



BANCA D'ITALIA  
EUROSISTEMA

# Questioni di Economia e Finanza

(Occasional Papers)

La performance nelle prove digitali PISA degli studenti italiani

di Pasqualino Montanaro e Paolo Sestito

Aprile 2015

Numero

267





BANCA D'ITALIA  
EUROSISTEMA

# Questioni di Economia e Finanza

(Occasional papers)

La performance nelle prove digitali PISA degli studenti italiani

di Pasqualino Montanaro e Paolo Sestito

Numero 267 – Aprile 2015

*La serie Questioni di economia e finanza ha la finalità di presentare studi e documentazione su aspetti rilevanti per i compiti istituzionali della Banca d'Italia e dell'Eurosistema. Le Questioni di economia e finanza si affiancano ai Temi di discussione volti a fornire contributi originali per la ricerca economica.*

*La serie comprende lavori realizzati all'interno della Banca, talvolta in collaborazione con l'Eurosistema o con altre Istituzioni. I lavori pubblicati riflettono esclusivamente le opinioni degli autori, senza impegnare la responsabilità delle Istituzioni di appartenenza.*

*La serie è disponibile online sul sito [www.bancaditalia.it](http://www.bancaditalia.it).*

ISSN 1972-6627 (stampa)

ISSN 1972-6643 (online)

*Stampa a cura della Divisione Editoria e stampa della Banca d'Italia*

# LA PERFORMANCE NELLE PROVE DIGITALI PISA DEGLI STUDENTI ITALIANI

di Pasqualino Montanaro\* e Paolo Sestito^

## Sommario

Nell'edizione del 2012, la rilevazione PISA ha previsto, oltre alle tradizionali prove su carta, anche alcuni test in formato digitale, incluso quello nelle competenze di *problem solving*. In queste prove, gli studenti italiani hanno riportato risultati più lusinghieri di quelli ottenuti nelle prove cartacee tradizionali. Dopo aver evidenziato come tale miglioramento non sia meramente frutto di specificità del campione di studenti italiani e dei paesi con cui nelle prove digitali questi sono posti a confronto, il lavoro descrive il *pattern* generale che emerge per l'Italia nelle prove digitali. Si evidenzia come esso sia analogo a quello delle prove cartacee, anche se con talune differenze, quali un miglior risultato dei maschi e un minor gradiente della relazione tra *background* familiare e competenze. Anche tenendo conto dei diversi fattori solitamente connessi coi risultati dei test, le competenze digitali sono positivamente associate a quelle ottenute nelle prove cartacee, e in particolar modo a quelle di tipo matematico-quantitativo; le competenze in *problem solving* sono a loro volta positivamente associate con una maggiore propensione digitale del singolo rispondente. Il legame tra competenze tradizionali e digitali è peraltro meno forte nel caso dei soggetti con elevate competenze digitali: in altri termini, l'essere un'eccellenza nelle prove su computer non necessariamente richiede di esserlo anche in quelle cartacee, le prime cogliendo la presenza di talenti inespresi nelle seconde, più vicine al tradizionale operare delle scuole.

**Classificazione JEL:** I20, I21.

**Parole chiave:** scuola, rilevazioni sugli apprendimenti, competenze digitali.

## Indice

1. Introduzione .....	5
2. Il contenuto delle prove digitali .....	6
3. Il piazzamento dell'Italia .....	9
4. Differenze e similitudini tra prove cartacee e digitali .....	17
5. La relazione tra risultati nelle prove cartacee e digitali .....	20
6. Conclusioni .....	25
Bibliografia .....	26
Appendice statistica .....	28

---

\* Banca d'Italia, Divisione Analisi e Ricerca economica territoriale – Sede di Ancona.

^ Banca d'Italia, Servizio Struttura Economica.



## 1 Introduzione<sup>1</sup>

PISA è una rilevazione campionaria riferita agli studenti 15enni che a frequenza triennale indaga sulle competenze in matematica, lettura e scienze. Nell'edizione del 2012 la rilevazione ha interessato un totale di 65 paesi (di cui 34 OCSE) con un focus dedicato alla matematica; in un sottoinsieme di paesi (44, tra cui l'Italia), gli studenti sono stati chiamati a svolgere anche delle prove in formato digitale, attraverso un'opzione denominata *Computer Based Assessment* (d'ora in poi CBA).<sup>2</sup> In tutti questi 44 paesi, il formato digitale è stato adoperato per misurare le competenze di *problem solving*; in un sottoinsieme di 32 paesi (tra cui l'Italia) gli studenti sono stati anche chiamati a prove CBA in matematica e lettura (tav. a1).<sup>3</sup>

Nelle prove CBA l'Italia riporta risultati che, anziché essere sotto la media internazionale (convenzionalmente posta pari a 500 nell'anno base) come nelle tradizionali prove cartacee (d'ora in poi PBA, per *Paper Based Assessment*), la superano, in matematica e lettura (rispettivamente 499 e 504 contro 485 e 490 delle prove PBA) ma ancor di più nel *problem solving* (510). Con riferimento a quest'ultimo, vi è chi ha addirittura parlato di “rivincita degli studenti italiani” (sul Corriere della Sera del 1° aprile 2014), che si rifarebbero nella capacità di affrontare i problemi della vita reale e trovare le giuste soluzioni.

Al di là degli aspetti di competizione quasi sportiva ora evocati, il quesito naturale che sorge è quanto tali migliori risultati siano indicativi del fatto che gli studenti italiani, nonostante i risultati poco lusinghieri nelle prove più tradizionali, siano invece ben equipaggiati a cavarsela nel mondo sicuramente digitale di domani, in particolare in quella “soluzione dei problemi” che enfatizza il ricorso ad abilità non codificate, e quanto si tratti piuttosto di un segnale di difficoltà della scuola italiana a mobilitare, nelle (comunque rilevanti) competenze tradizionali, i talenti dei propri alunni.

Al fine di portare elementi in grado di rispondere a tali quesiti, questo lavoro analizza natura e interazioni nella *performance* nei due tipi di prove. Nella trattazione, dedicheremo un'attenzione particolare alla prova (digitale) di *problem solving*, che è l'aspetto più innovativo dell'edizione 2012 di PISA e che presenta caratteristiche in qualche modo peculiari rispetto alle altre prove digitali (matematica e lettura).

Più in particolare, dopo aver ricordato (par. 2) format e contenuti delle prove digitali (nel confronto con le più tradizionali prove cartacee, che comunque hanno interessato un più ampio campione di studenti), verranno esposti i principali risultati dell'Italia (par. 3); si terrà in particolare

---

<sup>1</sup> Le opinioni espresse sono degli autori e non coinvolgono l'Istituto di appartenenza. Si ringraziano, per i loro preziosi commenti e suggerimenti, due anonimi referee, nonché Bruno Losito e gli altri partecipanti al convegno “PISA 2012: Contributi di approfondimento”, organizzato dall'Invalsi e tenutosi a Roma il 26 e 27 febbraio 2015.

<sup>2</sup> L'edizione 2015 prevede invece prove solo in formato digitale, avendo nella *literacy* scientifica il dominio principale.

<sup>3</sup> In un altro sottoinsieme di 18 paesi ed economie (ancora l'Italia tra questi), un campione di studenti diverso da quello che ha partecipato alle prove tradizionali è stato poi chiamato a svolgere anche una prova (cartacea) in *financial literacy*.

conto del fatto che i paesi con cui ci si confronta per le prove digitali sono un sottoinsieme di quelli delle prove cartacee e che – all'interno dell'Italia – gli studenti che hanno partecipato alle prove digitali sono un sottoinsieme di quelli che hanno fatto le prove cartacee. I paragrafi 4 e 5 presenteranno poi i principali risultati dell'analisi. Si confronterà il pattern dei risultati digitali e cartacei degli studenti italiani, esponendone somiglianze e differenze (par. 4) e si approfondirà l'esame del legame tra risultati digitali e cartacei (par. 5). Brevi conclusioni saranno affidate al par. 6.

## 2 Il contenuto delle prove digitali<sup>4</sup>

Come detto, in PISA 2012 un sottocampione di studenti ha partecipato non solo alle prove tradizionali su carta (PBA), ma anche a prove digitali (CBA). La somministrazione di queste ultime era computerizzata e per l'Italia vi hanno partecipato 208 scuole, ciascuna delle quali con un sottocampione degli studenti già testati nelle prove PBA. Nonostante il numero più contenuto, questi studenti sono comunque rappresentativi a livello di macro-area geografica ma, a differenza delle prove PBA, non di singola regione.

La modalità di conduzione del modulo aggiuntivo CBA consente di avere risultati a livello di singolo studente sia nel format tradizionale che in quello digitale. La prova CBA è stata svolta in una giornata successiva a quella dedicata alle prove PBA (in un unico round o in due round laddove la scuola mancava di un'aula attrezzata con computer adatta a far svolgere la prova contemporaneamente a tutti gli studenti interessati dal modulo CBA<sup>5</sup>). Al vantaggio di avere risultati a livello di singolo studente in entrambi i format si contrappone però un possibile *bias* derivante dal fatto che questi studenti sono quelli che hanno implicitamente accettato di svolgere entrambe le prove, visto che, rispetto alla lista di soggetti campionati, devono essere persone presenti sia il primo che il secondo giorno. Inoltre i partecipanti alla prova CBA sono persone che hanno in qualche modo “usufruito” dell'addestramento insito nell'esser passati per la prova PBA, laddove la ridotta dimestichezza con il format e le caratteristiche della prova PISA potrebbe averne depresso la *performance* nel test PBA.

Non tutti i paesi partecipanti all'indagine PISA 2012 hanno svolto anche le prove CBA, oltre alle tradizionali prove PBA: laddove queste ultime hanno coinvolto 65 paesi, le prime sono disponibili per 44 paesi. Nell'ambito dei 34 paesi OCSE, 6 hanno partecipato solo al test cartaceo, 28 (inclusa l'Italia) hanno svolto anche le prove digitali. Nella maggior parte dei paesi che hanno svolto sia PBA che CBA, queste ultime hanno coinvolto l'intero campione PBA; solo 3 paesi OCSE (Italia, Spagna e Regno

---

<sup>4</sup> In questo paragrafo non si discutono nel dettaglio la struttura e il format delle singole domande, per le quali si rimanda ai rapporti tecnici dell'OCSE (OCSE, 2014c).

<sup>5</sup> La somministrazione CBA prevedeva sessioni della durata complessiva di circa 1 ora e 30 minuti, di cui: 20 dedicati a un'esercitazione per prendere dimestichezza con l'interfaccia, 40 dedicati allo svolgimento delle prove e i restanti 30 per le successive operazioni (Invalsi, 2013); le tradizionali prove PBA prevedono invece una sessione di 2 ore.

