Krause 2007; Ramirez *et al.* 2013; Justicia-Galiano *et al.* 2017).

Nell'edizione PISA 2018, diversamente dall'edizione del 2012 che aveva analizzato l'autoefficacia in aree di contenuto specifiche come la matematica, si chiedeva agli studenti il loro senso generale di efficacia, o resilienza, di fronte alle avversità¹¹. Tale dimensione è stata analizzata insieme alla paura di

fallire¹², supponendo di trovare tra esse una relazione, dato che in media questo è stato confermato. L'autoefficacia e i punteggi matematici sono associati positivamente nella maggior parte dei sistemi scolastici sia per i maschi che per le femmine e la differenza di genere nell'indice di autoefficacia è significativamente negativa per le ragazze (-0,07 per l'Italia). In quasi tutti i Paesi le ragazze hanno espresso una maggiore paura di fallire rispetto ai ragazzi e, in media nei Paesi OECD, il divario di genere in questo indice è il più grande tra tutti gli indici scolastici analizzati nel 2018. Inoltre, la paura di fallire sembra essere un predittore del rendimento scolastico più per le ragazze che per i ragazzi.

Sono le studentesse top performer, in quasi in tutti i sistemi educativi compresa l'Italia, ad esprimere una paura di fallire maggiore rispetto ai ragazzi (OECD 2019c).

Va infine qui ricordato che la mancanza di fiducia delle ragazze nelle proprie capacità è vera anche per le competenze scientifiche (non per quelle alfabetiche). Gli studi dell'OECD hanno evidenziato come le ragazze siano ancora 'in ritardo' quando la soluzione del problema richiede la capacità di 'pensare come uno scienziato' e tendono a scarseggiare rispetto ai ragazzi quando viene chiesto loro di formulare situazioni matematiche, traducendo un problema di parole in un'espressione matematica. Risultano meno competenti rispetto ai maschi anche quando si tratta di spiegare i fenomeni scientificamente. È stato calcolato che in media nei Paesi OECD, l'autoefficacia matematica e scientifica è associata a una differenza rispettiva di 49 punti per la matematica e 37 in scienze, punteggio che corrisponde a un tempo di apprendimento compreso tra la metà e un anno in più di scuola (OECD 2015).

10 Gli indici di scala utilizzati sono stati costruiti attraverso il ridimensionamento dei seguenti item: "Spesso mi preoccupa del fatto che le lezioni di matematica saranno difficili per me"; "Divento molto teso quando devo fare i compiti di matematica"; "Divento molto nervoso quando svolgo problemi di matematica"; "Mi sento impotente quando risolvo un problema di matematica"; "Temo che otterrò voti scarsi in matematica". Queste affermazioni sono state combinate per creare l'indice di autoefficacia la cui media è 0 e la deviazione standard è 1 nei Paesi OECD. Valori positivi in questo indice indicano che lo studente ha riportato una maggiore autoefficacia rispetto allo studente medio nei Paesi OECD.

11 Gli indici di scala utilizzati sono stati costruiti attraverso il ridimensionamento di più item; per l'autoefficacia sono state utilizzate le seguenti domande: Quanto sei d'accordo con le seguenti affermazioni? A: "Di solito mi organizzo in un modo o nell'altro"; B: "Mi sento orgoglioso/a di aver raggiunto certi risultati"; C: "Sento che posso gestire molte cose alla volta"; D: "La fiducia in me stesso/a mi ha permesso di superare momenti difficili"; E: "Quando sono in una situazione difficile, di solito trovo un modo per uscirne" (OECD 2019c).

12 Gli indici di scala utilizzati sono stati costruiti attraverso il ridimensionamento di più item; per la paura di fallire sono state utilizzate le seguenti domande: Quanto sei d'accordo con le seguenti affermazioni? F: "Quando fallisco, mi preoccupa di quello che gli altri pensano di me"; G: "Quando fallisco, ho paura di non avere abbastanza talento"; H: "Quando fallisco, mi vengono dubbi sui miei piani per il futuro" (OECD 2019c).

Tabella 4. Indice di autoefficacia e indice della paura di fallire, per genere (PISA 2018)

		Indice di autoefficacia					
		Maschi		Femmine		f-m	
		media indice	S.E.	media indice	S.E.	Dif.	S.E.
		0	-0,02	-0,07	-0,02	-0,07	-0,03
Italia	Indice della paura di fallire						
		-0,15	-0,02	0,23	-0,02	0,38	-0,03

Nota: valori statisticamente significativi sono indicati in neretto.

Fonte: elaborazione dell'autrice su dati OECD PISA 2018

La forte correlazione che lega l'autoefficacia e le performance degli studenti suggerisce che i sistemi scolastici che aiutano i propri alunni ad avere fiducia nelle loro capacità e nella loro motivazione favoriscono anche lo sviluppo di quelle specifiche abilità e competenze. Vi è una diffusa evidenza del fatto che questa dimensione emotiva è costruita a partire dalle prime esperienze scolastiche: diversi autori hanno evidenziato che bambini con DSA¹³ che sperimentano un basso senso di autoefficacia riguardo le proprie competenze scolastiche e sociali, già nel corso della scuola primaria iniziano a sviluppare un'immagine negativa di sé (Ayres *et al.* 1990; Clever *et al.* 1992; Stone e La Greca 1990). Un basso senso di autoefficacia e una valutazione negativa di sé contribuiscono, a loro volta, a incrementare i livelli d'ansia sociale (Bursuck 1989; Grolnick e Ryan 1990; Cowden 2009).

