

Le differenze tra scuole nei risultati in matematica: un'analisi multilevel in funzione dei processi cognitivi indagati in PISA

Elisa Caponera^{1,2}, Bruno Losito², Riccardo Pietracci¹, Laura Palmerio¹

¹INVALSI

²UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE, DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA FORMAZIONE

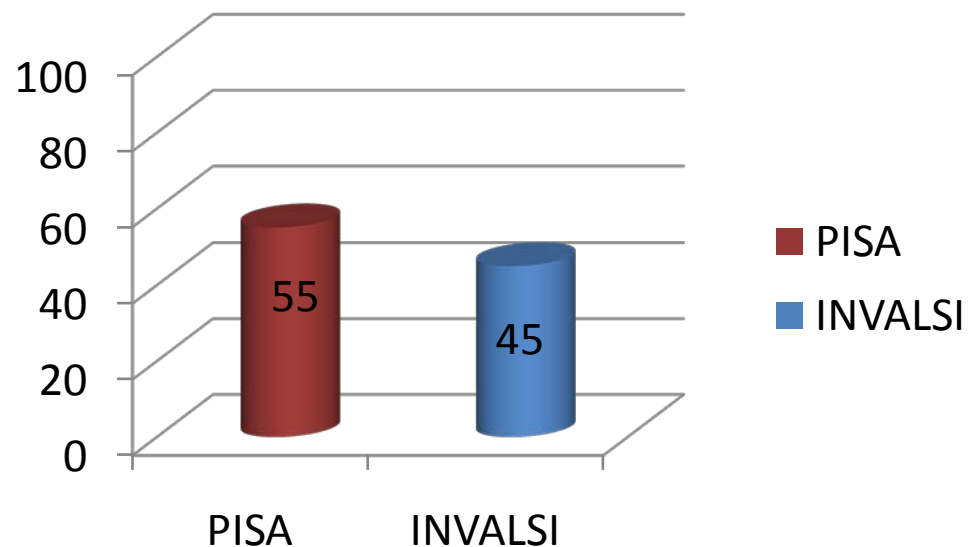
Limitata varianza all'interno delle scuole e una maggiore varianza tra scuole;

Divari territoriali e differenze tra indirizzi di studio.

In analogia con le prove INVALSI

La percentuale della varianza attribuibile alle differenze tra scuole (INVALSI, 2013) è maggiore in PISA.

% VARIANZA TRA SCUOLE



Obiettivo del presente contributo è verificare se:

1. le differenze di valori riscontrate nelle rilevazioni PISA e in quelle nazionali possano essere in relazione alla minore 'vicinanza' delle prove PISA ai curricoli esistenti dal punto di vista dei contenuti;
2. la varianza tra scuole riscontrata in PISA sia legata ai differenti processi cognitivi indagati.



Modello di regressione *multilevel* utilizzando come variabili dipendenti i tre processi cognitivi di PISA

Valutare se e in quale misura gli studenti abbiano acquisito, nel loro percorso scolastico, le conoscenze e le abilità necessarie per affrontare le situazioni e i problemi che si incontrano nella vita adulta.

L'impostazione prescinde dalla verifica del grado di corrispondenza dei contenuti proposti dall'indagine con quanto previsto dai diversi curricula nazionali, dei quali si mette in evidenza la poca attenzione data alle competenze, in particolare quelle di carattere generale e cross-curricolare, necessarie per orientarsi in contesti di vita reale e per affrontare i problemi che in tali contesti si incontrano, utilizzando le conoscenze e le abilità acquisite (OECD, 1999).

Il *framework* sottolinea come le indagini IEA e, nel caso specifico, TIMSS pongano una maggiore enfasi sul rapporto con i curricula esistenti nei Paesi che partecipano alle indagini. Secondo quanto affermato nel *framework* questa impostazione porterebbe a presentare la matematica agli studenti come una materia parcellizzata e a caratterizzare le prove come insiemi di quesiti isolati e rigidamente divisi per ambito contenutistico, che enfatizzano le capacità di calcolo e la conoscenza delle formule matematiche.

FAMILIARITÀ DELLE PROVE PISA

NFER: tre diverse dimensioni prese in esame (Ruddock et al. 2006):

1. Il concetto o l'abilità oggetto di rilevazione.
2. Contesto nel quale è posta la domanda.
3. Formato in cui la domanda è posta allo studente.