Unito), che per motivi diversi hanno un campione PBA particolarmente ampio, hanno invece coinvolto, nelle prove CBA, solo un sottoinsieme di scuole e di studenti (tav. a1).

Nel loro contenuto le prove CBA hanno, per l'Italia, considerato sia gli ambiti di lettura e matematica – presenti anche nel format PBA, assieme alle scienze – sia il *problem solving*. In generale, come avviene del resto anche nel caso delle prove PBA, i fascicoli ricevuti dai singoli studenti possono però differire, anche perché lo scopo è quello di produrre stime affidabili a livello di popolazione e non di singolo studente<sup>6</sup> e in questo modo si possono usare più domande, così da meglio caratterizzare l'intera popolazione. Ciò significa che un singolo studente potrebbe aver ricevuto più domande su un ambito e meno su un altro, venendo prodotte in ogni caso delle stime per tutti gli ambiti testati.

Come detto, non tutti gli studenti della singola scuola inclusa nel campione CBA e che avevano partecipato alle prove PBA hanno poi materialmente preso parte alle prove CBA. All'atto pratico, dei 5.495 studenti PBA delle 208 scuole selezionate anche per le prove CBA, solo 3.089 vi hanno effettivamente partecipato.<sup>7</sup> Di questi, 1.554 sono quelli che hanno ricevuto almeno un cluster di domande in *problem solving*.<sup>8</sup> Lo stesso accorgimento adoperato dall'OCSE per stimare i risultati per ogni singolo ambito di competenze – lettura, matematica e *problem solving* per le prove CBA, lettura, matematica e scienze per le prove PBA – è stato però adoperato per stimare i risultati CBA per tutti i 5.495 studenti delle 208 scuole che hanno partecipato alle prove PBA.

Non tutti i paesi hanno ricompreso nelle prove CBA tutti e tre i domini di competenze prima citati (matematica, lettura e *problem solving*). Un piccolo gruppo di paesi (5 nell'area OCSE) si è limitato al solo *problem solving*, che è in effetti un ambito nuovo e diverso da quelli comunque già testati nelle prove PBA. Ciò significa che quando si confrontano i risultati dell'Italia con quelli degli altri paesi bisogna

---

<sup>6</sup> Le stime che qui e nel seguito vengono considerate come misure a livello di singolo studente sono in realtà la media dei 5 *plausible values* costruiti dall'OCSE per ogni singolo studente. I *plausible values* sono “estrazioni casuali” da una distribuzione empirica (derivata dal test) dei livelli di *proficiency*, condizionati ai valori osservati nelle risposte ai quesiti (Wu e Adams, 2002; Wu, 2004). Essi sono possibili valori del livello di abilità del singolo studente, ognuno dei quali con un associato livello di verosimiglianza, e forniscono così non solo informazioni sull'abilità stimata di uno studente, ma anche dell'incertezza associata a questa stima, incertezza che a sua volta discende dal fatto che gli studenti rispondono a domande diverse.

<sup>7</sup> Lo *Standard 1.10* di PISA 2012 prevede che la dimensione obiettivo del campione della singola scuola, per le prove tradizionali cartacee, debba essere tipicamente pari a 35 studenti (*target cluster size*), numero che si può accrescere oppure ridurre a un numero che non sia comunque inferiore alle 20 unità. Le scuole campionate ricevono una lista di 35 studenti che sono chiamati a fare le prove cartacee e una sotto-lista di 18 studenti, tratti dai 35, che sono chiamati a svolgere anche le prove CBA. Ovviamente, non tutti i 35 studenti faranno poi la prova: può succedere che lo studente incluso nella lista fornita da PISA sia assente quel giorno oppure non possa svolgere la prova. In quel caso, lo studente può essere rimpiazzato. Nel caso in cui, in fin dei conti, il numero di studenti che si presentano a svolgere le prove sia inferiore a 35, la prova è comunque valida e la scuola viene considerata *participating school* se il campione finale non scende al di sotto delle 20 unità. Può tuttavia succedere che una scuola abbia meno di 20 studenti 15enni: in questo caso, tutti i punteggi degli studenti 15enni di queste scuole (anche se queste ultime non vengono considerate *participating schools*) vengono inclusi nel database. Per le prove CBA, il *target cluster size* è 18; le 208 scuole CBA hanno cercato di rispettare comunque un rapporto minimo del 50 per cento rispetto al campione PBA, e infatti sono pochi i casi in cui tale incidenza scende al di sotto di questa soglia (17 scuole su 208). Nella maggior parte dei casi le scuole hanno assicurato un tasso di partecipazione CBA ampiamente superiore al 50 per cento, e vicino al 100 per cento nelle scuole con meno di 20 studenti PBA.

<sup>8</sup> Non tutti questi studenti hanno poi effettivamente risposto a domande in *problem solving*: 183 studenti non hanno infatti svolto le prove perché non sono arrivati a rispondere a domande di *problem solving*, si è rotto il computer, ecc..

considerare che le medie internazionali, seppure tarate tutte sulla convenzionale cifra di 500 come media dei paesi OCSE, hanno all'atto pratico un significato diverso a seconda del format (CBA o PBA) e del dominio considerato. Le prove PBA sono infatti espresse in una metrica corrispondente a una media che è pari a 500 in un anno base diverso dal 2012 (e con riferimento al set di paesi OCSE effettivamente parte della rilevazione in quell'anno base), laddove il 500 delle prove CBA fa invece riferimento alla media dei paesi OCSE che nel 2012 hanno partecipato alla rilevazione in quello specifico ambito.

Quanto al contenuto delle prove e quindi alle competenze effettivamente misurate dalle prove CBA, la novità principale è quella del *problem solving*, definito come “la capacità di un individuo di impegnarsi in un processo cognitivo per comprendere e risolvere situazioni problematiche nelle quali un metodo di soluzione non è immediatamente ovvio. Include la disponibilità ad affrontare queste situazioni al fine di raggiungere il proprio potenziale come cittadino costruttivo e riflessivo”.<sup>9</sup> La somministrazione della prova in formato digitale (rispetto al tentativo fatto nel 2003, nel tradizionale formato cartaceo) ha consentito l'inclusione di problemi interattivi, nei quali lo studente ha bisogno di “esplorare l'ambiente” per pervenire a una risposta. L'uso del computer ha inoltre consentito di ricavare informazioni anche sulle modalità adoperate dal rispondente per approcciare e risolvere il problema, sulla frequenza di interazione tra lo studente e il materiale a disposizione, la sequenza delle azioni e il *timing* delle specifiche interazioni (OCSE, 2014b).

Per matematica e lettura, la definizione arricchisce in un certo senso quella cartacea. Per la matematica, la somministrazione informatizzata permette agli studenti di lavorare con una mole di dati maggiore e garantisce capacità computazionale e di gestione dei dati necessari per elaborare tali insiemi; agli studenti viene data l'opportunità di scegliere gli strumenti appropriati per manipolare, analizzare e rappresentare i dati (spesso *real-world data*; OCSE, 2014a). La valutazione computerizzata permette poi di inserire negli item – presentati anche in format innovativi per questo tipo di test, come il *drag-and-drop* – una più ampia gamma di strumenti matematici (software statistici, applicazioni per la visualizzazione e costruzione geometrica e strumenti di misurazione virtuali). Questo permette di valutare alcuni aspetti difficilmente valutabili attraverso le tradizionali prove scritte; in particolare, i nuovi format degli item utilizzati consentono di espandere le modalità di risposta al di là di quelle scritte, fornendo un quadro più completo, a tutto tondo delle competenze matematiche (Invalsi, 2013; OCSE, 2014a; Stacey e Wiliam, 2013).

---

<sup>9</sup> Nell'ottica di PISA 2012, i processi cognitivi coinvolti nel *problem solving* possono essere sintetizzati come segue: *i*) esplorazione e comprensione (osservare il problema e interagire con esso, ricercando informazioni e trovando limiti e ostacoli); *ii*) rappresentazione e formulazione (usare tabelle, grafici, simboli o parole per rappresentare aspetti del problema; formulare ipotesi sui fattori rilevanti del problema e sulle loro interrelazioni; costruire una rappresentazione mentale coerente del problema); *iii*) pianificazione ed esecuzione (formulare una strategia di soluzione del problema, e metterla in pratica); *iv*) monitoraggio e riflessione (monitorare i progressi, reagire ai feedback, riflettere sulla soluzione, sull'informazione fornita dal problema e sulla strategia; OCSE, 2014b).

Va detto che, nonostante la *literacy* in matematica e l'uso della tecnologia digitale siano inestricabilmente legati nello svolgimento del test (Hoyles et al., 2002), il disegno del test PISA CBA assicura che la ratio e i processi matematici abbiano comunque la precedenza sulla padronanza dell'utilizzo del computer esclusivamente come *tool* (OCSE, 2014a).<sup>10</sup>

Per quanto riguarda la lettura, la somministrazione digitale risponde alla necessità di adeguamento alla sempre più pervasiva presenza dei testi digitali nella vita sociale. Il framework di PISA 2012 dà conto degli sviluppi teorici e delle sfide cognitive imposte dalle nuove tecnologie dell'informazione, nel presupposto che, sebbene molte delle competenze necessarie per leggere su carta o a video grazie a un'interfaccia elettronica siano analoghe, il supporto è ben lungi dall'essere neutro. La lettura di un testo digitale si svolge, infatti, in maniera non lineare e qualsiasi documento può entrare in relazione con altri in modi e momenti differenti, in base alle scelte del lettore. I testi digitali, naturalmente mutevoli e dinamici, sollecitano dunque strategie di lettura particolari (Invalsi, 2013; OCSE, 2014a).

### 3 Il piazzamento dell'Italia

Nella metrica diffusa da OCSE in occasione del rilascio dei dati (cfr. Invalsi, 2013), i risultati dell'Italia sono più lusinghieri nelle prove CBA che in quelle PBA. Mentre nelle prove cartacee il punteggio medio italiano è significativamente inferiore alla media OCSE in tutti gli ambiti, nelle prove digitali la performance dei nostri studenti è sostanzialmente analoga – dal punto di vista della significatività statistica – in matematica e lettura, mentre è più elevata in *problem solving* (tav. 1). Come si è già detto, la metrica delle prove CBA e PBA, pur essendo in entrambi i casi ancorata al valore di 500 abitualmente adoperato nelle prove PISA, può però falsare questo tipo di confronti diretti perché i paesi implicitamente considerati, e posti pari in media a 500, possono differire.