Il senso personale di autoefficacia non è quasi mai basato su una valutazione effettiva delle proprie potenzialità, ma è piuttosto una lettura delle proprie potenzialità attraverso l'esperienza e il contesto sociale e culturale. In quest'ottica, le aspettative dei ragazzi e delle ragazze riguardo le proprie capacità determinano il loro comportamento, specialmente di fronte a circostanze difficili (Bandura 1977). Le convinzioni personali, infatti, hanno un impatto sull'apprendimento e sulle prestazioni e influenzano dunque la motivazione e il livello di impegno messo in campo di fronte ai compiti e alle difficoltà, finendo per determinare le scelte che gli studenti fanno riguardo all'istruzione e ai percorsi di carriera (Wigfield e Eccles 2000).

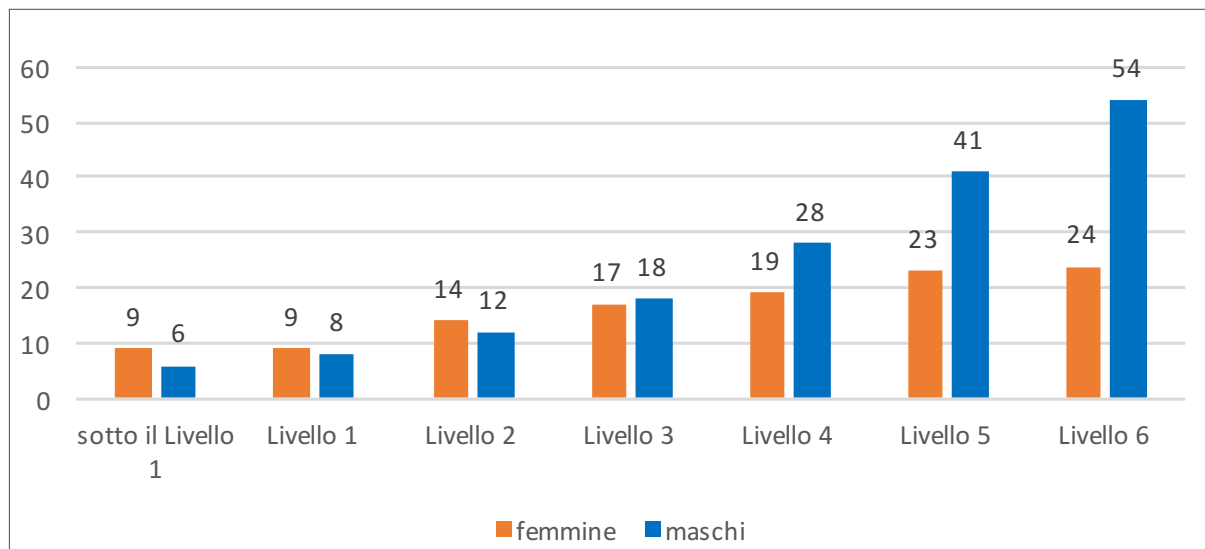
3. Il ruolo delle aspettative di genere: stereotipi, famiglia, insegnanti

La presenza di variabilità a livello internazionale¹⁴ nei punteggi matematici sulle differenze di genere supporta l'ipotesi relativa al ruolo del condizionamento sociale e ambientale sugli esiti dell'apprendimento in ambito matematico. Sembra che genitori e insegnanti giochino un ruolo molto forte nell'influenza che esercitano implicitamente sull'apprendimento, sul senso di autoefficacia e sulle successive scelte professionali degli studenti, in particolare proprio quelle che riguardano le discipline tecnologiche o matematico-scientifiche (STEM), così come suggerito anche dai dati provenienti dai questionari PISA rivolti a genitori o volti ad esplorare le caratteristiche degli insegnanti. Tutti i fattori fin qui esposti hanno in realtà un'influenza reciproca che tende ad alimentare la portata di questo fenomeno.

Una vasta letteratura ha dimostrato il rapporto tra stereotipi di genere assorbiti in ambito genitoriale e scolastico e risultati accademici (Blickenstaff 2005; Huang e Brainard 2001; Nosek *et al.* 2009). Secondo Bleeker e Jacobs (2004) la percezione soggettiva delle madri, durante le scuole medie, rispetto alla possibilità dei propri figli di intraprendere percorsi STEM ha un peso molto forte soprattutto per le ragazze. Gli autori hanno dimostrato che la probabilità di intraprendere percorsi scientifico-matematici all'età di 24-25 anni per le ragazze risentiva in modo significativo della valutazione materna in preadolescenza, mentre non è stata osservata alcuna relazione tra valutazione materna e comportamento dei figli maschi alla stessa età. L'autoefficacia matematica

13 Disturbi specifici di apprendimento.

14 Tra i settantanove Paesi ed economie che hanno partecipato a PISA 2018, in quattordici Paesi (Brunei Darussalam, Finlandia, Islanda, Indonesia, Malesia, Malta, Macedonia del Nord, Norvegia, Filippine, Qatar, Arabia Saudita, Thailandia ed Emirati Arabi Uniti) le ragazze hanno ottenuto risultati significativamente migliori dei ragazzi in matematica.