In Italia

Livello di curricolarità	N. item	%
1	0	0
2	13	12
3	18	16
4	31	28
5	48	44
Totale	110	100

Obiettivo del presente contributo è verificare se:

1. le differenze di valori riscontrate nelle rilevazioni PISA e in quelle nazionali possano essere in relazione alla minore 'vicinanza' delle prove PISA ai curricoli esistenti dal punto di vista dei contenuti;
2. La varianza tra scuole riscontrata in PISA sia legata ai differenti processi cognitivi indagati.



Modello di regressione *multilevel* utilizzando come variabili dipendenti i tre processi cognitivi di PISA

•Tutti gli studenti italiani
partecipanti in PISA  30.213 studenti
1.194 scuole.

•Solo studenti “regolari”  23.857 studenti
991 scuole.

DESCRIZIONE DELLE VARIABILI

Sfida nel contesto del mondo reale

Categorie di contenuto: Quantità, Incertezza, Cambiamento e relazioni, Spazio e forma

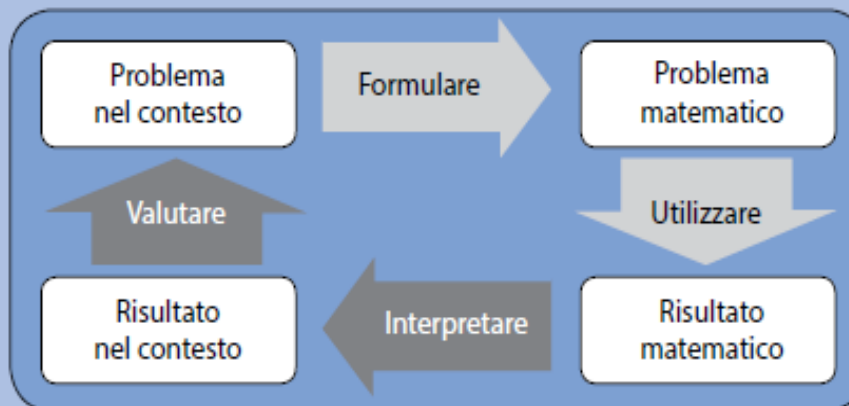
Categorie di contesto: Personale, Sociale, Occupazionale, Scientifico

Pensiero e azione matematica

Concetti, conoscenze e abilità matematiche

Capacità matematiche fondamentali: Comunicazione, Rappresentazione, Strategie di soluzione, Matematizzazione, Ragionamento e argomentazione, Uso di linguaggio e operazioni simboliche, formali e tecniche, Uso di strumenti matematici

Processi: Formulare, Impiegare, Interpretare/Valutare



Fonte: INVALSI, 2013.

DESCRIZIONE DELLE VARIABILI

Sfida nel contesto del mondo reale

Categorie di contenuto: Quantità, Incertezza, Cambiamento e relazioni, Spazio e forma

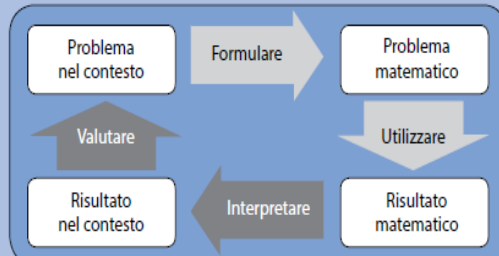
Categorie di contesto: Personale, Sociale, Occupazionale, Scientifico

Pensiero e azione matematica

Concetti, conoscenze e abilità matematiche

Capacità matematiche fondamentali: Comunicazione, Rappresentazione, Strategie di soluzione, Matematizzazione, Ragionamento e argomentazione, Uso di linguaggio e operazioni simboliche, formali e tecniche, Uso di strumenti matematici

Processi: Formulare, Impiegare, Interpretare/Valutare



1. **Formulare situazioni in forma matematica:** presentazione di un problema proposto in un contesto reale. Lo studente deve riconoscere la struttura matematica sottostante tale problema e mettere in relazione il linguaggio specifico del contesto reale con quello simbolico e formale per rappresentarlo in forma matematica e risolverlo.