**Tav. 1 – Punteggi dell'Italia nella metrica, variabile tra prove, diffusa da OCSE (in 500esimi)**

	Matematica	SE	Lettura	SE	Scienze	SE	Problem solving	SE
Prove cartacee (PBA)	485	2,0	490	2,0	494	1,9	-	--
Media OCSE	494	0,5	496	0,5	501	0,5	-	
Prove digitali (CBA)	499	4,2	504	4,3	-	-	510	4,0
Media OCSE	497	0,7	497	0,7	-	-	500	0,7

Fonte: OCSE-PISA.

<sup>10</sup> Ogni item CBA consta di tre aspetti: *i*) quello strettamente matematico, analogo a quello contenuto nelle prove cartacee; *ii*) la conoscenza e gli *skills* digitali, che però sono intenzionalmente tenuti a un livello minimo; *iii*) le competenze legate all'interazione tra matematica e ICT.

Per questo motivo, la tav. 2 replica quella precedente, ma con dati “ribasati”: si pone pari a 100 la media nel 2012, in ogni specifico format e ambito di competenze (ad es. le scienze PBA o la matematica CBA), dei 23 paesi OCSE che abbiano svolto tutte e sei le prove previste (ovverosia lettura, matematica e scienze PBA; lettura, matematica e *problem solving* CBA).

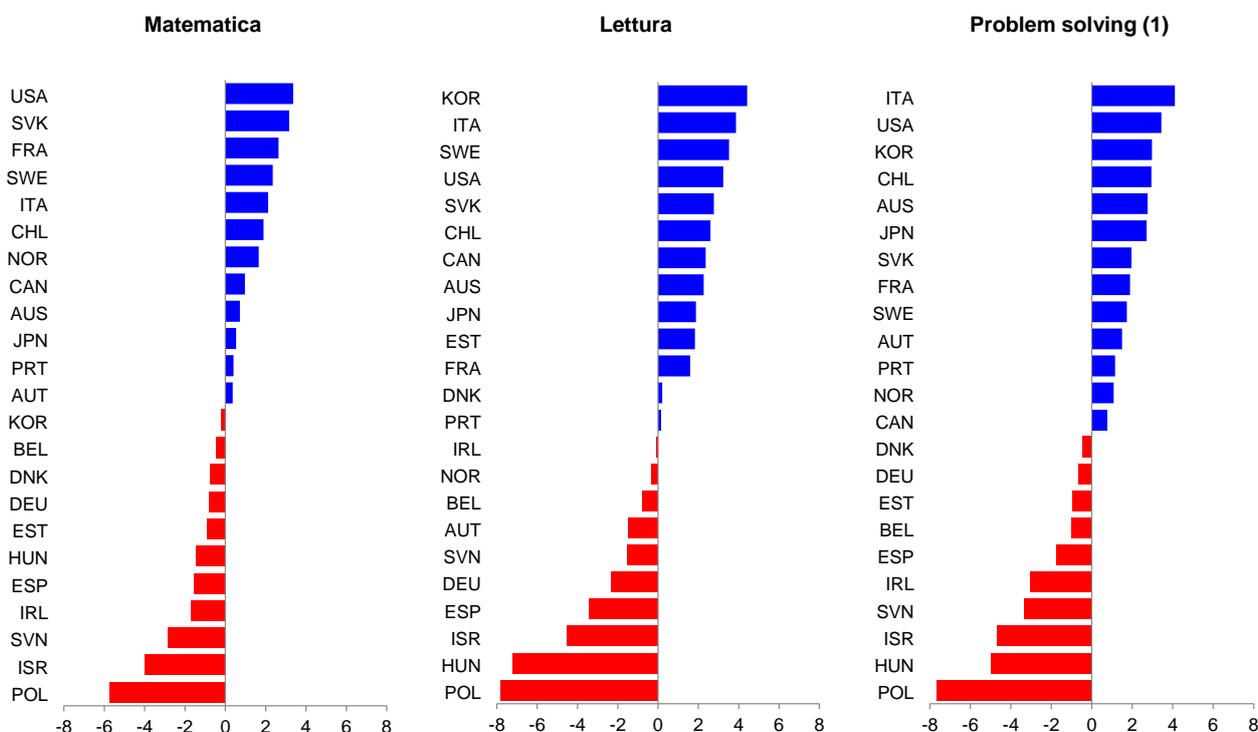
**Tav. 2 – Punteggi dell’Italia** (ponendo in ciascuna prova pari a 100 la media 2012 dei 23 paesi partecipanti a tutte le prove CBA e PBA)

	Matematica	Lettura	Scienze	Problem solving
Prove cartacee (PBA)	97,6	98,1	97,9	-
Prove digitali (CBA)	100,4	101,4	-	102,1

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA.

Il surplus di *performance* digitale, rispetto a quella cartacea, dell’Italia si conferma, così come si conferma che gli studenti italiani vanno meglio, in particolare, nel *problem solving*. Inoltre, anche nel format digitale, come in quello cartaceo, l’ambito dove gli studenti italiani vanno relativamente peggio – anche se le differenze sono assai lievi – è la matematica.

**Fig. 1 - Punteggi PISA 2012 nelle prove digitali rispetto alle cartacee** (*scarti in valori percentuali*)



Fonte: OCSE-PISA. (1) Rispetto al punteggio medio di matematica e lettura nelle prove cartacee.

L'Italia non è l'unico paese ad avere una *performance* digitale migliore di quella tradizionale: Stati Uniti, Giappone, Cile e Svezia, come l'Italia, migliorano (rispetto al format cartaceo) in ciascuna prova digitale e nel *problem solving*; altri paesi (ad es. la Corea) migliorano in alcuni casi ma non in altri. All'estremo opposto sono paesi come Spagna, Irlanda, Israele e Polonia (fig. 1) che fanno sistematicamente peggio nelle prove digitali.

Nel ragionare su tali differenze tra prova PBA e CBA vi è però innanzitutto da verificare quanto possa pesare il fatto che, all'atto pratico, gli studenti CBA siano diversi da quelli PBA (che più sicuramente si può considerare come rappresentativi della popolazione complessiva). Un primo modo di verificarlo è quello di vedere se la composizione del campione degli studenti CBA sia simile a quella del campione PBA complessivo. La tav. 3 seguente evidenzia come in realtà il campione degli studenti delle (208) scuole che hanno svolto anche le prove CBA sia più sbilanciato, rispetto al resto, nei confronti della formazione professionale e meno nei confronti dei licei; non presenti significative differenze in termini di ritardo negli studi e di status di cittadinanza; presenti più maschi; comprenda più studenti del Nord Ovest, meno del Mezzogiorno.

**Tav. 3 – Composizione del campione PISA 2012 (quote percentuali)**

	Studenti scuole solo PBA	Studenti scuole anche CBA
Licei	51,1	42,0
Istituti tecnici	31,0	28,4
Istituti professionali	12,2	18,1
Scuole secondarie di I grado	1,8	1,5
Formazione professionale	3,9	10,1
Studenti in regola	81,9	79,2
Studenti posticipatari	16,3	18,7
Studenti anticipatari	1,8	2,1
Maschi	50,2	54,3
Femmine	49,8	45,7
Nativi	91,2	89,5
Immigrati di seconda generazione	1,8	2,0
Immigrati di prima generazione	4,6	5,3
Nord Ovest	15,4	23,3
Nord Est	27,0	28,1
Centro	18,9	16,9
Mezzogiorno	38,6	31,8
<b>Totale</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA.

Anche il background familiare di questi studenti (indice ESCS) nel complesso è analogo tra campione CBA e quanti hanno svolto solo la prova cartacea, anche se con alcune differenze a livello di

singola macro-area (tav. 4). Al di là di questi piccoli sbilanciamenti, discendenti dal fatto che il campione PBA è pensato per essere rappresentativo a livello di singola regione e quello CBA solo a livello di macro-area, non vi sono però differenze sistematiche che vadano chiaramente in una direzione.<sup>11</sup>

**Tav. 4 – Confronto nel background familiare tra studenti delle scuole CBA e studenti di quelle solo PBA (indice ESCS) (1)**

	Studenti solo PBA	Studenti anche CBA	P value
Nord Ovest	0.0542	-0.0542	***
Nord Est	-0.0116	-0.0971	***
Centro	0.0672	0.1458	***
Mezzogiorno	-0.1799	-0.1623	
<b>Totale</b>	<b>-0.0505</b>	<b>-0.0643</b>	

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. (1) ESCS sta per *Index of Economic, Social and Cultural Status*.

Una valutazione ancor più diretta della presenza di possibili differenze tra studenti partecipanti alle prove CBA e studenti che abbiano fatto solo le prove PBA si può peraltro avere dal confronto nei rispettivi risultati nelle prove che li hanno accomunati entrambi, ovverosia le prove PBA. La tavola seguente mostra come la performance nelle prove cartacee degli studenti CBA non sia nel complesso diversa da quella degli studenti solo PBA in matematica e scienze, risultando semmai peggiore in lettura (e anche in matematica e scienze in alcune macro-aree). Quindi non sembra esservi evidenza del fatto che, per un qualche motivo, gli studenti coinvolti nelle prove CBA siano sistematicamente “migliori” degli altri (della popolazione PBA).

**Tav. 5 – Confronto punteggi PISA 2012 “cartacei” tra studenti di scuole CBA e studenti di quelle solo PBA (punteggi)**

	Matematica		Letture		Scienze	
	Studenti solo PBA	Studenti anche CBA	Studenti solo PBA	Studenti anche CBA	Studenti solo PBA	Studenti anche CBA
Nord Ovest	<b>512.0</b>	<b>503.2</b>	<b>519.3</b>	<b>502.7</b>	<b>523.6</b>	<b>515.3</b>
Nord Est	<b>518.4</b>	<b>500.4</b>	<b>517.8</b>	<b>491.0</b>	<b>528.0</b>	<b>509.9</b>
Centro	486.1	481.7	<b>487.0</b>	<b>480.4</b>	493.0	494.8
Sud e Isole	455.9	457.5	<b>467.0</b>	<b>461.2</b>	461.4	462.1
Italia	485.4	485.0	<b>491.6</b>	<b>484.1</b>	493.3	494.4

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. In **grassetto** e sottolineate le differenze statisticamente significative a un livello di confidenza del 95 per cento.

<sup>11</sup> Un'ulteriore aspetto da considerare, riguardo a una possibile *self-selection* delle scuole CBA, è il fatto che queste scuole possano avere migliori dotazioni (strutturali o informatiche) o una maggiore “familiarità” con il mondo digitale, in tal modo favorendo una migliore performance dei propri studenti proprio nelle prove CBA. Considerando alcune delle variabili di scuola riportate nel dataset PISA, le scuole CBA presentano tuttavia una dotazione di PC analoga a quella delle scuole PBA (le differenze non sono statisticamente significative, a un semplice t-test), sia che si rapporti il numero di PC al numero di studenti complessivi, sia che lo si rapporti all'insieme dei 15enni. Anche la qualità delle infrastrutture fisiche e delle “risorse educative” è simile. Le uniche differenze statisticamente significative sono quelle riguardanti la percentuale di istituti che utilizzano il PC nell'insegnamento della matematica (addirittura più alta tra le scuole non-CBA) e un indicatore di *digital shortage* (anche in questo caso, più alta tra le scuole CBA). In generale, i due insiemi di scuole sembrano pertanto assai simili.