Grafico 4. Genitori che si aspettano che il proprio figlio inizi una carriera scientifica, per livello di competenza matematica (valori percentuali)

Fonte: elaborazione dell'Autrice su dati OECD-PISA 2015

e scientifica delle ragazze era associata a lungo termine alle aspettative soggettive delle madri rilevate precedentemente.

Anche in PISA le aspettative professionali degli studenti rispecchiano ancora forti stereotipi di genere, e poche ragazze con alto rendimento in matematica o scienze immaginano di lavorare in un settore tecnico-scientifico (OECD 2014b; 2019a). In Italia circa un ragazzo su quattro prevede di lavorare come ingegnere o professionista scientifico all'età di 30 anni, mentre solo una ragazza su otto si aspetta di farlo. Circa una ragazza su quattro si aspetta di lavorare in professioni sanitarie, mentre solo un ragazzo su nove con alto rendimento lo prevede. PISA 2018 mostra che solo il 7% dei ragazzi prevede di lavorare nelle professioni legate all'Information and Communications Technology (ICT) e quasi nessuna ragazza (0,3%; OECD 2019a). E se dal 2015 è stato osservato per i ragazzi un incremento significativo del 3,3% nell'aspettativa di lavoro per le professioni legate all'ICT, nelle ragazze non emerge alcun incremento.

Inoltre, anche considerando gli studenti e le studentesse con le prestazioni migliori in matematica e scienze, solo 12,5% di ragazze si aspetta di lavorare in ambito professionale scientifico o ingegneristico contro il 26% dei ragazzi (OECD 2019a).

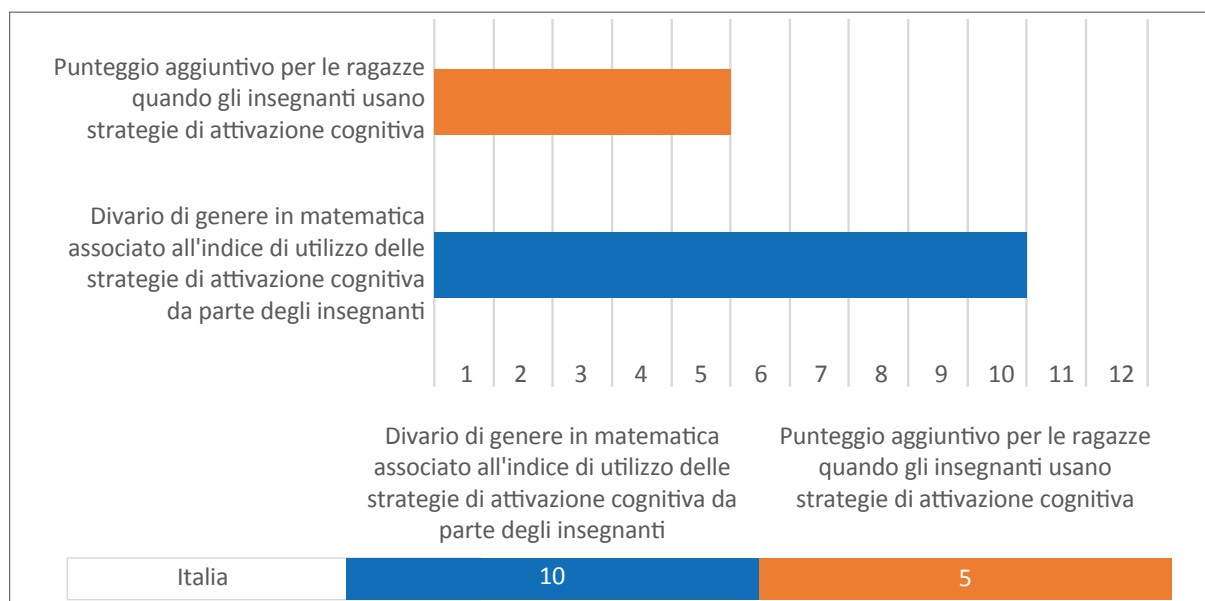
In tutti i Paesi OECD i genitori sono più propensi ad aspettarsi che i loro figli, piuttosto che le loro figlie, lavorino nel campo della scienza, della tecnologia,

dell'ingegneria o della matematica (STEM). Queste differenze sono significative in tutti i Paesi ed economie, anche quando si tiene conto del rendimento degli studenti in lettura, matematica e scienze.

Questo avviene anche in Italia (grafico 4), dove l'aspettativa dei genitori verso una carriera scientifica è significativamente più bassa verso le proprie figlie rispetto ai figli, anche quando queste raggiungono i livelli più alti nella scala dei punteggi matematici PISA, e quindi risultano potenzialmente più competenti (OECD 2015). Solo il 24% dei genitori di ragazze che hanno raggiunto il livello 6 della scala PISA, considerato di eccellenza, si aspetta che queste intraprendano un percorso professionale scientifico, rispetto al 54% di genitori che dichiara di aspettarselo per i propri figli maschi.