DESCRIZIONE DELLE VARIABILI

Sfida nel contesto del mondo reale

Categorie di contenuto: Quantità, Incertezza, Cambiamento e relazioni, Spazio e forma

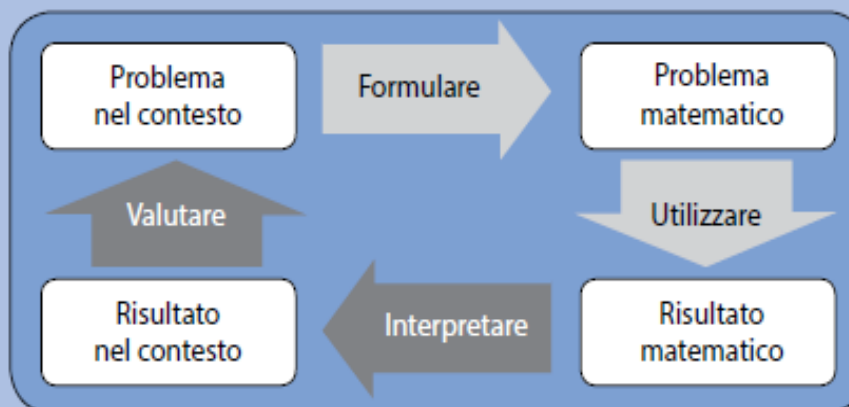
Categorie di contesto: Personale, Sociale, Occupazionale, Scientifico

Pensiero e azione matematica

Concetti, conoscenze e abilità matematiche

Capacità matematiche fondamentali: Comunicazione, Rappresentazione, Strategie di soluzione, Matematizzazione, Ragionamento e argomentazione, Uso di linguaggio e operazioni simboliche, formali e tecniche, Uso di strumenti matematici

Processi: Formulare, Impiegare, Interpretare/Valutare



Fonte: INVALSI, 2013.

DESCRIZIONE DELLE VARIABILI

Sfida nel contesto del mondo reale

Categorie di contenuto: Quantità, Incertezza, Cambiamento e relazioni, Spazio e forma

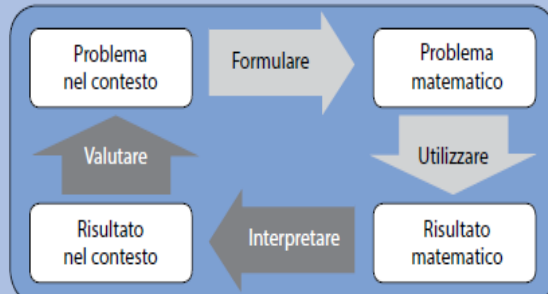
Categorie di contesto: Personale, Sociale, Occupazionale, Scientifico

Pensiero e azione matematica

Concetti, conoscenze e abilità matematiche

Capacità matematiche fondamentali: Comunicazione, Rappresentazione, Strategie di soluzione, Matematizzazione, Ragionamento e argomentazione, Uso di linguaggio e operazioni simboliche, formali e tecniche, Uso di strumenti matematici

Processi: Formulare, Impiegare, Interpretare/Valutare



2. Utilizzare concetti, fatti, procedimenti e ragionamenti matematici: il problema è già formulato in una forma matematica. Lo studente deve applicare concetti e procedimenti matematici per trovare la soluzione matematica del problema.

DESCRIZIONE DELLE VARIABILI

Sfida nel contesto del mondo reale

Categorie di contenuto: Quantità, Incertezza, Cambiamento e relazioni, Spazio e forma

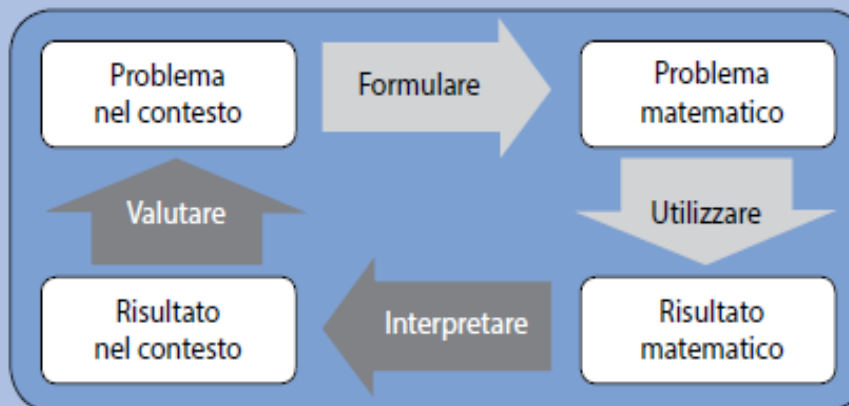
Categorie di contesto: Personale, Sociale, Occupazionale, Scientifico

Pensiero e azione matematica

Concetti, conoscenze e abilità matematiche

Capacità matematiche fondamentali: Comunicazione, Rappresentazione, Strategie di soluzione, Matematizzazione, Ragionamento e argomentazione, Uso di linguaggio e operazioni simboliche, formali e tecniche, Uso di strumenti matematici

Processi: Formulare, Impiegare, Interpretare/Valutare



Fonte: INVALSI, 2013.