L'esame è ulteriormente approfondito nelle due tavole seguenti. Nella prima (tav. 6) ci si continua a soffermare sulle differenze tra le scuole CBA e le altre, ma si guarda sia ai risultati cartacei grezzi, sia alla differenza condizionata per un set di controlli: dummies di indirizzo scolastico (distinguendo tra licei, istituti tecnici, professionali, centri di formazione professionale e anche scuole secondarie di I grado, ancora frequentate da 15enni con ritardo scolastico), l'essere ritardatari o anticipatari nel proprio percorso scolastico, il genere, la cittadinanza (distinguendo tra immigrati di I o di II generazione oltre che tra questi e i "nativi"), l'area geografica (Nord Ovest, Nord Est, Centro, Sud e Sud Isole)<sup>12</sup> e il background socio-economico della famiglia di origine, misurato sia a livello di singolo studente che di plesso scolastico. Si tratta di un insieme di fattori abitualmente presi in esame in questo tipo di analisi (si vedano Hanushek, 2002; Peterson e Woessmann, 2007; Hanushek e Woessmann, 2010; per l'Italia, si veda il lavoro di Bratti et al., 2007).

**Tav. 6 – Punteggi nelle prove cartacee (1) (valori percentuali)**

	Matematica	Lettura	Scienze
Dummy di <u>scuola</u> che ha partecipato alla prova digitale (CBA)	-0,08	-1,50***	0,23
<i>N. osservazioni</i>	31.073	31.073	31.073
<hr/>			
Dummy di <u>scuola</u> che ha partecipato alla prova digitale (CBA)	0,11	-0,91***	0,14
Controlli per indirizzo scolastico, ritardo scolastico, genere, cittadinanza, area geografica, ESCS individuale e di plesso scolastico	Si	Si	Si
<i>N. osservazioni</i>	30.873	30.873	30.873

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. Stime WLS (*Weighted Least Squares*). Gli asterischi indicano una significatività statistica, rispettivamente, all'1 (\*\*\*) , al 5 (\*\*) e al 10 per cento (\*). (1) Per ogni disciplina, i punteggi individuali sono in percentuale della media dei 23 paesi che hanno svolto tutte le prove digitali (CBA)

La prima stima naturalmente riproduce il risultato già prima visto (gli studenti delle scuole CBA hanno una performance in lettura PBA che è inferiore dell'1,5 per cento, mentre non vi sono differenze significative per matematica e scienze). La seconda, condizionata per i regressori prima detti, conferma ma ridimensiona i risultati: la differenza per la lettura è sempre negativa ma inferiore all'1 per cento.<sup>13</sup>

Come detto, all'atto pratico non tutti gli studenti delle scuole incluse nelle prove CBA hanno però materialmente partecipato a queste ultime, sia perché a monte si mirava a coinvolgere solo un sottoinsieme casuale del campione di partecipanti alle prove PBA, sia perché alcuni soggetti, pur interpellati, potrebbero essersi sottratti alle prove CBA venendo sostituiti (casualmente) da altri. La tav.

<sup>12</sup> Sfruttando la medesima classificazione adottata dall'Invalsi, rientrano nell'area "Sud": Abruzzo, Molise, Campania e Puglia; rientrano invece nella categoria "Sud Isole": Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna.

<sup>13</sup> Tra le due regressioni si perdono 200 osservazioni per le quali mancano le informazioni necessarie a costruire tutti i regressori citati.

7 si focalizza su questo ulteriore passaggio, stimando la performance nelle tre discipline cartacee in funzione degli effetti congiunti di due *dummies*: la prima che distingue le scuole CBA da quelle solo PBA, misurando in concreto le differenze *between schools*; la seconda che distingue, all'interno delle scuole CBA, tra studenti che abbiano svolto davvero entrambe le prove da quelli che abbiano svolto solo le prove PBA, andando quindi a misurare le differenze *within schools*. Tali stime vengono condotte una volta senza controlli, un'altra controllando invece per i regressori già prima descritti. Il quadro che emerge è ora più articolato: *ceteris paribus*, le scuole CBA di per sé sembrano avere una *performance* (cartacea) migliore, anche se questo vantaggio si riduce (quasi annullandosi) quando si condiziona per le solite caratteristiche individuali; all'interno delle scuole CBA, gli studenti che hanno materialmente svolto le prove CBA rivelano invece una performance (cartacea) peggiore, questo effetto più che compensando il primo, anche quando si considerino le stime condizionate.

**Tav. 7 – Punteggi nelle prove cartacee (1) (valori percentuali)**

	Matematica	Letture	Scienze
Dummy di <u>scuola</u> che ha partecipato alla prova digitale (CBA)	1,18**	0,42	1,49***
Dummy studente che ha <u>materialmente</u> svolto la prova digitale (CBA)	-2,20***	-3,34***	-2,20***
<i>N. osservazioni</i>	31.073	31.073	31.073
<hr/>			
Dummy di <u>scuola</u> che ha partecipato alla prova digitale (CBA)	0,55	-0,34	0,71*
Dummy studente che ha <u>materialmente</u> svolto la prova digitale (CBA)	-0,78	-1,02**	-1,01**
Controlli per indirizzo scolastico, ritardo scolastico, genere, cittadinanza, area geografica, ESCS individuale e di plesso scolastico	Sì	Sì	Sì
<i>N. osservazioni</i>	30.873	30.873	30.873

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. Stime WLS (*Weighted Least Squares*), con i pesi delle prove PBA. Gli asterischi indicano una significatività statistica, rispettivamente, all'1 (\*\*\*) , al 5 (\*\* ) e al 10 per cento (\*). (1) Per ogni disciplina, i punteggi individuali sono in percentuale della media dei 23 paesi che hanno svolto tutte le prove digitali (CBA)

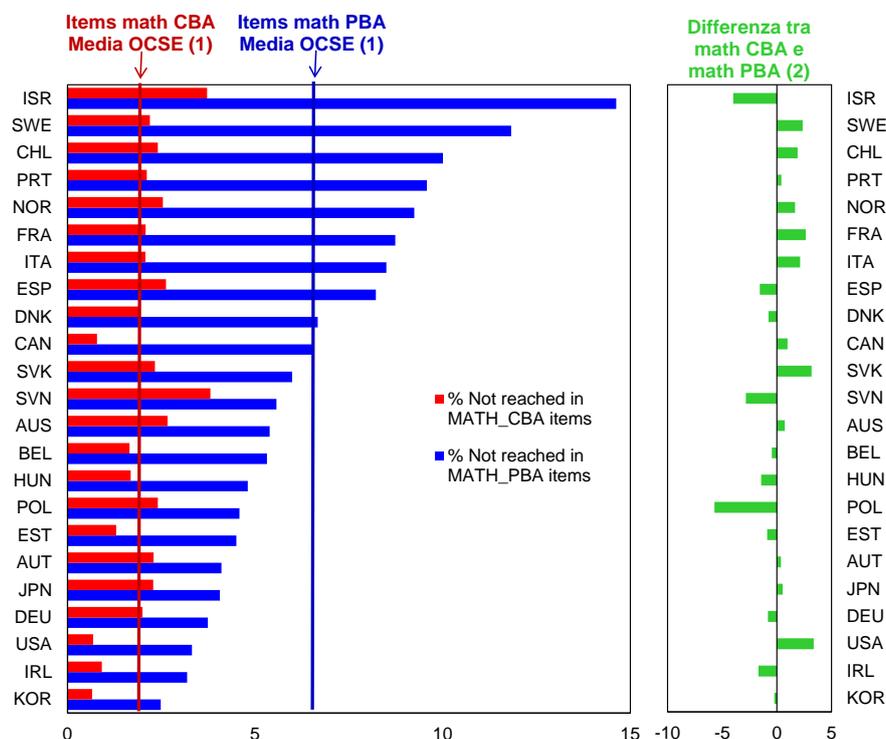
Sembra perciò che, sebbene a livello di scuola vi sia una piccolissima evidenza di una selezione positiva dei partecipanti alle prove CBA, questo effetto è semmai più che controbilanciato dalla selezione negativa operante all'interno di ogni singola scuola: nelle tradizionali prove cartacee, gli studenti che abbiano effettivamente svolto le prove CBA erano *ceteris paribus* leggermente meno e non più bravi dei loro compagni di scuola, in particolare nelle competenze di lettura.

Un secondo aspetto da verificare sta nel fatto che – vuoi per modalità di costruzione della prova, vuoi per l'addestramento al format PISA che per gli studenti CBA deriva dall'aver effettuato poco prima la prova PBA – gli studenti si siano trovati più a loro agio nella prova CBA che in quella PBA.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Questa è una tesi che trova supporto in alcuni lavori (Singleton, 2001; Zandvliet e Farragher, 1997), che mostrano come gli studenti tendano a preferire le prove digitali in termini di *test enjoyment*. Uno studio del 2010 sui risultati PISA 2006 degli

Per un paese come l'Italia, in cui il format delle prove PISA è (o rischia di essere percepito) come estraneo a quello delle normali prove di verifica, questo aspetto culturale e comportamentale potrebbe aver avuto un certo peso. In particolare, un aspetto da non trascurare è che l'Italia è notoriamente tra i paesi in cui il progressivo decadimento della performance nel corso dello svolgimento del tradizionale test cartaceo di PISA è più rilevante (cfr. Borghans e Schils, 2013). In altri termini, la performance non buona degli studenti italiani nei tradizionali test PBA di PISA ha una componente che non è strettamente cognitiva ma legata alla loro ridotta “stamina” nell'affrontare la prova. Laddove tale effetto sia stato ridotto per le prove CBA, a causa del diverso format o del fatto che gli studenti passati per le prove CBA hanno beneficiato dell'addestramento implicito nell'aver svolto da poco le prove PBA, ne risulterebbe una migliore performance nelle prove CBA.<sup>15</sup>

**Fig. 2 - Percentuale di studenti CBA che non completano la prova, negli *items* di matematica (valori percentuali)**



Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. (1) Calcolata sull'insieme dei 23 paesi OCSE che hanno svolto la prova di matematica sia in formato cartaceo (PBA) sia in formato digitale (CBA). - (2) Per ogni paese la differenza tra risultati CBA e PBA è calcolata sulla base dei dati espressi in una metrica che pone pari a 100 la media dei 23 paesi OCSE partecipanti in entrambe le tipologie di prove.