Tutti questi risultati suggeriscono come le aspettative professionali della famiglia di origine seguano ancora una segregazione di genere a prescindere dai risultati scolastici. Tale differenziata distribuzione occupazionale tra uomini e donne spiega, secondo moltissimi autori, la maggior parte del divario di genere che si ripercuote nei salari (Peterson e Morgan 1995; Treiman e Hartman 1981).

Anche le teorie implicite sull'intelligenza possono influenzare il rendimento in matematica degli adolescenti (Blackwell *et al.* 2007; Boaler 2015). È stato dimostrato che gli studenti che considerano l'intelligenza o la matematica e le scienze come tratti

Grafico 5. Indice di orientamento allo studente e gender gap matematico

Fonte: elaborazione dell'Autrice su dati OECD-PISA 2012

'fissi' hanno uno svantaggio significativo nelle prove rispetto a coloro che credono nell'impegno e nella possibilità di accrescere l'intelligenza o l'inclinazione matematica attraverso l'apprendimento, secondo quella che viene definita teoria incrementale dell'intelligenza (Dweck 2000). Questa relazione è stata messa in luce anche in PISA, nella quale è emerso che gli studenti i cui genitori credono nel valore dell'impegno abbiano prestazioni più alte in matematica (OECD 2019a). Oltre a ciò, a parità di *status* socioeconomico, studenti i cui genitori partecipano entrambi al mercato del lavoro ma riescono ad interessarsi alla vita scolastica dei propri figli hanno prestazioni più alte di circa 25 punti (Colella 2016).

Infine, tra i fattori fin qui analizzati, il ruolo degli insegnanti ha un peso rilevante nel condizionare le aspettative di genere degli studenti, influenzare l'apprendimento delle discipline matematiche e scientifiche e suscitare interesse e motivazione verso queste materie. I dati dell'edizione PISA 2012 suggeriscono che, nei corsi di matematica, l'uso da parte degli insegnanti di strategie di attivazione cognitiva orientati allo studente sono associati a migliori prestazioni in matematica. Tuttavia, solo in Italia e in altri sette Paesi, tra tutti quelli che hanno partecipato all'indagine, l'attivazione di strategie è associata a una differenza di rendimento significativa, molto ampia tra le ragazze, viceversa molto più debole o assente tra i ragazzi.

In particolare, come è possibile osservare nel grafico 5, la variazione di un'unità nell'indice di utilizzo delle strategie di attivazione cognitiva da parte degli insegnanti è associata a una differenza di 10 punti in matematica tra le ragazze e 5 punti tra i ragazzi.

L'indice, è stato costruito a partire dalle dichiarazioni degli studenti sulla frequenza con cui, nelle lezioni di matematica, l'insegnante ha utilizzato alcune pratiche, quali: offrire lavori differenziati ai compagni che avevano difficoltà di apprendimento e/o a quelli che avrebbero potuto avanzare più velocemente; assegnare progetti che richiedevano almeno una settimana per essere completati; far lavorare gli studenti in piccoli gruppi per trovare una soluzione comune a un problema o compito; chiedere il contributo degli studenti per pianificare le attività o gli argomenti in classe.

Numerosi studi, inoltre, suggeriscono come nel campo dell'istruzione il divario di genere sia ancora influenzato da stereotipi radicati negli insegnanti o *implicit bias* che agiscono in modo inconsapevole influenzando azioni e valutazioni sugli allievi (Lavy e Sand 2018; Moè 2018; Copur-Gencturk *et al.* 2020). Secondo uno studio di Avitzour *et al.* (2020) sebbene gli stereotipi espliciti riguardo donne, talento e discipline STEM stiano apparentemente scomparendo, tuttavia gli stereotipi impliciti, al contrario, sono ancora lar-

gamente presenti e risultano correlati al comportamento valutativo dei docenti.

Ancora oggi, infatti, molti insegnanti, anche quando pensano di trattare i propri studenti nello stesso modo, sono più inclini a correggere i maschi e a prestar loro maggiore attenzione rispetto alle femmine, o a presentare l'associazione implicita tra maschi e scienza, femmine e discipline umanistiche (Magno e Silova 2007; Miller *et al.* 2015; Nosek *et al.* 2009). Altri autori hanno evidenziato come gli insegnanti – sia maschi che femmine – tendano a incoraggiare passività e conformismo nelle proprie allieve, descritte abitualmente come di buona volontà, mentre contemporaneamente valorizzano indipendenza e individualità negli allievi maschi considerati, a parità di prestazioni, talentuosi o geniali, attribuendo pertanto una diversa rappresentazione d'intelligenza ai due sessi (Golombok e Fivush 1994; Tiedemann 2002). L'esposizione delle studentesse ad aspettative di genere di docenti che tendono a considerarle come meno 'portate' per la matematica, influenza l'autovalutazione delle proprie capacità e diminuisce la probabilità per le ragazze di investire il proprio futuro in campo scientifico e matematico (Carlana 2019).