DESCRIZIONE DELLE VARIABILI

Sfida nel contesto del mondo reale

Categorie di contenuto: Quantità, Incertezza, Cambiamento e relazioni, Spazio e forma

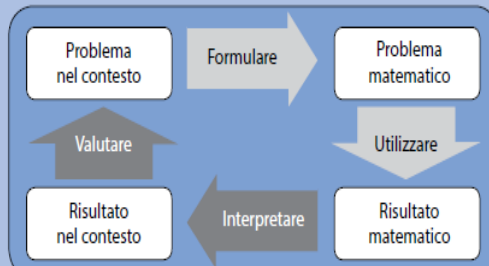
Categorie di contesto: Personale, Sociale, Occupazionale, Scientifico

Pensiero e azione matematica

Concetti, conoscenze e abilità matematiche

Capacità matematiche fondamentali: Comunicazione, Rappresentazione, Strategie di soluzione, Matematizzazione, Ragionamento e argomentazione, Uso di linguaggio e operazioni simboliche, formali e tecniche, Uso di strumenti matematici

Processi: Formulare, Impiegare, Interpretare/Valutare



3. Interpretare, applicare e valutare i risultati matematici: la soluzione matematica del problema è già presentata, lo studente deve riflettere su tali risultati e spiegare se tale soluzione abbia o non abbia senso nel contesto specifico e/o come poter applicare tale situazione in un contesto reale.

DESCRIZIONE DELLE VARIABILI

Status socioeconomico e culturale a livello studente e a livello scuola

ESCS_{STUDENTE}: 1.quantità di risorse disponibili a casa: risorse educative e culturali e beni posseduti a casa dallo studente e dalla sua famiglia (ad esempio, presenza/assenza di una scrivania per studiare); 2.livello di istruzione dei genitori: è stato considerato il più alto livello di istruzione tra quello della madre e del padre; 3.tipo di lavoro svolto dai genitori, codificato in base alle categorie dell'*International Standard Classification of Occupation* (ISCO-08); 4.numero di libri posseduti a casa: viene utilizzata una scala di risposta a 5 livelli che va da «0-10 libri» a «più di 200 libri».

Inoltre, è stato calcolato l'indice di status socioeconomico e culturale a livello di scuola (ESCS_{SCUOLA}) che corrisponde alla media dell'ESCS degli studenti partecipanti all'indagine per ciascuna scuola.