La fig. 2 esplora tale possibilità considerando come semplice indicatore di questo “effetto stamina” la quota di studenti che non abbiano completato la prova (dato riportato nella parte sinistra della figura). Ebbene, nella prova cartacea in matematica (la disciplina dove questo fenomeno è più

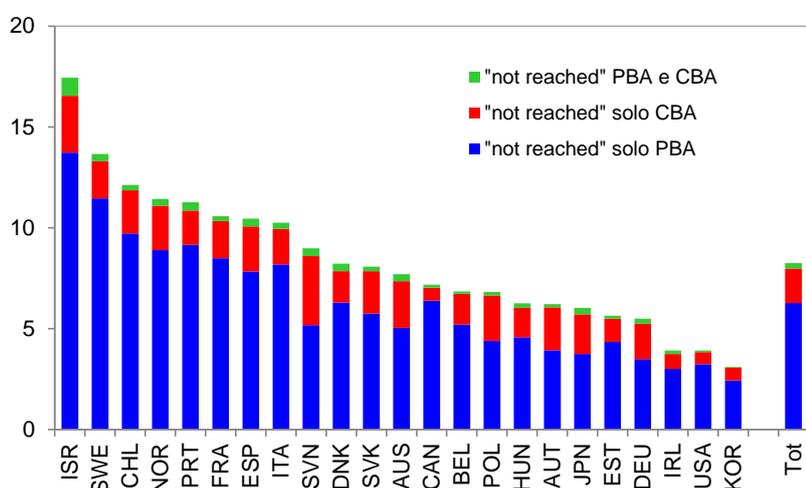
studenti di Danimarca, Islanda e Corea del Sud, in ambito scientifico, mostrava inoltre una relazione tra lo sforzo richiesto dalle prove con “carta e penna” e i risultati raggiunti, relazione che invece non trovava riscontro nelle prove CBA.

<sup>15</sup> Va aggiunto che una delle cause della bassa stamina nelle prove cartacee può risiedere nel maggiore carico di lettura delle singole domande, mentre nelle prove digitali gli studenti magari reagiscono a uno stimolo che richiede un minore sforzo di concentrazione. Su questo punto torneremo più avanti, quando si tratterà delle differenze di genere nei risultati.

accentuato), tale quota raggiunge, per l'Italia, l'8,5 per cento. Nella prova digitale di matematica la quota in esame scende al 2,1 per cento. Una riduzione nella quota di studenti che non abbiano completato la prova, nel passaggio da PBA a CBA, è comune a tutti i paesi: nella media OCSE si passa dal 6,5 al 2,0 per cento. L'entità della riduzione, più forte per l'Italia, è però solo debolmente correlata, tra paesi, al differenziale nei risultati delle prove CBA e PBA (il coefficiente di correlazione tra i due indicatori è pari a .08).

Sempre con riferimento agli *items* di matematica, va aggiunto che gli studenti che non completano sia la prova cartacea sia quella digitale sono un numero esiguo; più consistente è la quota di chi non ha completato la prova CBA, avendo però completato la prova PBA (fig. 3).

**Fig. 3 - Studenti CBA che non completano la prova (cartacea o digitale), negli *items* di matematica (1) (valori percentuali)**



Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. (1) Paesi ordinati in ordine decrescente del peso sul totale degli studenti che non hanno completato la prova, cartacea o digitale che fosse.

Su un piano meramente contabile, non tutto il differenziale esistente per l'Italia tra CBA e PBA è tuttavia ascrivibile agli studenti che in quest'ultima non abbiano completato la prova. Pur se più piccola, una differenza è presente anche tra quelli che abbiano completato la prova cartacea (tav. 8).

**Tav. 8 - Punteggi PISA 2012 (cartacei e digitali) degli studenti CBA italiani (valori percentuali) (1)**

	Matematica		Lettura	
	Prova PBA	Prova CBA	Prova PBA	Prova CBA
Totale studenti CBA	98,2	100,3	97,6	101,5
Studenti che <u>hanno completato</u> la prova cartacea	99,2	100,9	98,0	101,7
Studenti che <u>non hanno completato</u> la prova cartacea	87,7	94,2	87,0	95,3

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. (1) In ciascuna prova, è stata posta pari a 100 la media 2012 dei 23 paesi partecipanti a tutte le prove CBA e PBA.

Una prima conclusione che si può trarre dall'analisi sin qui condotta è dunque che la presenza di una migliore performance digitale degli studenti italiani, rispetto a quella cartacea, non si può ascrivere a una *self-selection* positiva del campione CBA o al fatto che il confronto per le prove CBA considera un assieme di paesi diverso da quelli del normale mondo PISA. Un contributo, ma neppure esso esclusivo, è attribuibile al fatto che nel *format* cartaceo molti studenti italiani denotano una contenuta stamina e molto spesso non completano la prova.

#### 4 Differenze e similitudini tra prove cartacee e digitali

Abbiamo trovato che gli studenti interessati dalle prove digitali non sono poi così diversi dagli altri, per cui i loro risultati forniscono un ragionevole quadro delle competenze degli studenti italiani nei diversi ambiti (matematica, lettura, *problem solving*) in formato digitale. Ma qual è questo quadro? Esso è diverso o sostanzialmente analogo a quello che si ricava dalle tradizionali prove cartacee? In questo paragrafo ci soffermeremo su questo punto, usando di nuovo, come chiave di lettura, un semplice modello di regressione, in cui i risultati (digitali) sono funzione di quei regressori già prima richiamati. Il quadro così costruito verrà posto a confronto con quello già noto per i risultati delle prove cartacee.

La tav. 9 riporta le stime relative ai risultati nelle prove digitali (i coefficienti, qui come nelle tavole successive, sono espressi in punti percentuali). Nelle loro linee generali, i risultati sono molto simili a quelli delle prove PBA. Gli studenti degli istituti tecnici e professionali, oltre ad andar male nelle prove cartacee, fanno male anche nelle prove digitali. Gli studenti in ritardo nel percorso di studi fanno peggio anche nelle prove digitali, pur se in misura più contenuta in matematica; viceversa per gli anticipatori, gruppo autoselezionato che fa meglio in tutte le discipline. I maschi fanno meglio in matematica (senza però, a differenza delle prove cartacee, far peggio delle ragazze nella lettura).<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Il recente report dell'OCSE sulle differenze di genere (OCSE, 2015) mette in luce, a livello internazionale, che i ragazzi tendono effettivamente a fare meglio delle ragazze nei test in formato digitale, e che questo vantaggio è in gran parte dovuto alla maggiore familiarità dei ragazzi con l'ICT (su questo punto si veda pure OCSE, 2005), e in particolare con i videogiochi, anche se il loro uso eccessivo può produrre effetti negativi (ad esempio sottraendo risorse e tempo per altre proficue attività, come fare i compiti a casa regolarmente, oppure comprimendo qualità fondamentali per l'apprendimento, come l'attenzione; sulla relazione tra il *video-gaming* e la performance degli studenti si vedano pure Smyth, 2007; Sharif e Sargent, 2006; Drummond e Sauer, 2014; Gentile et al., 2004; Barlett et al., 2009). Gli effetti negativi del *video-gaming* verrebbero però controbilanciati dagli effetti positivi derivanti dall'acquisizione di specifici *skills* chiamati in causa dai test in formato digitale. Un altro fattore che può incidere sulle differenze di genere è il maggiore carico di lettura richiesto dalle prove cartacee: i maschi manifesterebbero un minor "piacere" per la lettura in generale e si troverebbero più a loro agio con le domande CBA, meno lunghe (OCSE, 2010; OCSE, 2015). Se è un problema di più ridotta "stamina" dei maschi, questo però non è quello che risulta dai dati PISA 2012, in base ai quali la quota di maschi che non completano le prove cartacee (*not reached items*; cfr. figg. 2-3 e tav. 8) è del tutto analoga a quella delle femmine. Dal punto di vista più strettamente psicometrico, se alcune ricerche suggeriscono una sostanziale equivalenza delle prove digitali rispetto a quelle cartacee (Mason, 2001; Singleton, 2001; Wilhelm e Schroeders, 2008; Zandvliet e Farragher, 1997), altri studi trovano piccole differenze di genere nelle prove CBA non rinvenibili in quelle cartacee (Gallagher, Bridgeman e Cahalan, 2000). Tutte queste evidenze vanno in ogni caso interpretate con estrema cautela, tenuto conto dei rapidi (e ampiamente non osservati) cambiamenti che intervengono nelle abitudini e nella familiarità dei ragazzi con la tecnologia e con l'uso del computer (OCSE, 2010).

Un gap si registra anche per gli immigrati. Il background familiare del singolo studente conta nel far meglio, ma solo nella prova di matematica, laddove è sempre positivo (e statisticamente significativo) il coefficiente che lega il *background* familiare medio della scuola alla *performance* nelle prove. Infine, i coefficienti di area ci dicono che anche nelle prove digitali i divari territoriali sono ampi. In un sintetico confronto tra ambiti nelle prove CBA, emerge inoltre una certa peculiarità della lettura rispetto a matematica e *problem solving*, che offrono invece un quadro tra loro assai simile.

**Tav. 9 – Le determinanti dei punteggi nelle prove digitali (CBA) (1) (valori percentuali)**

	Matematica (CBA)		Letture (CBA)		Problem solving (CBA)	
Intercetta	109,14	***	115,67	***	110,54	***
Istituti tecnici	-4,49	***	-6,73	***	-4,83	***
Istituti professionali	-13,66	***	-14,13	***	-12,88	***
Scuole secondarie di I grado	-14,48	***	-20,87	***	-22,25	***
Formazione professionale	-17,63	***	-23,10	***	-13,91	***
Studenti posticipatari (2)	-3,48	***	-7,47	***	-7,53	***
Studenti anticipatari	4,29	***	7,16	***	4,19	***
Maschi	6,26	***	-0,44		6,74	***
Immigrati di seconda generazione	-4,83	***	2,95		-3,85	**
Immigrati di prima generazione	-7,97	***	-4,49	***	-5,50	***
ESCS	0,95	***	-0,40		0,36	
ESCS di plesso scolastico	2,69	***	4,47	***	2,96	***
Nord Est	-1,95	***	-1,18	*	-1,12	*
Centro	-6,06	***	-5,83	***	-4,64	***
Sud (3)	-12,61	***	-13,21	***	-11,04	***
Sud Isole (4)	-11,51	***	-13,88	***	-13,43	***
<b>N. osservazioni</b>	<b>5.402</b>		<b>5.402</b>		<b>5.402</b>	
<b>R-squared</b>	<b>0,35</b>		<b>0,37</b>		<b>0,33</b>	

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. Stime WLS (*Weighted Least Squares*), con i pesi delle prove CBA. Le variabili di confronto sono, nell'ordine: licei; studenti 15enni in *Grade 10* in PISA; femmine; nativi; Nord Ovest. Gli asterischi indicano una significatività statistica, rispettivamente, all'1 (\*\*\*), al 5 (\*\*) e al 10 per cento (\*). (1) Per ogni disciplina, i punteggi individuali sono in percentuale della media dei 23 paesi che hanno svolto tutte le prove digitali (CBA). – (2) Anche se frequentanti scuole secondarie di I grado. – (3) Abruzzo, Molise, Campania e Puglia. – (4) Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna.