Appare dunque evidente che anche l'ambiente, come questo contributo vuole suggerire, gioca un ruolo cruciale e non sono mancati ricercatori che, analizzando i dati provenienti dalle indagini OECD-PISA, hanno dimostrato che, tra i Paesi partecipanti all'Indagine, quelli in cui è presente una cultura di genere più egualitaria, misurata attraverso alcuni indici sociometrici tra cui il Gender Gap Index (GGI) del World Economic Forum, il divario di genere in matematica scompare (e, curiosamente, quello in lettura aumenta a favore delle donne; Guiso *et al.* 2008).

Conclusioni

Nelle pagine precedenti le analisi condotte sui dati PISA hanno messo in luce l'esistenza di una correlazione significativa tra livelli di competenza matematica e alcune dimensioni non-cognitive che condizionano l'apprendimento degli individui durante il percorso scolastico. Questo risultato è evidente soprattutto per le studentesse italiane, in particolare per il sottogruppo di studentesse con i rendimenti scolastici più elevati, o top performer.

Si è mostrato inoltre come fattori ambientali che hanno origine nel contesto familiare e che vengono spesso riproposti dal sistema scolastico-educativo attraverso il ruolo degli insegnanti, come ad esempio

stereotipi e modelli cognitivi di lettura della realtà, contribuiscono ad alimentare il processo socioculturale che vede le studentesse come meno 'portate' per la matematica, più insicure, e poco propense a scegliere percorsi e carriere a contenuto scientifico e matematico.

In particolare, i dati confermano che lo svantaggio relativo delle ragazze in termini di autoefficacia matematica, i maggiori livelli di ansia e di paura di fallire, unitamente a modelli culturali e ambientali che favoriscono l'identificazione di carriere ad alta intensità scientifica e matematica con il genere maschile, sembrano giocare un ruolo importante nelle scelte educative, professionali e occupazionali delle studentesse italiane. Tutto ciò contribuisce a una perdita preziosa in termini di capitale umano, come conferma la sotto rappresentanza delle donne nei campi STEM nei Paesi più sviluppati, sia nel numero di iscrizioni all'università in corsi scientifici, sia nelle posizioni lavorative ad essi associate (Hill *et al.* 2010; OECD 2015).

Numerose ricerche confermano, d'altra parte, che la minore incidenza relativa delle donne nelle discipline STEM può avere delle implicazioni negative per la partecipazione, l'inclusione e le prospettive di crescita professionale delle donne nel mercato del lavoro per due ragioni principali: in primo luogo, la minore incidenza contribuisce alla disuguaglianza salariale di genere nel mercato del lavoro poiché i lavori ad alta intensità matematica sono più remunerativi e sono anche soggetti a un divario salariale di genere inferiore; in secondo luogo, il fatto che molte ragazze di talento evitino carriere matematiche, ingegneristiche o informatiche rappresenta una sottrazione di capitale umano che può ridurre la produttività, causando carenza di lavoratori in possesso di quelle competenze per cui la domanda è crescente (Breda e Napp 2019).

Uno studio dell'Istituto europeo per l'uguaglianza di genere (EIGE) segnala a questo proposito che una maggiore presenza di donne nei settori STEM avrebbe un impatto rilevante sull'occupazione, contribuendo ad aumentare il PIL pro capite dell'UE dal 2,2 al 3,0% entro il 2050. I posti di lavoro riconducibili ai settori STEM sono proprio quelli maggiormente trainati dall'innovazione, legati alle nuove tecnologie, alla crescita e altamente ricompensati dal mercato del lavoro. Tali nuove professioni daranno luogo a un gran numero di posti di lavoro ben retribuiti che contribuiranno gradualmente a colmare il divario retributivo tra i generi nell'Unione europea

(EIGE 2017). E tale tendenza, anche a seguito delle recenti trasformazioni provocate dall'emergenza causata dal Covid-19, è destinata a crescere.

In conclusione, i risultati di questo studio hanno quindi rilevanti implicazioni per ciò che concerne le politiche che promuovono la parità di genere nel mercato del lavoro e, più in generale, nella società.

Innanzitutto, si conferma la necessità di rafforzare e promuovere a livello educativo, scolastico e culturale l'interesse verso l'apprendimento delle competenze matematiche e delle discipline scientifiche, così come indicato anche dagli standard europei (Commissione europea 2020).

Le misure introdotte per promuovere la cultura scientifico-matematica, inoltre, dovrebbero essere indirizzate nella direzione di ridurre il divario di genere e la penalizzazione delle ragazze nelle varie fasi del percorso scolastico. Nella fattispecie le nostre evidenze suggeriscono di intervenire nella fase iniziale del ciclo secondario di secondo grado, poiché in questa fase di vita si manifesta in modo netto il condizionamento negativo dei fattori ambientali e sociali – famiglia e insegnanti – nella scelta dei percorsi formativi scientifici delle ragazze rispetto ai loro coetanei.

In tale prospettiva è fondamentale prevedere un'architettura e/o dei meccanismi istituzionali (es. collaborazione tra Dipartimento Pari opportunità e Ministero dell'Istruzione) in grado di coinvolge-

re tutti gli attori nel sistema scolastico, a partire da educatori, insegnanti e studenti, in un processo di promozione della cultura scientifica e consapevolezza delle discipline matematiche quali strumenti indispensabili non solo per ridurre i divari di genere nel mercato del lavoro, ma anche per sviluppare una lettura critica della realtà, volta alla risoluzione di problematiche che prevedono sempre maggiore incertezza e complessità (Profeta e Vaudo 2020).