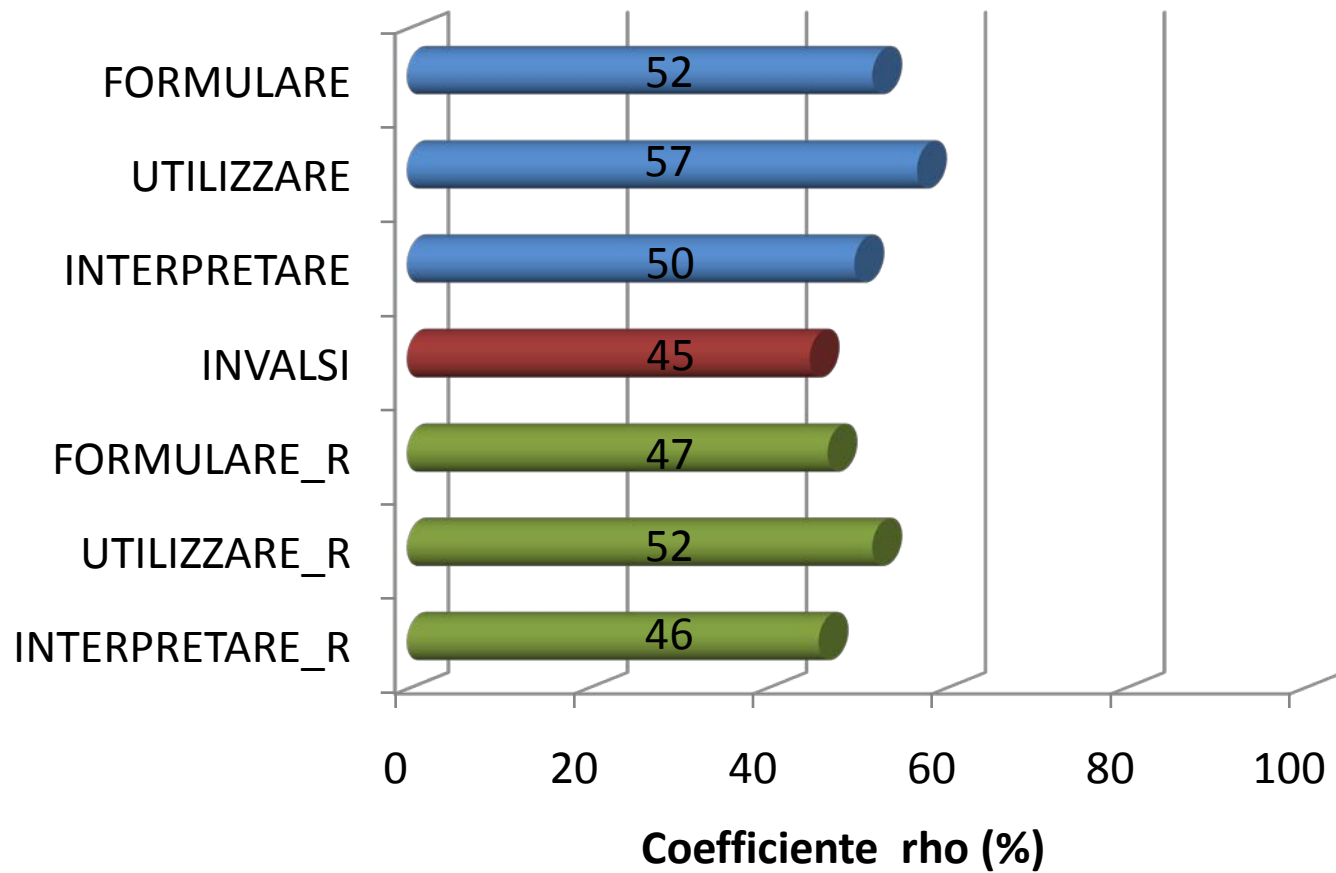
STATISTICHE DESCRITTIVE

Tabella 1. Rendimento in matematica per genere degli studenti

	Formulare		Utilizzare		Interpretare	
	Media	D.S.	Media	D.S.	Media	D.S.
Femmine	464	96	477	87	490	100
Maschi	488	105	496	96	508	111
Totale	477	101	487	92	500	107

Media OCSE: Formulare= 492
Utilizzare= 493
Intepretare= 497

ANALISI MULTILEVEL: MODELLO NULLO



STIMA DELL'EFFETTO DELLE CARATTERISTICHE SCUOLA E STUDENTE

	Formulare		Utilizzare		Interpretare	
	<i>Modello nullo</i>	<i>Modello completo</i>	<i>Modello nullo</i>	<i>Modello completo</i>	<i>Modello nullo</i>	<i>Modello completo</i>
Intercetta del modello	461 (3,3)	473 (4,6)	469 (3,4)	479 (4,2)	480 (3,7)	495 (4,4)
<i>Livello studenti</i>						
ESCS _{STUDENTE}		5 (0,8)		3 (0,6)		5 (0,8)
Femmina		-31 (1,4)		-24 (1,3)		-31 (1,4)
Straniero di II generazione		<i>n.s.</i>		-13 (4,1)		<i>n.s.</i>
Straniero di I generazione		<i>n.s.</i>		-13 (2,8)		<i>n.s.</i>
Studente anticipatario		28 (4,6)		21 (4,1)		28 (4,6)
Studente posticipatario		-40 (2,2)		-38 (1,8)		-40 (2,2)
<i>Livello scuola</i>						
ESCS _{SCUOLA}		45 (6,4)		41 (5,8)		42 (7,1)
Nord Ovest		40 (6,0)		48 (5,2)		53 (5,7)
Nord Est		48 (5,6)		53 (5,3)		57 (5,8)
Centro		15 (6,3)		21 (5,5)		22 (6,3)
Sud		<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>
Istituti Tecnici		<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>		-18 (6,2)
Istituti professionali		-55 (8,3)		-60 (7,1)		-71 (8,1)
Centri di formazione professionale		-68 (10,8)		-74 (10,4)		-89 (10,6)
Scuole secondarie di I grado		-91 (12,4)		-100 (10,9)		-120 (12,7)