A un esame di maggior dettaglio non mancano però differenze con il pattern delle prove cartacee, riportate, a titolo di comparazione, nelle tavv. 10-11, la prima riferita alle sole scuole CBA (di più immediata comparabilità perché si tratta degli stessi soggetti già esaminati per le prove digitali) e la seconda all'intero campione PISA cartaceo, che è quello abitualmente considerato in letteratura e che fornisce un più nitido quadro della situazione italiana. Come detto, il ritardo dei maschi rispetto alle femmine in lettura sostanzialmente svanisce quando la prova viene somministrata in formato digitale. Gli immigrati di seconda generazione sembrano inoltre cavarsela meglio nelle prove CBA, mentre il *background* familiare individuale conta di più nelle prove cartacee che in quelle digitali. Infine, se nel complesso i divari territoriali non cambiano granché nel passaggio da un *format* all'altro, vi è però da

segnalare che gli studenti del Nord Est, che *ceteris paribus* tendono a fare meglio di quelli del Nord Ovest nelle prove cartacee, fanno invece leggermente peggio nelle prove digitali.

**Tav. 10 – Le determinanti dei punteggi nelle prove cartacee dei soli studenti delle scuole CBA**  
(1) (valori percentuali)

	Matematica (PBA)		Letture (PBA)		Scienze (PBA)	
Intercetta	108,12	***	113,04	***	109,68	***
Istituti tecnici	-6,49	***	-6,94	***	-5,60	***
Istituti professionali	-18,01	***	-17,44	***	-16,08	***
Scuole secondarie di I grado	-21,48	***	-20,02	***	-16,05	***
Formazione professionale	-17,89	***	-17,28	***	-15,31	***
Studenti posticipatari (2)	-7,40	***	-7,50	***	-6,61	***
Studenti anticipatari	5,49	***	5,44	***	3,91	***
Maschi	5,74	***	-5,12	***	2,05	***
Immigrati di seconda generazione	-0,97		-2,73	*	-2,43	
Immigrati di prima generazione	-5,00	***	-6,72	***	-6,02	***
ESCS	0,77	***	0,67	**	0,65	**
ESCS di plesso scolastico	4,03	***	5,77	***	6,27	***
Nord Est	2,06	***	1,43		1,73	
Centro	-4,08	***	-3,83	***	-4,46	***
Sud (3)	-10,56	***	-8,91	***	-10,75	***
Sud Isole (4)	-13,80	***	-11,11	***	-14,58	***
<b>N. osservazioni</b>	<b>5.402</b>		<b>5.402</b>		<b>5.402</b>	
<b>R-squared</b>	<b>0,45</b>		<b>0,48</b>		<b>0,43</b>	

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. Stime WLS (*Weighted Least Squares*), con i pesi delle prove CBA. Le variabili di confronto sono, nell'ordine: licei; studenti 15enni in *Grade 10* in PISA; femmine; nativi; Nord Ovest. Gli asterischi indicano una significatività statistica, rispettivamente, all'1 (\*\*\*) , al 5 (\*\*) e al 10 per cento (\*). (1) Per ogni disciplina, i punteggi individuali sono in percentuale della media dei 23 paesi che hanno svolto tutte le prove digitali (CBA). – (2) Anche se frequentanti scuole secondarie di I grado. – (3) Abruzzo, Molise, Campania e Puglia. – (4) Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna.

**Tav. 11 – Le determinanti dei punteggi nelle prove cartacee (PBA) – Tutto il campione PISA (1)**  
(valori percentuali)

	Matematica (PBA)		Lettura (PBA)		Scienze (PBA)	
Intercetta	105,38	***	112,41	***	107,45	***
Istituti tecnici	-3,42	***	-5,25	***	3,19	***
Istituti professionali	-12,22	***	-13,14	***	-11,00	***
Scuole secondarie di I grado	-12,26	***	-14,36	***	-10,64	***
Formazione professionale	-14,11	***	-14,46	***	-12,83	***
Studenti posticipatari (2)	-8,31	***	-8,18	***	-7,60	***
Studenti anticipatari	4,31	***	4,28	***	3,34	***
Maschi	6,40	***	-4,62	***	3,13	***
Immigrati di seconda generazione	-3,71	***	-5,04	***	-3,80	***
Immigrati di prima generazione	-3,77	***	-6,34	***	-5,45	***
ESCS	0,66	***	0,53	***	0,58	***
ESCS di plesso scolastico	8,26	***	8,76	***	8,51	***
Nord Est	1,97	***	0,74	**	1,55	***
Centro	-6,11	***	-6,43	***	-6,55	***
Sud (3)	-9,18	***	-7,87	***	-10,37	***
Sud Isole (4)	-12,71	***	-12,03	***	-13,44	***
<b>N. osservazioni</b>	<b>30.873</b>		<b>30.873</b>		<b>30.873</b>	
<b>R-squared</b>	<b>0,43</b>		<b>0,47</b>		<b>0,42</b>	

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. Stime WLS (*Weighted Least Squares*), con i pesi delle prove PBA. Le variabili di confronto sono, nell'ordine: licei; studenti 15enni in *Grade 10* in PISA; femmine; nativi; Nord Ovest. Gli asterischi indicano una significatività statistica, rispettivamente, all'1 (\*\*\*), al 5 (\*\*), e al 10 per cento (\*). (1) Per ogni disciplina, i punteggi individuali sono in percentuale della media dei 23 paesi che hanno svolto tutte le prove digitali (CBA). – (2) Anche se frequentanti scuole secondarie di I grado. – (3) Abruzzo, Molise, Campania e Puglia. – (4) Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna.

## 5 La relazione tra risultati nelle prove cartacee e digitali

Nel paragrafo precedente si è evidenziato come il pattern generale dei risultati digitali sia simile, pur con alcune interessanti differenze, a quello delle tradizionali prove cartacee. Non si è però ancora esplorata la relazione che sussiste tra le une e le altre. In altri termini, non si è ancora visto se e quanto una buona performance nelle une si associa con una buona performance nelle altre.

Per rispondere a tale quesito si adopererà lo stesso semplice modello di regressione adoperato in precedenza, in particolare nella tav. 9, ma inserendo anche, tra le determinanti dei risultati digitali, i risultati nelle prove cartacee. In particolare si considera, nel caso di lettura e matematica, sia la performance media (in matematica e lettura) nelle prove cartacee, sia una misura della propensione verso la matematica piuttosto che verso la lettura (per come colta dalla differenza tra i punteggi in matematica e lettura nelle prove cartacee). Nel caso del *problem solving*, alla prima variabile (performance media PBA in matematica e lettura) si aggiunge una misura della propensione al digitale (misurata come differenza tra risultati digitali e cartacei, sommando in ciascun format matematica e lettura) e una

misura della propensione *complessiva* tra matematica e lettura, misurata mettendo assieme, per ciascun ambito disciplinare, i risultati nelle prove digitali e in quelle cartacee.

**Tav. 12 – Le determinanti dei punteggi nelle prove digitali (CBA) (1) (valori percentuali)**

	Matematica (CBA)	Letture (CBA)	Problem solving (CBA)
Intercetta	41,17 ***	39,11 ***	14,42 ***
Performance media nelle prove cartacee (PBA) ( <b>SKILL_PBA</b> )	0,63 ***	0,69 ***	0,86 ***
Scarto tra matematica e lettura PBA ( <b>MATH_SKILL</b> )	0,35 ***	-0,12 ***	
Scarto tra prove digitali e cartacee (media matematica e lettura) ( <b>DIGITAL_SKILL</b> )			0,41 ***
Scarto tra matematica e lettura (PBA+CBA) ( <b>MATH_SKILL</b> )			0,02
Istituti tecnici	-0,42	-2,06 ***	0,48
Istituti professionali	-2,28 ***	-2,02 **	0,83
Scuole secondarie di I grado	-0,89	-6,79 ***	-5,65 **
Formazione professionale	-6,33 ***	-11,10 ***	2,38 **
Studenti posticipatari (2)	1,18 **	-2,34 ***	-1,95 ***
Studenti anticipatari	0,82	3,41 ***	-0,61
Maschi	2,23 ***	0,67	5,24 ***
Immigrati di seconda generazione	-4,28 ***	4,44 ***	-2,58 **
Immigrati di prima generazione	-4,89 ***	-0,25	-0,28
ESCS	0,46 **	-0,88 ***	-0,09
ESCS di plesso scolastico	0,22	0,89	-0,69
Nord Est	-3,27 ***	-2,30 ***	-1,25 **
Centro	-3,48 ***	-3,15 ***	-0,39
Sud (3)	-5,89 ***	-6,73 ***	-1,31 **
Sud Isole (4)	-2,71 ***	-5,65 ***	-2,58 ***
<b>N. osservazioni</b>	<b>5.402</b>	<b>5.402</b>	<b>5.402</b>
<b>R-squared</b>	<b>0,61</b>	<b>0,60</b>	<b>0,64</b>

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. Stime WLS (*Weighted Least Squares*), con i pesi delle prove CBA. Le variabili di confronto sono, nell'ordine: licei; studenti 15enni in *Grade 10* in PISA; femmine; nativi; Nord Ovest. Gli asterischi indicano una significatività statistica, rispettivamente, all'1 (\*\*\*), al 5 (\*\*) e al 10 per cento (\*). (1) Per ogni disciplina, i punteggi individuali sono in percentuale della media dei 23 paesi che hanno svolto tutte le prove digitali (CBA). – (2) Anche se frequentanti scuole secondarie di I grado. – (3) Abruzzo, Molise, Campania e Puglia. – (4) Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna.

Lo stesso modello di regressione viene stimato sia su tutti gli studenti delle 208 scuole interessati dalle prove CBA (risultati in tav. 12), come già fatto nella tav. 7 nel paragrafo precedente, sia – come prova di robustezza – sui soli 3 mila studenti che in queste scuole sono effettivamente stati interessati dalle prove CBA (risultati in tav. 13), un sotto-campione per il quale le misure nelle prove digitali dovrebbero essere più precise, anche se la minore numerosità può rendere meno efficienti le stime.