Analogamente, si potrebbe prevedere l'introduzione di nuovi modelli di insegnamento della matematica, funzionali a rimuovere gli stereotipi di genere e correggere quel divario di rendimento che – pur generandosi tipicamente a partire dai cicli scolastici della scuola primaria (Cunha e Heckman 2008) – a 15 anni rischia di diventare strutturale e penalizzare in modo permanente il percorso scolastico, universitario e professionale delle ragazze. I nuovi modelli di insegnamento potrebbero prevedere ad esempio una crescente integrazione curriculare dei percorsi scientifico-tecnici e quelli legati alle materie umanistiche, sia negli istituti tecnici che nei licei (Harris e de Bruin 2018). In tal modo si potrebbe peraltro ridurre la distanza tra curricula ministeriali, pratica didattica nell'ambito della matematica e una dinamica sociale ed economica che, come si è discusso in precedenza, richiede sempre più la capacità di abbinare competenze scientifico-tecniche, soft skill e competenze di tipo non cognitivo.

Bibliografia

- Ayres R., Cooley E., Dunn C. (1990), Self-concept, attribution, and persistence in learning-disabled students, *Journal of School Psychology*, 28, n.2, pp.153-163
- Ashcraft M.H., Krause J.A. (2007), Working memory, math performance, and math anxiety, *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, n.2, pp.243-248 <<https://bit.ly/2PRJk1C>>
- Assolombarda (2020), *Osservatorio Talents Venture e STEAMiamoci sul Gender Gap nelle facoltà STEM*, Ricerca n.03, Milano, Assolombarda <<https://bit.ly/3uqbuQu>>
- Avitzour E., Choen A., Joel D., Lavy V. (2020), *On the Origins of Gender-Biased Behavior. The Role of Explicit and Implicit Stereotypes*, NBER Working Paper n.27818, Cambridge MA, NBER <<https://bit.ly/3nU7Ko0>>
- Bandura A. (2000), *Autoefficacia. Teorie e applicazioni*, Trento, Erickson
- Bandura A. (1977), Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change, *Psychological Review*, 84, n.2, pp.191-215
- Bleeker M., Jacobs J. (2004), Achievement in Math and Science. Do Mothers' Beliefs Matter 12 Years Later?, *Journal of Educational Psychology*, 96, n.1, pp.97-109
- Blackwell L.S., Trzesniewski K.H., Dweck C.S. (2007), Implicit theories of intelligence predict achievement across an adolescent transition. A longitudinal study and an intervention, *Child development*, 78, n.1, pp.246-263
- Blickenstaff J.C. (2005), Women and science careers. Leaky pipeline or gender filter?, *Gender and Education*, 17, n.4, pp.369-386
- Boaler J. (2015), *Mathematical mindsets. Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*, Hoboken NJ, John Wiley & Sons
- Borgonovi F., Pál J. (2016), *A Framework for the Analysis of Student Well-Being in the PISA 2015 Study. Being 15 In 2015*, OECD Education Working Papers n.140, Paris, OECD <<https://bit.ly/3xRfoDZ>>
- Breda T., Napp C. (2019), Girls' comparative advantage in reading can largely explain the gender gap in math-related fields, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116, n.31, pp.15435-15440 <<https://bit.ly/3eq1s6>>
- Bursuck W. (1989), A comparison of students with learning disabilities to low achieving and higher achieving students on three dimensions of social competence, *Journal of Learning Disabilities*, 22, n.3, pp.188-194
- Camarata S., Woodcock R. (2006), Sex differences in processing speed. Developmental effects in males and females, *Intelligence*, 34, n.3, pp.231-252
- Carlana M. (2019), Implicit Stereotypes. Evidence from Teachers' Gender Bias, *The Quarterly Journal of Economics*, 134, n.3, pp.1163-1224
- Clever A., Bear G., Juvonen J. (1992), Discrepancies between competence and importance in self-perceptions of children in integrated classes, *The Journal of Special Education*, 26, n.2, pp.125-138
- Colella P. (2016), Ragazze e scienze hard: sviluppare l'autoefficacia. Prospettive di genere nella didattica della matematica, in Palmerio L. (a cura di), OCSE PISA 2012. *Contributi di approfondimento*, Milano, Franco Angeli, pp.201-221 <<https://bit.ly/3vKFO8z>>
- Cowden P.A. (2009), Communication and conflict. Social anxiety and learning, *Proceedings of the Academy of Organizational Culture, Communications & Conflict*, 14, n.2, pp.16-19
- Commissione europea (2020), *Un'Unione dell'uguaglianza. La strategia per la parità di genere 2020-2025*, Comunicazione della Commissione al parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, Bruxelles, COM(2020) 152 final <<https://bit.ly/2Rs0RxS>>
- Copur-Gencturk Y., Cimpian J.R., Lubienski S.T., Thacker I. (2020), Teachers' bias against the mathematical ability of female, Black, and Hispanic students, *Educational Researcher*, 49, n.1, pp.30-43
- Cunha F., Heckman J. (2008), Formulating, Identifying and Estimating the Technology of Cognitive and Noncognitive Skill Formation, *Journal of Human Resources*, 43, n.4, pp.738-782
- Di Castro G. (2017), Competenze e differenze di genere. Dalle evidenze empiriche ad una nuova chiave di lettura, *Sinapsi*, VII, n.2-3, pp.27-46 <<https://bit.ly/3vPOBYu>>
- DiPrete T.A., Jennings J.L. (2012), Social and behavioral skills and the gender gap in early educational achievement, *Social Science Research*, 41, n.1, pp.1-15
- Di Tommaso M.L., Maccagnan A., Mendolia S. (2018), *The Gender Gap in Attitudes and Test Scores. A new construct of the mathematical capability*, Dipartimento di Economia e Statistica "Cognetti de Martiis" Working Paper n.15, Torino, Università degli studi di Torino <<https://bit.ly/33iqaFi>>
- Dweck C.S. (2000), *Teorie del sé. Intelligenza, motivazione, personalità e sviluppo*, Trento, Erickson
- ELGE (2017), *Economic benefits of gender equality in the EU. How gender equality in STEM education leads to economic growth*, Luxembourg, Publications Office of the European Union <<https://bit.ly/3vI423p>>
- Else-Quest N.M., Hyde J.S., Linn M.C. (2010), Cross-national patterns of gender differences in mathematics. A meta-analysis, *Psychological Bulletin*, 136, n.1, pp.103-127