ANALISI MULTILEVEL- VARIANZA SPIEGATA TRA SCUOLE

<i>Modello nullo</i>	Formulare	Utilizzare	Interpretare
Varianza tra scuole	5366	5272	6356
Varianza entro le scuole	5448	4005	5953
Proporzione di varianza attribuita alle scuole (rho)	0,50	0,57	0,52
<i>Modello completo</i>	Formulare	Utilizzare	Interpretare
Varianza a Livello 2	1977	1648	1913
Varianza a Livello 1	4991	3660	5413
Percentuale di varianza spiegata tra scuole	63,2	68,7	69,9
Percentuale di varianza spiegata entro le scuole	8,4	8,6	9,1

ANALISI MULTILEVEL-15ENNI REGOLARI

	Formulare		Utilizzare		Interpretare	
	<i>Modello nullo</i>	<i>Modello completo</i>	<i>Modello nullo</i>	<i>Modello completo</i>	<i>Modello nullo</i>	<i>Modello completo</i>
Intercetta del modello	483 (3,0)	489 (3,1)	493 (2,9)	499 (2,9)	506 (3,3)	517 (3,0)
Livello studenti						
ESCS _{STUDENTE}		4 (0,8)		3 (0,7)		4 (0,9)
Femmina		-31 (1,6)		-25 (1,4)		-32 (1,7)
Straniero di II generazione		<i>n.s.</i>		-10 (4,3)		-25 (5,1)
Straniero di I generazione		<i>n.s.</i>		-16 (4,1)		-18 (6,5)
Livello scuola						
ESCS _{SCUOLA}		45 (7,2)		40 (7,3)		39 (8,6)
Nord Ovest		53 (6,1)		57 (5,3)		67 (5,7)
Nord Est		59 (6,0)		61 (5,5)		71 (5,7)
Centro		17 (6,6)		21 (5,8)		26 (6,6)
Sud		10 (5,1)		10 (1,4)		13 (5,0)
Istituti Tecnici		<i>n.s.</i> (6,2)		<i>n.s.</i>		-16 (6,5)
Istituti professionali		-50 (8,3)		-57 (7,8)		-68 (8,6)

ANALISI MULTILEVEL-15ENNI REGOLARI

<i>Modello nullo</i>	Formulare	Utilizzare	Interpretare
Varianza tra scuole	4301	4057	4911
Varianza entro le scuole	5073	3713	5461
Proporzione di varianza attribuita alle scuole (rho)	0,46	0,52	0,47

<i>Modello completo</i>	Formulare	Utilizzare	Interpretare
Varianza a Livello 2	1947	1652	1896
Varianza a Livello 1	4858	3573	5229
Percentuale di varianza spiegata tra scuole	55	59	61
Percentuale di varianza spiegata entro le scuole	4,2	3,8	4,2

CONCLUSIONI

1. La differente varianza tra scuole sembra essere indipendente dalla difficoltà delle prove: i nostri studenti ottengono punteggi maggiori quando il processo cognitivo coinvolto è Interpretare e minori nel Formulare.

Maggiore variabilità tra scuole nei risultati rispetto al processo 'Utilizzare', mentre una variabilità minore si riscontra rispetto ai processi Interpretare e Formulare.

2. Il contributo del tipo di scuola si differenzia in funzione del processo indagato: si osserva una differenza maggiore nella scala Interpretare e minore nella scala Formulare.

3. Un'elevata varianza tra scuole anche dopo avere eliminato dalle analisi una parte di studenti - circa il 22% - che di solito si collocano nella parte bassa della distribuzione di rendimento in matematica.

Tale dato risulta in linea con quanto evidenziato nelle prove INVALSI, dove il 45 % di varianza è dovuto alle differenze tra scuole.

Tipologia di prove effettuate dagli studenti: sia nel caso in cui il problema matematico richieda l'uso di un processo poco familiare per lo studente e distante dai libri di testo, come ad esempio nel processo Formulare, sia nel caso in cui la modalità di presentazione del problema sia più vicina a quanto gli studenti conoscono come avviene in misura maggiore nelle prove INVALSI rispetto alle prove PISA, permane un'elevata varianza tra scuole.



ULTERIORI APPROFONDIMENTI

1. Analisi della congruenza tra i quadri di riferimento concettuali che hanno guidato la costruzione delle prove in PISA e delle rilevazioni nazionali e il contenuto delle prove utilizzate nelle rilevazioni rispetto alla maggiore/minore difficoltà dei quesiti.
2. Per quanto riguarda l'insegnamento della matematica nel contesto scolastico italiano andrebbe valutato quanto i metodi che privilegiano un processo cognitivo piuttosto che un altro abbiano un'influenza diversa per il raggiungimento delle competenze matematiche al termine del ciclo di istruzione secondaria.