**Tav. 13 – Le determinanti dei punteggi nelle prove digitali (CBA) – Solo studenti effettivamente *assessed* nelle prove digitali (1)(2) (valori percentuali)**

	Matematica (CBA)		Lettura (CBA)		Problem solving (CBA)	
Intercetta	41,99	***	40,50	***	11,35	***
Performance media nelle prove cartacee (PBA) ( <b>SKILL_PBA</b> )	0,62	***	0,67	***	0,89	***
Scarto tra matematica e lettura PBA ( <b>MATH_SKILL</b> )	0,33	***	-0,11	***		
Scarto tra prove digitali e cartacee (media matematica e lettura) ( <b>DIGITAL_SKILL</b> )					0,42	***
Scarto tra matematica e lettura (PBA+CBA) ( <b>MATH_SKILL</b> )					0,04	
Istituti tecnici	-0,95		-2,37	***	1,14	
Istituti professionali	-1,85	**	-2,36	**	0,85	
Scuole secondarie di I grado	-0,01		-6,97	***	-4,58	*
Formazione professionale	-5,72	***	-10,28	***	3,61	**
Studenti posticipatari (3)	0,13		-2,16	***	-2,09	***
Studenti anticipatari	0,40		4,53	***	-1,18	
Maschi	2,81	***	1,08	*	5,30	***
Immigrati di seconda generazione	-4,78	***	4,12	**	-3,46	**
Immigrati di prima generazione	-5,39	***	1,11		-0,98	
ESCS	0,65	**	-0,64	**	0,02	
ESCS di plesso scolastico	-0,04		0,73		-1,35	*
Nord Est	-3,42	***	-2,13	***	-1,42	**
Centro	-3,57	***	-3,40	***	-0,68	
Sud (4)	-5,36	***	-5,57	***	-1,03	
Sud Isole (5)	-2,45	***	-5,20	***	-2,95	***
<b>N. osservazioni</b>	<b>2.998</b>		<b>2.998</b>		<b>2.998</b>	
<b>R-squared</b>	<b>0,63</b>		<b>0,62</b>		<b>0,67</b>	

Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. Stime WLS (*Weighted Least Squares*), con i pesi delle prove CBA. Le variabili di confronto sono, nell'ordine: licei; studenti 15enni in *Grade 10* in PISA; femmine; nativi; Nord Ovest. Gli asterischi indicano una significatività statistica, rispettivamente, all'1 (\*\*\*), al 5 (\*\*) e al 10 per cento (\*). (1) Si tratta degli studenti che erano effettivamente chiamati a rispondere alle domande in formato digitale. – (2) Per ogni disciplina, i punteggi individuali sono in percentuale della media dei 23 paesi che hanno svolto tutte le prove digitali (CBA). – (3) Anche se frequentanti scuole secondarie di I grado. – (4) Abruzzo, Molise, Campania e Puglia. – (5) Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna.

Le stime dei diversi fattori di composizione sono in generale coerenti col quadro già visto nel paragrafo precedente, anche se taluni effetti, soprattutto nel caso del *problem solving*, risultano ora attenuati, probabilmente perché già colti dalla *performance* nelle prove cartacee. In particolare, i divari tra indirizzi di studio e tra aree geografiche tendono a ridimensionarsi molto, nella prova di *problem solving*, in qualche caso annullandosi.

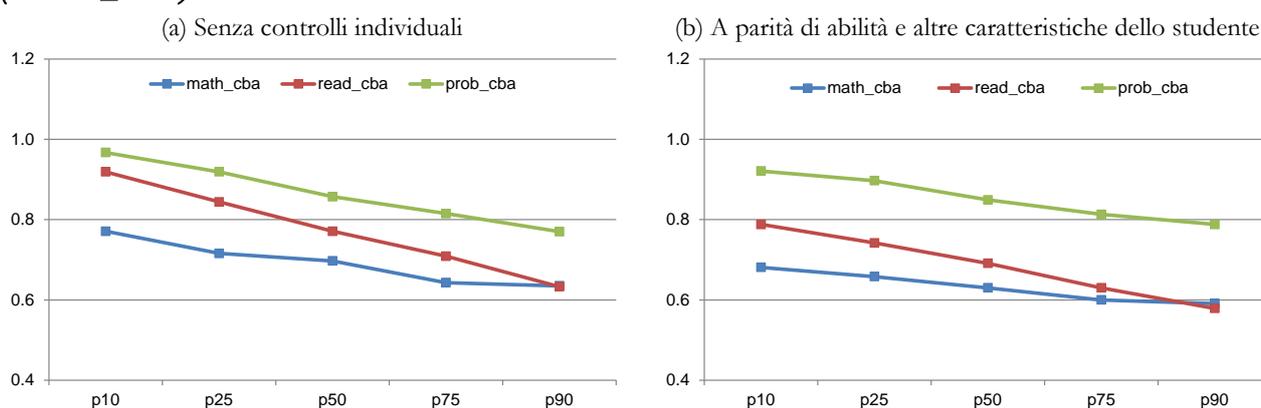
Il legame tra risultati cartacei e digitali appare piuttosto robusto. Buoni risultati nelle prove cartacee si associano con una migliore performance in quelle digitali. La “propensione” alla matematica ha un legame positivo molto forte con i risultati digitali nella stessa disciplina, e ne ha uno negativo,

anche se di minore intensità, con i risultati nella lettura digitale. Detto in altri termini, le differenze tra *performance* in matematica e lettura tendono ad ampliarsi nel passaggio tra prove cartacee e digitali. Quanto infine alle abilità in *problem solving*, esse sono più alte per chi abbia competenze elevate nelle prove cartacee e per chi vada relativamente meglio nelle prove digitali; il legame è invece pressoché nullo con la propensione alla matematica.

I livelli di apprendimento possono però essere diversi a seconda del punto della distribuzione che si considera, con effetti che possono essere maggiori o minori per gli studenti più abili (quelli posizionati nella parte più alta della distribuzione delle competenze) o per quelli meno abili (quelli posizionati nella parte più bassa della distribuzione delle competenze). Un ulteriore esercizio è stato quindi condotto adoperando un *approccio quantilico*, più atto a individuare appieno i fattori che sottostanno alla presenza di eccellenze o di carenze particolarmente pronunciate nelle prove digitali. La tecnica della regressione quantilica consente di modellare la relazione funzionale tra un percentile condizionato della distribuzione (anziché la media condizionata dei punteggi) e i regressori.

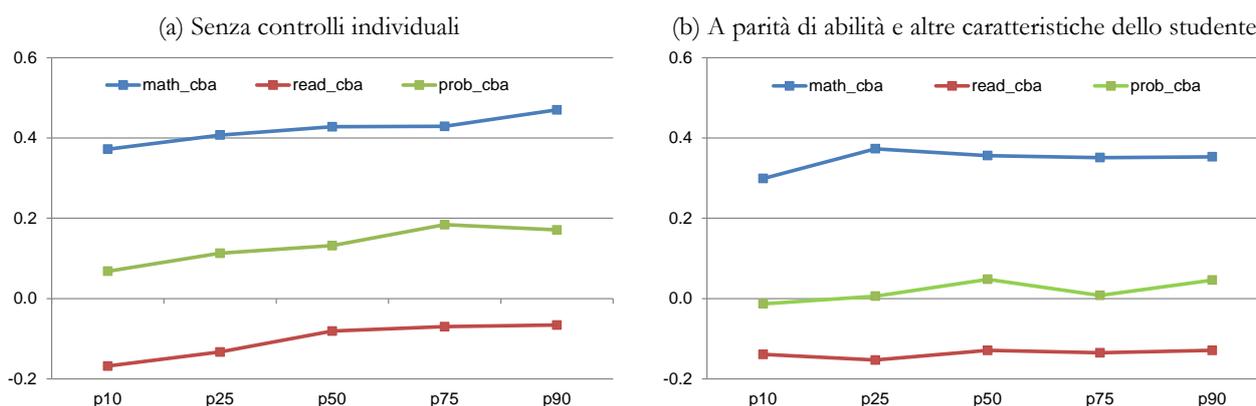
La fig. 4 riporta i coefficienti della variabile che misura le competenze medie per come misurate nelle prove PBA, in termini di effetto sui risultati nei tre ambiti CBA, in corrispondenza del 10°, 25°, 50°, 75° e 90° percentile della distribuzione. Nel pannello di sinistra si riporta la regressione senza altri controlli individuali, mentre in quello di destra vi sono (sempre con una specificazione quantilica) tutti gli altri controlli. Le figg. 5-6 replicano l'esercizio per le variabili che misurano la propensione verso la matematica rispetto alla lettura, e, nel caso del *problem solving*, la propensione verso il format digitale.

**Fig. 4 – Impatto sulla performance CBA della performance media nelle prove cartacee (*SKILL\_PBA*)**



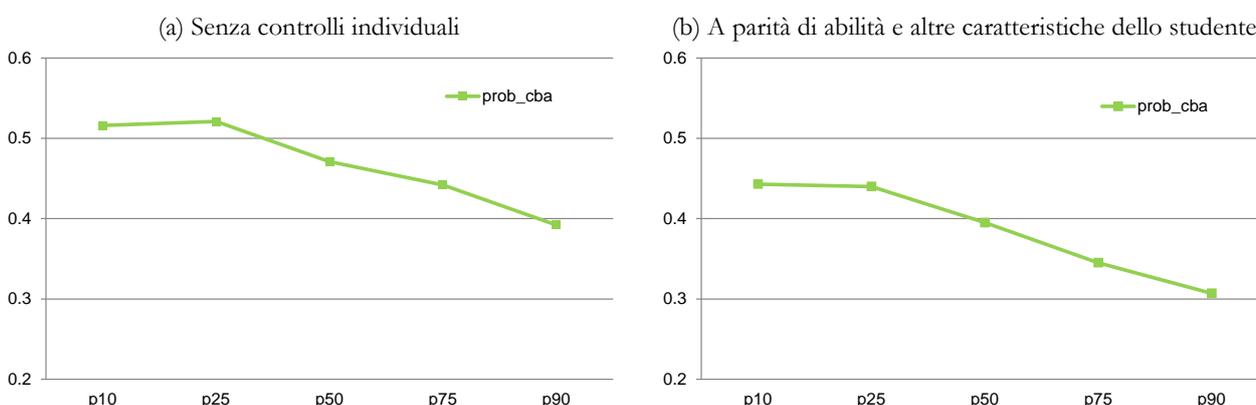
Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. I coefficienti sono relativi a una regressione quantilica che usa la stessa specificazione della tavola 12.