- EACEA, Eurydice (2009), *National Testing of Pupils in Europe. Objectives, Organisation and Use of Results*, Brussels, EACEA P9 Eurydice <<https://bit.ly/3vNpfd>>
- François K., Monteiro C., Allo P. (2020), Big-data literacy as a new vocation for statistical literacy, *Statistics Education Research Journal*, 19, n.1, pp.194-205 <<https://bit.ly/2RAUMPW>>
- Gipps C.V., Murphy P. (1994), *A fair test? Assessment, achievement and equity*, London, Open University Press
- Golombok S., Fivush R. (1994), *Gender development*, Cambridge, Cambridge University Press
- Grolnick W.S., Ryan R.M. (1990), Self-perceptions, motivation, and adjustment in children with learning disabilities. A multiple group comparison study, *Journal of Learning Disabilities*, 23, n.3, pp.177-184
- Grover S. (2018), *The 5th 'C' of 21st Century Skills? Try Computational Thinking (Not Coding)*, EdSurge <<https://bit.ly/3xNtPsV>>
- Guiso L., Monte F., Sapienza P., Zingales L. (2008), Diversity. Culture, gender, and math, *Science*, 320, n.5880, pp.1164-1165
- Harris A., de Bruin L.R. (2018), Secondary school creativity, teacher practice and STEAM education. An international study, *Journal of Educational Change*, 19, n.2, pp.153-179
- Hill C., Corbett C., St Rose A. (2010), *Why so few? Women in science, technology, engineering, and mathematics*, Washington DC, American Association of University Women <<https://bit.ly/2PYeX9W>>
- Hyde J.S. (2005), The gender similarities hypothesis, *American Psychologist*, 60, n.6, pp.581-592
- Huang P.M., Brainard S.G. (2001), Identifying determinants of academic self-confidence among science, math, engineering, and technology students, *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 7, n.4, pp.315-337
- Invalsi (2019), *Rapporto prove INVALSI 2019*, Roma, Invalsi <<https://bit.ly/3h4DOE9>>
- Invalsi (2018a), *Rapporto prove INVALSI 2018*, Roma, Invalsi <<https://bit.ly/3nTwTPz>>
- Invalsi (2018b), *Quadro di Riferimento delle prove INVALSI Matematica*, Roma, Invalsi <<https://bit.ly/3erBYLH>>
- Justicia-Galiano M.J., Martín-Puga M.E., Linares R., Pelegrina S. (2017), Math anxiety and math performance in children. The mediating roles of working memory and math self-concept, *British Journal of Educational Psychology*, 87, n.4, pp.573-589
- Lavy V., Sand E. (2018), On the origins of gender gaps in human capital. Short-and long-term consequences of teachers' biases, *Journal of Public Economics*, 167, pp.263-279
- Liu O.L., Wilson M., Paek I. (2008), A multidimensional Rasch analysis of gender differences in PISA mathematics, *Journal of Applied Measurement*, 9, n.1, pp.18-35
- Maccoby E.E., Jacklin C.N. (1974), Myth, reality and shades of gray. What we know and don't know about sex differences, *Psychology Today*, 8, n.7, pp.109-112
- Magno C., Silova I. (2007), Teaching in transition. Examining school-based gender inequities in central/southeastern Europe and the former Soviet Union, *International Journal of Educational Development*, 27, n.6, pp.647-660
- Miller D.I., Eagly A.H., Linn M.C. (2015), Women's representation in science predicts national gender-science stereotypes. Evidence from 66 nations, *Journal of Educational Psychology*, 107, n.3, pp.631-644
- Moè A. (2018), Mental rotation and mathematics. Gender-stereotyped beliefs and relationships in primary school children, *Learning and Individual Differences*, 61, pp.172-180
- Mostafa T. (2019), *Why don't more girls choose to pursue a science career?*, PISA in Focus n.93, Paris, OECD Publishing <<https://bit.ly/3uqTmPu>>
- Mullis I.V.S., Martin M.O., Foy P., Kelly D.L., Fishbein B. (2020), *Highlights. TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*, Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center <<https://bit.ly/33IP2fc>>
- Mullis I.V.S., Martin M.O., Foy P., Hooper M. (2017), *Pirls 2016 International Results in Reading*, Amsterdam, International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA) <<https://bit.ly/3xWOafs>>
- Mullis I.V.S., Martin M.O., Foy P., Hooper M. (2016), *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*, Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center <<https://bit.ly/3h3zmpc>>
- Nosek B.A., Smyth F.L., Sriram N., Lindner N.M., Devos T., Ayala A., Bar-Anan Y., Bergh R., Cai H., Gonsalkorale K., Kesebir S., Maliszewski N., Neto F., Olli E., Park J., Schnabel K., Shiomura K., Tulbure B.T., Wiers R.W., Somogyi M., Akrami N., Ekehammar B., Vianello M., Banaj M.R., Greenwald A.G. (2009), National differences in gender-science stereotypes predict national sex differences in science and math achievement, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106, n.26, pp.10593-10597
- OECD (2020), *PISA 2018 Results (Volume VI). Are Students Ready to Thrive in an Interconnected World?*, Paris, OECD Publishing <<https://bit.ly/3h8G51d>>
- OECD (2019a), *PISA 2018 Results (Volume I). What Students Know and Can Do*, Paris, OECD Publishing <<https://bit.ly/3tm0W3q>>
- OECD (2019b), *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*, Paris, OECD Publishing <<https://bit.ly/3vRHQUi>>
- OECD (2019c), *PISA 2018 Results (Volume III). What School Life Means for Students' Lives*, Paris, OECD Publishing <<https://bit.ly/3nVqMKw>>
- OECD (2016), *PISA 2015 Results (Volume I). Excellence and Equity in Education*, Paris, OECD Publishing <<https://bit.ly/3nU6UaC>>
- OECD (2015), *The ABC of Gender Equality in Education. Aptitude, Behaviour, Confidence*, Paris, OECD Publishing <<https://bit.ly/33BCh3>>

- OECD (2014a), *PISA 2012 Results. What Students Know and Can Do. Student Performance in Mathematics, Reading and Science (Volume I)*, Revised edition February 2014, Paris, OECD Publishing
- OECD (2014b), *PISA 2012 Results in Focus. What 15-year-olds know and what they can do with what they know*, Paris, OECD Publishing <<https://bit.ly/3nU7JA8>>
- OECD (2013), *PISA 2012 Results. Ready to Learn. Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs (Volume III)*, Paris, OECD Publishing <<https://bit.ly/33msomW>>
- Petersen T., Morgan L.A. (1995), Separate and unequal. Occupation-establishment sex segregation and the gender wage gap, *American Journal of Sociology*, 101, n.2, pp.329-365
- Profeta P., Vaudo E. (2020), Dalla scuola al lavoro. Proposta per la parità di genere, *Lavoce.info*, 10 giugno <<https://bit.ly/3xTXctu>>
- Purpura D.J.P., Napoli A. (2015), Early Numeracy and Literacy. Untangling the Relation Between Specific Components, *Mathematical Thinking and Learning*, 17, n.2-3, pp.197-218
- Ramirez G., Gunderson E.A., Levine S.C., Beilock S.L. (2013), Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school, *Journal of Cognition and Development*, 14, n.2, pp.187-202
- Rosti L. (2006), La segregazione occupazionale in Italia, in Simonazzi A. (a cura di), *Questioni di genere, questioni di politica. Trasformazioni economiche e sociali in una prospettiva di genere*, Roma, Carocci
- Scheiber C., Reynolds M.R., Hajovsky D.B., Kaufman A.S. (2015), Gender differences in achievement in a large, nationally representative sample of children and adolescents, *Psychology in the Schools*, 52, n.4, pp.335-348
- Stone W.L., La Greca A.M. (1990), The social status of children with learning disabilities. A reexamination, *Journal of Learning Disabilities*, 23, n.1, pp.32-37
- Tiedemann J. (2002), Teachers' gender stereotypes as determinants of teacher perceptions in elementary school mathematics, *Educational Studies in Mathematics*, 50, n.1, pp.49-62
- Treiman D.J., Hartman H.I. (eds.) (1981), *Women, Work and Wages. Equal Pay for Equal Value*, Washington, National Academy Press
- Wigfield A., Eccles J.S. (2000), Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation, *Contemporary Educational Psychology*, 25, n.1, pp.68-81
- Wing J.M. (2008), Computational thinking and thinking about computing, *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366, n.1881, pp.3717-3725

Giovanna Di Castro

g.dicastro@inapp.org

Ricercatrice presso Inapp, psicologa, ha svolto per molti anni attività di ricerca per il Progetto OECD-PIAAC. Attualmente si occupa di competenze, processi di apprendimento, istruzione e mercato del lavoro nella Struttura Sistemi formativi. Fra le pubblicazioni recenti: Di Castro G. (2017), Competenze e differenze di genere, *Sinapsi*, VIII, n.2-3.