**Fig. 5 – Impatto sulla performance CBA degli skill specifici in matematica (*MATH\_SKILL*)**



Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. I coefficienti sono relativi a una regressione quantilica che usa la stessa specificazione della tavola 12.

**Fig. 6 – Impatto sulla performance in Problem solving degli skill digitali (*DIGITAL\_SKILL*)**



Fonte: elaborazioni su dati OCSE-PISA. I coefficienti sono relativi a una regressione quantilica che usa la stessa specificazione della tavola 12.

I risultati ci sembrano innanzitutto suggerire che l'abilità media di base nelle prove cartacee ha un impatto positivo ma decrescente sulla *performance* digitale; i risultati cambiano poco controllando per le solite caratteristiche individuali (fig. 4). In altre parole, l'essere delle eccellenze nelle prove digitali non sembra essere spiegato dall'essere delle eccellenze nelle prove cartacee. Anche il legame positivo che la propensione verso le competenze digitali ha con la performance in *problem solving* è positivo ma decrescente; in altri termini, un'elevata competenza in *problem solving* non necessariamente dipende dall'aver più in generale un'elevata competenza digitale (fig. 6). L'impatto delle abilità quantitative sui risultati nelle prove digitali (matematica e lettura), prima descritto nei valori medi, è invece analogo su tutta la distribuzione, soprattutto se si controlla per le caratteristiche individuali (fig. 5)<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> L'inserimento, in tutte le prove econometriche effettuate, di una variabile dummy "not\_reached", che assume valore 1 se lo studente non ha completato la prova cartacea, 0 altrimenti, non cambia sostanzialmente i risultati. La dummy è positiva e significativa (al 5 per cento) solo per matematica: il fatto di non aver completato la prova di matematica è positivamente associato con una migliore performance in MATH\_CBA. Secondo una possibile interpretazione, questo risultato è un'ulteriore prova che chi non completa la prova cartacea in matematica è magari un po' "svogliato", ma non necessariamente

## 6 Conclusioni

In questo lavoro abbiamo cercato di descrivere in dettaglio la migliore performance degli studenti italiani, in PISA 2012, nelle prove digitali (e soprattutto in *problem solving*) rispetto a quelle cartacee. Questi migliori risultati non dipendono da un'autoselezione verso l'alto di quel sottoinsieme di scuole (e di studenti) che sono state chiamate a svolgere le prove digitali, né dal fatto che il confronto per le prove CBA considera un assieme di paesi diverso da quelli del normale mondo PISA. Un peso lo ha la bassa "stamina" degli studenti italiani nel completare le prove cartacee, aspetto che ne abbassa la *performance* in queste prove, che probabilmente richiedono un ammontare di concentrazione (nella lettura delle prove medesime) e di determinazione più elevato e che ad essi per molti versi manca. Sebbene suggestivo, anche questo aspetto è però lungi dallo spiegare l'intera storia.

Il *pattern* risultante dalle prove digitali è, nelle sue linee generali, analogo a quello ben più noto che caratterizza le prove cartacee, anche se non mancano differenze di dettaglio, quali una relativamente migliore performance, nelle prove digitali, dei maschi, e un minore impatto, sempre in queste ultime, delle condizioni socio-economiche della famiglia di provenienza.

Anche tenendo conto delle usuali covariate della performance nelle prove PISA, i risultati nelle prove cartacee e in quelle digitali sono positivamente correlati. Buoni risultati nelle prove cartacee si associano con una migliore performance in quelle digitali, soprattutto in matematica, e l'essere più predisposti verso le discipline quantitative nel format cartaceo viene confermato in quello digitale. Le abilità in *problem solving*, a loro volta, sono correlate positivamente tanto con la *performance* media nelle prove cartacee, quanto con la propensione al format digitale. Alcuni di questi legami, e in particolare il primo, quello che connette la *performance* media nel *format* cartaceo con quella nelle singole prove digitali, pur essendo comunque sempre positivi sono via via più deboli man mano che ci sposta verso i quantili più elevati delle abilità nelle prove digitali. In altri termini, l'essere un'eccellenza in campo digitale non necessariamente richiede di esserlo anche in quello cartaceo tradizionale. Il format digitale evidenzia in sostanza la presenza di talenti invece inespresi nelle prove cartacee e non colti e stimolati dal più tradizionale operare, almeno in Italia, delle scuole.

---

"scarso" nella materia. E infatti, quando sostiene la prova digitale, la fa bene. Per il resto, che i coefficienti delle altre covariate sostanzialmente non cambino suggerisce che i risultati relativi ai nessi tra score PBA e CBA non sono dovuti al fatto che ci sono dei *low performers* PBA che non hanno completato le stesse prove PBA.

## Bibliografia

- Barlett, C.P., Anderson, C.A. e Swing, E.L. (2009), "Video game effects – Confirmed, suspected, and speculative. A review of the evidence", *Simulation and Gaming*, Vol. 40, pp. 377-403.
- Borghans, L. e Schils, T. (2013), "The Leaning Tower Of PISA: Decomposing Achievement Test Scores Into Cognitive And Noncognitive Components", mimeo.
- Bratti, M., Checchi D. e Filippin, A. (2007), *Da dove vengono le competenze degli studenti ? I divari territoriali nell'indagine OCSE PISA 2003*, Il Mulino.
- Drummond, A. e Sauer, J.D. (2014), "Video-games do not negatively impact adolescent academic performance in science, mathematics or reading", *PlosOne*, Vol. 9.
- Gallagher, A., Bridgeman, B. e Cahalan, C. (2000), *The effect of computer-based tests on racial/ethnic, gender, and language groups*, Educational Testing Service, Research Report No. 00-8, US.
- Gentile, D.A., Lynch, P.J., Ruh Linder, J. e Walsh, D.A. (2004), "The effects of violent video game habits on adolescent hostility, aggressive behaviors, and school performance", *Journal of Adolescence*, Vol. 27, pp. 5-22.
- Hanushek, E.A. (2002), "Publicly Provided Education", in *Handbook of Public Economics*, Amsterdam, Elsevier: 2045-2141.
- Hanushek, E.A. e Woessmann, L. (2010), "The Economics Of International Differences In Educational Achievement", NBER Working Paper 15949.
- Hoyles, C., Wolf A., Molyneux-Hodgson S. e Kent P. (2002), *Mathematical Skills in the Workplace: Final Report to the Science Technology and Mathematics Council*, London.
- Invalsi (2013), *OCSE PISA 2012 – Rapporto nazionale*, Roma, dicembre 2013.
- Mason, B.J., Patry, M. e Berstein, D.J. (2001), "An examination of the equivalence between non-adaptive computer-based and traditional testing", *Journal of Educational Computing Research*, No. 24, Vol. 1, pp. 29-40.
- OCSE (2005), *Are Students Ready for a Technology-Rich World? What PISA Studies Tell Us*, OECD Publishing, Parigi, 2005.
- OCSE (2010), *PISA Computer-Based Assessment of Student Skills in Science*, Parigi, 2010.
- OCSE (2014a), *What Students Know and Can Do. Student Performance in Mathematics, Reading and Science*, Vol. I, Parigi, 2014.
- OCSE (2014b), *PISA 2012 Results: Creative Problem Solving: Students' skills in tackling real-life problems*, Vol. V, Parigi, 2014.
- OCSE (2014c), *PISA 2012 Technical Report*, Parigi, 2014.
- OCSE (2015), *The ABC of Gender Equality in Education. Aptitude, Behaviour, Confidence*, Parigi, 2015.
- Peterson, P.E. e Woessmann, L. (2007), "Introduction: Schools And The Equal Opportunity Problem", in *Schools and the Equal Opportunity Problem*, Cambridge, MIT Press: 3-27.
- Sharif, I. e Sargent, J.D. (2006), "Association between television, movie, and video game exposure and school performance", *Pediatrics*, Vol. 118, pp. 1061-1070.
- Singleton, C. (2001), "Computer-based assessment in education", *Educational & Child Psychology*, No. 18, Vol. 3, pp. 58-74.

Smyth, J.M. (2007), "Beyond self-selection in video game play: an experimental examination of the consequences of massively multiplayer online role-playing game play", *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, Vol. 10/5, pp. 717-721.

Stacey, K. e Wiliam D. (2013), *Technology and Assessment in Mathematics*, Springer International Handbooks of Education, Vol. 27, pp. 721-751.

Wilhelm, O. e Schroeders, U. (2008), "Computerized ability measurement: Some substantive Dos and Don'ts", in *Towards a Research Agenda on Computer-Based Assessment*, European Commission Joint Research Centre, Italy.

Wu, M.L. (2004), "Plausible Values", *Rasch Measurement Transactions*, 2004, 18:2 p. 976-978, <http://www.rasch.org/rmt/rmt182.pdf>

Wu, M.L. e Adams, R. J. (2002), "Plausible Values: Why They Are Important", paper presentato all'11th International Objective Measurement Workshop, New Orleans, Aprile, 2002.

Zandvliet, D. e Farragher, P. (1997), "A comparison of the computer and written forms of multiple-choice testing", *Journal of Research on Computing in Education*, No. 29, pp. 423-438.

## Appendice statistica

Tav. a1 – Paesi partecipanti alle prove digitali di PISA 2012 (*unità*)

	Totale paesi ed economie	Solo paesi OCSE	
		#	Paesi
Paesi che hanno svolto solo prove cartacee (PBA)	21	6	Grecia, Islanda, Lussemburgo, Messico, Nuova Zelanda, Svizzera
Paesi che hanno svolto anche le prove digitali (CBA)	44	28	<b>Italia</b> , Spagna, Regno Unito, Danimarca, Finlandia, Olanda, Turchia, Australia, Austria, Belgio, Canada, Cile, Rep. Ceca, Estonia, Francia, Germania, Ungheria, Irlanda, Israele, Giappone, Corea del Sud, Norvegia, Polonia, Portogallo, Slovacchia, Slovenia, Svezia, Stati Uniti
<b>di cui:</b> hanno svolto solo le prove di <i>problem solving</i>	12	5	Regno Unito, Danimarca, Finlandia, Olanda, Turchia,
hanno svolto tutte le prove (matematica, lettura, <i>problem solving</i> )	32	23	<b>Italia</b> , Spagna, Australia, Austria, Belgio, Canada, Cile, Rep. Ceca, Estonia, Francia, Germania, Ungheria, Irlanda, Israele, Giappone, Corea del Sud, Norvegia, Polonia, Portogallo, Slovacchia, Slovenia, Svezia, Stati Uniti
<b>di cui:</b> hanno svolto le prove PBA solo con un sottocampione di studenti	4	3	<b>Italia</b> , Spagna, Regno Unito

Fonte: OCSE-PISA.